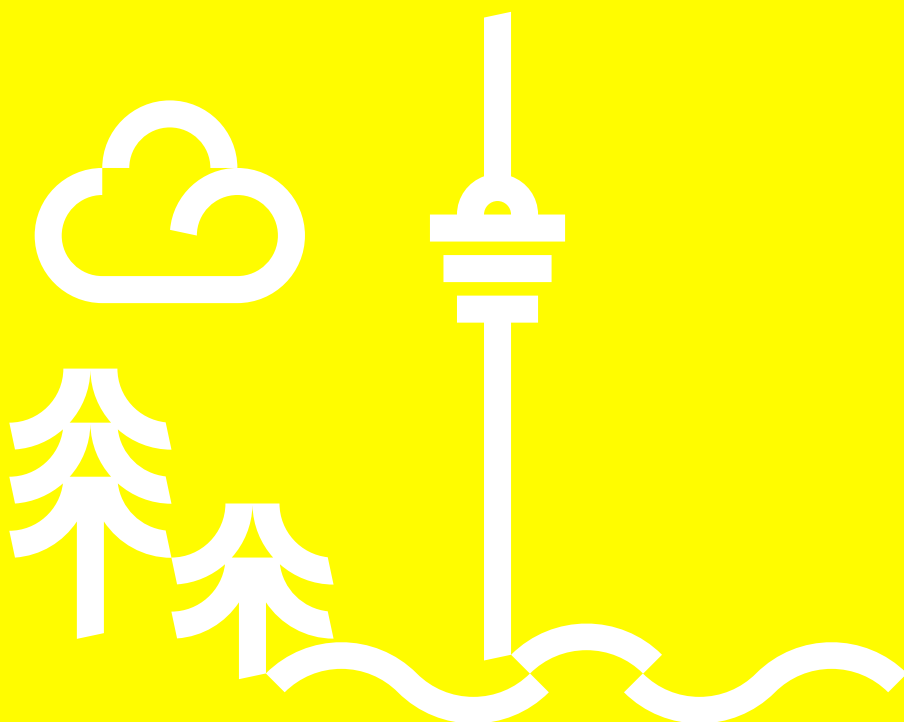


Ermittlung des Bedarfs im Ökosystem Batterie in Baden-Württemberg



Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1 Auftrag, Untersuchungsrahmen und Methodik	4
1.1 Untersuchungsrahmen	4
1.2 Das Ökosystem Batterie	4
2 Umfeldanalyse – Ökosystem Batterie in Baden-Württemberg	6
2.1 Batteriewertschöpfung in Europa	6
2.2 Nationale und europäische Strategie	7
2.2.1 Batterien als Teil der Hightech Agenda Deutschland	7
2.2.2 Darstellung der Batteriestrategien von EU und Deutschland	8
2.3 Förderprogramme	9
3 Bestandsaufnahme – Akteure im Ökosystem Batterie in Baden-Württemberg	11
3.1 Batteriematerialien	12
3.2 Batteriezellenfertigung	13
3.3 Batteriepack-, -modul-, -systemhersteller	13
3.4 Zulieferer	15
3.4.1 Maschinen- und Anlagenbau	15
3.4.2 Automatisierung und Informationstechnologie	16
3.4.3 Maschinenkomponentenhersteller	17
3.4.4 Messtechnik- und Sensorikhersteller	18
3.5 Anwender	18
3.5.1 Automotive	18
3.5.2 Powertools	19
3.5.3 Stationäre Speicher	19
3.5.4 Sonstige Anwendungen	20
3.6 Batterie-re-use, -repair und -recycling	21
3.7 FuE-Einrichtungen	22
4 Bedarf zur Entwicklung der Wertschöpfungskette	28
4.1 Wachstumsfelder des Ökosystems Batterie	28
4.2 Handlungsbedarfe zur Entwicklung der Wertschöpfungskette	28
5 Fazit	33
Literaturverzeichnis	35
Abbildungsverzeichnis	38
Unternehmen	39
Impressum	45

Zusammenfassung

Die vorliegende Studie untersucht das Ökosystem Batterie in Baden-Württemberg entlang der gesamten Wertschöpfungskette von der Rohstoffgewinnung über Zell- und Systemproduktion bis hin zu Second Life und Recycling. Grundlage sind eine umfassende Sekundärrecherche sowie Expertengespräche. Die Analyse zeigt, dass Baden-Württemberg über hohe Kompetenzen in Bereichen wie Maschinen- und Anlagenbau, Systemintegration, Messtechnik, Automatisierung sowie grundlagen- und anwendungsorientierter Forschung verfügt. Gleichzeitig fehlt aber eine wettbewerbsfähige großskalige Zellfertigung, wodurch Anwender stark von internationalen Lieferketten und insbesondere von asiatischen Anbietern abhängig bleiben. Auch gelingt es baden-württembergischen Akteuren (z.B. Anlagenbauern) durch mangelnde Wettbewerbsfähigkeit am Weltmarkt zu partizipieren.

Auf europäischer Ebene verfolgen die EU und Deutschland das Ziel, eine eigenständige und wettbewerbsfähige Batteriewertschöpfung aufzubauen. Leitend ist dabei die industriepolitische Zielsetzung: **„Wir bauen bis 2035 eine wettbewerbsfähige Batterieproduktion und -kreislaufführung in Deutschland auf, eingebettet in ein europäisches Produktionsnetzwerk.“** [1] Initiativen wie die Hightech Agenda, die EU-Batterieverordnung, IPCEI-Projekte und weitere Förderprogramme sollen dieses Ziel unterstützen. Im europäischen Kontext entsteht dabei ein arbeitsteiliges System: Regionen mit günstigen Rohstoff- und Energiebedingungen (z.B. Skandinavien oder die Iberische Halbinsel) übernehmen rohstoffnahe Prozessschritte, während andere Standorte – etwa in Frankreich oder Ungarn – großskalige Zellfertigungen aufbauen. Recyclingkapazitäten konzentrieren sich zunehmend in industriell geprägten Regionen. Baden-Württemberg nimmt in diesem System vor allem eine Rolle als Standort für Automotive-Anwendungen, Systemintegration, Maschinenbau und Forschung ein.

Die Bestandsaufnahme identifiziert mehr als 200 Industrieunternehmen sowie 38 Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen im Land. Besondere Schwerpunkte

liegen im Maschinen- und Anlagenbau, in der Systemintegration für Automotive-, stationäre Speicher- und Spezialanwendungen, in Messtechnik und Sensorik sowie in einer stark vernetzten Forschungslandschaft. Gleichzeitig zeigen sich strukturelle Schwächen: Es fehlt eine großskalige Zellproduktion, Energie-, Standortkosten und Personalkosten sind hoch, Maschinenbaukompetenzen sind fragmentiert und es mangelt an Anbietern von Turnkey-Lösungen. Zudem gelingt es Start-ups und neuen Materialanbietern bislang nur begrenzt, ihre Technologien industriell zu skalieren und Großinvestitionen aufgrund der mittelständisch geprägten Strukturen herausfordernd.

Wachstumspotenziale ergeben sich vor allem durch die zunehmende Elektrifizierung des Verkehrs, den Ausbau stationärer Energiespeicher sowie durch Spezialanwendungen etwa in Drohnen, Medizintechnik oder Heavy-Duty-Segmenten. Auch im Bereich Recycling und Second-Life-Nutzung bestehen bedeutende Entwicklungsmöglichkeiten. Gleichzeitig verschärfen globale Überkapazitäten und die Kostenvorteile asiatischer Produzenten den Wettbewerbsdruck auf europäische Zellhersteller. Vor diesem Hintergrund erscheint es für Baden-Württemberg strategisch sinnvoll, insbesondere seine Stärken in Systemkompetenz, Produktions-Know-how, Maschinen- und Anlagenbau, Materialentwicklung sowie hochwertigem Recycling weiter auszubauen, anstatt direkt mit asiatischer Massenproduktion zu konkurrieren. Die Studie macht zudem deutlich, dass Forschung und industrielle Praxis im Land grundsätzlich gut miteinander vernetzt sind. Der Transfer in großskalige industrielle Wertschöpfung wird jedoch durch mehrere Faktoren gebremst: fehlende große Ankerinvestitionen, begrenzter Zugang zu Wachstumskapital, komplexe regulatorische Rahmenbedingungen, hohe Energiekosten sowie lange Genehmigungsverfahren. Ohne gezielte Verbesserungen dieser Standortbedingungen besteht die Gefahr, dass Baden-Württemberg trotz seiner starken technologischen Basis weiter an industrieller Wertschöpfung und strategischer Handlungsfähigkeit im Batteriebereich verliert.

1. Auftrag, Untersuchungsrahmen und Methodik

Das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg unterstützt seit mehr als zehn Jahren Projekte und Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette Batterie in Baden-Württemberg. Um die Entwicklungen in Baden-Württemberg auch zukünftig gezielt zu unterstützen, ist ein Überblick über alle relevanten Akteure, deren Bedarfe und Potenziale notwendig. Hierbei wird die gesamte Wertschöpfungskette von den Materialien, der Produktion, der Anwendung (1st-life & Re-use) bis hin zum Recycling betrachtet.

Die Studie folgt einem Mixed-Methods-Ansatz aus systematischer Sekundärrecherche und bilateralen, teils vertraulichen Expertengesprächen und Erfahrungsberichten aus der Industrie. Auf Basis der erhobenen Informationen wurden die beteiligten Akteure identifiziert und den Abschnitten der Wertschöpfungskette zugeordnet. Abschließend wurden Entwicklungsperspektiven abgeleitet.

