



i-vector
innovations
management
gmbh

Studie „Batteriekompetenzen in und um Brandenburg“

Befunde und Analyseergebnisse

Studie im Auftrag der Wirtschaftsförderung Land Brandenburg WFBB

i-vector Innovationsmanagement GmbH, Rohrdamm 88, 13629 Berlin

Autoren: Angela Blume, Carl-Ernst Forchert, Marcus Scholz

Berlin, 1. März 2023

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	i
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	iii
Abkürzungsverzeichnis.....	9
Executive Summary	10
1 Auftrag, Untersuchungsraum und Methodik	11
1.1 Der Untersuchungsraum	12
1.2 Das Wertschöpfungssystem Batterie	12
2 Das Batterieökosystem in Brandenburg – Umfeldanalyse	14
2.1 Zentrale Angebots- und Nachfragefaktoren	14
2.2 Zusammenhang von Standort, Klimabilanz und Kosteneffizienz in der Batterieproduktion	14
2.3 Gigafactories global – aktuelle Entwicklungen	15
2.3.1 Deutschland und Europa	15
2.3.2 Ostasien	16
2.3.3 USA	16
2.4 Kernaussagen industrie- und innovationspolitischer Strategiedokumente	18
2.4.1 Land Brandenburg	18
2.4.2 Land Berlin	18
2.4.3 Freistaat Sachsen	19
3 Die Akteure des Batterieökosystems im Untersuchungsraum – Lagebild	20
3.1 Datenquellen und Shortlist	20
3.2 Verteilung nach Regionen	20
3.2.1 Schwerpunkte innerhalb Brandenburgs	22
3.2.2 Schwerpunkte innerhalb des übrigen Untersuchungsraumes.....	23
3.3 Verteilung nach Status	23
3.4 Verteilung nach Wertschöpfungsstufen	25
3.4.1 Aktivmaterialien	25
3.4.2 Ausrüster	25
3.4.3 Anwender	26
3.4.4 Batteriezellwerke und Hersteller und Zulieferer von Batteriepacks	26
3.4.5 Batterielogistik	27

3.4.6	Batterierecycling und Re-Use	27
3.4.7	Engineering, Test, Diagnose, Qualitätskontrolle	28
3.5	FuE-Einrichtungen	31
4	Bedarfe zur Entwicklung der Wertschöpfung – Erhebung aus Sicht der Bestandsunternehmen	33
4.1	Ausbau Erneuerbare Energien	33
4.2	Wassermanagement	33
4.3	Batterielogistik	34
4.4	Automatisierungstechnik	34
4.5	Batterierecycling und Re-Use	35
4.6	Test und Klassifikation	36
4.7	Standardisierung und Gremienarbeit	36
4.8	Fachkräfte	37
5	FuE-Bedarfe der Batteriewirtschaft – Erhebung aus Sicht der Bestandsunternehmen.	38
5.1	Erneuerbare Energien und Wasseraufbereitung	38
5.2	Automatisierungs- und Messtechnik/ Engineering, Test, Diagnose	39
5.3	Recycling und Re-Use, Kreislaufwirtschaft	41
5.4	Anforderungen an FuE-Partner aus Sicht der Unternehmen	42
6	Fazit aus der Verteilung der Untersuchungsdaten nach Region, Status und Kategorie	44
Anhang		46
Unternehmen		46
Forschung- und Entwicklungsinstitute		50
Quellen- und Literaturverzeichnis		54
Studien, Publikationen und Online-Quellen		54
Koalitionsverträge und Masterpläne		57

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Arbeitsprogramm der Studie „Batteriekompetenz in und um Brandenburg“	12
Abbildung 2: Wertschöpfungskette für Lithium-Ionen-Batteriesysteme, © ReLioS-Netzwerk/ i-vector Innovationsmanagement GmbH	13

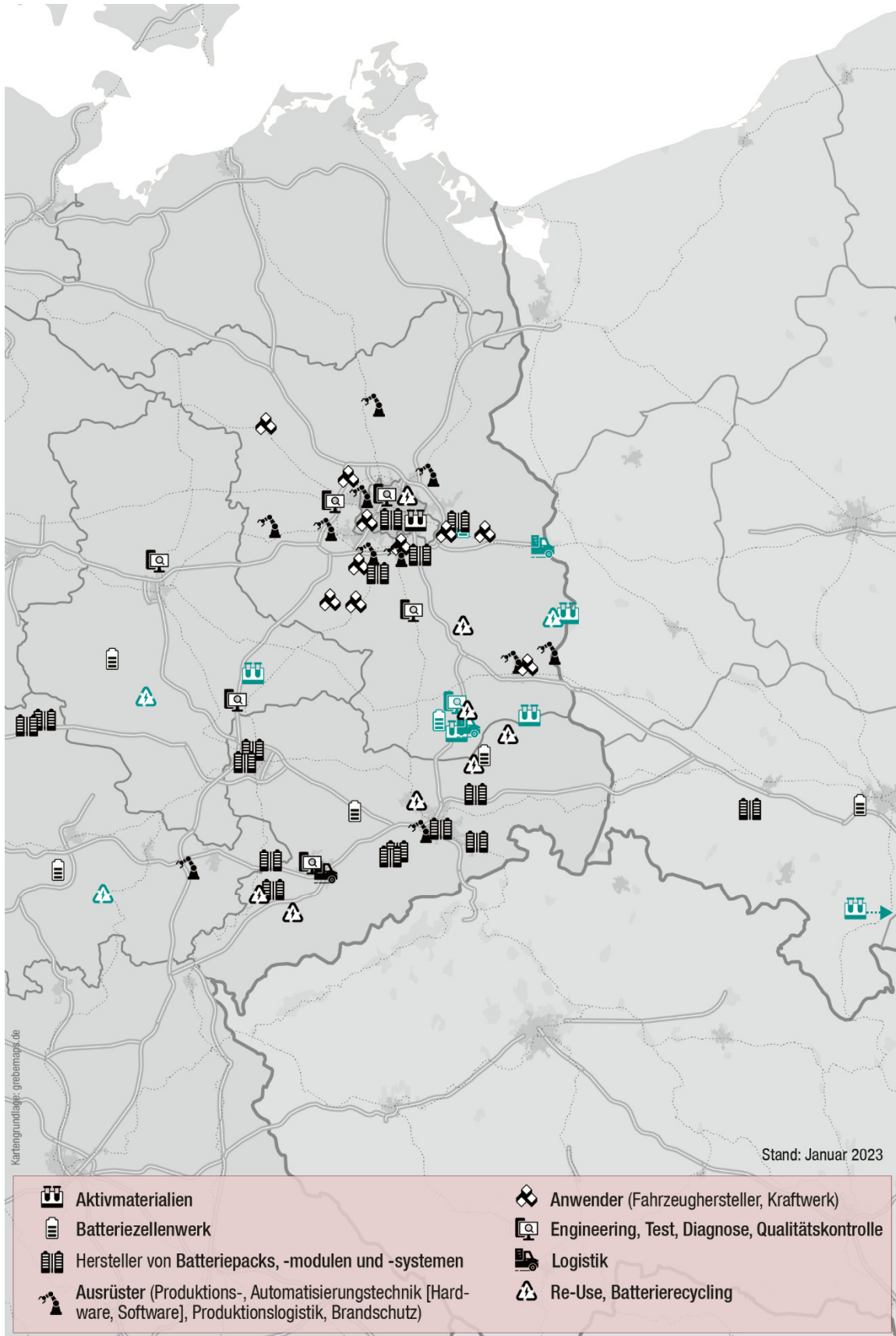


Abbildung 3: Überblick der Unternehmen in Betrieb, in Bau und in Planung (grün markiert) 21

Unternehmen im Wertschöpfungsprozess Batterie

IN BETRIEB

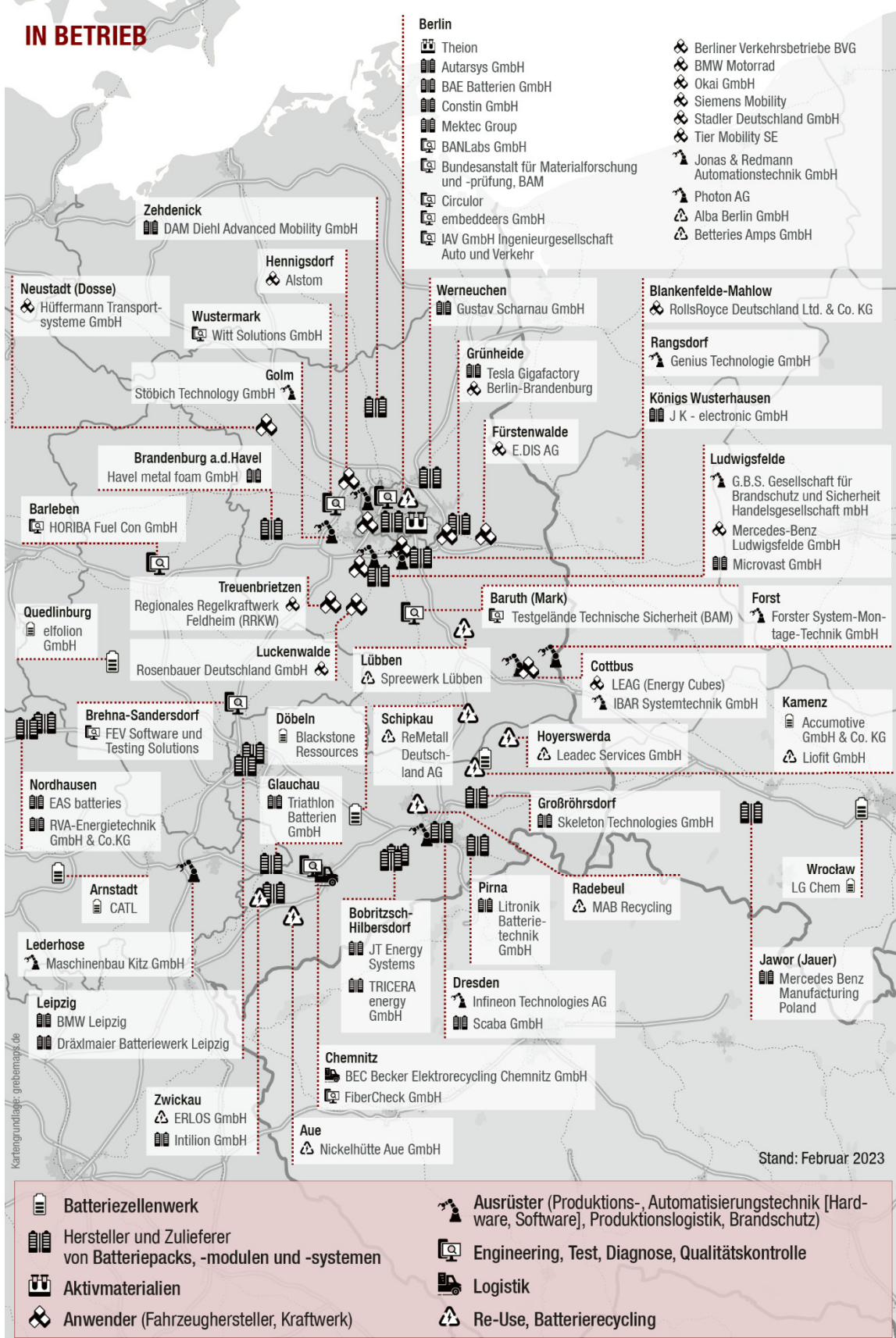
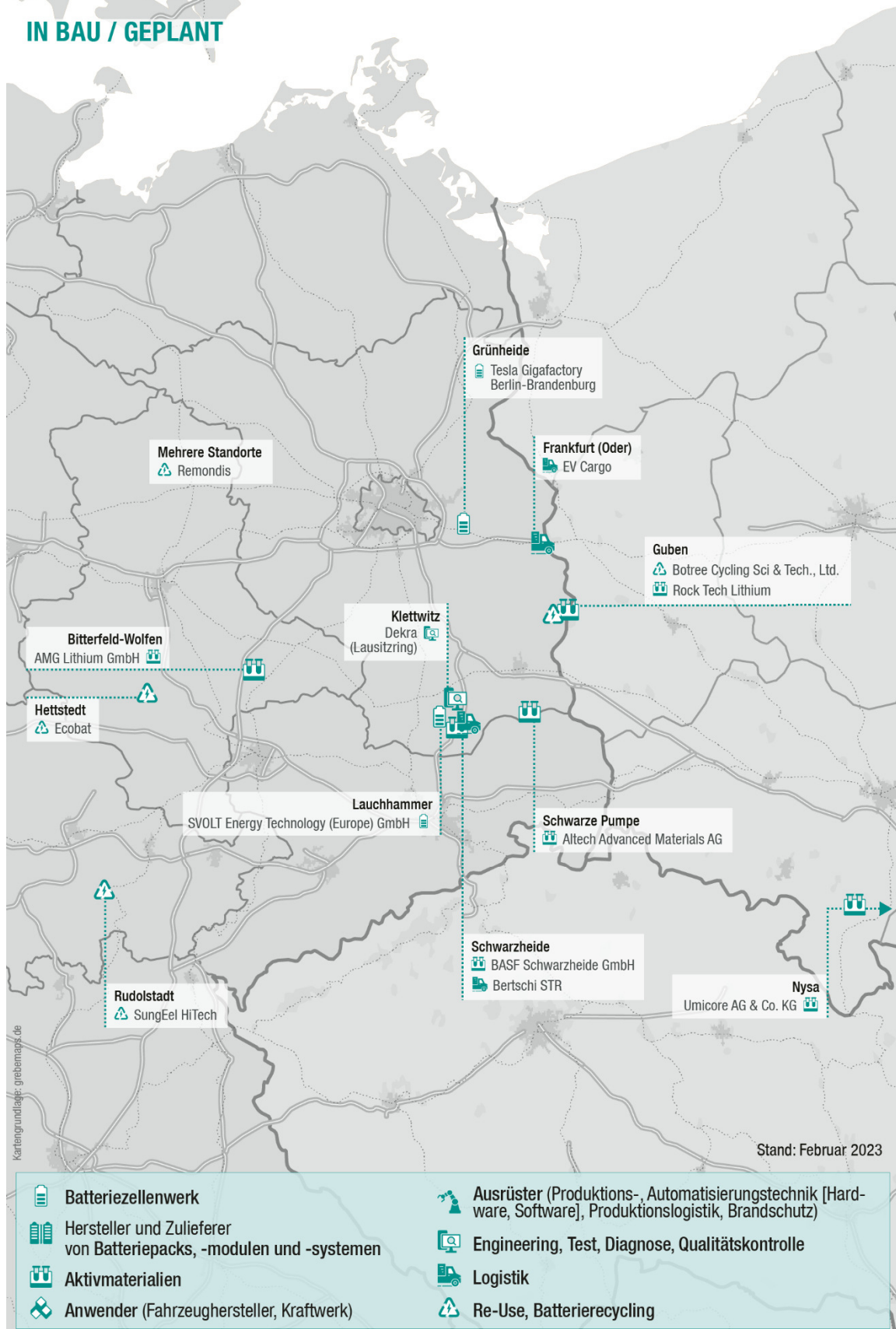


Abbildung 4: Unternehmen in Betrieb (Stand Januar 2023)... 29

Unternehmen im Wertschöpfungschain Batterie

IN BAU / GEPLANT



Kartengrundlage: greibmanns.de

Abbildung 5: Unternehmen in Bau oder geplant (Stand Januar 2023)	30
Abbildung 6: Forschungs- und Entwicklungsakteure im Wertschöpfungssystem Batterie	32
Abbildung 7: Innovations-, Forschungs- und Entwicklungsthemen.....	38
Abbildung 8: Impact der Batteriewirtschaft auf andere Wirtschaftszweige und Branchen	45
Tabelle 1: Regionale Verteilung der Wertschöpfungsstufen (Stand 01/2023).....	25
Tabelle 2: Unternehmen des Batterieökosystems.....	46
Tabelle 3: FuE-Einrichtungen	50

Abkürzungsverzeichnis

AMZ	Netzwerk Automobilzulieferer Sachsen
BEV	Battery Electric Vehicle, Batterie-Elektrofahrzeuge
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BMI	Bundesministerium des Inneren
BMI	Benchmark Mineral Intelligence
BMS	Batterie-Management-System
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
CHESCO	Center for Hybrid Electric Systems Cottbus
GWh	Gigawattstunde
IPCEI	projects of common European interest (Vorhaben von gemeinsamem europäischem Interesse)
IRA	Inflation Reduction Act
HEV	Hybrid Electric Vehicle, Hybrid-Elektrofahrzeuge
LFP	Lithium-Eisenphosphat-Batterie (LiFePO ₄ -Kathode)
MWAE	Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Energie des Landes Brandenburg
MWFK	Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg
PHEV	Plugin Hybrid Electric Vehicle, Plugin-Hybrid-Elektrofahrzeuge
SKIP	Steuerungskreis Transformation der Berliner Industrie
SoH	State of Health

Executive Summary

Mit der Batterieproduktion entsteht ein neuer und vertikal wie horizontal hochverbundener und tiefgestaffelter Industriezweig. Ihre Formierung und Forcierung sind Voraussetzung und zugleich Folge der Elektrifizierung des Antriebsstranges von Personen- und Nutzfahrzeugen auf der Straße, der Schiene, dem Wasser und künftig auch in der Luft. Es ist eine **Disruption**, die sich weltweit vollzieht, umfassend und unumkehrbar.

Vor diesem Hintergrund hat Brandenburg das Potenzial **Batterieproduktionsland zu werden**. Basis hierfür ist das Vorhandensein und ein **nachweislich erfolgreiches und tiefgreifendes Zusammenwirken** bereits aktiver Unternehmen und Forschungseinrichtungen. Dies zeigen die Ergebnisse der hier vorgelegten Untersuchung, die diese Akteure im Land Brandenburg, Berlin, Sachsen und angrenzenden Regionen betrachtet.

Von 86 hier erfassten Unternehmen des Batterieökosystems in diesem Untersuchungsraum befinden sich 33 im Land Brandenburg, was einem Anteil von 38 % entspricht. Von 29 Forschungseinrichtungen befinden sich neun in Brandenburg (31 %). Und **in vier von acht der hier betrachteten Wertschöpfungsstufen hat Brandenburg den relativ größten Anteil an Unternehmen** innerhalb des Untersuchungsraumes, bei Aktivmaterialien (33 %), Ausrüstern (57 %), Anwendern (60 %) und der Batterielogistik (67 %). Die gewachsene Symbiose zwischen Akteuren und Multiplikatoren in Brandenburg, Sachsen und Berlin entlang der Innovationskorridore ermöglicht insbesondere Lausitzer Unternehmen einen gezielten **Wissens-transfer** auf kurzem Wege und innerhalb der Region.

Die **Unternehmen**, mit denen im Zuge dieser Studie „Batteriekompetenzen in und um Brandenburg“ gesprochen wurde, sehen ihrerseits Bedarfe für gezielte weitere fachliche und technologische Unterstützung, Entwicklung, Vernetzung und Skalierung. Technologisch werden vor allem genannt: gezieltere und intensiviertere Forschung, günstigere und ein Mehr an Erneuerbaren Energien, aber auch Themen der Normung, Standardisierung und Klassifikation werden genannt. Gemeinsam mit den Hochschulen, Kammern und Aus- und Weiterbildungsanbietern müssen weiterreichende Ausbildungsmöglichkeiten, zugeschnitten auf die spezifischen Anforderungen der Batteriewertschöpfung, entwickelt und realisiert werden.