Die Studie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, da die Batteriewirtschaft einer hohen Dynamik unterliegt. Die Untersuchungsergebnisse stellen eine Momentaufnahme zum 27.02.2026 dar.

1.1 Untersuchungsrahmen

Der in der Studie betrachtete Untersuchungsrahmen ist geographisch durch das Land Baden-Württemberg gegeben. Unternehmen werden betrachtet, wenn ihr Hauptsitz oder die für das Ökosystem Batterie relevante Wertschöpfung in Baden-Württemberg liegt.

Eine weitere Differenzierung nach Zellchemien (z. B. Lithium-Ionen-, Natrium-Ionen- oder Festkörperbatterien) erfolgt im Rahmen der Untersuchung nicht. Hintergrund ist, dass sich die aktuell etablierten industriellen Produktionskapazitäten überwiegend auf Lithium-Ionen-Batterien konzentrieren. Die Natrium-Ionen-Technologie wird zudem als sogenannte Drop-in-Technologie betrachtet, bei der nach der Materialgewinnung und -aufbereitung für die beteiligten Akteure weitgehend

unerheblich ist, ob Lithium- oder Natrium-Ionen-Zellen gefertigt werden. Anpassungsbedarfe ergeben sich primär auf Anwenderseite, insbesondere aufgrund abweichender Spannungslagen.

Festkörperbatterien werden als Teil der aktiven Forschungs- und Entwicklungslandschaft berücksichtigt. Ein Transfer dieser Technologie in die industrielle Großserienproduktion ist bislang jedoch noch nicht erfolgt. Abhängig vom jeweiligen Zelltyp (oxidisch, sulfidisch oder polymerbasiert) können sich die Herstellungsprozesse zudem teils deutlich von den derzeit etablierten Produktionsverfahren unterscheiden.

1.2 Das Ökosystem Batterie

Das Ökosystem Batterie für die vorliegende Studie umfasst alle Institute, Forschungseinrichtungen sowie Unternehmen, die sich mit der Herstellung von Rohmaterialien für die Zellfertigung, der Batteriezellenproduktion, der Anwendung der Produkte sowie deren gezieltem Recycling zur Rückgewinnung der enthaltenen Rohstoffe beschäftigen oder deren Zuliefern (in Form von Messtechnik, Komponenten oder Maschinen- und Anlagentechnik).

Abbildung 1 zeigt die betrachtete Wertschöpfungskette des Ökosystems Batterie. Dieses beinhaltet die Herstellung von Batteriematerialien, deren Verarbeitung zu Batteriezellen und Modulen, die Nutzung sowie das Recycling.

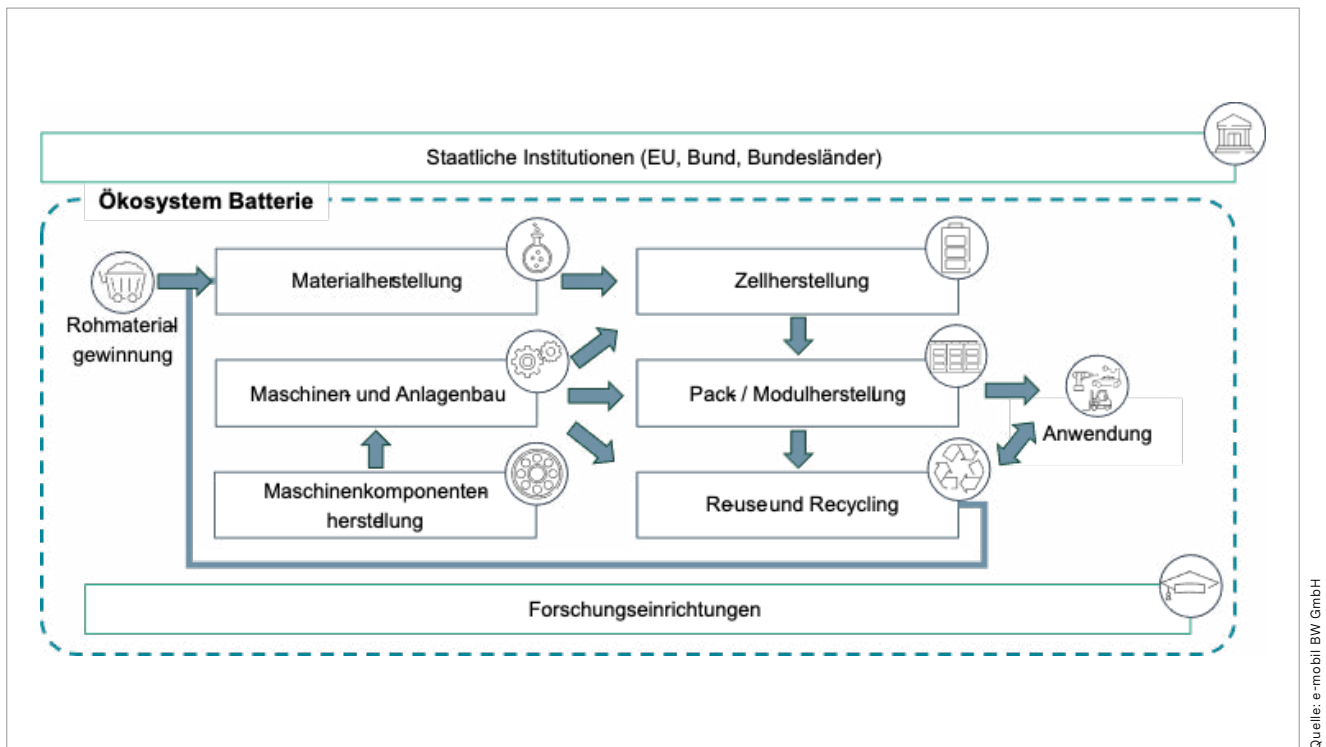


Abbildung 1: Ökosystem Batterie

Entlang der Wertschöpfungskette werden die erfassten Akteure (Unternehmen und F&E-Einrichtungen) unterschiedlichen Gruppen zugeordnet:

- Materialgewinnung und -herstellung
- Batteriezellenherstellung
- Batteriepack-, -modul- und -systemhersteller
- Zulieferer
- Anwender
- Reuse, Repair und Recycling
- Forschung und Entwicklung

2. Umfeldanalyse – Ökosystem Batterie in Baden-Württemberg

Das globale Batterie-Ökosystem wird maßgeblich durch den asiatischen, insbesondere den chinesischen Markt geprägt. Aufgrund einer erheblichen Überkapazität, die nahezu das Vierfache der aktuellen Nachfrage beträgt, liegt die Auslastung der Produktionsanlagen in dieser Region bei weniger als 45 %. Diese Überkapazität führt zu einer Marktsättigung, die sich in einer deflationären Preisentwicklung sowie einer erhöhten finanziellen Unsicherheit für lokale Investoren manifestiert. [2] Prognosen zufolge könnte der Anteil europäischer Zellhersteller an den Produktionskapazitäten in Europa von heute 8 % bis zum Jahr 2030 auf etwa 50 % steigen. [3, 4]

2.1 Batteriewertschöpfung in Europa

Die europäische Batteriewertschöpfung bildet sich zunehmend als räumlich differenziertes, jedoch eng vernetztes Industriesystem heraus, in dem einzelne Regionen spezifische Funktionen entlang der Lieferkette übernehmen. Während einige Standorte auf Rohstoffgewinnung und -verarbeitung spezialisiert sind, konzentrieren sich andere auf Zellproduktion, Fahrzeugintegration oder Recycling. [5]

In Skandinavien, insbesondere in Nordschweden und Finnland, liegt der Schwerpunkt auf einer ressourcen- und nachhaltigkeitsorientierten Upstream-Wertschöpfung. Die Region verfügt über bedeutende Vorkommen von Nickel, Kobalt, Eisen und Grafit sowie über große Mengen kostengünstiger erneuerbarer Energie, die für energieintensive Raffinations- und Produktionsprozesse entscheidend ist. Daher hatte das Unternehmen Northvolt AB versucht, sich in Skellefteå mit einer der größten europäischen Gigafactories anzusiedeln. Gleichzeitig entstehen in Finnland chemische Verarbeitungsanlagen für Batteriemetalle, wodurch ein erheblicher Teil der europäischen Rohstoffraffination in diese Region verlagert wird. [6]

Spanien und Portugal verfügen über einige der bedeutendsten Lithiumvorkommen Europas und sollen langfristig die Rohstoffbasis der europäischen Batterieproduk-

tion stärken. Die Deutsche Rohstoffagentur hebt hervor, dass diese Region eine Schlüsselrolle in der Upstream-Versorgung einnehmen könnte. Gleichzeitig entstehen dort erste Projekte zur lokalen Weiterverarbeitung, um nicht nur Rohstoffe zu exportieren, sondern höhere Wertschöpfungsstufen im Land zu halten. Die günstige Energieerzeugung durch Photovoltaik und geringere Lohnkosten, sowie die dortige Automobilindustrie zieht Batteriezellhersteller wie PowerCo SE und Envision AESC an.