1 Auftrag, Untersuchungsraum und Methodik

Das Land Brandenburg hat sich insbesondere seit dem Jahr 2019 durch Ansiedlungen und Engagements internationaler Unternehmen einen neuen Wertschöpfungsschwerpunkt der nachhaltigen Mobilität und der Energiewende entwickelt. Ein Schlüssel hierfür ist die Batterie, die ein neues Wertschöpfungssystem von Batteriematerialien über die Batteriefertigung bis zum Re-Use und Recycling aufspannt. Um hier die Entwicklung des Standortes Brandenburgs gezielt weiter voranzutreiben, ist ein Überblick über alle relevanten Akteure im Bundesland und deren Bedarfe erforderlich. Hierbei wird die gesamte Wertschöpfungskette betrachtet, einschließlich der begleitenden Wissenschaft und Forschung.

Das Arbeitsprogramm besteht in der Erfassung und Analyse der Akteurslandschaft einschließlich aktueller Forschungs- und Entwicklungs-Themen.

- a. Ist-Analyse der Unternehmen, die der Wertschöpfungskette Batterie in Brandenburg angehören, zzgl. relevanter Akteure in den brandenburgnahen Landkreisen der Nachbarländer Berlin, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen
- b. Aufzeigen von Bedarfen der Bestandsunternehmen sowie Hinweise zu möglichen Erweiterungen der Wertschöpfungskette
- c. Ist-Darstellung der universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen im Bereich Batterie sowie eine Übersicht zu den FuE-Kompetenzschwerpunkten und Akteuren rund um Testzentren und Qualitätsmanagement
- d. Aufzeigen von FuE-Bedarfen der Akteure der Wertschöpfungskette in Brandenburg sowie Test-/Qualitätsmanagementbedarfen.

Insgesamt wurden rund 130 Akteure, davon 86 Unternehmen und 29 Wissenschaftseinrichtungen sowie weiteren Multiplikatoren mit besonderem Bezug zur Batteriewirtschaft, in Brandenburg und den umliegenden Regionen erfasst. Zur vertiefenden Erfassung von Entwicklungsbedarfen wurden mehr als 20 leitfadengestützte Tiefeninterviews mit Akteuren der Batteriewirtschaft durchgeführt.

Insgesamt kann diese Studie keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Das Gebiet der Batteriewirtschaft unterliegt einer hohen Dynamik der unternehmerischen Aktivitäten, insbesondere in den Bereichen Innovation, Investition und Qualifizierung von Fachkräften. Daher gibt das Untersuchungsergebnis ein Abbild zum Stand 30. Januar 2023 wieder.

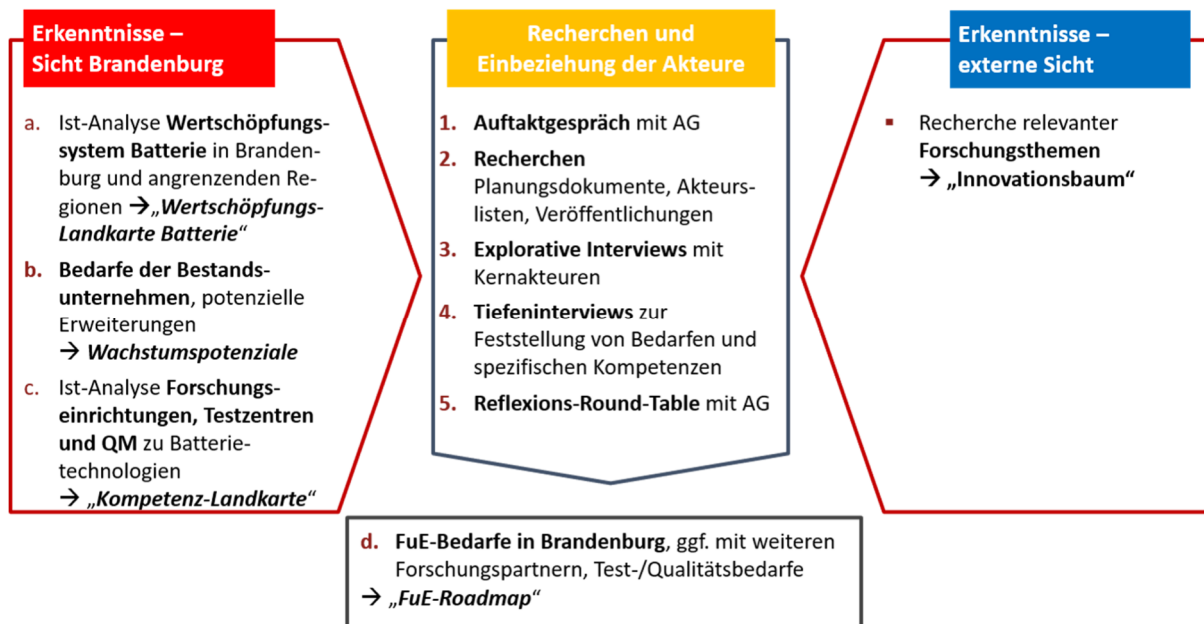


Abbildung 1: Arbeitsprogramm der Studie „Batteriekompetenz in und um Brandenburg“

1.1 Der Untersuchungsraum

Der in dieser Studie betrachtete Untersuchungsraum umfasst das Land Brandenburg, das Land Berlin, einen Großteil des Freistaats Sachsen und, daran angrenzend, den östlichen und nördlichen Teil des Freistaats Thüringens, das Land Sachsen-Anhalt und die beiden Woiwodschaften Dolny Śląsk (Niederschlesien) und Opole (Oppeln) im Südwesten Polens. Innerhalb dieses Untersuchungsraumes bestehen branchenübergreifend enge regionalökonomische und wirtschaftshistorische Beziehungen und Verflechtungen, die sich im Einzelnen über lange Zeiträume zurückverfolgen lassen. Heute ist dieser Raum durch ein dichtes Verkehrsnetz – die Bundesautobahnen A9, A12, A13, A14, A24 und A72 in Nord-Süd-Ausrichtung sowie die A10, A12, A4, A38, A72, A115 in West-Ost-Ausrichtung – verbunden, wodurch industrielle Lieferbeziehungen gut darstellbar sind. Das landesplanerische Raumkonzept der Innovationskorridore, die strahlenförmig Berlin und Brandenburg verbinden, trägt dem bereits Rechnung.

1.2 Das Wertschöpfungssystem Batterie

Das Wertschöpfungssystem Batterie (kurz: das **Batterieökosystem**) umfasst alle Unternehmen, Institute und Forschungseinrichtungen, die sich mit dem Erhalt oder dem Aufbau von Batteriesystemen beschäftigen, diesem zuliefern oder die Produkte weaternutzen. In diesem Wertschöpfungssystem stellen Batteriezellen die kleinste Einheit elektrochemischer Speicher dar, die, in Modulen zusammengesetzt und mit entsprechender Leistungs- und Steuerungselektronik inkl. erforderlicher Software versehen, das Batteriesystem darstellen. Die nachfolgende Darstellung „Wertschöpfungskette für Lithium-Ionen-Batteriesysteme“ bildet die gesamte Wertschöpfungskette des „Battery life cycle“ ab. Begonnen wird oben links mit der Gewinnung der Rohstoffe und Herstellung von Batteriematerialien. Es folgen die

Zellherstellung sowie die Herstellung von Batteriemodulen und -systemen. Nach der Anwendung bzw. Nutzung werden die Batterien getestet und klassifiziert, anschließend einer Nachnutzung oder dem Recycling zugeführt, dessen Endprodukte im Idealfall bei der Herstellung von neuen Batteriezellen weitergenutzt werden. An den Schnittstellen zwischen den einzelnen Wertschöpfungsstufen bildet die Logistik ein zentrales und zunehmend wichtiges Thema.

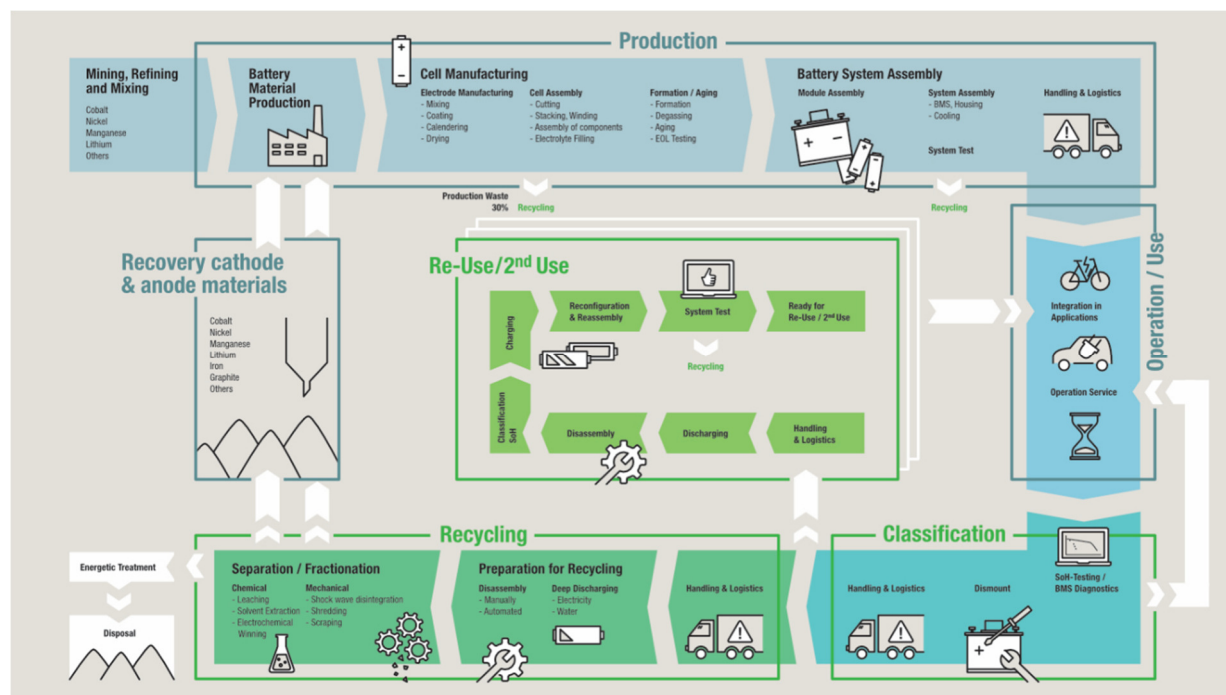


Abbildung 2: Wertschöpfungskette für Lithium-Ionen-Batteriesysteme, © ReLioS-Netzwerk/ i-vector Innovationsmanagement GmbH

Die voranstehende Darstellung dient in der hier vorgelegten Studie als methodische Basis für die Zuordnung der erfassten Unternehmen in die Wertschöpfungsstufen bzw. als Akteursgruppen (vgl. Kapitel 3). Es wurden folgende Akteursgruppen definiert:

- Aktivmaterialien
- Batteriezellenwerk
- Hersteller von Batteriepacks, -modulen und -systemen
- Ausrüster (Produktions-, Automatisierungstechnik [Hardware, Software], Produktionslogistik, Brandschutz)
- Anwender (Fahrzeughersteller, Kraftwerk)
- Engineering, Test, Diagnose, Qualitätskontrolle
- Logistik
- Re-Use, Batterierecycling
- Forschung und Entwicklung (FuE).

2 Das Batterieökosystem in Brandenburg – Umfeldanalyse

In diesem Kapitel werden die Rahmenbedingungen zusammengefasst, die Auswirkungen haben auf den Aufbau der Batteriewertschöpfungskette und die regionale Verankerung von entsprechend spezialisierten Unternehmen.

2.1 Zentrale Angebots- und Nachfragefaktoren

Dieser Abschnitt kennzeichnet den Bedarf und die Dynamik, die beim Aufbau der Wertschöpfungskette „Batterie“ zu beobachten sind. – und zugleich den intensiven Standortwettbewerb zwischen einzelnen Regionen bei der Ansiedlung von Akteuren des Batterieökosystems.

Die Verkehrs- und Energiewende ist der entscheidende Nachfrage-Treiber für Lithium-Ionen-Batterien. Hauptabnehmer sind die Fahrzeugindustrie und mit einigem Abstand die Energiewirtschaft. Im Bereich der Mobilität wird bei Nutzfahrzeugen, kommunalen Einsatzfahrzeugen, Schienenfahrzeugen, im ÖPNV und im Taxi-Gewerbe sowie zukünftig im Luftverkehr zunehmend auf batterieelektrische Antriebe umgestellt. Im Pkw-Sektor belegen die privaten und gewerblichen Zulassungszahlen, dass der Anteil an BEVs und PHEVs an den Gesamtzulassungen in ausgewählten Leitmärkten steigt, zum Beispiel in Deutschland, China, USA oder in Norwegen.¹ Hauptabnehmer der inländischen Batterieproduktion ist vor allem die europäische Autoindustrie. Alle großen Hersteller bekunden ihr Interesse bzw. konkrete Investitionspläne für die Fertigung von Batteriesystemen in Europa. Regionen hoffen auf Großansiedlungen, neue Arbeitsplätze sowie zusätzliche Wertschöpfung. Es entsteht ein intraeuropäischer wie globaler Standortwettbewerb. Diese Entwicklungen, zusammengefasst als Elektrifizierung des Antriebsstranges, erfordert einen deutlichen Aufwuchs an Angeboten: Die Schätzungen über das vor dem Hintergrund dieser disruptiven Entwicklung notwendige Wachstum der Produktionskapazität von Batteriezellen variieren zwischen dem Faktor 15 und 30 gegenüber dem Ist-Stand. Konnten die Hersteller in Europa im Jahr 2020 eine Kapazität von 35 GWh p.a. produzieren, soll diese bis 2030 auf rund 700 bis 1.000 GWh p.a. steigen.²

2.2 Zusammenhang von Standort, Klimabilanz und Kosteneffizienz in der Batterieproduktion

Es soll verdeutlicht werden, dass die Standortfrage künftiger Batteriezellfertigungen und ihrer Vorprodukte zum Erfolg und der Akzeptanz der Verkehrs- und Energiewende beitragen können – kostenseitig wie marktseitig. Klimapolitisch, betriebswirtschaftlich und logistisch ist es sinnvoll, die Akteure der Batteriewirtschaft wie auch der Fahrzeugproduktion möglichst nahe zueinander anzusiedeln.

¹ vgl. Kraftfahrtbundesamt, China Passenger Car Association, Insidedev.com, Statistik Austria

² vgl. VDI/VDE, 2022, S. 12

Nach dem gegenwärtigen Stand der Produktions- und Antriebstechnik entfällt ein großer Wertschöpfungsanteil eines Elektrofahrzeugs auf die Lithium-Ionen-Batterie, von den Herstellungskosten der Batterie wiederum entfallen rund 70 bis 80 % auf die Kathode und das Kathodenmaterial. Das Kathodenmaterial wiederum bestimmt Effizienz, Zuverlässigkeit, Kapazität und Größe der Batterie und darüber auch die Reichweite des E-Fahrzeugs und seinen Nutzwert im Betrieb. Für Elektrofahrzeuge lagen die Batteriepack-Preise laut Bloomberg 2022 im Schnitt bei umgerechnet 131 Euro pro Kilowattstunde, auf Zellebene bei rund 109 Euro. Im Jahr 2010 lag noch der Preis bei 600 Euro pro Kilowattstunde, gut dem Sechsfachen.³ Seit her wurden erhebliche Fortschritte in der Produktionstechnik erzielt, etwa durch den Einsatz günstigerer chemischer Vorprodukte und einer Reduzierung des Kobaltanteils in den Kathoden. Parallel sinken die Herstellungskosten auch durch Lernkurven- und Skaleneffekte in der Batteriepackmontage.

Zwei weitere Hebel zur Senkung der Gesamtherstellungskosten der Batterie sind die Transport- und Energiekosten. Dabei setzt eine ökonomisch wie ökologisch sinnvolle Batteriezellfertigung die dauerhafte und örtliche Verfügbarkeit einer hinreichend großen Menge Stroms aus erneuerbaren Quellen voraus. Denn: Wird eher fossil erzeugter Strom eingesetzt, *„ist der CO₂-Fußabdruck der Batterie vergleichsweise groß – und damit auch der der Fahrzeugherstellung. Nur beim Abbau der Rohstoffe für die Zellen fallen noch mehr Treibhausgasemissionen an. In Deutschland, wo Erneuerbare Energien eine immer größere Rolle spielen, wurden zuletzt pro produzierte Kilowattstunde rund 400 g CO₂ ausgestoßen, in Europa 520 g. In vom Kohlestrom dominierten China waren es mehr als 800 g.“*⁴ Deutlich wird also: Ist am Standort der Batteriezellfertigung nicht ausreichend „grün“ erzeugter Strom vorhanden, würde die klimapolitisch avisierte Zielstellung, die Produktion mit geringerem CO₂-Ausstoß konterkariert.

2.3 Gigafactories global – aktuelle Entwicklungen

Aktuell liegt der Schwerpunkt der globalen Batteriezellfertigung in Asien, insbesondere in China, sowie in den USA. Angesichts einer zusehends strategisch notwendigen industrie- und energiepolitischen Autarkie erhöht Europa die Produktionskapazitäten.

2.3.1 Deutschland und Europa

In Europa lässt sich eine aktuell große Dynamik im Aufbau von Batterieproduktionskapazitäten beobachten. International tätige Unternehmen kündigen den Bau großer Batteriezellfabriken an, zum Beispiel in Nordengland (*Hyundai* in Sunderland), in Polen (*Northvolt* in Gdańsk), in Spanien (*Volkswagen* in Sagunt bei Valencia) und vor allem in Skandinavien. Eine

³ vgl. electrive.net, 2022a

⁴ vgl. en:former, 2021

strategisch wichtige Rolle kommt der nordschwedischen Bergbauregion um Kiruna zu, wo bedeutende Lithiumvorkommen abgebaut und verarbeitet werden sollen.⁵ Zunehmend fertigen auch die großen deutschen Automobilhersteller Batteriezellen und Batteriesysteme in Eigenregie: So erweitert *BMW* bis 2025 seinen ungarischen Standort Debrecen um ein Werk für Hochvoltbatterien, ein weiteres Batterie-Montagewerk entsteht im niederbayerischen Landkreis Straubing-Bogen und soll die bayerischen Werke des Münchner Konzerns beliefern.⁶ Weitere Batteriezellwerke sind im Westen bzw. Südwesten Deutschlands im Bau beziehungsweise in Planung. Ihre Ansiedlung erfolgt dabei oft an vormaligen Pkw-Werkstandorten, etwa in Kaiserslautern (*Opel*) oder in Überherrn im Landkreis Saarlouis (*Ford*). Diese Schwerpunktregion lässt sich überregional in die Wirtschaftsregion Rhein-Main-Gebiet einordnen.