Ein ausgeprägt produktionsorientiertes Cluster bildet das sogenannte Battery Valley in der nordfranzösischen Region Hauts-de-France. Hier entstehen mehrere Gigafactories in unmittelbarer Nähe zu bestehenden Automobilwerken, wodurch Transportwege verkürzt und Lieferketten stabilisiert werden sollen. Zu den wichtigsten Akteuren zählen Automotive Cells Company SE, der Hersteller Verkor SAS sowie Envision AESC. Die Region fungiert damit als industrieller Kern der europäischen Zellproduktion und ist stark auf Massenfertigung ausgerichtet, weniger auf Rohstoffverarbeitung oder Recycling.

Eine besonders dynamische Entwicklung zeigt sich in Mittel- und Osteuropa, insbesondere in Ungarn. Das Land hat sich zu einem zentralen Produktionshub der europäischen Batterieindustrie entwickelt, obwohl es über kaum eigene Rohstoffvorkommen verfügt. Schlüsselprojekt ist die Gigafactory von CATL in Debrecen, ergänzt durch weitere Anlagen internationaler Unternehmen wie Samsung SDI. Ungarn profitiert von vergleichsweise niedrigen Produktionskosten, staatlicher Förderung und der Nähe zu großen Automobilwerken in Deutschland und Osteuropa. Die Rolle des Landes entspricht damit vor allem der eines Downstream-Standorts für Zellfertigung und Vorprodukte, während Rohstoffe und Materialien überwiegend importiert werden. Gleichzeitig entstehen dort erhebliche Mengen Produktionsabfälle, die perspektivisch eine Grundlage für regionale Recyclingkapazitäten bilden könnten.

Die räumliche Arbeitsteilung der europäischen Batterieindustrie lässt sich somit als mehrstufiges System beschreiben: rohstoff- und energieorientierte Regionen in Skandinavien und auf der Iberischen Halbinsel, großskalige Produktionscluster in Frankreich und Ungarn sowie Recyclingzentren in industriell geprägten Regionen Mitteleuropas. Diese Struktur entspricht der Einschätzung der Deutschen Rohstoffagentur, wonach Europa vor allem in mittleren und nachgelagerten Wertschöpfungsstufen stark ist, während Upstream-Aktivitäten weiterhin ausgebaut werden müssen. [7]

Insgesamt entsteht kein einzelnes europäisches „Battery-Silicon-Valley“, sondern ein transnationales, funktional differenziertes Produktionssystem. Seine langfristige Stabilität wird davon abhängen, ob es gelingt, die Defizite bei Rohstoffen durch Diversifizierung, Recycling und technologische Innovation zu kompensieren und gleichzeitig die industrielle Skalierung der Zellproduktion aufrechtzuerhalten. Die Batterie wird damit zum Schlüsselprodukt eines umfassenden industriellen Strukturwandels, der sowohl energiepolitische als auch geopolitische Dimensionen besitzt.

2.2 Nationale und europäische Strategie

Die Industrie sieht in der Batteriepolitik einen deutlich erhöhten Handlungsbedarf. Ausdruck dessen ist das gemeinsame Positionspapier von KLiB, VCI, VDA, VDMA und ZVEI vom 15. Oktober, das an die Bundesregierung gerichtet ist. Darin werden eine kohärente, gemeinsam abgestimmte Strategie, größere Klarheit und Verbindlichkeit der politischen Rahmenbedingungen, ein ganzheitliches Verständnis der Batteriewertschöpfungskette sowie eine gezielte Verbesserung der Standortbedingungen in Deutschland eingefordert. Im Zentrum stehen dabei die Schaffung fairer Wettbewerbsbedingungen, ein ausgewogenes Risk-Sharing im industriellen Ökosystem, die Sicherung des Zugangs zu Rohstoffen sowie eine verstärkte Förderung von Forschung und Innovation. [8, 9]

Die nationale Batteriestrategie der Bundesregierung ist in mehreren zentralen Dokumenten verankert. Hierzu zählen insbesondere die Hightech Agenda Deutschland (10/2025), der Koalitionsvertrag der Bundesregierung (05/2025) [10] sowie das Dachkonzept Batteriefor- schung des BMFTR (erstmalig 2018 vorgelegt, aktualisiert 2023) [11].

2.2.1 Batterien als Teil der Hightech Agenda Deutschland

Die Hightech Agenda Deutschland ist das aktuellste der genannten Dokumente mit Bezug zur nationalen Batteriestrategie. [1] Sie wurde unter anderem durch das BMFTR beim Runden Tisch Batterie¹ im Oktober 2025 in Stuttgart vorgestellt. Im Folgenden wird der Batterieteil der Agenda zusammengefasst.

Zweck:

Zweck der Hightech Agenda ist es, „Made in Germany“ als Markenzeichen zu stärken und Deutschland als attraktiven Standort für Spitzenkräfte und Investoren zu positionieren. Zugleich soll die Abhängigkeit von kritischen Rohstoffen verringert und technologische Souveränität aufgebaut werden. Ein weiterer zentraler Anspruch ist die Sicherung der Handlungsfähigkeit in strategisch wichtigen Zukunftsfeldern, insbesondere bei Technologien für die klimaneutrale Mobilität.

Ziele:

Die zentralen Ziele im Bereich Batterien bestehen darin, bis 2035 eine wettbewerbsfähige Batterieproduktion einschließlich geschlossener Kreislaufführung in Deutschland aufzubauen, die in ein europäisches Produktionsnetzwerk eingebettet ist. Darüber hinaus soll die Innovations- und Wirtschaftskraft Deutschlands durch gezielte Investitionen in Forschung, Entwicklung und industrielle Skalierung gestärkt werden.

Mittel:

Zur Umsetzung dieser Ziele setzt die Hightech Agenda auf mehrere Instrumente. Hierzu zählen Batteriekompetenzcluster mit Schwerpunkten auf Materialien, Produktionsprozessen und ab 2026 verstärkt auf Festkörperbatterien. Eine Schlüsselrolle spielt die Forschungsfabrik Batteriezone (FFB) als „Lab-to-Fab“-Plattform mit starker industrieller Anbindung; die Pre-Fab demonstrierte am 15. Dezember 2025 die erste funktionsfähige Zelle. Der zweite Bauabschnitt, dessen Grundstein im September 2025 gelegt wurde, ist rund siebenmal größer als die Pre-Fab und soll 2028/29 in Betrieb gehen. [12]

¹ Initiiert durch die Landesagentur e-mobil BW, das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg und Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg

Ergänzend werden vertikale Applikationsallianzen etabliert, die neue Wertschöpfungsketten von der Forschung in die Industrie aufbauen und Technologieentwicklung eng mit konkreten Anwendungen verknüpfen; dieses Instrument ist insbesondere für Batterieanwender in Baden-Württemberg von hoher Relevanz. Darüber hinaus werden Verbundforschungsprojekte wie „Cluster goes Industrie“ und die geplante Fortsetzung von B@TS gefördert. Flankierend setzt die Agenda auf internationale Kooperationen, unter anderem in Form bilateraler Forschungsinitiativen mit Japan, den USA, Taiwan und Frankreich. Weitere Partnerschaften befinden sich in Planung. Für batteriebezogene Forschungs- und Innovationsprojekte im Rahmen der Hightech Agenda sind im aktuellen Etat 227 Mio. Euro eingeplant. [13]

2.2.2 Darstellung der Batteriestrategien von EU und Deutschland

Die Batteriestrategien Deutschlands und der Europäischen Union weisen in ihrer grundsätzlichen Ausrichtung eine hohe Übereinstimmung auf. Im Mittelpunkt stehen in beiden Fällen der Ausbau und die Optimierung von Zellproduktionsprozessen, die Weiterentwicklung von Lithium-Ionen- und Natrium-Ionen-Technologien sowie die Erforschung und Industrialisierung von Festkörperbatterien. Ein zentrales gemeinsames Ziel ist dabei das Schließen bestehender Lücken in der europäischen Batteriewertschöpfungskette von der Rohstoffversorgung über Materialien und Zellfertigung bis hin zu Systemintegration, Kreislaufführung und Recycling.

Die europäische Batteriestrategie ist in einer Reihe politischer, regulatorischer und förderpolitischer Initiativen verankert, die den Aufbau einer wettbewerbsfähigen, nachhaltigen und resilienten Batterieindustrie in Europa zum Ziel haben.

Bereits 2018 wurde mit dem „EU Strategic Action Plan on Batteries“ („Sustainable Mobility for Europe: safe, connected and clean“) ein strategischer Fahrplan für die Entwicklung und den Aufbau einer europäischen Batterieindustrie vorgelegt, eingebettet in die übergeordnete Strategie für eine sichere, vernetzte und nachhaltige Mobilität in Europa. [14]

Einen zentralen regulatorischen Rahmen bildet seit 2023 die „New EU Batteries Regulation“ (in Kraft seit 08/2023). Sie verfolgt einen ganzheitlichen Ansatz entlang des Lebenszyklus von Batterien – von der Rohstoffgewin-

nung über die Produktion bis zu Sammlung, Recycling und Wiederverwendung. Ziel ist es, die Nachhaltigkeit von Batterien zu erhöhen, den Übergang zu sauberer Energie zu unterstützen und gleichzeitig die Abhängigkeit der Europäischen Union von Energie- und Brennstoffimporten zu verringern. [15]

Ergänzend hierzu wurden in den Jahren 2024 und 2025 mehrere strategische Initiativen zur industriellen Stärkung und zur Absicherung der Lieferketten auf den Weg gebracht. Mit der Initiative „Battery Booster“ (12/2025) stellt die Europäische Kommission 1,8 Mrd. Euro zur Stärkung der großindustriellen europäischen Batteriezellproduktion bereit, um den Ausbau der europäischen Batteriewertschöpfungskette zu beschleunigen, Investitionen zu fördern, die Innovationsfähigkeit zu steigern und die Koordination zwischen den Mitgliedstaaten zu verbessern. [16]

Parallel dazu adressiert der „RESourceEU Action Plan“ (12/2025, „Accelerating our critical raw materials strategy to adapt to a new reality“) die hohe Abhängigkeit der EU von kritischen Rohstoffen. Durch koordinierte Maßnahmen mit Mitgliedstaaten, Drittstaaten und der Industrie sollen Lieferketten diversifiziert, gesichert und resilienter ausgestaltet werden. [17, 18]

Eine wesentliche Rolle bei der finanziellen Unterstützung spielt zudem der EU Innovation Fund (Ausschreibung 07/2025). Im Rahmen der Ausschreibung werden insgesamt 852 Mio. Euro für Batterieprojekte bereitgestellt, unter anderem für die Willstätt GigaFactory 2 GWh (WGF2G) von der Leclanché GmbH in Baden-Württemberg sowie Projekte von ACC und Verkor in Frankreich, Novo in Schweden und LG in Polen. Nach dem Strategiewechsel der Porsche AG für das Tochterunternehmen CellForce Group entfällt der größte Anteil der Förderung auf französische Vorhaben.[19]

Darüber hinaus unterstützen die Important Projects of Common European Interest (IPCEI) verschiedene Stufen der Wertschöpfungskette. Gefördert werden unter anderem Materialien, darunter Rohmaterialien und fortschrittliche Materialien, die Entwicklung und Produktion von Zellen und Modulen – etwa durch VARTA im Rahmen des IPCEI European Battery Innovation (EuBatIn, koordiniert durch VDI/VDE Innovation + Technik GmbH) sowie Batteriesysteme, Repurposing, Recycling und Refining. [20]

Auf Forschungs- und Innovationsebene ergänzt die

öffentlich-private Partnerschaft BATT4EU diese Maßnahmen durch eine Strategic Research and Innovation Agenda (SRIA). Die erstmals 2021 veröffentlichte und im Februar 2024 aktualisierte Agenda definiert prioritäre Themenfelder der Batterieforschung und innovation, die als Grundlage für die gezielte Bereitstellung öffentlicher Mittel dienen. [21]

Haupttreiber für die zukünftige Ausrichtung der nationalen und europäischen Batteriestrategie sind mehrere eng miteinander verknüpfte technologische und strategische Ziele. Im Vordergrund steht die Verringerung der Abhängigkeit von kritischen Rohstoffen, wie Lithium, Kobalt und Grafit, deren begrenzte Verfügbarkeit und geopolitische Konzentration, die Versorgungsrisiken und Kostenvolatilitäten mit sich bringen. Parallel dazu wird die Entwicklung nachhaltigerer und kostengünstigerer Material- und Systemalternativen vorangetrieben, um ökologische Auswirkungen zu reduzieren und die Wirtschaftlichkeit über den gesamten Lebenszyklus zu verbessern.

Zugleich besteht ein kontinuierlicher Bedarf an der Steigerung von Energiedichte, Leistungsfähigkeit und Sicherheit von Batterien, etwa im Hinblick auf Reichweite, Ladegeschwindigkeit, Zyklenstabilität und thermische Stabilität. Schließlich erfordert die Vielfalt der Anwendungen von der Elektromobilität über stationäre Energiespeicher bis hin zu militärischen Systemen jeweils spezifisch angepasste Zellauslegungen.

Dies macht angepasste Zellauslegungen und Materialkombinationen notwendig und treibt die parallele Entwicklung verschiedener Zellchemien und Architekturkonzepte voran.

2.3 Förderprogramme

Auf europäischer Ebene ist das Forschungs- und Innovationsprogramm Horizon Europe das zentrale Förderinstrument für batteriebezogene Forschung und Produktionstechnik. Mit einem Gesamtbudget von rund 95 Mrd. € für den Zeitraum 2021-2027 finanziert Horizon Europe zahlreiche Projekte entlang der gesamten Wertschöpfungskette, darunter auch Batterieproduktion und fertigungstechnologien, u. a. im Rahmen gemeinsamer Partnerschaften wie der BATT4EU-Partnership und gezielten Ausschreibungen für nachhaltige und kosteneffiziente Batterieproduktion. Parallel dazu vergibt der Innovationsfonds Milliarden-Zuschüsse für ausgewählte

industrielle Batterieproduktionsprojekte (z.B. Zellfertigung), die Europas Wettbewerbsfähigkeit stärken sollen.

National steht die „Initiative Batteriezellfertigung Deutschland“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWE) im Fokus, mit diversen Fördermaßnahmen zur Stärkung der Batterieproduktion und Aufbau einer wettbewerbsfähigen Zellfertigung. Darin enthalten sind dedizierte Förderprogramme für produzierende Projekte, ergänzt durch begleitende Forschungs- und Innovationsförderung sowie flankierende Infrastruktur- und Qualifizierungsmaßnahmen. Ergänzend fördert das Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) im Rahmen des Dachkonzepts „Forschungsfabrik Batterie“ Forschung entlang der gesamten Wertschöpfungskette inklusive Prozess- und Produktionstechnik, um Produktionsprozesse von Batteriezellen zu verbessern und in die Anwendung zu überführen. Ein wesentlicher Baustein sind dabei die vom BMFTR geförderten Kompetenz- und Forschungscluster zur Batteriezellproduktion, insbesondere die produktionsnahen Cluster ProZell und InZePro, die sich explizit auf die Entwicklung, Skalierung und Digitalisierung von Batterieproduktionsprozessen konzentriert. Weitere begleitende Cluster und Verbünde befassen sich mit Qualitätssicherung, Automatisierung und nachhaltiger Produktion und stärken so den technologie- und industrienahen Kompetenzaufbau entlang der gesamten Batterieproduktionskette in Deutschland. [22, 23]

Jedoch hat das KTF-Urteil (Klima- und Transformationsfond) des Bundesverfassungsgerichts 2023 die Forschungslandschaft in Deutschland erheblich beeinträchtigt. Das Bundesverfassungsgericht erklärte im November 2023 die nachträgliche Umwidmung von rund 60 Mrd. € an ursprünglich für die Corona-Pandemie vorgesehenen Krediten in den Klima- und Transformationsfonds für verfassungswidrig. [24] Dadurch entstand eine erhebliche Finanzierungslücke in zentralen Förderprogrammen für Klima-, Energie- und Transformationsprojekten. In der Folge kam die bundesweite Forschungsförderung faktisch zum Erliegen. Dieses hat die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands im globalen Kontext geschwächt, da so nicht nur die Weiterentwicklung von Technologien behindert wurde, sondern auch wichtige Fachkräfte nicht gehalten werden konnten.

Auf Landesebene förderte Baden-Württemberg Batterieforschungs- und entwicklungsaktivitäten vor allem über Programme des Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit

und Tourismus. Ein zentrales Instrument ist dabei das InvestBW-Programm, das als größtes einzelnes Innovationsförderprogramm des Landes gezielt industrienahen Forschungs- und Entwicklungsprojekte unterstützt. In InvestBW werden regelmäßig technologieoffene Ausschreibungen durchgeführt, in denen Batterieproduktion, Fertigungstechnologien, Automatisierung und Skalierung von Produktionsprozessen explizit adressiert wurden. Ergänzt wird InvestBW durch gezielte, projektbezogene Landesförderungen in Forschung und Netzwerke, sowie die Einbindung baden-württembergischer Akteure in nationale und europäische Batterieforschungscluster, wodurch insbesondere KMU und anwendungsnahe Forschungseinrichtungen bei der Weiterentwicklung innovativer Batterieproduktionstechnologien gestärkt werden. Forschungs- und Produktionsaktivitäten für Batteriezellen sowie Batteriekomponenten stehen darüber hinaus im Fokus der regionalen Industrie- und Innovationsstrategie. (Technologietransfer Baden-Württemberg 2025)

3. Bestandsaufnahme – Akteure im Ökosystem Batterie in Baden-Württemberg

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde eine systematische Bestandsaufnahme des Ökosystems Batterie in Baden-Württemberg durchgeführt. Insgesamt konnten 261 Akteure identifiziert werden, deren geografische Ver-

teilung sowie funktionale Einordnung in der nachfolgenden Karte dargestellt sind (Abbildung 2). Eine vollständige Übersicht aller Akteure ist im Anhang dokumentiert.