Eine der europäischen Schwerpunktregionen des Batterie-Ökosystems bilden schon jetzt Brandenburg und Sachsen.⁷ Dieser Raum zwischen der Hauptstadtregion und dem Silicon Saxony weist einen besonderen strategischen Standortvorteil auf, hier ist eine charakteristisch hohe Dichte an bereits in Clustern und Netzwerken vernetzten Akteuren festzustellen.⁸ Je mehr Unternehmen in einer Region angesiedelt und je stärker diese untereinander vernetzt sind, desto größer die Chance auf einen nachhaltigen Erfolg in einem Industriezweig.

2.3.2 Ostasien

Ostasiatische Hersteller dominieren von Anbeginn die Weltproduktion von Batteriezellen und -modulen für E-Autos: 56 % des globalen Outputs des Jahres 2021 entfällt auf chinesische Hersteller, 26 % auf südkoreanische, 10 % auf japanische Hersteller. Allein die Nummer 1 hinsichtlich Produktionsvolumen, die *CATL*, produzierte über ein Drittel des globalen Outputs an Batteriezellen.⁹ Seit Dezember 2022 trägt dazu auch das *CATL*-Werk Arnstadt bei Erfurt bei (vgl. Kapitel 3). Im Großraum Shanghai befinden sich mit *Nanjing 1* von *LG Chem* sowie *Ningde* und *Liyang*, beide *CATL*, die aktuell drei weltgrößten Batteriezellfabriken in Betrieb mit jeweils 18 bis 20 GWh hinter Teslas *Gigafactory 1* in Nevada.

2.3.3 USA

Tesla produziert in seiner *Gigafactory 1* in Zusammenarbeit mit dem japanischen Elektronikonzern *Panasonic* jährlich Batterien mit einer Speicherkapazität von 22 GWh, umfangreiche

⁵ Eine Übersicht geplanter „Gigafactories“ in Europa findet sich bei Beermann/ Vorholt (2021).

⁶ vgl. Electrive, 2023a

⁷ vgl. VDI/VDE, 2022a

⁸ vgl. VDI/VDE, 2022a; VDI/VDE, 2021

⁹ vgl. SNE, 2022

Kapazitätssteigerungen auf bis zu 50 GWh sind veröffentlicht.¹⁰ Die USA forcieren die Verkehrswende und den Aufbau einer Inlandsproduktion von Batteriezellen und Elektrofahrzeugen aus strategischem Kalkül, aber auch um neue Industriejobs zu schaffen und zehntausende weitere zu substituieren, die durch das bevorstehende Ende des „Verbrenners“ entfallen. Mitte August 2022 erließ Washington den **Inflation Reduction Act**, der Kaufanreize in Form von Steuergutschriften beinhaltet: Käufer profitieren bei Fahrzeugen bis „14,000 pounds“ von Steuergutschriften in Höhe von 7.500 US-Dollar, bei Nutzfahrzeugen von bis zu 40.000 US-Dollar, wenn mindestens 40 % der kritischen Batteriematerialien made in USA oder in einem Land, mit dem die USA ein Freihandelsabkommen geschlossen haben, abgebaut oder verarbeitet oder in Nordamerika recycelt worden sind.¹¹ Ab 2027 steigt dieser Grenzwert auf 80 % – zuungunsten ausländischer Erzeugnisse. Nach einer Gesetzesänderung vom Januar 2023 können auch ausländische Fabrikate steuerbegünstigt werden, wenn diese über eine US-Leasinggesellschaft in Verkehr gebracht werden.

Für den Zeitraum seit dem Inkrafttreten des Inflation Reduction Act konnte eine Vielzahl von Meldungen über neue „Gigafactories“ erfasst werden, unter anderem von *BMW*, *Hyundai*, *Panasonic* und *LG*, schwerpunktmäßig in südlichen und südöstlichen US-Bundesstaaten. Einige ausgewählte Beispiele:

- Im Oktober 2022 kündigte *BMW* an für 700 Millionen US-Dollar eine neue Montageanlage für Hochvoltbatterien in Woodruff, South Carolina, zu errichten. Beliefern will *BMW* damit sein nahe gelegenes Werk Spartanburg, das die PHEVs X3 xDrive 30e und X5 xDrive 45e fertigt.
- *Hyundai* meldete Anfang Oktober 2022 aus Savannah (Georgia) den Baubeginn seines *Hyundai Motor Group Metaplant America*, in dem bis zu 8.000 Beschäftigte arbeiten sollen. Investiert würden rund 5,54 Milliarden US-Dollar.
- Anfang November 2022 meldete *Panasonic Energy* den Baustart für ein Batteriezellwerk mit einer Gesamtkapazität von 30 GWh in De Soto, Kansas. Produktionsstart ist für 2025 vorgesehen. Beliefert werden könnte von hier aus das *Tesla*-Werk in Austin, Texas.
- In Clarksville, Tennessee, will *LG Chem* eine Kathodenproduktion für Lithium-Ionen-Batterien errichten, die mit einer Jahreskapazität von 120.000 t die US-weit größte sein soll. Die Bauarbeiten sollen noch im ersten Quartal 2023 starten.

¹⁰ vgl. BMI, 2021, o. S.

¹¹ vgl. U.S. Environmental Protection Agency, 2022

2.4 Kernaussagen industrie- und innovationspolitischer Strategiedokumente

Welchen Stellenwert haben Aufbau und Förderung des Batterieökosystems innerhalb der Raum- und Wirtschaftsplanung der Bundesländer Brandenburg, Berlin und Sachsen?

2.4.1 Land Brandenburg

Der Koalitionsvertrag Brandenburg (2019) fokussiert Wasserstoff- und Power-to-X-Technologien. In diesem Zusammenhang wird auch die Batterieforschung aufgeführt: „Im Rahmen einer Innovations- und Forschungsoffensive in der Lausitz werden [...] Batterieforschung und die Herstellung synthetischer Kraftstoffe gefördert und gestärkt“.¹² Als eine mögliche Anwenderin der Batterie- oder Batteriekomponentenfertigung wird die Luftfahrt hervorgehoben, genauer die „Entwicklung und Produktion emissionsarmer Flugzeugantriebe [...] Daher wird die Koalition Projekte rund um das Thema emissionsarmes Fliegen [...] fördern“.¹³ Weiterhin sollen Industrieansiedlungen und -erweiterungen gezielt unterstützt werden, „wobei Industrieparks, [...] in Premnitz, Schwedt oder Schwarze Pumpe [...] eine besondere Rolle spielen können“.¹⁴ Die Lausitz „soll zu einer europäischen Modellregion entwickelt werden, die Maßstäbe für eine erfolgreiche Transformation im klimapolitisch begründeten Strukturwandel darstellt“.¹⁵

2.4.2 Land Berlin

Im Koalitionsvertrag Berlin (2021) finden sich keine direkten Aussagen zur Batterie- oder Batteriekomponentenfertigung. Im Masterplan Industriestadt Berlin 2022-2026 der Senatsverwaltung für Wirtschaft wird das Thema Batterie erwähnt und ein Bezug zu den Masterplänen der Cluster hergestellt. Generell befinde sich die Berliner Industrie in einem von globalen Megatrends getriebenen, umfassenden Transformationsprozess mit drei Schwerpunkten: digitale Transformation, ökologische Transformation und Transformation der industriellen Arbeitswelt“.¹⁶ Zuständig hierfür ist der Steuerungskreis Transformation der Berliner Industrie (SKIP) bei der Regierenden Bürgermeisterin.¹⁷

¹² Koalitionsvertrag Brandenburg (2019), S. 67

¹³ ebenda, S. 62

¹⁴ ebenda, S. 59

¹⁵ ebenda, S. 66

¹⁶ Koalitionsvertrag Berlin (2021), S. 143

¹⁷ Nicht auszuschließen ist eine stärkere Betonung der Förderung des Batterieökosystems in einem neuen Koalitionsvertrag, der nach der Wiederholungswahl zum 19. Abgeordnetenhaus von Berlin am 12. Februar 2023 möglich sein kann.

2.4.3 Freistaat Sachsen

Im sächsischen Koalitionsvertrag von 2019 wird dem Thema Industriepolitik ein breiter Raum eingeräumt: „Die Automobil- und Mikroelektronikindustrie sowie der Maschinen- und Anlagenbau sind das Rückgrat unserer Wirtschaft. [...] Wir wollen unsere Position als Halbleiterindustriestandort Nummer 1 in Europa festigen und ausbauen. Wir wollen Synergiepotenziale mit [...] Batterietechnologien und der Halbleiter-Photovoltaik in Sachsen heben“.¹⁸ Betont wird die Bedeutung einer forschungsintensiven rohstoffzentrierten Kreislaufwirtschaft, für die „verstärkt auf die Weiterentwicklung in den Bereichen Rohstoffeffizienz, Recycling und Rohstoffsubstitution“ gesetzt wird. „Wir wollen, dass sich Sachsen zu einem Exzellenzstandort [...] entwickelt. So gilt es etwa, die stoffliche Wiederverwertung der in industriellen Massengütern wie Batteriezellen, Elektronik und Solarmodulen enthaltenen Rohstoffe deutlich zu verbessern.“¹⁹

¹⁸ Sächsischer Koalitionsvertrag (2019), S. 27f

¹⁹ ebenda, S. 43

3 Die Akteure des Batterieökosystems im Untersuchungsraum – Lagebild

In diesem Kapitel finden sich die Ergebnisse unserer Recherche der Akteure im Untersuchungsraum – wer sind die Akteure, wer kommt, wer plant was? Welcher Betriebsstatus dominiert wo? Wo entstehen neue Investitionen? Zeigen sich signifikante Zusammenhänge zwischen Standortwahl und Wertschöpfungsstufe? Wir betrachten die Ergebnisse verteilt nach Region, Betriebsstatus und Wertschöpfungsstufe.

3.1 Datenquellen und Shortlist

Für den gesamten Untersuchungsraum sind zunächst insgesamt rund 130 Akteure (Unternehmen, Forschungseinrichtungen) als relevant betrachtet worden und in einer Vorauswahl erfasst. Aus dieser Vorauswahl sind es im gesamten Untersuchungsraum (vgl. Kapitel 1.1) **86** Unternehmen, die in Betrieb sind oder eine Ansiedlung bzw. Erweiterung im bzw. für das Batterieökosystem planen. Hinzu kommen **29** FuE-Einrichtungen. Ein Anspruch auf Vollständigkeit kann aufgrund der hohen Dynamik nicht erhoben werden.

Die Vorauswahl an Akteuren, die bereits im Untersuchungsraum angesiedelt sind bzw. dies planen, entstand durch Hinweise und Kontakte des Auftraggebers, durch Desk-Research, infolge Benennung durch Stakeholder (Hintergrundgespräche unter anderem mit Berlin Partner, WFS Sachsen, Wirtschaftsförderung Stadt Guben, IHK Ostbrandenburg und weitere) sowie durch bestehende Kontakte der i-vector.

Weiterhin ist eine Auswertung von einschlägigen internationalen und nationalen Forschungsprogrammen hinsichtlich einer möglichen Beteiligung von Akteuren des Untersuchungsraums erfolgt. Geprüft wurden dabei Vorhaben von gemeinsamem europäischem Interesse (IPCEI), die Programme *Erneuerbar Mobil* des BMU, das *Energieforschungsprogramm* und die *E-Mobilitätsförderprogramme* des BMWK, *mFUND* des BMDV und die Projekte des *Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM)* des BMWK mit seinen Kooperations-, Solo- und Netzwerkprojekten. Zusätzlich sind die Begünstigten von EFRE-geförderten Projekten (*BIG*, *ProFIT*) im Land Brandenburg durchgesehen worden.

3.2 Verteilung nach Regionen

Von **86** im Untersuchungsraum erfassten Unternehmen (ohne Forschungseinrichtungen) befinden sich **33** im Land Brandenburg, je **20** in Berlin und im Freistaat Sachsen, im übrigen Betrachtungsraum sind es **13** Unternehmen, die sich dem Batterieökosystem zuordnen lassen.

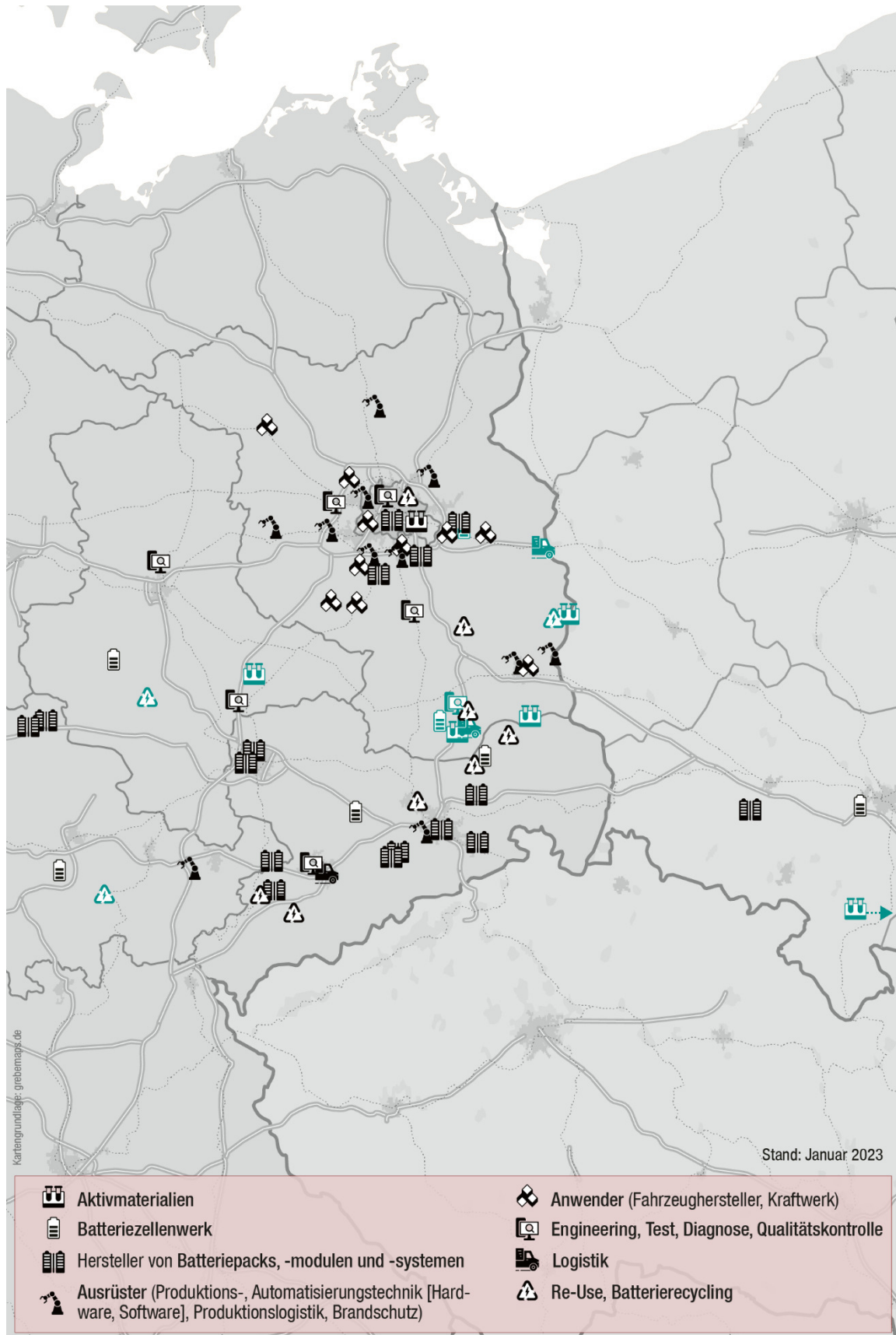


Abbildung 3: Überblick der Unternehmen in Betrieb, in Bau und in Planung (grün markiert)

3.2.1 Schwerpunkte innerhalb Brandenburgs

Innerhalb Brandenburgs und über alle Wertschöpfungsstufen hinweg hat der Landkreis **Teltow-Fläming** mit sieben aktiven Unternehmen in Betrieb den höchsten Unternehmensbesatz. Vor allem die Standorte Ludwigsfelde und Blankenfelde-Mahlow mit ihren großen Automotive-Industrieunternehmen sind hier als wichtige Standorte zu nennen. Auf Rang zwei folgt der Landkreis **Oberspreewald-Lausitz** mit fünf geplanten Vorhaben an den wichtigen Standorten Schwarzheide, Lauchhammer, Klettwitz und Schipkau. Der Landkreis **Oder-Spree** hat vier Vorhaben – nach unserer Auswertungsmethodik zählt Tesla hier dreifach: als Anwender und Hersteller von Batteriepacks, beides in Betrieb, sowie als geplante Batteriezellfertigung. Die Landkreise **Spree-Neiße**, **Oberhavel**, **Dahme-Spreewald** und **Cottbus** folgen mit je zwei Vorhaben. In den Landkreisen bzw. Kreisfreien Städten Barnim, Brandenburg an der Havel, Frankfurt (Oder), Havelland, Ostprignitz-Ruppin, Potsdam und Potsdam-Mittelmark konnten jeweils ein Unternehmen erfasst werden, das dem Batterieökosystem zugerechnet werden kann.

Wie viele **Beschäftigte** haben die Firmen des Batterieökosystems in Brandenburg? Von den 33 erfassten brandenburgischen Unternehmen im Batterieökosystem sind 24 Unternehmen mit Stand 31.01.2023 in Betrieb. Sie verfügen in Summe über eine Gesamtbeschäftigung von 26.250 Personen. Entsprechend einem jeweiligen Beschäftigungsanteil im Unternehmen, der einen direkten Bezug zur batteriebezogenen Wertschöpfung aufweist²⁰, beschäftigen die Firmen nach der hier vorgenommenen Erhebung aktuell **rund 9.300** Arbeitskräfte. Hinzu kommen Arbeitsplätze bei den Firmen, die eine Ansiedlung konkret planen: Von den 33 erfassten brandenburgischen Unternehmen im Batterieökosystem sind 9 Unternehmen²¹ in Bau oder in Planung. Unternehmensangaben zufolge sind demnach kurzfristig absehbar bis zum Jahr 2025 **bis zu 3.500 weitere** Arbeitsplätze in Vorbereitung.

Wie wurden diese Zahlen ermittelt? Unternehmensweise wurde zunächst die Gesamtbeschäftigung an der Brandenburger Betriebsstätte ermittelt: per Desktoprecherche, durch Einholung einer Selbstauskunft des betreffenden Unternehmens. Analog wurde der Anteil der batteriebezogenen Tätigkeit an der Gesamtbeschäftigung ermittelt. Ziel war eine möglichst genaue, wo dies nicht möglich ist, zumindest näherungsweise Erfassung der aktuellen und geplanten Beschäftigungszahlen.