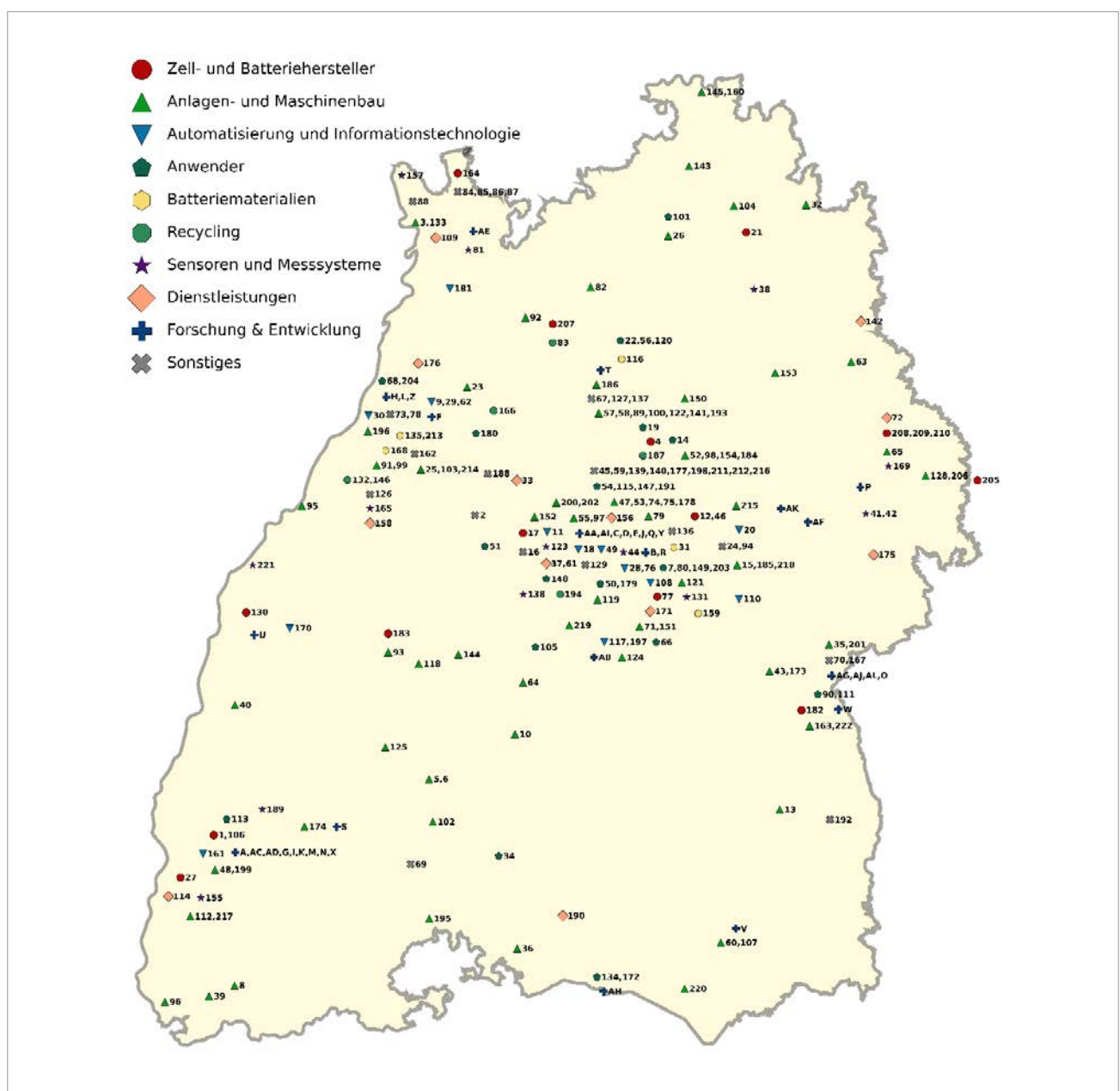


Abbildung 2: Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Ökosystem Batterie in Baden-Württemberg

Quelle: e-mobil BW GmbH

Die strukturelle Analyse zeigt eine ausgeprägte Dominanz des Maschinen- und Anlagenbaus, dem 87 Akteure zugeordnet werden können. Weitere relevante Segmente umfassen die Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen (38), Anwender (29), Zell- und Batteriehersteller (18), Automatisierungs- und Informationstechnologie (17), Sensoren und Messsysteme (14), Dienstleistungen (13), Recycling (7) sowie Batteriematerialien (6). Ergänzend wurden 32 Akteure der Kategorie „Sonstiges“ zugeordnet (Abbildung 3). Diese umfassen unter anderem Projektträger, Interessenverbände, Zellkomponentenhersteller, Zulieferer, Logistikdienstleister sowie teilweise auch übergreifend agierende Unternehmen, die nicht eindeutig einem Bereich zugeordnet werden konnten. Es ist festzustellen, dass kein einzelner Akteur die gesamte Wertschöpfungskette abdeckt, wie dies bei vertikal integrierten Wettbewerbern, insbesondere im asiatischen Raum, teilweise der Fall ist.

Die Identifikation der Akteure erfolgte durch die beteiligten Forschungseinrichtungen auf Grundlage bestehender Netzwerke und Kontakte sowie durch eine systematische Auswertung internationaler, nationaler und regionaler Forschungsprogramme. In den nachfolgenden Abschnitten werden die einzelnen Teilbereiche des Ökosystems differenziert dargestellt. Dabei wurden sowohl spezifische Stärken als auch bestehende Schwächen und Herausforderungen herausgearbeitet sowie zukünftige Chancen aufgezeigt.

3.1 Batteriematerialien

Aktivmaterialien sind für die Speicherung der Energie in einer Batterie unerlässlich und stellen somit eine zentrale Wertschöpfungsstufe im Ökosystem Batterie dar. Sie sind jedoch in hohem Maße von globalen Lieferketten abhängig. Die Gewinnung der hierfür erforderlichen Rohstoffe wie Lithium, Nickel oder Kobalt erfolgt überwiegend außerhalb der Europäischen Union. Mit Blick auf Baden-Württemberg ist insbesondere das Lithiumvorkommen im Oberrheingraben hervorzuheben, das langfristig Potenzial zur Stärkung der regionalen und europäischen Rohstoffversorgung bietet und durch die Vulcan Energie Ressourcen GmbH erschlossen wird [25].

Die chemische Aufbereitung und Veredelung dieser Rohstoffe zu batteriegeeigneten Aktivmaterialien findet bislang jedoch größtenteils außerhalb Baden-Württembergs statt, unter anderem an Standorten großer Chemieunternehmen wie BASF SE.

Innerhalb Baden-Württembergs liegt der Fokus weniger auf der industriellen Massenproduktion von Aktivmaterialien als stärker auf Forschung, Entwicklung und anwendungsnaher Innovation. In diesem Kontext gewinnt die regionale Start-up-Landschaft zunehmend an Bedeutung: Junge Unternehmen arbeiten an neuen Materialkonzepten, Produktionsprozessen sowie Recycling- und

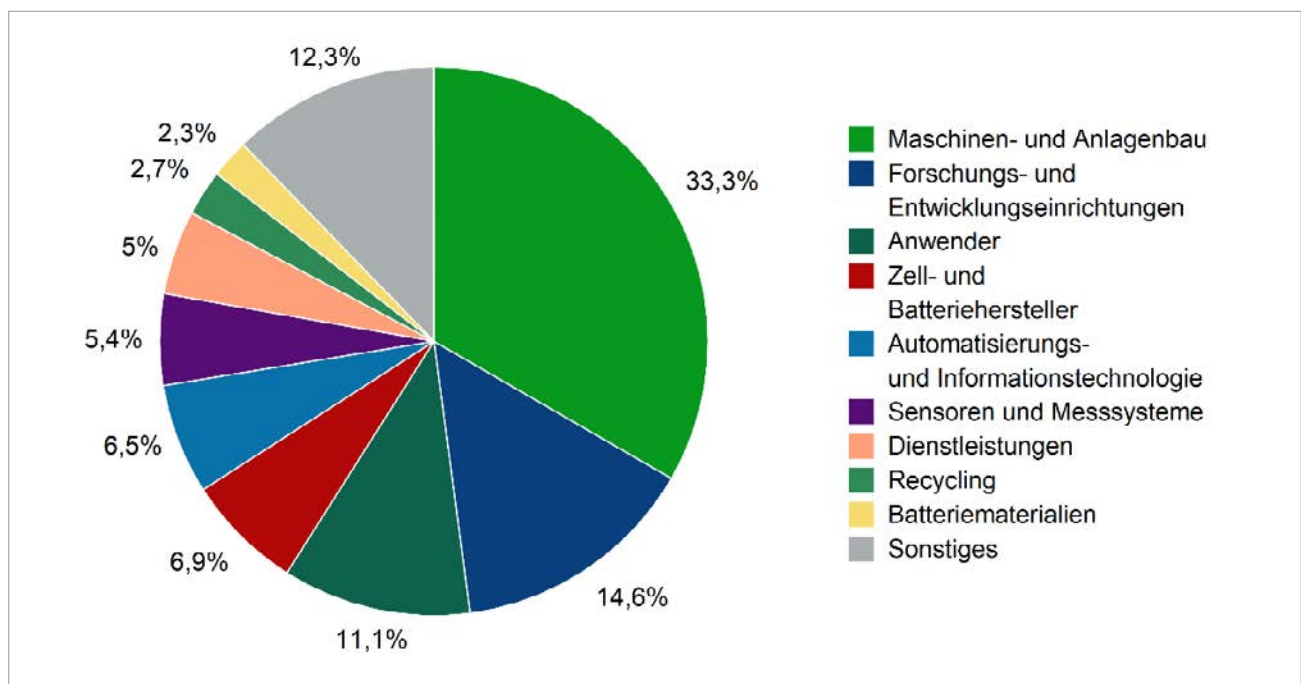


Abbildung 3: Zusammensetzung des Ökosystems Batterie in Baden-Württemberg

Quelle: e-mobil BW GmbH

Substitutionsansätzen für Aktivmaterialien und adressieren damit technologische Engpässe und Nachhaltigkeitsanforderungen entlang der Wertschöpfungskette. Ergänzend hierzu liefert der Exzellenzcluster POLiS (Post Lithium Storage) durch seine interdisziplinäre Forschung an alternativen Batteriesystemen wichtige Impulse für neuartige Materialkonzepte und stärkt die wissenschaftliche Basis der regionalen Innovationsaktivitäten. Die Aktivitäten der Start-ups ergänzen die etablierte Industrie und tragen dazu bei, strategische Kompetenzen im Bereich Batteriematerialien trotz begrenzter Primärrohstoffverfügbarkeit im Land aufzubauen.

Gleichzeitig sehen sich Start-ups wie Litona GmbH beim Markteintritt erheblichen strukturellen Barrieren gegenüber. Zellhersteller zeigen aufgrund hoher Qualifizierungsaufwände, langer Validierungszyklen sowie strenger Anforderungen an Prozessstabilität und Liefersicherheit eine ausgeprägte Zurückhaltung gegenüber neuen Materiallieferanten und Materialsystemen. Für junge Unternehmen ohne etablierte Lieferbeziehungen zu Zellfertigern erschwert dies insbesondere den Übergang von der Materialentwicklung zur industriellen Abnahme und stellt ein zentrales Hemmnis für die Skalierung innovativer Aktivmaterialien dar. Zusätzlich wirkt die begrenzte Verfügbarkeit von Zellfertigungskapazitäten, insbesondere für neue oder noch nicht etablierte Zellchemien, wachstumshemmend: Ohne Zugang zu geeigneten Pilot- und Industriezellfertigungen lassen sich neue Aktivmaterialien nur eingeschränkt unter realistischen Produktionsbedingungen testen, validieren und in den Markt überführen.

3.2 Batteriezellenfertigung

Die Batteriezellenherstellung stellt das Kernstück des Ökosystems Batterie dar und verbindet vorgelagerte Bereiche wie Rohstoffgewinnung und Materialentwicklung mit nachgelagerten Stufen der Modul- und Packmontage, Systemintegration, Nutzung und dem Recycling. Sie ist technologisch hochkomplex, kapitalintensiv und prägt maßgeblich Kosten, Leistungsfähigkeit und Nachhaltigkeit von Batteriesystemen.

Zu den relevanten Akteuren zählen die VARTA AG als etablierter Hersteller von Mikro- und Rundzellen, sowie Leclanché SA also Hersteller von Lithium-Ionen-Zellen und -modulen mit Fokus auf stationäre Speicher, den Schienenverkehr sowie Marine-Anwendungen. V4Smart GmbH & Co. KG ist Anbieter von Rundzellkonzepten für

Automotive-Anwendungen mit Fokus auf Performance-optimierung.

Die Stärken dieser Akteure liegen vor allem in hoher technologischer Kompetenz, Qualitätsführerschaft und starker Anbindung an Forschungseinrichtungen. Gleichzeitig zeigt sich jedoch eine strukturelle Schwäche bei der Skalierung in die kostengetriebene Großserienfertigung. Hoher Kapitalbedarf, fehlende Volumenzusagen sowie deutliche Kostennachteile gegenüber asiatischen Zellherstellern begrenzen die Wettbewerbsfähigkeit.

Die wirtschaftlichen Schwierigkeiten von Customcells GmbH und der Cellforce Group lassen sich auf strukturell ähnliche Ursachen zurückführen. Beide Akteure, welche ihre Aktivitäten in Baden-Württemberg einstellten, verfügten über hohe technologische Kompetenz und ambitionierte Entwicklungsziele, waren jedoch nicht in der Lage, diese in eine wettbewerbsfähige industrielle Skalierung zu überführen. Der erforderliche Kapitalbedarf für den Übergang von Pilot- zu Großserienfertigung traf auf begrenzte Marktvolumina, fehlende langfristige Abnahmezusagen und einen zunehmenden Kostendruck durch international etablierte Zellhersteller.

Zudem adressierten beide Unternehmen vergleichsweise kleine Marktsegmente – hochspezialisierte oder leistungsorientierte Zellen – die zwar technologisch anspruchsvoll, jedoch für den Aufbau eigenständiger Zellfertigungen in Baden-Württemberg nicht ausreichend volumenstark waren. In der Summe führten hohe Investitionsrisiken, lange Anlaufzeiten und ein ungünstiges Wettbewerbsumfeld dazu, dass sich die Geschäftsmodelle trotz technologischer Exzellenz in Baden-Württemberg nicht nachhaltig tragen konnten. Customcells GmbH fertigt weiterhin Batteriezellen am Hauptstandort in Itzehoe.

Insgesamt wird deutlich, dass Baden-Württemberg zwar über substanzielle Batteriekompetenz verfügt, diese jedoch bislang nur begrenzt in eine international wettbewerbsfähige industrielle Zellfertigung überführt werden konnte.

3.3 Batteriepack-, -modul-, -systemhersteller

Innerhalb der Wertschöpfungskette Batterie nimmt die Herstellung von Batteriepacks, -modulen und -systemen eine zentrale Integrationsfunktion ein. Während Zellhersteller die elektrochemische Kerntechnologie liefern

und Fahrzeughersteller die Systemarchitektur sowie die Anforderungen definieren, liegt die Aufgabe der Systemintegratoren darin, aus einzelnen Zellen ein funktionales, sicheres und serienfähiges Batteriesystem zu entwickeln. Diese Integrationsleistung umfasst unter anderem mechanische Konstruktion, Thermomanagement, elektrische Verschaltung, Sicherheitskonzepte, die Integration des Batteriemanagementsystems (BMS) sowie die industrielle Fertigungslogik.

Unternehmen wie ElringKlinger AG, Valmet Automotive Solutions GmbH, Freudenberg Battery Power Systems und Alzner Battery GmbH stehen exemplarisch für die Rolle des System- und Packintegrators im Ökosystem Batterie in Baden-Württemberg. Sie tragen die Verantwortung dafür, dass aus Zellen funktionierende, sichere und zulassungsfähige Batteriesysteme werden. Sie beherrschen die Mechanik, Kühlung, Sicherheit, BMS-Integration und Fertigungslogik. Gleichzeitig sind sie vollständig abhängig vom Umfeld. Die Verfügbarkeit und Eigenschaften der Zellen werden von vorgelagerten Zellherstellern bestimmt, während die Systemarchitektur und zentralen Spezifikationen überwiegend von den OEMs vorgegeben werden.

Diese systemische Abhängigkeit innerhalb der Wertschöpfungskette zeigt sich exemplarisch im Fall von Valmet Automotive Solutions GmbH. Der zwischen Valmet Automotive Solutions GmbH und Porsche AG bestehende Vertrag wurde aufgelöst, nicht aufgrund interner Versäumnisse des Zulieferers, sondern infolge der Insolvenz des vorgelagerten Batteriezellenherstellers Northvolt SE. Dieser Fall verdeutlicht, wie Störungen in einer vorgelagerten Produktionsstufe erhebliche Auswirkungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette nach sich ziehen können, bis zur verzögerten Einführung von Produkten, wie etwa beim elektrischen Porsche Boxter und Cayman. [26]

Die Kostenstruktur batterieelektrischer Systeme wird maßgeblich durch den Preis der Zellkomponenten bestimmt und begrenzt dadurch die Wertschöpfungstiefe der nachgelagerten Systemintegratoren erheblich ein. Die technische Architektur und zentralen Systemparameter werden in der Regel vom den OEMs definiert, sodass Zulieferer in einer abhängigen Position verbleiben und ihre Margen häufig in Verhandlungen nach unten korrigiert werden. Mit jeder neuen Zellgeneration entstehen zudem hohe Re-Design-Kosten, ohne dass daraus eine substantielle Steigerung der eigenen

Preissetzungsmacht resultiert. Daraus ergibt sich eine ausgeprägte Abhängigkeit entlang der Wertschöpfungskette. Die beteiligten Akteure übernehmen zwar eine systemkritische Funktion, verfügen jedoch nicht über die systembestimmende Kontrolle. Unternehmen wie ElringKlinger AG und Valmet Automotive Solutions GmbH sind im automobilen Seriengeschäft besonders stark von dieser Konstellation betroffen, da sie zwar zentrale Integrationsleistungen erbringen, jedoch keine Kontrolle über die Schlüsseltechnologien besitzen. Freudenberg Battery Power Systems kann im Heavy-Duty- und Industrieumfeld durch geringere Abhängigkeiten eine gewissen Resilienz aufweist, allerdings bei deutlich geringeren Volumina. Alzner Battery GmbH verfolgt eine flexible Nischenstrategie und kann damit partiell gegensteuern, bleibt jedoch aufgrund begrenzter Skaleneffekte strukturell eingeschränkt. Insgesamt zeigt sich, dass diese Unternehmen zwar komplexe Systeme integrieren, ohne jedoch die systembestimmende Logik der Wertschöpfung zu kontrollieren, was ein charakteristisches Merkmal asymmetrischer Abhängigkeitsverhältnisse in technologieintensiven Industrien ist.

Eine zweite, eng angebundene Ebene bilden Unternehmen die elektronische Intelligenz nahe am Batteriesystem liefern. Als baden-württembergische Vertreter können die Huber Automotive AG und RCT Power GmbH genannt werden. Die Huber Automotive AG steht für klassische Automotive-Kompetenz im Bereich Batteriemanagementsysteme: funktionale Sicherheit, Zellüberwachung, Kommunikationsarchitekturen. Gleichzeitig zeichnet sich ab, dass genau dieser Bereich zunehmend unter Commoditisierungsdruck gerät. Fahrzeugarchitekturen zentralisieren sich, Halbleiteranbieter liefern Referenzdesigns und ein wachsender Teil der Softwarefunktionalitäten wandert in zentrale Rechner.