²⁰ Hier wird auf Unternehmensebene der Anteil der Beschäftigung mit unmittelbarem Bezug zur Batteriewirtschaft ermittelt

²¹ Stand 31.01.2023

3.2.2 Schwerpunkte innerhalb des übrigen Untersuchungsraumes

Innerhalb Sachsens dominiert der Landkreis **Bautzen** mit fünf Unternehmen. Dahinter folgen der Landkreis **Zwickau** und die Stadt **Freiberg**, die zugleich Standort der ältesten Bergakademie Europas ist, sowie der **Raum Leipzig**. Dort siedeln sich zunehmend Zulieferer für die E-Mobilitätsaktivitäten der beiden OEM-Werksstandorte von BMW und Porsche an. Diese fertigen teilweise auch in Eigenregie Batteriepacks, etwa das BMW-Werk Leipzig, wo rund 700 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter seit 2021 Batteriemodule für den iX und den i4 produzieren. Die Landeshauptstadt **Dresden** dominiert im Forschungssektor mit fünf FuE-Einrichtungen mit Bezug zum Batterieökosystem. Aufgrund der Unternehmensdichte und der An siedlungsdynamik ist in diesem Wirtschaftsteilraum, dem sogenannten Silicon Saxony, mit weiteren Ansiedlungen zu rechnen.²² Im übrigen Untersuchungsraum finden sich drei Schwerpunktstandorte mit jeweils zwei relevanten Unternehmen des Batterieökosystems: **Nordhausen** im Dreiländereck Thüringen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt, der Landkreis **Anhalt-Bitterfeld** sowie **Wrocław**. In **Arnstadt**, südlich des Erfurter Kreuzes, hat der weltgrößte Batterieproduzent **CATL** im Dezember 2022 nach rund dreijähriger Bauzeit die Serienfertigung von Lithium-Ionen-Batterien begonnen. Die Produktionskapazität beträgt rund 8 GWh.²³

Eine Relativierung der Ergebnisverteilung ist jedoch hinsichtlich des hier gewählten Zuschnitts des Untersuchungsraumes, der darin untersuchten Wertschöpfungsstufen und der Auswahl der Akteure vorzunehmen: Wäre der Untersuchungsraum räumlich und inhaltlich weiter gefasst, wäre die Grundgesamtheit der Unternehmen größer gewesen. So ist nicht enthalten die VW Sachsen GmbH mit dem VW-Werk Zwickau, das nach VW-Angaben der aktuell größte Produzent von E-Autos in Europa ist. Gebaut werden dort aktuell der ID.3, ID.4, ID.5, Audi Q4 e-tron, Q4 e-tron Sportback und der Cupra Born.³³ Aufgrund ihrer Beschäftigungszahlen und des Integrationsgrades in den Gesamtkonzern rangiert dieses und andere OEM-Werke in Sachsen „außer Konkurrenz“ und bilden aufgrund dieser gänzlich anderen Voraussetzung keine eigenständige Untersuchungseinheit innerhalb der Wertschöpfungsstufe „Abnehmer“.

3.3 Verteilung nach Status

Von den 86 Unternehmen befinden sich zum Zeitpunkt der Recherche 72 Projekte (84 %) im Betrieb, zehn Projekte im Planungszustand und vier Projekte im Bau bzw. in der Errichtungsphase. Der **Schwerpunkt** der Unternehmen mit Status „**im Betrieb**“ befindet sich sowohl relativ als auch absolut in **Brandenburg**. Ein Drittel aller in der Untersuchungsregion erfassten

²² Einen aktuellen Überblick der fünf Fahrzeug- und Motorenwerke von Volkswagen, BMW und Porsche sowie der über 220 Automobilzulieferer im Freistaat Sachsen bietet die *Branchenkarte Automotive Sachsen* (vgl. AMZ, 2022, o. S.).

²³ vgl. electrive.net, 2022b

aktiven Unternehmen (**24**) ist in der Mark angesiedelt. Berlin kommt auf 20, Sachsen auf 19, der restliche Untersuchungsraum auf neun.

Auch bei den **Ansiedlungs- oder Investitionsvorhaben** in batteriebezogenen Unternehmensaktivitäten zeigt sich innerhalb des Untersuchungsraumes ein deutlich sichtbarer Schwerpunkt im Land Brandenburg: Von zehn derzeit geplanten Projekten, befinden sich acht in Brandenburg. Innerhalb der Mark konzentrieren sich diese Ansiedlungs- bzw. Erweiterungsvorhaben verstärkt in Ost- und Südostbrandenburg. Vier Vorhaben sind in Oberspreewald-Lausitz verortet, zwei in Spree-Neiße und je eines in Oder-Spree und Frankfurt (Oder).

In Guben (Spree-Neiße) planen die chinesische *Botree Cycling Sci & Tech* den Bau einer Recyclinganlage für Lithium-Ionen-Batterien und die kanadische *Rock Tech Lithium* eine Produktionsanlage für Lithiumoxid für Batterien. Am 16. Januar 2023 hat das brandenburgische Landesamt für Umwelt „die Zulassung zum vorzeitigen Beginn [...] erteilt“, wie das Unternehmen mitteilt.²⁴ Dies gestatte einen Baubeginn für den Bau von Straßen, Büro- und Lagergebäuden. Die Baugenehmigung für die eigentliche Produktionsanlage, den Lithiumkonverter, werde für den Sommer 2023 erwartet. Ab 2025 sollen damit in Guben jährlich rund 24.000 t batteriefähiges Lithiumhydroxid produziert werden. In der Niederlausitz plant die chinesische *SVOLT* die Errichtung einer Batteriezellfertigung am vormaligen Werksstandort für Rotorblätter des Windkraftanlagenherstellers Vestas in Lauchhammer (Oberspreewald-Lausitz). Kurz vor der Inbetriebnahme befindet sich die Kathodenfertigung der *BASF Schwarzheide GmbH*. Der Spatenstich erfolgte im November 2020, die Fertigstellung und Inbetriebnahme können für das Jahr 2023 erwartet werden. Die *Forster System-Montage-Technik GmbH*, ein Hersteller von Faserverbundlösungen, plant den Aufbau von Fähigkeiten in der Batterietechnik, ebenso wie die *IBAR Systemtechnik GmbH*, ein Softwarehaus für Energiemonitoring und Energiesteuersysteme aus Cottbus. In Frankfurt (Oder) hat sich mit der *EV Cargo* ein Batterielogistiker für das Tesla-Werk angesiedelt. Das bundesweit tätige Recycling- und Abfallunternehmen *Remondis* plant für seine brandenburgischen Standorte Kapazitäten des Batterierecyclings. Dass 24 der 33 hier erfassten brandenburgischen Unternehmen des „Ökosystems Batterie“ derzeit in Betrieb sind, beinhaltet reziprok einen **Anteil der Ansiedlungsvorhaben** von 24 %.

²⁴ vgl. Rock Tech, 2023

3.4 Verteilung nach Wertschöpfungsstufen

Im nachfolgenden wird betrachtet, welche Schwerpunktbranchen sich wo im Untersuchungsraum feststellen lassen.

	Gesamt	Brandenburg	Berlin	Sachsen	sonstige
Summe	86	33	20	20	13
Aktivmaterialien	6	2	1	1	2
Batteriezellwerke	7	2	0	2	3
Batteriepacks, -module und -systeme	22	6	4	9	3
Ausrüster	9	5	2	1	1
Anwender	15	9	6	0	0
Engineering, Test, Diagnose, Qualitätskontrolle	11	3	5	1	2
Batterielogistik	3	2	0	1	0
Batterierecycling & Re-Use	13	4	2	5	2

Tabelle 1: Regionale Verteilung der Wertschöpfungsstufen (Stand 01/2023)

3.4.1 Aktivmaterialien

Sechs Unternehmen planen oder bauen im Untersuchungsraum eine Anlage zur Produktion von Vormaterialien bzw. Rohstoffen für die Wertschöpfungskette Batterie. In dieser Kategorie ist bisher noch keine Anlage in Betrieb. Auf Brandenburg entfallen mit mindestens zwei geplanten Ansiedlungen ein Drittel dieser Vorhaben (*BASF Schwarzheide GmbH, Rock Tech Lithium*). Am Chemiestandort Bitterfeld-Wolfen errichtet die *AMG Lithium* eine Anlage für Lithiumhydroxid-Monohydrat. Der Spatenstich war im Mai 2022, die Produktionskapazität wird auf jährlich 20.000 t Lithiumhydroxid-Monohydrat beziffert. Das Berliner Startup *Theion*, will eine kostengünstigere Alternative zum Batterierohstoff Lithiumoxid finden und zwar auf Basis von Sulfat, einem Nebenprodukt diverser industrieller Crackingprozesse. Die übrigen im Untersuchungsraum erfassten Vorhaben sind das zum Redaktionsschluss kurz vor der Eröffnung stehende Kathodenmaterialwerk der *BASF Schwarzheide*, der Lithium-Converter von *Rock Tech Lithium* in Guben, das Kathodenwerk von *Umicore* in Nysa (Opole) und die Keramikbeschichtung von Li-Ionen Batterien in Schwarze Pumpe bei *Altech*.

3.4.2 Ausrüster

9 der 86 Unternehmen sind der Kategorie Ausrüster zuzuordnen, von denen sich **über die Hälfte in Brandenburg** befinden. Zu nennen sind exemplarisch die *DAM Diehl*, die in Zehdenick Zellkontaktiersysteme für PHEVs und BEV fertigt, oder die *Gustav Scharnau GmbH*, Werneuchen (Barnim) und Berlin, ein Spezialist für Klebeverbindungen für Batteriepacks. Drei Unternehmen, die *G.B.S.* in Ludwigsfelde, *Stöbich* in Potsdam-Golm und die *Genius Technologie*

in Rangsdorf, bieten spezielle Lösungen für batteriebezogene Brandschutzbekämpfung und -prävention an.

3.4.3 Anwender

15 der 86 Unternehmen (18 %) sind der Kategorie Anwender von Batterietechnik zuzuordnen. Davon wiederum befinden sich mit 63 % die meisten im Land Brandenburg, die übrigen sind in Berlin ansässig. Innerhalb dieser Kategorie zeigt sich eine breite Vielfalt an Anwendungsbe-
reichen, etwa in der Energieversorgung: Brandenburgische Anwender-Unternehmen sind die *LEAG* mit ihrem Projekt „Energy Cubes“ und der in Fürstenwalde ansässige Energieversorger *E.DIS*, der Projekte für mobile Batteriekleinspeicher unterhält. In Treuenbrietzen im südlichen Potsdam-Mittelmark gibt es mit dem *Regionalen Regelkraftwerk Feldheim* einen Batterie-Großspeicher, der bei seiner Errichtung im Jahr 2015 der europaweit größte seiner Art war. Mobilität ist ein weiteres bedeutendes Anwendungsfeld innerhalb Brandenburgs: So fungiert die *Mercedes-Benz Ludwigsfelde GmbH* innerhalb des Daimler-Konzerns als „Kompetenzcenter E-Vans“. *Hüffermann Transportsysteme GmbH*, ein Hersteller von Lkw-Aufbauten und Hebevorrichtungen in Neustadt/Dosse, erwägt eine Erweiterung seines Angebots auf E-Trucks. Die *Rosenbauer Deutschland GmbH* in Luckenwalde liefert der Berliner Feuerwehr elektrifizierte Einsatzfahrzeuge und einen E-Gerätewagen mit Volvo-Chassis.²⁵ *BMW Group Werk Berlin* stellt in Berlin-Spandau E-Motorräder her. Die Schienenfahrzeughersteller *Alstom* in Hennigsdorf und *Stadler* in Berlin-Pankow sind bedeutsame industrielle Abnehmer und Anwender von Batteriepacks. Im Pkw-Bereich ist die Tesla-Gigafactory zu nennen, die Batteriezellen zu Batteriesystemen komplettiert und in seinen Fahrzeugen verbaut.

3.4.4 Batteriezellwerke und Hersteller und Zulieferer von Batteriepacks

Diese Kategorie stellt einen zentralen Wertschöpfungsanteil innerhalb der Materialkreislaufes Batterien dar. Hier treffen unterschiedlichste Anforderungen aufeinander, wie bspw. spezialisierte Automatisierungstechnik, Echtzeit-Datenverarbeitung, Brandschutz und hohe Prozesssicherheit. Im Betrachtungsraum bilden die Hersteller von Batteriezellen sowie Batteriepacks, -modulen und -systemen mit 29 Unternehmen den Schwerpunkt, gemessen an ihrer Anzahl. In Brandenburg befinden sich sechs aktive und zwei geplante Produktionsstandorte. Zu nennen ist *Microvast*, die in Ludwigsfelde Batteriepacks aus angelieferten Batteriezellen montieren, etwa für Busse. „Das Unternehmen investiert insgesamt einen dreistelligen Millionenbetrag, damit bis zu 250 Mitarbeiter jährlich 300.000 bis 500.000 Batteriemodule mit einer Gesamtkapazität von acht bis zwölf Gigawattstunden fertigen“.²⁶ In Königs Wusterhausen konfektioniert die *JK-electronic* Akkupacks von Samsung nach Kundenbedarf. *Tesla* unterhält

²⁵ vgl. Rosenbauer.com, 2022

²⁶ vgl. auto-motor-sport, 2022, o. S.

in Grünheide bereits ein Endmontage von Batteriepacks, die ursprünglich vorgesehene eigene Batteriezellfertigung wurde indes zumindest verschoben. Geplant ist die schon genannte Großproduktion von *SVOLT* in Lauchhammer. Berliner Batteriemodulbauer mit spezifischen Anwendungen sind *Autarsys*, *BAE* und *Constin*. In Wrocław betreibt die südkoreanische *LG Chem* Europas größtes Batteriezellenwerk mit einer Produktionskapazität von aktuell 15 GWh.

Innerhalb dieser Kategorie befinden sich die meisten Werke in Sachsen (elf). Schwergewichte sind dabei die Eigenfertigungen der beiden Automobilhersteller in Leipzig, die Daimler-Tochter *Accumotive* in Kamenz, das deutsch-estnische Unternehmen *Skeleton*, das in Großröhrsdorf und Bitterfeld „Superkondensatoren“ für Großbatterien von schweren Nutzfahrzeugen baut und ab 2024 einen weiteren Standort in Markranstädt bei Leipzig eröffnet. Die *JT Energy Systems*, ein Joint Venture von Jungheinrich (Hamburg) und Triathlon (Glauchau), produziert in Bobritzsch-Hilbersdorf bei Freiberg Lithium-Ionen-Batterien für Flurförderfahrzeuge, ebenso die *Tricera energy*.

3.4.5 Batterielogistik

Im Untersuchungsraum stehen drei Unternehmen beispielhaft für Logistikbetriebe, die sich auf die Lagerung und den Transport von Batterien und deren Bestandteile spezialisieren. Zwei davon befinden sich in Brandenburg. Hervorzuheben ist die *STR Tank-Container-Reinigung GmbH*, eine Tochter des Schweizer Logistik-Konzerns *Bertschi*, welche in Schwarzheide verschiedene Reinigungs-, Instandhaltungs- und Zoll-Services durchführt. In Sachsen ist in diesem Segment die *BEC Becker Elektrorecycling Chemnitz GmbH* aktiv. Zwickau hat mit der *Erlos GmbH* einen größeren Akteur an der Schnittstelle von Batterielogistik und Batterierecycling.

3.4.6 Batterierecycling und Re-Use

Batterierecycling umfasst die kreislaufwirtschaftliche Aktivierung des vorhandenen Materials. Die Niederlausitzer Firma *Spreewerk Lübben*, ursprünglich spezialisiert auf Zerlegung und Entsorgung von Altmunition, erweitert sein Geschäftsfeld auf die Entsorgung von Katalysatoren und Lithiumbatterien aus BHEVs, E-Fahrrädern und Mobiltelefonen. Die *ReMetall Deutschland AG* in Schipkau in Oberspreewald-Lausitz ist ebenfalls im Batterierecycling aktiv. Der *Remondis*-Konzern, der mehrere Mülldeponien und Abfallverwertungsstandorte in Brandenburg betreibt, etwa in Brandenburg an der Havel und in Werneuchen, plant die Behandlung von Altbatterien, hat nach unserer Kenntnis jedoch noch keinen Standort für sein

Batterierecycling festgelegt (Stand Januar 2023).²⁷ In Berlin sind in dieser Wertschöpfungsstufe *Alba* und *Betteries Amps* aktiv. Im Erzgebirge (*Nickelhütte Aue*) und im Mansfelder Land (*Ecobat* in Hettstedt) sind weitere Recyclingspezialisten zu verzeichnen. *Leadec* repariert in Hoyerswerda (Landkreis Bautzen) Hochvolt-Batterien aus Elektrotransportern.²⁸

3.4.7 Engineering, Test, Diagnose, Qualitätskontrolle

Der im Untersuchungsraum bedeutendste Standort für Testfahrten von batterieelektrischen Fahrzeugen jeder Größe und jeden Leistungsbereiches ist das von der *Dekra* betriebene Testcenter am Lausitzring bei Klettwitz. In Barleben bei Magdeburg testet *Horiba Fuels* Batteriepacks und Antriebsstrangkomponenten von E-Autos. In Baruth (Mark) unterhält die *Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung* das Testgelände *Technische Sicherheit*, an seinem Hauptsitz in Berlin-Steglitz erforscht sie unter anderem Brand- und Unfallverhalten von verunfallten BHEVs. Software für Batteriemanagementsysteme entwickeln die *IAV GmbH Ingenieurgesellschaft* in Charlottenburg und die *embeddeers GmbH* in Berlin-Tegel, Sensortechnik zur Überwachung des "Innenlebens" von Batterien die *FiberCheck GmbH* in Chemnitz.

²⁷ Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang die Studie von Nicke, Holst et al. (2019), die detailliert regionale Beschäftigungspotenziale des Batterierecyclings für die Lausitz untersucht.