Die RCT Power GmbH ist stärker im stationären Umfeld verankert und verbindet Leistungselektronik, Energiemanagement und Batteriesysteme. In diesem Marktsegment ergibt sich die Abhängigkeit weniger aus OEM-Strukturen, sondern stärker aus regulatorischen Rahmenbedingungen, Förderlogiken und einem aggressiven Preiswettbewerb. Diese Unternehmen liefern essenzielle Beiträge zur Systemfunktionalität und somit zur Wertschöpfung, besitzen aber keine Plattformhoheit. Ihre Softwarekompetenz besitzt zwar einen hohen technischen Wert, ist jedoch im Sinne globaler Standards nur begrenzt skalierbar.

Das Thermomanagement ist ein zentraler Faktor für Lebensdauer, Ladefähigkeit und Sicherheit von Batteriesystemen und gewinnt mit steigenden Energiedichten an Bedeutung. Dennoch wird thermische Systemtechnik von OEMs häufig nicht als eigenständiger Werttreiber wahrgenommen. Trotz hoher Entwicklungsverantwortung und kontinuierlicher Anpassung an neue Zellchemien und Packarchitekturen spiegelt die Vergütung überwiegend eine komponentenbasierte Logik wider. Die systemische Bedeutung der Thermik wird damit ökonomisch nur begrenzt abgebildet. Thermomanagement schafft somit einen erheblichen funktionalen Mehrwert, kann diesen jedoch nur eingeschränkt in wirtschaftliche Wertschöpfung überführen. MAHLE GmbH Thermische Systeme übernimmt eine wichtige Sonderrolle im Ökosystem Batterie steht damit aber exemplarisch für eine strukturelle Unterbewertung systemkritischer Kompetenz.

Eine weitere Ebene bilden Unternehmen, die technisch eine zentrale Rolle für die Entwicklung, Validierung und das Systemverständnis spielen, ohne selbst Teil der Serienwertschöpfung zu sein. Baden-Württembergische Vertreter dieser Kategorie sind unter anderem AVL und Comemso electronics GmbH. AVL liefert umfassendes Systemverständnis, Simulationsmodelle, Validierungsmethoden und Entwicklungslogiken über den gesamten Batterie-Lebenszyklus hinweg. Dieses Wissen ist für OEMs und Tier-1 unverzichtbar, wird jedoch überwiegend projektbasiert verkauft und anschließend in den Organisationen der Auftraggeber internalisiert. Skalierung erfolgt über Personal, nicht über Produkte. Comemso besetzt eine hochspezialisierte Nische mit Lösungen für BMS-Testsysteme und Zell-Simulation. Diese Kompetenzen sind für die Entwicklung und Absicherung moderner Batteriesysteme essenziell, aber volatil, investitionsabhängig und können zunehmend in größere Tool-Chains integriert werden. Beide Unternehmen sind somit Enabler der Systementwicklung, keine Eigentümer der Wertschöpfung.

Im Gesamtbild zeigt sich ein konsistentes Muster: Hohe technische Kompetenz ist häufig mit vergleichsweise geringer Marktmacht verbunden. Baden-Württemberg verfügt über ausgeprägte Fähigkeiten in der Entwicklung und Integration komplexer Batteriesysteme unter realen Betriebsbedingungen, weist jedoch Defizite bei der Überführung dieser Kompetenz in skalierbare und margenstarke Geschäftsmodelle auf. Ein wesentlicher Teil der Wertschöpfung entsteht in additiven Systemfunktionen wie Batteriemanagementsystemen, Thermomanagement,

Sicherheitskonzepten und Validierung. Diese Bereiche sind jedoch durch einen hohen Grad an Individualisierung und eine geringe Standardisierung gekennzeichnet. Die Kontrolle über Systemarchitekturen, technologische Roadmaps und Kostenstrukturen liegt dagegen überwiegend bei OEMs, Zellherstellern und Plattformanbietern. Die regionalen Akteure übernehmen damit zwar einen erheblichen Anteil an Entwicklungsrisiken, Integrationsaufwand und Systemverantwortung, partizipieren jedoch nur eingeschränkt an ökonomischen Erträgen.

Das Ökosystem Batterie in Baden-Württemberg ist damit technologisch unverzichtbar, weist jedoch zugleich strukturelle Verwundbarkeit auf strategischer Ebene auf. Ohne eine stärkere Ausrichtung auf Plattformansätze, den Aufbau und die Sicherung von geistigem Eigentum (IP-Besitz), die Übernahme von Architekturverantwortung oder die Entwicklung neuer Kooperations- und Geschäftsmodelle besteht die Gefahr, dass diese Unternehmen trotz hoher technologischer Kompetenz langfristig an strategischer Bedeutung verlieren. Ihre Beiträge sind für das Ökosystem Batterie essenziell, jedoch partizipieren die Unternehmen bislang nur begrenzt an der daraus resultierenden Wertschöpfung.

3.4 Zulieferer

3.4.1 Maschinen- und Anlagenbau

Der Maschinen- und Anlagenbau in Baden-Württemberg verfügt im Kontext der Batteriezellproduktion über ausgeprägte technologische Stärken. Besonders hervorzuheben sind die hohe Expertise in Hochleistungsmaschinen, fortgeschrittenen Digitalisierungslösungen sowie die starke Position im Bereich von Pilot- und Sondermaschinenbau. Zahlreiche mittelständische „Hidden Champions“ und enge Kooperationen mit Forschungsinstituten (z. B. DigiBatPro4.0, InZePro-Cluster) fördern Innovationen und ermöglichen die schnelle industrielle Umsetzung neuer Prozesse. [27]

Dem gegenüber stehen strukturelle Schwächen. Die Branche weist eine starke Fragmentierung auf, sodass meist nicht die gesamte Wertschöpfungskette der Batteriezellproduktion abgedeckt werden kann [28]. Zum einen fehlen große Referenzprojekte mit vollständig deutschen Anlagen, zum anderen sind langfristige strategische Partnerschaften selten. Ein etablierter Turn-Key-Anbieter aus Baden-Württemberg existiert bislang nicht. Statt standardisierter Produktplattformen

dominiert projektbasiertes Geschäft; dies erschwert die Skalierung. Hohe Investitionsbedarfe treffen auf eine insgesamt hohe Kostenstruktur durch Löhne, Energiepreise und regulatorische Vorgaben. Zudem führt eine Tendenz zu Perfektionismus mitunter zu kostenintensivem Over-engineering. [29]

Aktuell ergeben sich vielfältige Chancen. Die wachsende Unzufriedenheit vieler Zellhersteller mit asiatischen Anlagen eröffnet Potenziale in den Bereichen Digitalisierung, Prozessstabilität und Qualitätsoptimierung. Technologische Sprunginnovationen wie beispielsweise Trockenbeschichtungen oder Festkörperbatterien sowie neue Materialsysteme (beispielsweise Natrium-Ionen-Batterien) schaffen Möglichkeiten für einen Neueinstieg in ent- und bestehende Marktsegmente. Standardisierung und Modularisierung von Anlagen könnten Kosten senken und die Wettbewerbsfähigkeit erhöhen [27, 29]. Ergänzend dazu bietet ein Retrofit-Ansatz erhebliche Potenziale: Durch die gezielte Nachrüstung und Modernisierung bestehender Produktionsanlagen, etwa durch digitale Steuerungssysteme, verbesserte Messtechnik oder effizientere Prozessmodule, können Leistungsfähigkeit, Qualität und Lebensdauer bestehender Linien gesteigert werden, ohne vollständig neue Investitionen tätigen zu müssen. Die zentrale Lage in Europa begünstigt Kundennähe, während Kooperationen zwischen etablierten Maschinenbauunternehmen perspektivisch die Entwicklung europäischer Turn-Key-Lösungen unterstützen können. Insgesamt gilt die Batteriezellproduktion als bedeutender Wachstumsmarkt in Europa für den Maschinen- und Anlagenbau. [27, 30]

Neben bestehenden Chancen sind diverse Risiken zu berücksichtigen. Internationale, zumeist asiatische, Großanbieter liefern bereits heute komplette Produktionslinien und profitieren von Skaleneffekten sowie günstigen Kostenstrukturen. Störungen in globalen Lieferketten, handelspolitische Spannungen und Zölle können die Beschaffung und die Projektkosten zusätzlich belasten. Unsichere politische Rahmenbedingungen gepaart mit fehlender langfristiger Investitionssicherheit hemmen strategische Entwicklungen deutscher Anbieter. Gleichzeitig können steigende regulatorische und ökologische Anforderungen die Attraktivität des Produktionsstandorts Baden-Württemberg weiter reduzieren und zur Verlagerung von Investitionen in andere Regionen führen. [27, 29]