²⁸ vgl. *Electrive.net*, 2023c

Unternehmen im Wertschöpfungsprozess Batterie

IN BETRIEB

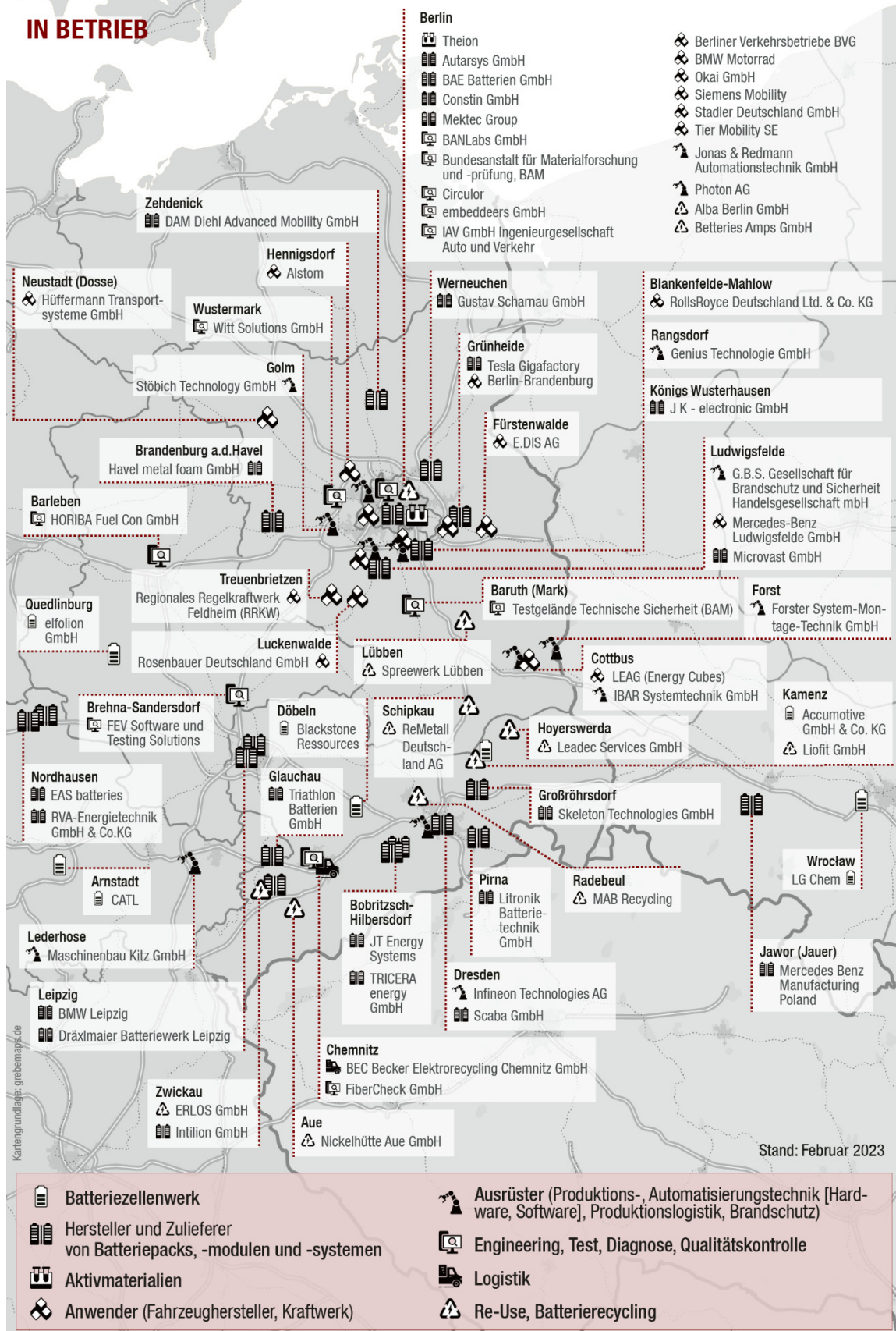


Abbildung 4: Unternehmen in Betrieb (Stand Januar 2023)

Unternehmen im Wertschöpfungsprozess Batterie

IN BAU / GEPLANT

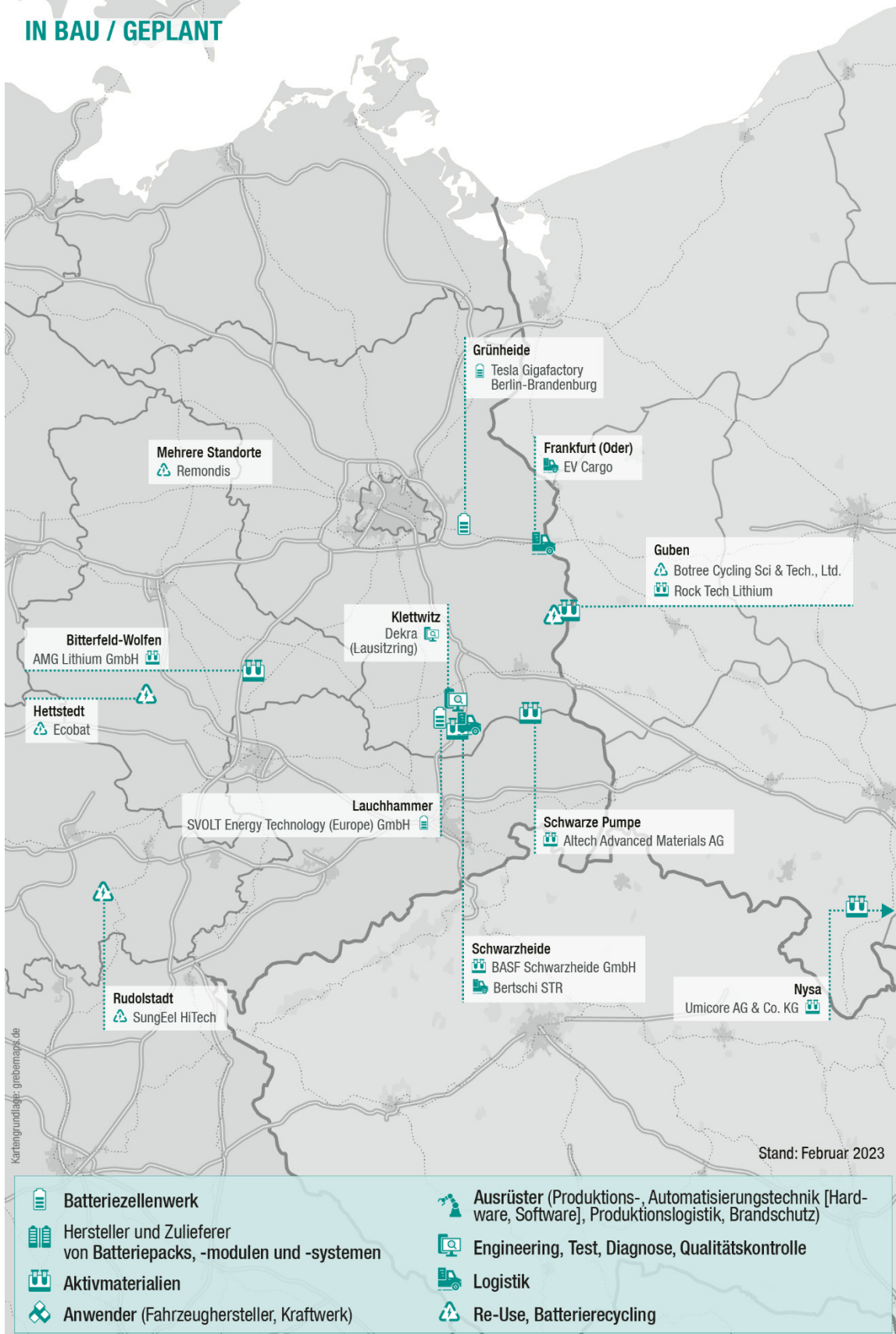


Abbildung 5: Unternehmen in Bau oder geplant (Stand Januar 2023)

3.5 FuE-Einrichtungen

Von den 29 Forschungseinrichtungen, die einzelne technologische, physikalisch-chemische oder digitale Aspekte, Eigenschaften und Herausforderungen innerhalb des Batteriewertschöpfungssystems erforschen, befinden sich neun in Brandenburg (31 %). Das sind das *Energie-Innovationszentrum (EIZ)*, das *Fachgebiet Energiewirtschaft*, das *Center for Hybrid Electric Systems Cottbus (CHESCO)* und die *Lehrstühle Flugtriebwerksdesign* sowie *Leistungselektronik und Antriebssysteme* am Cottbuser Standort der BTU und das *Fachgebiet Physikalische Chemie* am Standort Senftenberg. In Potsdam-Golm sind das *Max-Planck-Institut Kolloid- und Grenzflächenforschung* und das *Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung (IAP)*. In Berlin haben wir sechs Forschungsakteure erfasst und 13 im Freistaat Sachsen, davon allein fünf in Dresden. In Halle erforscht das *ITEL – Deutsches Lithiuminstitut GmbH* Bezugsquellen, Verarbeitungs- und Recyclingmethoden von Lithium. Eine vollständige Liste dieser Einrichtungen befindet sich im Anhang, eine Übersicht in Kartenform nachstehend.

Forschungs- und Entwicklungsakteure im Wertschöpfungssystem Batterie

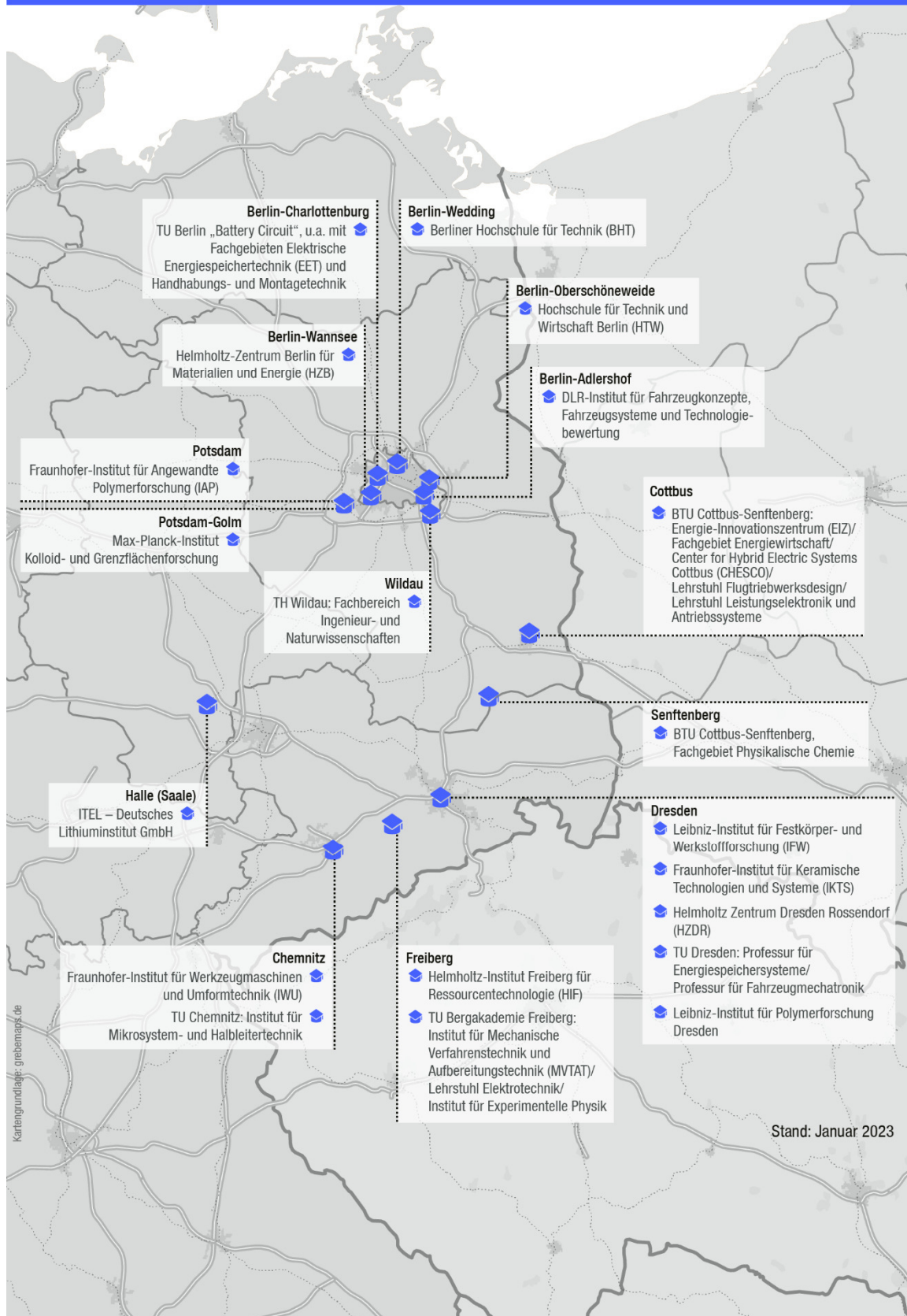


Abbildung 6: Forschungs- und Entwicklungsakteure im Wertschöpfungssystem Batterie

4 Bedarfe zur Entwicklung der Wertschöpfung – Erhebung aus Sicht der Bestandsunternehmen

Die Unternehmen haben in den Gesprächen eine Reihe von Bedarfen genannt, die der Gesamtentwicklung der Batteriewertschöpfungskette innerhalb und außerhalb der Untersuchungsraumes dienlich sein könnten. Sie reichen von der technischen Ebene bis hin zur übergeordneten Unterstützung durch öffentliche Akteure.

4.1 Ausbau Erneuerbare Energien

Der Ausbau Erneuerbarer Energien wird als essentiell für eine CO₂-neutrale Batteriezellproduktion erachtet.

Um dieses Ziel zu erreichen, bedarf es eines massiven Ausbaus grundlastfähiger Energieversorgung aus Erneuerbaren Energien. Hierfür müssen sowohl genügend Flächen bereitgestellt, als auch Anlagen und die notwendige Infrastruktur aufgebaut werden. Um die volatilen Energien zwischenspeichern, muss ebenfalls ein Aufbau von Speichersystemen, vorzugsweise elektrische Speicher, erfolgen. Perspektivisch sind die derzeitigen Speichertechnologien weiterzuentwickeln und zu optimieren. Die Lebensdauerbetrachtung auch unterschiedlich zusammengesetzter Batteriespeicher für unterschiedliche Anforderungen ist dabei mit einzubeziehen. Mit diesen Aufgaben geht der Aufbau von hierfür notwendigen Kompetenzen einher. So werden zum Beispiel Fachkräfte aus den Bereichen Anlagentechnik, Netzsteuerung, Betriebsführung (Wind- und Solarparks), Vermarktung und Management benötigt. Aber auch die Netzintegration der Speicher (Speichermanagement) im Stromnetz sowie die digitalen Technologien für das Lastmanagement (dezentrale Erzeuger und Verbraucher) müssen integriert werden. Dies bringt weitere neue Anforderungen an spezialisierte Fachkräfte mit. Zusätzliche Herausforderungen ergeben sich aus den rechtlichen Vorschriften auf dem Strommarkt, die mit Blick auf den Ausbau Erneuerbarer Energien aus Sicht der Akteure noch nicht optimal gestaltet sind.

4.2 Wassermanagement

Die Unternehmen sehen den Bedarf, die Themen Wasseraufbereitung als eine zentrale Ressource der Batteriewirtschaft stärker in den Fokus zu nehmen. Hieraus resultieren spezielle Forschungsschwerpunkte (siehe auch Kapitel 5.1).

Die einzelnen Prozessschritte der Batterieherstellung benötigen unterschiedliche Mengen und Qualitäten an Wasser. Außerdem können bei verschiedenen Prozessen chemikalienhaltige Abwässer entstehen, zum Beispiel bei der Herstellung von Aktivmaterialien und beim chemischen Recycling. Flüsse und Seen in Brandenburg, vor allem in der Lausitz und in Polen,

sind bereits durch den Bergbau mit Salzen vorbelastet (Grubenwasser), so dass eine Abwasseraufbereitung (Prozesswasser) unerlässlich ist. Daher wird seitens der Akteure ein gemeinsames Handeln von Industrie und Wissenschaft hinsichtlich einer nachhaltigen Lösung empfohlen. Dies kann auch als Standortvorteil beworben werden.

4.3 Batterielogistik

Grundsätzlich bieten Logistikaufgaben im Kontext der Batterieökosystems große Potenziale für darauf spezialisierte Akteure. Hierfür sind geeignete Standards sowie eine praktikable Gestaltung der rechtlichen Rahmenbedingungen hilfreich.

Der Transport und die sichere Lagerung sind Querschnittsaufgaben in der Batteriewirtschaft. Neue, ausgediente oder verunfallte Batterien müssen zu Anwendern, Lagerstätten oder Recyclern transportiert werden. Bei gebrauchten Batterien ist der Zustand der Batterien zu diesem Zeitpunkt oft unklar, womit eine potenzielle Gefahr von diesen ausgeht. Zu einer Vereinfachung der Logistik können verschiedene Aspekte beitragen. Ein Aspekt ist die Entwicklung bzw. Adaption des Equipments. **Standardisierte Transport- und Lagerbehälter** würden helfen, den Umgang mit Gebrauchtbatterien effizienter zu gestalten. Bisher müssen für Lagerung und Transport unterschiedliche Behälter verwendet werden, so dass ein Umpacken von potenziellem Gefahrgut erforderlich wird. Ergänzend würde auch eine Vereinheitlichung der Akkus zu einer vereinfachten Logistik beitragen. Drittens ist die Anpassung der Rahmenbedingungen zu nennen. Beispielsweise wird in Deutschland die Schwarzmasse, die als Rohstoff aus den Recyclingprozessen anfällt, als Abfall deklariert und unterliegt somit strikteren Auflagen bei Transport und Zwischenlagerung als Wertstoffe. Hingegen würde die Deklaration als Wertstoff die Logistik entsprechend erleichtern und dies auch an umliegende Länder angleichen.

4.4 Automatisierungstechnik

Die unterschiedlichen Stufen und Themen der Technologieentwicklung für die spezifischen Anforderungen der Batterieproduktion bieten Potenziale für die Ansiedlung von weiteren Technologieunternehmen.

Automatisierungstechnik ist zentrales Erfordernis bei der Batteriezellenfertigung. Dabei sind besondere Anforderungen an die Automatisierungstechnik gestellt, als kontinuierlicher Fertigungsprozess wirken hier verschiedene Randbedingungen zusammen. Der Materialoutput liegt bei derzeit rund 300 m/min, er wird perspektivisch wachsen. Dies zeigt, dass eine hohe Funktionssicherheit in den Fertigungsprozessen gewährleistet sein muss, da Fehlfunktionen sofort zu hohen Materialverlusten führen. Hier besteht Weiterentwicklungsbedarf beispielsweise in der Beschichtung, Verdichtung, im Beschnitt und in der Vereinzelung.

Trotz des hohen Automatisierungsgrades in der Batteriefertigung besteht ein hoher Fachkräftebedarf im **Engineering**, im **Anlagenbau** sowie in Betrieb und Wartung (Techniker, Instandhalter, Elektriker, Mechatroniker, Elektroniker, Software-Ingenieure). In der Produktion werden große Datenmengen in Echtzeit verarbeitet und es müssen im laufenden Prozess Handlungsanweisungen abgeleitet werden. Hierfür wird neben echtzeitfähiger Sensorik-Hardware auch Software für die Messdatenauswertung benötigt. Außerdem bieten die Themen **Rückverfolgbarkeit** und Messdatenauswertung für Prozessoptimierungen weitere Herausforderungen.

4.5 Batterierecycling und Re-Use

Mit einem umfassenderen Recycling können zusätzliche Rohstoffmengen für in den Materialkreislauf des Batterieökosystems gewonnen werden. Hierfür sind geeignete energie- und materialeffiziente Verfahren zu entwickeln.

Recycling und Re-Use sind ein zunehmend entscheidender Faktor für die Verfügbarkeit und den Preis von Rohstoffen. Aufgrund der Entwicklungen in den letzten Monaten muss es das Ziel sein, Rohstoffabhängigkeiten zu mindern und Lieferketten zu sichern. Eine Möglichkeit ist die Reduzierung von Lager- und Transportaufwänden. Sofern möglich sollte das Batterierecycling **direkt an der oder nahe zur Anfallstelle** erfolgen. Insbesondere in der Nähe der Batteriezellproduktion sollten hier zügig entsprechende Kapazitäten für Aufbereitung und Neueinsatz des Produktionsausschusses aufgebaut werden, da der Produktionsausschuss 30 bis 50 % betragen kann und zunächst den Großteil der zu recycelnden Batteriematerialien darstellen wird. Dies reduziert den Logistikaufwand und trägt dazu bei, wichtige Rohstoffe in der Region zu halten, was wiederum die Rohstoffverfügbarkeiten stabilisiert. So können knappe Ressourcen wie Lithium und Cobalt verfügbar gehalten werden.

Ein weiterer Punkt ist die Optimierung vorhandener Prozesse, um diese Energie- und chemikaliensparender bzw. auch effizienter zu gestalten. Ein Baustein hierzu sind **Automatisierungslösungen** für das mechanisch anspruchsvolle und auch durchaus gefährliche **Demontieren** der ausgedienten Batterien. Entwicklungsbedarf besteht insbesondere bei den Themen der Rezyklat-Reintegration in neue Batterien, zum Beispiel die Auswirkungen von Unreinheiten für die Leistungsfähigkeit und Lebensdauer der Batteriezellen bzw. der Reintegration der sogenannten Schwarzen Masse, die aus Altbatterien gewonnen und in der Gewinnung von Kathodenmaterial weiterverwendet wird.²⁹ Auch bei Recyclingverfahren für weitere bzw. neue Zellchemien besteht Bedarf.

²⁹ Vgl. BASF (2022)

Das wichtige Thema **Brandschutz für Recyclinganlagen** wird aus Akteurssicht derzeit noch unzureichend berücksichtigt. Hier können Lösungsanbieter im Zusammenwirken mit unabhängigen Einrichtungen der technischen Sicherheit entsprechend sensibilisieren und vorbeugende Maßnahmen empfehlen, um Zwischenfälle zu vermeiden, die sich negativ auf die öffentliche Wahrnehmung des wichtigen Themas Recycling auswirken würden.

4.6 Test und Klassifikation

Die Unternehmen sehen einen Bedarf für qualifizierte Testeinrichtungen in der Region sowie für einheitlichere Testanforderungen und -bedingungen.

Test und Klassifikation der Batterien hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit und ihres Kapazitätsvermögens „**State-of-Health**“ (SoH) sind nicht nur im Produktionsprozess notwendig, sondern sind auch Grundlage für den Einsatz der Batterien im Re-Use. Im Produktionsprozess müssen Batterien teilweise auch Zerstörungstests unterzogen werden. Wichtige Punkte sind auch die Prüfung und Gewährleistung der funktionalen Sicherheit des Batteriesystems als Ganzes, nicht nur in der Produktion, sondern auch während ihrer Zweitnutzung. Für eine Zweitnutzung muss zuvor eine Qualitätsbestimmung sowie eine Einstufung des möglicherweise von der Batterie ausgehenden Gefahrenpotenzials erfolgen. Bezüglich der Prüfung und Klassifizierung des Leistungsvermögens von Batterien nach dem Ersteinsatz besteht Bedarf an praxistauglichen und zugleich verlässlichen Messmethoden. Zentral ist hier der Zugang zum Batteriemanagementsystem und dessen Standardisierung. Wenn die über die Lebenszeit einer Batterie miterfassten Daten (Temperatur, Ladestände) weiterverwendet werden können, lassen sich die Restkapazität und die verbleibende Lebensdauer genauer bestimmen. Für den Einsatz im Re-Use müssen die Batterien außerdem hinsichtlich ihrer Qualität und Gewährleistung zertifiziert werden. Die befragten Akteure konstatieren, dass die derzeitigen Testkapazitäten noch nicht auf die steigende Nachfrage eingestellt sind. Hier gibt es Bedarfe bzgl. des **Ausbaus von Testkapazitäten** und auch Einrichtungen, wo zerstörende Prüfungen möglich sind. Als ebenso wichtige Kompetenz zum Schließen des Wertschöpfungskreislaufes wird der Aufbau von Testkapazitäten gesehen.

4.7 Standardisierung und Gremienarbeit

Die Unternehmen in der Region sehen einen Bedarf darin, Standardisierungsprozesse durch aktive Gremienarbeit in den einschlägigen Normungs- und Standardisierungsinstitutionen zu forcieren.

Die Einführung von Standards für die Traktionsbatterien, idealerweise auf europäischer oder internationaler Ebene würde Recycling, Re-Use und Logistik vereinfachen. Eine **Standardisierung hinsichtlich Form, Geometrie und Zellchemie** wird derzeit als schwierig erachtet, da vor allem die Automobilhersteller die Batteriesysteme je nach Anforderungen der Modelle,

insbesondere Leistungsfähigkeit und Reichweite, und deren Packaging, individuell gestalten. Das Thema Nachweis und Rückverfolgbarkeit in Form eines Batteriepass ist aktuelles Handlungsfeld der EU und wird auch auf nationaler Ebene Auswirkungen haben. Hierfür sind bereits seitens des BMWK im Rahmen der Batterieverordnung ein Vorgehen erarbeitet worden und Zuständigkeiten geklärt, wer welche Daten im **Batteriepass** einspeist und wer Datenzugriff unter welchen Bedingungen erhalten soll. Die Batterieverordnung wird voraussichtlich zur Jahresmitte 2023 in Kraft treten. Eine weitere wichtige Standardisierung wird auch hinsichtlich des **Arbeitsschutzes** als hilfreich angesehen.

4.8 Fachkräfte

Die Batterieproduktion verlangt neue Kompetenzen. Aus Betriebssicht sind nun Hochschulen, Kammern und Bildungsträger gefragt, um diese gezielt zu vermitteln. Qualifizierte Fachkräfte und gezielten Weiterbildungsmöglichkeiten sind zusätzliche regionale Pull-Faktoren.

Die Batteriewirtschaft verlangt eine Vielzahl von neuen Kompetenzen. Hierfür müssen in der Ausbildung Studiengänge und Ausbildungsberufe geschaffen und angepasst, sowie deren Zusammenwirken abgestimmt werden. Dies betrifft etwa **Aufbau, Betrieb** und **Service** von Produktionsanlagen. Weiterhin besteht Bedarf in den Bereichen **Steuerungstechnik, Datenverarbeitung, Softwareentwicklung, Instandhaltung, Elektrik, Mechatronik, Elektronik, Integration** und **Betriebsführung**. Neben der Ausbildung neuer Fachkräfte, müssen auch die bestehenden Mitarbeiter und Unternehmen bei der Transformation mitgenommen werden. Auch Potenziale der bereits ansässigen Industrie aus anderen Branchen sollten zur Erweiterung der Wertschöpfungsanteile genutzt werden. Begleitend würde sich ein Kompetenzmonitoring für die künftigen Bedarfe der Batteriewirtschaft anbieten. Im Dezember 2022 erfolgte die Bewilligung des Kooperationsprojektes *Kompetenzaufbau für Batteriezellfertigung in der Hauptstadtregion KOMBiH*. Zielsetzung ist, gemeinsam mit assoziierten Partnern aus Bildung, Forschung, Wirtschaft sowie Akteuren aus Arbeitsmarkt und Politik die nötigen Kompetenzen für wertschöpfende Prozesse der Batteriezellfertigung in Wertschöpfungskreisläufen zu identifizieren, um relevante Qualifizierungsangebote für die Zielgruppen zu entwickeln und in der Hauptstadtregion umzusetzen.³⁰

³⁰ Antragstellende Projektpartner sind das Berufsbildungswerk (bfw), der Bildungs- und Innovationscampus Handwerk der Handwerkskammer Potsdam, die BTU Cottbus-Senftenberg, die TU Berlin (Battery Circuit), der Cluster Energietechnik und der Cluster Verkehr, Mobilität und Logistik. Die Koordination übernimmt das Institut für Betriebliche Bildungsforschung (IBBF). Assoziiert sind weitere Cluster und zahlreiche Partner mit Bezug zu Arbeitsmarkt, Bildung, Forschung sowie Unternehmen der Region.

5 FuE-Bedarfe der Batteriewirtschaft – Erhebung aus Sicht der Bestandsunternehmen

Die im vorangehenden Kapitel 4 angeführten technologischen Bedarfe aus Sicht der Akteure der Batteriewirtschaft werden hier in einen Bezug zu Umsetzungsmöglichkeiten in Brandenburg gesetzt.

Die Palette der Innovations-, Forschungs- und Entwicklungsthemen im Kontext Batterie ist breit gefächert. Einen Überblick gibt die nachfolgende Grafik, in der die unterschiedlichen Farbabstufungen den konkreten Bezug zur Batteriewirtschaft verdeutlichen.

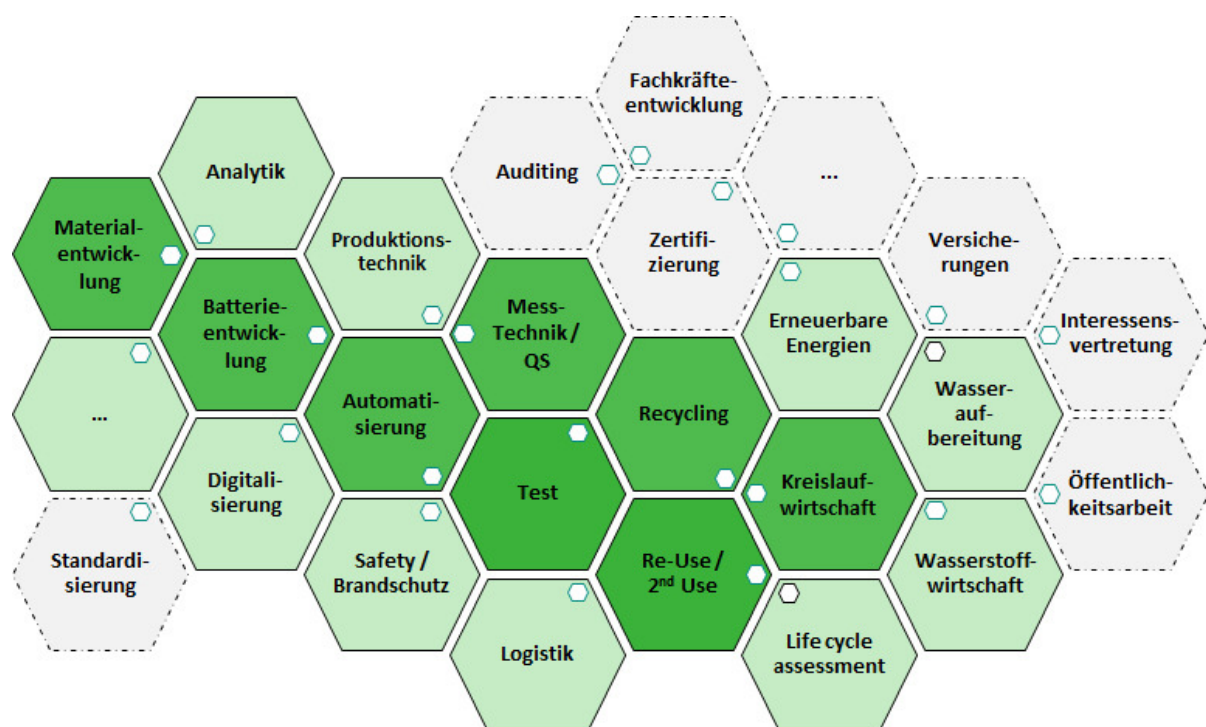


Abbildung 7: Innovations-, Forschungs- und Entwicklungsthemen

5.1 Erneuerbare Energien und Wasseraufbereitung

Als zentralen Bedarf für eine CO₂-neutrale Batterieproduktion haben die befragten Unternehmen den Ausbau Erneuerbarer Energien als Forschungsthema benannt.

Hier hat Brandenburg sowohl Vorteile in der vorhandenen Fläche als auch einschlägige Kompetenzen akkumuliert. Durch die ansässigen Forschungsinstitute, wie bspw. die BTU Cottbus-Senftenberg, das Deutsche Geoforschungszentrum, die TH Wildau und die TH Brandenburg sind die Voraussetzungen gegeben, um in Kooperation mit geeigneten Unternehmen wie Energieversorgern und Netzbetreibern mit Unterstützung der Bundes- und Landesministerien Erneuerbare Energien grundlastfähig auszubauen. Dies beinhaltet Konzeptentwicklungen zur

effizienten Nutzung der Tagebaufolgeflächen, „Power to Use Konzepte“ für Industriebetriebe zur Verbesserung der Grundlastfähigkeit als auch das Zusammenstellen von Anforderungen an Übertragungs- und Verteilnetze und deren Schnittstellen. In diesem Zusammenhang sind vor allen die Speicherkapazitäten und deren Zusammenwirken in einer Kaskade (mechanisch, elektrisch, thermisch, chemisch) weiter zu entwickeln und in die Anwendung zu bringen.

- „*Masterplan EE-Ausbau*“ für Brandenburg: Mengengerüste, Flächenbedarfe, Netzanforderungen, Speicherkaskade (mechanisch, elektrisch, thermisch, chemische)
- „*Power-to-Use-Konzept*“ zur Verbesserung der Grundlastfähigkeit Erneuerbarer Energien weiterentwickeln
- Konzeptentwicklung zur effizienten Nutzung der *Tagebaufolgeflächen für die Erneuerbaren Energien*
- Konzepte *grundlastfähiger Energieversorgungen für Industriebetriebe*, insbesondere Batteriehersteller, Recycler und weiterer in der Batteriebranche

Wasser und Abwasser sind limitierende Ressourcen in der Batteriewirtschaft. Bei der Batterieherstellung werden in den einzelnen Prozessschritten unterschiedliche Mengen und Qualitäten an Wasser benötigt und es fallen Abwässer an. Die Aufgabenstellung der Wasseraufbereitung des Prozesswassers, insbesondere der Entsalzung wurde als weiteres wichtiges Thema im Kontext des Umweltschutzes und der Nachhaltigkeit identifiziert. Hier sind schnelle und zugleich nachhaltige Lösungen gefragt, durch die Brandenburg eine Vorreiterrolle und Standortvorteil ausbilden kann. Durch die ansässigen Unternehmen und Forschungseinrichtungen lassen sich sowohl die entsprechenden Verfahren erarbeiten, als auch Strategien für nachhaltige Nutzung von Wasser aus industriellen Anwendungen mit einem kombinierten Wasser-Monitoring entwickeln.

- *Wasseraufbereitung für Prozesswasser*, Entsalzung, Bindung umweltschädlicher Stoffe aus dem Abwasser, Einsatz Verfahrenstechnik /Bio-Verfahrenstechnik
- Strategieentwicklung und Monitoring „*Wasser für industrielle Anwendungen*“ in Brandenburg

5.2 Automatisierungs- und Messtechnik/ Engineering, Test, Diagnose

Eine effiziente und hochgenaue Automatisierungstechnik ist zentrales Erfordernis bei der Batteriezellenfertigung.

Die Batteriezellenfertigung stellt besondere Anforderungen an die Automatisierungstechnik, da verschiedene Randbedingungen zusammenwirken und durch ihre Kombination die Leistungsfähigkeit der Batteriezellen und -systeme beeinflussen. Die kontinuierlichen Prozesse mit hohen Geschwindigkeiten erfordern eine hohe Prozesssicherheit sowie ein begleitendes

Data-Engineering für große Datenmengen. Systemrelevante FuE-Bedarfe für Brandenburg bestehen bspw. in der Anlagen- und Maschinenteknik für die High Speed Automation, bei Band-zu-Band-Prozessen mit hohen Produktionsgeschwindigkeiten, Beschichtungs-, Beschnitts- und Versiegelungsprozessen. Ebenso müssen Prototypen und Pilotlinien für neue Zellsysteme mit entsprechender Automatisierung entwickelt werden.

- Innovationen der Anlagen- und Maschinenteknik in der High-Speed-Automation, Band-zu-Band-Prozesse mit hohen Produktionsgeschwindigkeiten, bis zu 500 m/min. Beschichtungs-, Beschnitts-, QS- und Versiegelungsprozesse
- Prototypen- und Pilotlinien für neue Zellsysteme

Ergänzend zur Automatisierungstechnik gibt es Bedarfe in der prozessbegleitenden **Messtechnik** und dem **Qualitätsmanagement** (Qualitätssicherung und -datenmanagement). Konkret liegen diese in der Entwicklung einer High Speed Visual Inspection, in der Bilddatenauswertung und in der Verarbeitung großer Datenmengen in Echtzeit. Auch in der Modellbildung für Batteriequalitätseinflussgrößen wie Lebensdauer, Ladestände oder Leistungsparameter wurden Entwicklungsbedarfe genannt. Wichtig ist auch eine schnelle und zuverlässige Bestimmung des sogenannten State of Health (SoH) einer Batterie. Anhand dieses Wertes wird die Weiterverwendung der Batterie entschieden. Serienreife, praxistaugliche und verlässliche Verfahren sind noch nicht im Einsatz. Dem zugehörig sind schnelle, zuverlässige Verfahren zur Gefährdungsanalyse gebrauchter Batteriesysteme, die Voraussetzung für den Transport risikobehafteter Batteriesysteme sowie den Einsatz im Re-Use darstellen.

- *High-Speed-Visual-Inspection*, Bilddatenauswertung signifikanter Qualitätsphänomene, Bilddatenverarbeitung, -kompression hoher Datenmengen in Echtzeit
- *Modellbildung Batteriequalitätseinflussgrößen* (Lebensdauerverhalten, Schwankungen in der Prozessqualität, Leistungsparameter)
- *Schnelle, zuverlässige Verfahren zur SoH-Feststellung und Gefährdungsanalyse gebrauchter Batteriesysteme*

Sowohl forschungsseitig als auch in Form von Testeinrichtungen) bietet die Hauptstadtregion hier Potenzial, Lösungen zu entwickeln und anzubieten. Festzuhalten ist, dass die bestehenden Testkapazitäten sowohl hinsichtlich Lebensdauer und Alterung, als auch zerstörender Tests noch nicht auf die steigende Nachfrage eingestellt sind und hier Erweiterungsbedarf besteht.

- Testkapazitäten für *Lebensdauer-Tests, Zellalterung, neue Zellsysteme*
- Zerstörende Tests: Kapazitäten in Brandenburg für *Thermal-runaway, Thermal-propagation-Tests*

5.3 Recycling und Re-Use, Kreislaufwirtschaft

Recycling und Re-Use sind essentiell für die Rohstoffverfügbarkeit und die Produktionskosten.

Das Ziel besteht in der Minderung von Rohstoffabhängigkeiten und Sicherung der Lieferketten. Bedarf besteht hier in der Weiterentwicklung bestehender Verfahren hinsichtlich höherer Material- und Energieeffizienz, bzw. in der Entwicklung von Verfahren, die Vorteile gegenüber den pyrolytischen Verfahren aufweisen. In neuerer Zeit gewannen nasschemische Recycling-Verfahren an Bedeutung. Aber auch hier sind die Verfahren aufwändig und zeitintensiv. Im Sinne einer verbesserten Energie- und Materialeffizienz sind hier weitergehende Konzepte zu erforschen, beispielsweise Verfahren des Funktionellen Recyclings, worin das Elektrodenmaterial als Ganzes wiederaufbereitet wiederverwendet werden kann. Des Weiteren sind wirtschaftliche Recyclingverfahren auch für LiFePO_4 -Zellsysteme nachgefragt. Auch der Umgang mit Verunreinigungen in den recycelten Materialien und deren Einfluss auf die Qualität von Neuware sind noch ein weites Forschungsfeld, dass es zu erschließen gilt. Hier ist eine Schwerpunktsetzung sinnvoll, da gemäß den anstehenden Gesetzgebungen die Quoten für Rezyklate sukzessive angehoben werden. Recyclingmaterialien können auch hinsichtlich der CO_2 -Bilanz und aus Kostensicht gegenüber Primärmaterialien Vorteile aufweisen. Hier sind Kompetenzen in der Analytik erforderlich, die in Brandenburg, beispielsweise an der BTU Cottbus-Senftenberg bereits entwickelt sind.

- Entwickeln von Recyclingverfahren, die eine signifikant *höhere Material- und Energieeffizienz* gegenüber den pyrolytischen-/ nasschemischen Verfahren aufweisen
- *Recyclingverfahren für Li-Eisenphosphat-Batterien* und für das *Anodenmaterial*: Aufgrund des Fehlens besonders werthaltiger Bestandteile werden wirtschaftliche effiziente Verfahren zum Recycling des *Lithium-Anteils* bei LiFePO_4 -Zellsystemen sowie des *Anodenmaterials* (Graphit in definierter Ausprägung) gesucht
- *Richtlinien für den Umgang mit Gefahrstoffen* (z.B. Lithiumcarbonat, Lithiumhydroxid)

Auch wenn die Entwicklung von Batteriematerialien schwerpunktmäßig in anderen Bundesländern stattfindet, können Forschungsthemen der **Batteriechemie, der Materialentwicklung und Analytik** helfen, auf die Bedarfe regionaler Unternehmen in Brandenburg und Sachsen einzugehen. Zum Beispiel:

- Entwicklung von Technologien für Next-Gen. Batteriesysteme, insbesondere kobaltarme Rezepturen, Solid-State-Zellsysteme, Alternativen zu Lithium in der Batteriechemie, zum Beispiel Natrium-Ionen-Systemen
- Erforschung geeigneter recycelbarer Batteriematerialien als Einsatzstoff für Neubatterien, *Untersuchung des Einflusses recyclingbedingter Verunreinigungen* (Kupfer,

Aluminium, andere Fremdstoffe), zum Beispiel Energiedichte, Lebensdauer sowie Vermeidung von Qualitätsschwankungen im Fertigungsprozess

- Generell wird Ausbau der *Analytik-Kapazitäten* (Elektrotechnik, Chemie) in Brandenburg als zielführend angesehen

Grundlage für die Entwicklung verbesserter Recyclingverfahren und der Einführung einer **Kreislaufwirtschaft** wäre ein allgemein anerkanntes Bewertungssystem, das den Einfluss auf die Umwelt umfassend abbildet. Seitens der EU werden im Rahmen des Green Deal verbindliche Recycling-Ziele für die relevanten Batterie-Typen vorgegeben und durch das BMWK auf deutsche Recycling-Vorgaben adaptiert (*Life-Cycle-Assessment-Maßstäbe für Lithium-Ionen-Batterien*). Hier können die Institutionen, speziell die Forschungseinrichtungen des Landes unterstützen, die Normierungsaktivitäten auf Bundesebene weiterzuentwickeln.

- *Life-Cycle-Assessment für Li-Ionen-Batterien* mit Betrachtung der Schnittstellen zu Batterieherstellern, -anwendern, Re-Use-Akteuren, Batterielogistikern und zu -recyclern

Die Innovationsthemen der Batteriewirtschaft implizieren auch indirekt Forschungs- und Entwicklungsbedarfe in der **Wasserstoffwirtschaft**. Hier werden insbesondere Innovationen für ein höheren Wirkungsgrad der Wasserstofferzeugung und ggf. Umwandlung in längerkettige Kohlenwasserstoffe benötigt. Von hier eröffnen sich Synergien zum Batterieökosystem, vor allem für Anwender. So benötigen Energiewandler auf Basis von Brennstoffzellen oder Verbrennungskraftmaschinen oft Batteriesysteme als Pufferspeicher zur Verbesserung des Gesamtwirkungsgrades.

5.4 Anforderungen an FuE-Partner aus Sicht der Unternehmen

Generell besteht bei Industrieunternehmen ein hohes Interesse an geeigneten Forschungs- und Hochschulkontakten, zum einen, um technologische Innovationen abzusichern, zum anderen Fachkräfte zu rekrutieren.

Die Befragungen hinsichtlich besonderer Anforderungen an Forschungs- und Entwicklungspartner aus Sicht der Unternehmen ergeben ein recht einhelliges Bild. Angesichts der großen Dynamik der Technologiethemen in der Batterieherstellung haben **Umsetzungsgeschwindigkeit** und **Praxisorientierung** einen hohen Stellenwert. Etablierte Förderprogramme werden für FuE-Verbundprojekte angesichts der langen Beantragungszeiträume nicht immer als geeignet angesehen, kurzfristige Technologieentwicklungsbedarfe abzudecken. Besonders gewünscht werden Kompetenz-Zentren, wie beispielsweise dem Batterielabor des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Stuttgart und Oldenburg, die in kurzer Zeit Versuchs- und Messreihen realisieren können. Ansätze sind hierfür an der BTU Cottbus-Senftenberg sowie an der Technischen Universität Berlin mit dem „Battery Circuit“ im Entstehen.

Dabei stellen eine moderne **Ausstattung** an Laboreinrichtungen sowie entsprechend **qualifiziertes Forschungspersonal** in ausreichender Kapazität wichtige Beauftragungskriterien. Erprobungs- und Testräume werden für notwendige zerstörende und nicht-zerstörende Versuchsreihen als ebenso wichtig genannt (vgl. Kapitel 3.4.7).

Der Kontakt zu Forschungseinrichtungen und Hochschulen wird nicht zuletzt auch aufgrund des **Zugangs zu qualifiziertem Fach- und Führungskräftenachwuchs** gesucht. Hier müssen in den Instituten die Anreize zur Sicherstellung einer notwendigen wissenschaftlichen Kapazität nachgebessert werden. Zahlreiche Beispiele aus der Hochschul- und Forschungscommunity belegen den Brain Drain in Richtung Industrie oder in andere Regionen.

6 Fazit aus der Verteilung der Untersuchungsdaten nach Region, Status und Kategorie

Mit der Batterieproduktion zeichnet sich ein neuer hochvernetzter Wirtschaftszweig ab, der in Deutschland den Anfang einer größeren Transformation in Wirtschaft und Gesellschaft markiert.

Der Untersuchungsraum umfasste Brandenburg, Berlin und angrenzende Regionen in den Nachbarländern Sachsen, Thüringen, Sachsen-Anhalt und im Südwesten Polens. Die Entscheidung von BASF am Standort Schwarzheide eine Kathodenmaterialproduktion aufzubauen und die Ansiedlung von Tesla in Grünheide wirkten als Initialzündung für die Entwicklung der Batterieökosystems in Brandenburg.

Speziell in Berlin und im berlinnahen Umland sind rund ein Drittel der 86 erfassten Unternehmen angesiedelt, eine weitere Häufung ist in der Lausitz, sowohl auf brandenburgischer als auch auf sächsischer Seite bis nach Dresden zu verzeichnen. Signifikant ist die Anzahl beabsichtigter Ansiedlungen und Investitionsvorhaben batteriebezogener Unternehmensaktivitäten in Süd- und Ostbrandenburg. (vgl. Abbildung 3). Bei dieser Betrachtung darf nicht außer Acht gelassen werden, dass große internationale Akteure wie *CATL* (Batteriezellenhersteller) und *SungEel* (Recycling) in Thüringen sowie *LG Chem* (Batteriezellenhersteller) und *Umicore* (Recycling) sich im Südwesten Polens befinden bzw. ansiedeln werden.

Aus den Schwerpunktbranchen und deren Verteilung innerhalb Brandenburgs, lassen sich – im Verhältnis zum betrachteten Untersuchungsraum – mehrere richtungsweisende Entwicklungen ablesen. Aus der bereits hervorgehobenen Stellung Brandenburgs bei Anzahl und Anteil der Ausrüster und Zulieferer im Batterieökosystem

Aus der bereits hervorgehobenen Stellung Brandenburgs hinsichtlich Anzahl und Anteil der **Ausrüster** und **Zulieferer** lässt sich ein großes Potenzial für Synergien im Batterieökosystem ableiten. Erkennen lassen sich vor allem Chancen für weitere Zulieferer und Ausrüster im Batterieökosystem – auch in Form von Netzwerk-, Größen- und Lernkurveneffekten. Dies bestätigen auch die Gespräche mit Unternehmen, mit denen im Zuge der Interviews für diese Studie gesprochen wurde, darunter Materialentwickler, Applikationsspezialisten, Anbieter und Dienstleister für Sensorik, Messsysteme und Qualitätssicherungssysteme. Hier können Unternehmensverantwortliche durch Information und Vernetzung auf besonders nachgefragte Kompetenzen aufmerksam gemacht werden.

Ein regionaler Schwerpunkt bei Ansiedlungen von weiteren Unternehmen oder bei Erweiterungen ist Südostbrandenburg. Hier können die Unternehmen von der räumlichen Nähe zu den Forschungszentren an der BTU Cottbus-Senftenberg profitieren, aber auch in Dresden

und dem Silicon Saxony sowie in Berlin, beides auch international bedeutsame FuE-Standorte. Die gewachsene Symbiose zwischen Akteuren und Multiplikatoren in Brandenburg, Sachsen und Berlin ermöglicht Unternehmen, bestehenden wie zukünftigen, einen gezielten Wissenstransfer auf kurzem Wege.

Zusammenfassend lässt sich prognostizieren, dass das Batterieökosystem positive Impulse auch auf andere Industriezweige haben dürfte (vgl. Abbildung 8, sowie die Ausführungen in den Kapiteln 4 und 5). Generell sind die Aufgabenstellungen der Entwicklung, Produktion, Anwendung und im Recycling von Batterie auch prädestiniert, um junge Menschen für ein berufliches Engagement im Batterieökosystem zu begeistern. Bildungsanbieter, Ausbildungsbetriebe und Hochschulen können mit passenden Bildungsinhalten und Forschungsschwerpunkten zukunftsweisende Perspektiven entwickeln. Gleichzeitig kann eine steigende Nachfrage nach Fachkräften durch die aufwachsende Batteriebranche den bereits bestehenden Wettbewerb um Fachkräfte weiter verstärken.

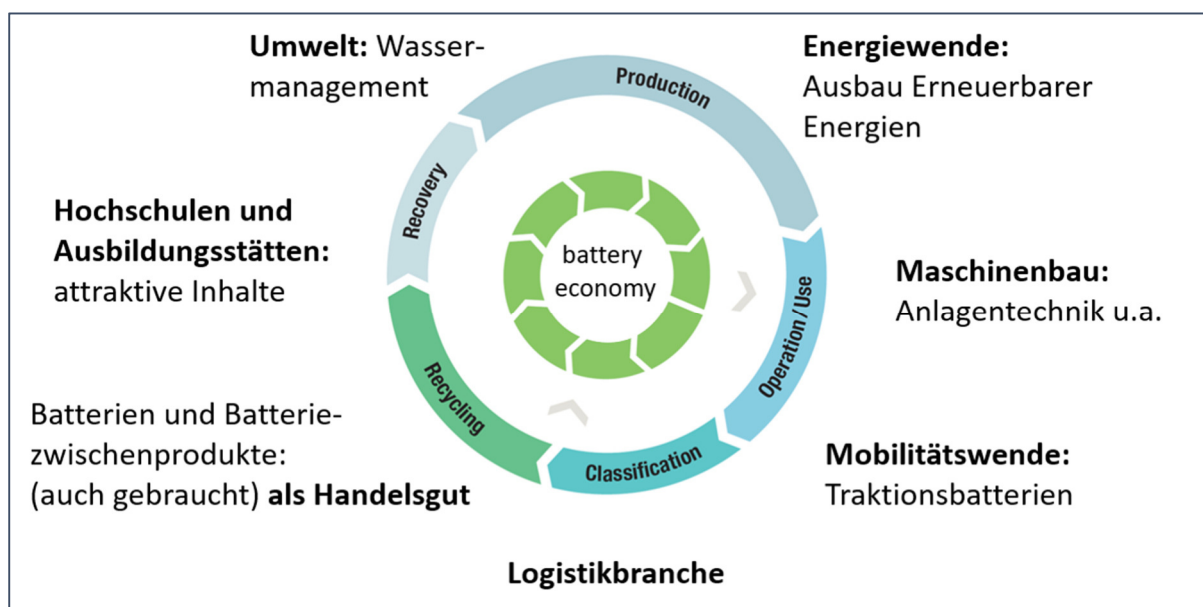


Abbildung 8: Impact der Batteriewirtschaft auf andere Wirtschaftszweige und Branchen

Anhang

Unternehmen

Tabelle 2: Unternehmen des Batterieökosystems

Unternehmen	Wertschöpfungsstufe	Betriebsstätte	Landkreis	Status
Accumotive GmbH & Co. KG	Batteriezellenwerk	Kamenz	Bautzen	in Betrieb
Alba Berlin GmbH	Batterierecycling	Berlin-Charlottenburg		in Betrieb
Alstom	Anwender	Henningsdorf	Oberhavel	in Betrieb
Altech Advanced Materials AG	Aktivmaterialien	Schwarze Pumpe (Spreetal)	Bautzen	geplant
AMG Lithium GmbH	Aktivmaterialien	Bitterfeld-Wolfen	Anhalt-Bitterfeld	in Bau
Autarsys GmbH	Batteriepacks, -module und -systeme	Berlin-Adlershof		in Betrieb
BAE Batterien GmbH	Batteriepacks, -module und -systeme	Berlin-Oberschöneweide		in Betrieb
BANLabs GmbH	Ausrüster	Berlin-Moabit		in Betrieb
BASF Schwarzheide GmbH	Aktivmaterialien	Schwarzheide	Oberspreewald-Lausitz	in Bau
BEC Becker Elektrorecycling Chemnitz GmbH	Batterielogistik	Chemnitz	Chemnitz	in Betrieb
Berliner Verkehrsbetriebe BVG	Anwender	Berlin-Mitte		in Betrieb
Bertschi STR	Batterielogistik	Schwarzheide	Oberspreewald-Lausitz	geplant
Betteries Amps GmbH	Batterierecycling	Berlin-Zehlendorf		in Betrieb
Blackstone Ressources	Batteriezellenwerk	Döbeln	Mittelsachsen	in Betrieb
BMW Leipzig	Batteriepacks, -module und -systeme	Leipzig	Leipzig	in Betrieb
BMW Motorrad	Anwender	Berlin-Spandau		in Betrieb
Botree Cycling Sci & Tech., Ltd.	Batterierecycling	Guben	Spree-Neiße	geplant
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung	Engineering, Test, Diagnose, Qualitätskontrolle	Berlin-Steglitz		in Betrieb

CATL	Batteriezellenwerk	Arnstadt	Ilm-Kreis	in Betrieb
Circular	Engineering, Test, Diagnose, Qualitätskontrolle	Berlin-Tempelhof		in Betrieb
Constin GmbH	Batteriepacks, -module und -systeme	Berlin-Friedenau		in Betrieb
DAM Diehl Advanced Mobility GmbH	Ausrüster	Zehdenick	Oberhavel	in Betrieb
Dekra (Lausitzring)	Engineering, Test, Diagnose, Qualitätskontrolle	Klettwitz	Oberspreewald-Lausitz	geplant
Dräxlmaier Batteriewerk Leipzig	Batteriepacks, -module und -systeme	Leipzig	Leipzig	in Betrieb
E.DIS AG	Anwender	Fürstenwalde	Oder-Spree	in Betrieb
EAS batteries	Batteriepacks, -module und -systeme	Nordhausen	Nordhausen	in Betrieb
Ecobat	Batterierecycling	Hettstedt	Mansfeld-Südharz	in Bau
elfolion GmbH	Batteriezellenwerk	Quedlinburg	Harz	in Betrieb
embeddeers GmbH	Engineering, Test, Diagnose, Qualitätskontrolle	Berlin-Tegel		in Betrieb
ERLOS GmbH	Batterierecycling	Zwickau	Zwickau	in Betrieb
EV Cargo	Batterielogistik	Frankfurt (Oder)	Frankfurt (Oder)	geplant
FEV Software und Testing Solutions	Engineering, Test, Diagnose, Qualitätskontrolle	Brehna-Sandersdorf	Anhalt-Bitterfeld	in Betrieb
FiberCheck GmbH	Engineering, Test, Diagnose, Qualitätskontrolle	Chemnitz	Chemnitz	in Betrieb
Forster System-Montage-Technik GmbH	Ausrüster	Forst (Lausitz)	Spree-Neiße	in Betrieb
G.B.S. Gesellschaft für Brandschutz und Sicherheit mbH	Ausrüster	Ludwigfelde	Teltow-Fläming	in Betrieb
Genius Technologie GmbH	Ausrüster	Rangsdorf	Teltow-Fläming	in Betrieb
Gustav Scharnau GmbH	Ausrüster	Werneuchen	Barnim	in Betrieb
Havel metal foam GmbH	Ausrüster	Brandenburg a.d.Havel	Brandenburg a.d.Havel	in Betrieb
HORIBA Fuel Con GmbH	Engineering, Test, Diagnose, Qualitätskontrolle	Barleben	Bördekreis	in Betrieb
Hüffermann Transportsysteme GmbH	Anwender	Neustadt (Dosse)	Ostprignitz-Ruppin	in Betrieb
IAV GmbH	Engineering, Test, Diagnose, Qualitätskontrolle	Berlin-Charlottenburg		in Betrieb

IBAR Systemtechnik GmbH	Ausrüster	Cottbus	Cottbus	in Betrieb
Infineon Technologies AG	Ausrüster	Dresden	Dresden	in Betrieb
Intilion GmbH	Batteriepacks, -module und -systeme	Zwickau	Zwickau	in Betrieb
J K - electronic GmbH	Batteriepacks, -module und -systeme	Königs Wusterhausen	Dahme-Spree-wald	in Betrieb
Jonas & Redmann Automationstechnik GmbH	Ausrüster	Berlin-Moabit		in Betrieb
JT Energy Systems	Batteriepacks, -module und -systeme	Bobritzsch-Hilbersdorf	Mittelsachsen	in Betrieb
Leadec Services GmbH	Batterierecycling	Hoyerswerda	Bautzen	in Betrieb
LEAG (Energy Cubes)	Anwender	Cottbus	Cottbus	in Betrieb
LG Chem	Batteriezellenwerk	Wrocław		in Betrieb
Liofit GmbH	Batterierecycling	Kamenz	Bautzen	in Betrieb
Litronik Batterietechnik GmbH	Batteriepacks, -module und -systeme	Pirna	Sächsische Schweiz-Osterzgebirge	in Betrieb
MAB Recycling	Batterierecycling	Radebeul	Meißen	in Betrieb
Maschinenbau Kitz GmbH	Ausrüster	Lederhose	Greiz	in Betrieb
Mektec Group	Ausrüster	Berlin-Reinickendorf		in Betrieb
Mercedes Benz Manufacturing Poland	Batteriepacks, -module und -systeme	Jawor (Jauer)		in Betrieb
Mercedes-Benz Ludwigsfelde GmbH	Anwender	Ludwigsfelde	Teltow-Fläming	in Betrieb
Microvast GmbH	Batteriepacks, -module und -systeme	Ludwigsfelde	Teltow-Fläming	in Betrieb
Nickelhütte Aue GmbH	Batterierecycling	Aue	Erzgebirge	in Betrieb
Okai GmbH	Anwender	Berlin-Mariendorf		in Betrieb
Photon AG	Ausrüster	Berlin-Spandau		in Betrieb
Regionales Regelkraftwerk Feldheim	Anwender	Treuenbrietzen	Potsdam-Mittelmark	in Betrieb
ReMetall Deutschland AG	Batterierecycling	Schippkau	Oberspreewald-Lausitz	in Betrieb
Remondis	Batterierecycling	mehrere Standorte		geplant

Rock Tech Lithium	Aktivmaterialien	Guben	Spree-Neiße	geplant
RollsRoyce Deutschland Ltd. & Co. KG	Anwender	Blankenfelde-Mahlow	Teltow-Fläming	in Betrieb
Rosenbauer Deutschland GmbH	Anwender	Luckenwalde	Teltow-Fläming	in Betrieb
RVA-Energietechnik GmbH & Co.KG	Batteriepacks, -module und -systeme	Nordhausen	Nordhausen	in Betrieb
Scaba GmbH	Batteriepacks, -module und -systeme	Dresden	Dresden	in Betrieb
Siemens Mobility	Anwender	Berlin-Adlershof		in Betrieb
Skeleton Technologies GmbH	Batteriepacks, -module und -systeme	Großröhrsdorf	Bautzen	in Betrieb
Sprewerk Lübben	Batterierecycling	Lübben	Dahme-Spree-wald	in Betrieb
Stadler Deutschland GmbH	Anwender	Berlin-Pankow		in Betrieb
Stöbich Technology GmbH	Ausrüster	Potsdam-Golm	Potsdam	in Betrieb
SungEel HiTech	Batterierecycling	Rudolstadt	Saalfeld-Rudolstadt	in Bau
SVOLT Energy Technology GmbH	Batteriezellenwerk	Lauchhammer	Oberspreewald-Lausitz	geplant
Tesla Gigafactory	Batteriezellenwerk	Grünheide	Oder-Spree	geplant
Tesla Gigafactory	Anwender	Grünheide	Oder-Spree	in Betrieb
Tesla Gigafactory	Batteriepacks, -module und -systeme	Grünheide	Oder-Spree	in Betrieb
Testgelände Technische Sicherheit	Engineering, Test, Diagnose, Qualitätskontrolle	Baruth (Mark)	Teltow-Fläming	in Betrieb
Theion	Aktivmaterialien	Berlin-Treptow		in Betrieb
Tier Mobility SE	Anwender	Berlin-Tiergarten		in Betrieb
Triathlon Batterien GmbH	Batteriepacks, -module und -systeme	Glauchau	Zwickau	in Betrieb
Tricera energy GmbH	Batteriepacks, -module und -systeme	Bobritzsch-Hilbersdorf	Mittelsachsen	in Betrieb
Umicore AG & Co. KG	Aktivmaterialien	Nysa		geplant
Witt Solutions GmbH	Engineering, Test, Diagnose, Qualitätskontrolle	Wustermark	Havelland	in Betrieb

Forschung- und Entwicklungsinstitute

Tabelle 3: FuE-Einrichtungen

<i>Forschungs- und Entwicklungsinstitut oder -einrichtung</i>	<i>Ort</i>
<i>Berliner Hochschule für Technik (BHT)</i>	Berlin-Wedding
<i>BTU Cottbus-Senftenberg, Fachgebiet Physikalische Chemie</i>	Senftenberg
<i>BTU Cottbus-Senftenberg: Energie-Innovationszentrum (EIZ)/ Fachgebiet Energiewirtschaft/ Center for Hybrid Electric Systems Cottbus (CHESCO)/ Lehrstuhl Flugtriebwerksdesign/ Lehrstuhl Leistungselektronik und Antriebssysteme</i>	Cottbus
<i>DLR-Institut für Fahrzeugkonzepte, Fahrzeugsysteme und Technologiebewertung</i>	Berlin-Adlershof
<i>Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung (IAP)</i>	Potsdam-Golm
<i>Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS)</i>	Dresden
<i>Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (IWU)</i>	Chemnitz
<i>Helmholtz Zentrum Dresden Rossendorf (HZDR)</i>	Dresden
<i>Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie (HIF)</i>	Freiberg
<i>Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)</i>	Berlin-Wannsee
<i>Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin (HTW)</i>	Berlin-Oberschöne- weide
<i>ITEL – Deutsches Lithiuminstitut GmbH</i>	Halle (Saale)
<i>Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung (IFW)</i>	Dresden
<i>Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden</i>	Dresden
<i>Max-Planck-Institut Kolloid- und Grenzflächenforschung</i>	Potsdam-Golm
<i>TH Wildau: Fachbereich Ingenieur- und Naturwissenschaften</i>	Wildau
<i>TU Bergakademie Freiberg: Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik (MVTAT)/ Lehrstuhl Elektrotechnik/ Institut für Experimentelle Physik</i>	Freiberg
<i>TU Berlin „Battery Circuit“, u.a. mit Fachgebieten Elektrische Energiespeichertechnik (EET) und Handhabungs- und Montagetechnik</i>	Berlin-Charlotten- burg
<i>TU Chemnitz: Institut für Mikrosystem- und Halbleitertechnik</i>	Chemnitz
<i>TU Dresden: Professur für Energiespeichersysteme/ Professur für Fahrzeugmechatronik</i>	Dresden

Beschäftigte

Tabelle: Beschäftigte in Unternehmen in Betrieb

<i>Unternehmen</i>	<i>Beschäftigte am Standort [Zahl]</i>	<i>davon im Batterieökosystem [Zahl]</i>	<i>Anteil batteriewirtschaftlicher Aktivitäten am Standort</i>
Alstom	2.000	100	0,05
BAM, Testgelände Technische Sicherheit	30	10	0,33
DAM Diehl Advanced Mobility GmbH	700	630	0,9
E.DIS AG	2.500	50	0,05
Forster System-Montage-Technik GmbH	100	5	0,05
G.B.S. Handelsgesellschaft	3	3	1
Genius Technologie GmbH	12	12	1
Gustav Scharnau GmbH	80	7	0,09
Hüffermann Transportsysteme GmbH	250	25	0,1
J K - electronic GmbH	5	5	1
LEAG (BigBattery Lausitz)	7.000	30	0,004
Mercedes-Benz Ludwigsfelde GmbH	2.000	200	0,1
Microvast GmbH	150	150	1
Regionales Regelkraftwerk Feldheim	20	20	1
ReMetall Deutschland AG	30	10	0,33
RollsRoyce Deutschland Ltd. & Co. KG	3.000	0	0
Rosenbauer Deutschland GmbH	270	50	0,2
Spreewerk Lübben	50	25	0,5
Stöbich Technology GmbH	4	4	1
Tesla Gigafactory Berlin-Brandenburg	8.000	8000	1
Witt Solutions GmbH	30	8	0,25
SUMME	26.234	9.344	

Quellen (in gleicher Reihenfolge): rbb24 (12/2021), Alstom_2021_PM_Batteriezug aus Henningsdorf, Schätzung i-Vector: Anteil der Batterie-Montage bzw. -Umrüstung in/von Zügen; Schätzung i-Vector; Schätzung i-Vector des Anteils der ZKS an der Gesamtproduktion im Standort; e-dis.de/de/ueber-uns/unternehmensportraet.html; EDIS_2022_Unternehmensporträt, EDIS_2020_Projekt moew.e; Selbstauskunft des Unternehmens; Schätzung i-Vector (Personalunion mit Stöbich); Schätzung i-Vector, Schätzung i-Vector; Selbstauskunft, Herr Schach; Presse-material | Hüffermann (hueffermann.de); Hüffermann_2022_Absatz und Umsatz, Schätzung i-Vector; LEAG_2021_BigBattery Lausitz in Betrieb genommen; LEAG_2018_50 MW-Stromspeicher BigBattery Lausitz; MB Ludwigsfelde_2023_Ausbildung Kfz-Mechatroniker für System- und Hochvolttechnik, Schätzung i-Vector; Batteriehersteller Microvast in Ludwigsfelde: Volle Ladung für Elektromobilität aus Brandenburg (tagesspiegel.de) / 02/21), Schätzung i-Vector; Schätzung i-Vector; Nachrichten | Rolls-Royce - Rolls-Royce Standort Dahlewitz; Standort Luckenwalde - Rosenbauer, Schätzung i-Vector; Munitionsentsorger bei Lübben: Batterien und Bomben - Spreewerk plant neue Geschäftsfelder | Lausitzer Rundschau (lr-online.de); Schätzung i-Vector; Schätzung i-Vector; Schätzung i-Vector.

Tabelle: Beschäftigte in Unternehmen geplant und in Bau

Unternehmen	Beschäftigte am Standort [Zahl]	davon im Batterieökosystem [Zahl]	Anteil batteriewirtschaftlicher Aktivitäten am Standort
BASF Schwarzheide GmbH	2.087	120	0,06
Bertschi STR	30	30	1
Botree Cycling Sci & Tech., Ltd.	50	50	1
Dekra (Lausitzring)	250	40	0,16
EV Cargo	120	120	1
Remondis	300	15	0,05
Rock Tech Lithium	150	150	1
SVOLT Energy Technology (Europe) GmbH	1.000	1000	1
Tesla Gigafactory Berlin-Brandenburg	2.000	2.000	1
SUMME	5.987	3.525	

Quellen (in gleicher Reihenfolge): BASF Standortporträt 2022, Aussage von Dr. Rudloff, Clusterkonferenz Kunststoffe und Chemie, Brandenburg a.d.Havel, September 2022; Schätzung i-Vector; Schätzung i-Vector, Schätzung i-Vector; Selbstauskunft Dekra, Herr Klug; MOZ 05.12.2022: Sascha Stroetges, Managing Director EV Cargo

Deutschland; Schätzung i-Vector, da Remondis Batterierecycling-Aktivitäten noch nicht offiziell gestartet oder bekannt gegeben hat; [rbb24.de/studiocottbus/wirtschaft/2022/06/guben-rocktech-lithium-infomarkt--ansiedlung-autobatterien-tesla-wirtschaft.html](https://www.rbb24.de/studiocottbus/wirtschaft/2022/06/guben-rocktech-lithium-infomarkt--ansiedlung-autobatterien-tesla-wirtschaft.html) - Aussage von Markus Brügmann, Februar 2022; [rbb24.de/studiocottbus/wirtschaft/2022/09/lauchhammer-svolt-ansiedlung-batterie-vestas-werk.html](https://www.rbb24.de/studiocottbus/wirtschaft/2022/09/lauchhammer-svolt-ansiedlung-batterie-vestas-werk.html), Aussage des Europachefs Kai-Uwe Wollenhaupt im Sept. 2022 im Beisein von Wirtschaftsminister Steinbach; Schätzung i-Vector, Schätzung i-Vector

Quellen- und Literaturverzeichnis

Studien, Publikationen und Online-Quellen

AMZ Sachsen (2023): Branchenkarte Automotive Sachsen. Online abgerufen unter [www.amz-sachsen.de/publikation/branchenkarte-automotive-sachsen-2023/] am 16.01.2023.

ASG Spremberg GmbH (2022, 24.04.): Altech informiert über strategische Entwicklung am Industriepark Schwarze Pumpe. Online abgerufen unter [www.asg-spremberg.de/blog/2022/03/29/altech-informiert-ueber-strategische-entwicklung-am-industriepark-schwarze-pumpe/] am 16.12.2023.

Auto-motor-sport (2022, 15.12.): Mercedes baut Akku-Produktions-Netzwerk aus... Online abgerufen unter [www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/alternative-antriebe/batteriezellen-fertigung-deutschland-wo-elektroauto-akkus-entstehen/] am 16.12.2022.

BASF (2022, 20.06.): BASF baut in Schwarzheide eine Batterierecyclinganlage für schwarze Masse im großtechnischen Maßstab. Online abgerufen unter [www.basf.com/global/de/media/news-releases/2022/06/p-22-249.html], abgerufen am 30.01.2023.

Battery Technology (2022, 01.12.): New Factories Coming from Hyundai & 6 Other Companies. Online abgerufen unter [www.batterytechonline.com/news/new-factories-coming-hyundai-6-other-companies] am 06.12.2022.

Beermann, V., Vorholt, F. (2021): Marktanalyse Q4 2021. Europäische Batteriezellproduktion expandiert. Publikation der wissenschaftlichen Begleitung Batteriezellfertigung. Berlin/ Bonn.

China Passenger Car Association (2022): Online abgerufen unter [cpcaauto.com/] am 17.12.2022.

Rock Tech Lithium (2023, 12.01.): Erster Lithium-Konverter in Guben: Behörde genehmigt vorzeitigen Beginn für Rock Tech. Pressemitteilung. Guben/ Vancouver, British Columbia.

Electrive.net (2023a, 19.01.): BMW plant wohl Batterie-Montagewerk in Niederbayern. Online abgerufen unter [www.electrive.net/2023/01/18/bmw-plant-wohl-batterie-montagewerk-in-niederbayern/] am 19.01.2023.

Electrive.net (2023b, 16.01.): Rock Tech Lithium darf vorzeitig in Guben bauen. Online abgerufen unter [www.electrive.net/2023/01/16/rock-tech-lithium-darf-vorzeitig-in-guben-bauen/] am 17.01.2023.

Electrive.net (2023c, 20.01.): Leadec erhält Auftrag zur Reparatur von E-Transporter-Batterien. Online abgerufen unter [www.electrive.net/2023/01/20/leadec-erhaelt-auftrag-zur-reparatur-von-e-transporter-batterien/] am 20.01.2023.

Electrive.net (2022a, 08.12.): Batteriepreise steigen erstmals seit 2010. Online abgerufen unter [electrive.net/2022/12/08/batteriepreise-steigen-erstmals-seit-2010/] am 31.12.2022.

Electrive.net (2022b, 12.12.): CATL meldet Start der Zellenfertigung in Arnstadt. Online abgerufen unter [electrive.net/2022/12/22/catl-meldet-start-der-zellenfertigung-in-arnstadt/] am 31.12.2022.

Electrive.net (2022c, 14.02.): Skoda startet Serienfertigung des Enyaq Coupé. Online abgerufen unter [www.electrive.net/2022/02/14/skoda-startet-serienfertigung-des-nyaq-coupe/] am 16.01.2023.

En:former (2019, 10.04.): Europa will selbst Batteriespeicher herstellen. Online abgerufen unter [www.en-former.com/batteriespeicher-ausbau-europa/] am 06.12.2022.

En:former (2020, 14.10.): Volle Power für Batterie-Boom. Online abgerufen unter [www.en-former.com/volle-power-fuer-batterie-boom/] am 06.12.2022.

En:former (2021, 02.02.): Batterie-Boom: Hier entstehen deutsche „Gigafactories“. Online abgerufen unter [www.en-former.com/batterie-boom-hier-entstehen-deutsche-gigafactories/] am 06.12.2022.

Europäische Investitionsbank (2019, 19.05.): Schweden: EU-Mittel für die Akku-Gigafabrik von Northvolt. Online abgerufen unter [www.eib.org/de/press/all/2019-127-european-backing-for-northvolt-s-battery-gigafactory-in-sweden] am 06.12.2022.

Insidееv.com (2022, 11. Dezember): US: All-Electric Car Registrations Exceeded 600,000 By End Of October 2022. Online abgerufen unter [insideevs.com/news/625909/us-electric-car-registrations-october2022/] am 31.12.2022.

Kraftfahrtbundesamt (2022): Fahrzeuge. Online abgerufen unter [www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/fahrzeuge_node.html;jsessionid=DC79F2F9D2DC354D76B48D6002C664CE.live11313] am 31.12.2022.

Nicke, Katrin/ Holst, Gregor/ Gleiter, Tabea/ Reichelt, Lutz/ Zittel, Werner (2019): Batterierecycling als Beschäftigungsperspektive für die Lausitz. Ansätze einer arbeits- und beschäftigungsorientierten Regionalentwicklungsstrategie. Stiftung Neue Länder in der Otto Brenner Stiftung. Frankfurt am Main.

PEM (2022): Battery Atlas 2022. Shaping the European Lithium-Ion-Battery Industry. Herausgegeben von Heiner Heimes, RWTH Aachen.

Rocktech (2022, 12.12.): Erster Lithium-Konverter in Guben: Behörde genehmigt vorzeitigen Beginn für Rock Tech. Online abgerufen unter [https://res.cloudinary.com/rocktech/image/upload/v1673519544/M_Info_Early_Start_Guben2022_DEU_Financial_0a5e783f8d.pdf] am 15.12.2022.

Rosenbauer.com (2022, 12.12.): Berliner Feuerwehr bestellt weitere E-Fahrzeuge. Online abgerufen unter [www.rosenbauer.com/de/int/presse/fachpresse/nd/berliner-feuerwehr-bestellt-weitere-e-fahrzeuge-1] am 19.12.2022.

SNE (2022): Global Batteries. Online abgerufen unter [marketresearch.com/Freedonia-Group-Inc-v1247/Global-Batteries-32325192/] am 12.12.2022.

Statistik Austria (2023): 10 % weniger Pkw-Neuzulassungen im Jahr 2022. Pressemitteilung: 12 978-006/23, Wien.

U.S. Environmental Protection Agency (2022, 18.12.): Qualified Commercial Clean Vehicle Tax Credit. In: Database of State Incentives for Renewables & Efficiency. Online abgerufen unter [[DSIRE \(dsireusa.org\)](https://dsireusa.org)] am 06.12.2022.

VDI/VDE/IT (2022a): Die Bedeutung regionaler Wertschöpfungsstrukturen in der Batterieindustrie Anknüpfungs- und Transferpotenziale für das Batterie-Ökosystem an regionale Wirtschaftsstrukturen in Deutschland und Europa. Publikation der wissenschaftlichen Begleitung zur Fördermaßnahme Batteriezellfertigung im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz. Berlin/ Bonn.

VDI/VDE/IT (2022b): Messen von Nachhaltigkeit. Eine konsistente Metrik für nachhaltige Metrik für nachhaltige Batterien. Publikation der wissenschaftlichen Begleitung zur Fördermaßnahme Batteriezellfertigung im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz. Berlin/ Bonn.

VDI/VDE/IT (2021): Ökosystem der Batteriezellfertigung. Netzwerkstrukturen als Grundlage für Wissenstransfer und Wertschöpfungspartnerschaften. Publikation der wissenschaftlichen Begleitung zur Fördermaßnahme Batteriezellfertigung im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz. Berlin/ Bonn.

Koalitionsverträge und Masterpläne

CDU Sachsen/ Bündnis 90/ Die Grünen in Sachsen/ SPD Sachsen (2019): Gemeinsam für Sachsen. Koalitionsvertrag 2019 bis 2024. Dresden.

Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe: Masterplan Industriestadt Berlin 2022-2026. Berlin.

SPD, Landesverband Berlin/ Bündnis 90/Die Grünen, Landesverband Berlin/ Die Linke, Landesverband Berlin (2021): Zukunftshauptstadt Berlin. Sozial. Ökologisch. Vielfältig. Wirtschaftsstark. Koalitionsvertrag Berlin 2021-2026. Berlin.

SPD Brandenburg/ CDU Brandenburg, Bündnis 90/Die Grünen Brandenburg (2019): Zusammenhalt, Nachhaltigkeit, Sicherheit – Ein neues Kapitel für Brandenburg. Gemeinsamer Koalitionsvertrag 2019-2024. Potsdam.