Unternehmen wie die coperion GmbH und die Breyer GmbH Maschinenfabrik haben eine hohe prozessspezifische Expertise sowie erste Branchenerfahrung im Bereich der Batteriefertigung. Auch Kooperationen und strategische Übernahmen von Unternehmen wie z. B. durch die Dürr AG zeigen das Potenzial für integrierte Turn-Key-Solutions entlang der Produktionskette. Der Technologietransfer aus etablierten Industrien kann dabei als Sprungbrett für Hersteller aus Baden-Württemberg dienen. Unternehmen wie TRUMPF SE & Co. KG und Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH (ZEISS) haben den Einstieg in die Batterieindustrie gemeistert: TRUMPF liefert Lasertechnologie für zentrale Prozessschritte der Zell- und Modulproduktion [31], während ZEISS hochauflösende Mess- und Qualitätssicherungssysteme für die Inspektion von Batteriezellen und -modulen bereitstellt. [32] Darüber hinaus zeigt das Beispiel der acp systems AG, dass insbesondere Kooperationen mit Forschungsinstituten einen möglichen Weg darstellen können, um technologische Kompetenzen in neue industrielle Anwendungsfelder zu übertragen. [27]

3.4.2 Automatisierung und Informationstechnologie

In der Batterieproduktion gewinnen Automatisierungstechnik und Informationstechnologie als Schlüsselfaktoren für Effizienz, Qualität und Wettbewerbsfähigkeit an Bedeutung, insbesondere vor dem Hintergrund steigender Personalkosten und komplexer Produktionsprozesse. Unternehmen wie TRUMPF SE & Co. KG liefern hochentwickelte Automatisierungslösungen und Lasertechnologien zur präzisen Fertigung von Batteriezellen und -modulen, während Systemintegratoren und Softwareanbieter wie Vector Informatik digitale Infrastruktur, Vernetzungsplattformen und datenbasierte Qualitätssysteme entwickeln. Die Stärken dieser Akteure liegen in ihrer hohen technologischen Expertise, starken Forschungsnetzwerken und der engen Zusammenarbeit mit Industriepartnern und Hochschulen. Dadurch können sie modulare Automatisierungskonzepte und intelligente Messtechnik realisieren, die eine nahezu lückenlose Qualitätsüberwachung entlang der Fertigungskette ermöglichen.

Die Integration von vernetzten Anlagen mit integrierter Messtechnik erlaubt es, Prozess- und Produktdaten in Echtzeit zu erfassen und in QM-Systeme zu speisen, was Ausschuss reduziert, Ramp-up-Zeiten verkürzt und die Stabilität der Produktionsprozesse erhöht. Gleichzeitig

eröffnen datenbasierte Algorithmen und KI-gestützte Analysen neue Chancen für prädiktive Wartung und adaptive Prozesssteuerung. Herausforderungen bestehen jedoch in der Handhabung großer Datenmengen („Big Data“) sowie in der Sicherstellung von IT-Sicherheit und interoperablen Standards zwischen unterschiedlichen Anlagen- und Softwareplattformen. Zudem müssen kleinere und mittlere Unternehmen (KMU) in Baden-Württemberg verstärkt in digitale Kompetenzen investieren, um Anschluss an internationale Wettbewerber zu halten. Insgesamt bietet das starke regionale Netzwerk von Automatisierungs- und IT-Playern die Chance, Baden-Württemberg als führenden Standort für die batterieproduzierende Industrie im Zeitalter der digitalen Transformation zu etablieren.

3.4.3 Maschinenkomponentenhersteller

Maschinenkomponentenhersteller in Baden-Württemberg nehmen im Umfeld der Batteriezellproduktion eine spezialisierte, aber relevante Rolle ein. Die Stärken liegen vor allem in einer Vielzahl kleiner und mittlerer, international tätiger Unternehmen, die als „Hidden Champions“ in klar abgegrenzten Nischen agieren. Diese Firmen verfügen über tiefgehendes, häufig isoliertes Know-how zu spezifischen Prozessschritten der Zellfertigung [27]. Die Struktur der oft eigentümergeführten Unternehmen begünstigt eine langfristige strategische Ausrichtung sowie hohe technologische Kontinuität. Zusätzlich fördern Kooperationen mit Forschungsinstituten die Weiterentwicklung spezialisierter Komponenten und deren Anpassung an neue Fertigungsanforderungen.

Maschinenkomponentenhersteller weisen im Kontext der Batteriezellproduktion mehrere strukturelle Schwächen auf, die aus ihrer Rolle als Zulieferer von Maschinenkomponenten für Produktionsanlagen resultieren. Häufig fehlt aufgrund eingeschränkter Transparenz seitens der Anlagenbauer und Endkunden ein klares Verständnis über das konkrete Einsatzszenario der Komponenten innerhalb der Produktionslinie. Gleichzeitig bestehen nur begrenzte Kenntnisse über die Gesamtprozesse der Zellfertigung und die daraus abgeleiteten Anforderungen an Maschinen und Anlagen, da der Fokus primär auf einzelnen mechanischen, mechatronischen oder fluidtechnischen Komponenten liegt. Dies erschwert die Auslegung im Hinblick auf spezifische Anforderungen wie technische Sauberkeit oder langlebigen Betrieb unter hochdynamischen Prozessbedingungen. Zudem besteht eine starke Abhängigkeit von OEMs und Maschinen-

bauern, wodurch die Verhandlungsmacht begrenzt ist, und ein erheblicher Preis- und Margendruck entsteht. Eine Tendenz zu Perfektionismus und Overengineering kann die Wirtschaftlichkeit zusätzlich belasten, was sich angesichts hoher Standortkosten für Löhne, Energie und regulatorische Vorgaben besonders negativ auswirkt. Es wird darauf hingewiesen, dass langfristige strategische Kooperationen zwischen Komponentenherstellern bislang selten sind, wodurch Standardisierungspotenziale, Skaleneffekte und gemeinsame Innovationsstrategien nur eingeschränkt genutzt werden können.

Demgegenüber eröffnen sich vielfältige Chancen. Da viele dieser Unternehmen branchenübergreifende Produkte herstellen, werden sie politisch und strategisch oft nicht direkt der Batteriezellindustrie zugeordnet, können aber flexibel in neue Märkte eintreten. In zahlreichen Nischenanwendungen sind diese Unternehmen bereits Technologieführer, teilweise auch für chinesische Kunden [27, 30]. Die enge Zusammenarbeit mit Anlagenherstellern ermöglicht eine zielgerichtete Weiterentwicklung von Komponenten entlang konkreter Prozessanforderungen. Zusätzlich bestehen Transferpotenziale aus anderen Hochtechnologiebranchen. Die zentrale Lage in Europa schafft Kundennähe und Servicevorteile. Angesichts des erwarteten Ausbaus der Zellfertigung stellt der Markt insgesamt ein bedeutendes Wachstumsfeld dar. [27]

Dem stehen jedoch erhebliche Risiken gegenüber. Technologische und prozessuale Anforderungen an Komponenten verändern sich dynamisch, während gleichzeitig oft nur begrenzte Transparenz über zukünftige Einsatzszenarien besteht. Systemanbieter könnten zunehmend dazu übergehen, Schlüsselkomponenten selbst zu integrieren und damit bisherige Zulieferer partiell zu ersetzen und/oder zu verdrängen. Hinzu kommen unsichere politische Rahmenbedingungen und fehlende langfristige Investitionssicherheit, die Entwicklungsentscheidungen erschweren. Steigende regulatorische Anforderungen und strengere Umweltauflagen können zudem die Produktionskosten erhöhen und den Standort Baden-Württemberg im internationalen Vergleich weniger attraktiv machen. [33]

Mit Unternehmen wie SCHUNK SE & Co. KG und J. Schmalz GmbH besteht in Baden-Württemberg große Expertise im Bereich Handhabungstechnik.

3.4.4 Messtechnik- und Sensorikhersteller

Messtechnik- und Sensorikhersteller aus Baden-Württemberg nehmen eine zentrale Rolle in der Batterieproduktion ein, da sie wesentliche Beiträge zur Qualitätssicherung, Prozessstabilität und Effizienz entlang der gesamten Wertschöpfungskette leisten. Unternehmen wie Festo AG & Co. KG, SICK AG und Balluff GmbH stellen hochpräzise Sensor-, Identifikations- und Automatisierungslösungen bereit, die insbesondere in der Zell- und Modulproduktion zur Überwachung kritischer Prozessparameter eingesetzt werden. Ergänzt wird dieses Angebot durch Unternehmen wie Leuze electronic GmbH & Co. KG sowie Pepperl+Fuchs SE, die ein breites Spektrum an optischen Sensoren, Abstandssensorik, Bildverarbeitungssystemen und industrieller Identifikation abdecken. Diese Technologien kommen unter anderem bei der Messung von Beschichtungsdicken, der Positions- und Lageerkennung von Elektrodenbahnen, der Überwachung von Feuchte- und Temperaturbedingungen in Trockenräumen sowie bei der Rückverfolgbarkeit von Materialien und Komponenten zum Einsatz.

Darüber hinaus tragen spezialisierte Anbieter wie ZEISS mit hochauflösender optischer Messtechnik und Mikroskopiesystemen [32] sowie Kistler Group mit Sensorlösungen zur Kraft-, Druck- und Prozessüberwachung sowie Precitec GmbH & Co. KG mit laserbasierter Prozess- und Inline-Messtechnik zur Qualitätssicherung in Entwicklungs- und Produktionsprozessen bei. Auch Unternehmen wie Bürkert Fluid Control Systems leisten wichtige Beiträge, etwa durch präzise Sensor- und Regeltechnik für Flüssigkeits- und Gasströme, die unter anderem in Beschichtungs-, Dosier- und Klimatisierungsprozessen der Batteriefertigung eingesetzt werden.

Die starke Präsenz solcher Unternehmen in Baden-Württemberg ist Ausdruck der regional ausgeprägten Kompetenzen in der Mess-, Prüf- und Automatisierungstechnik, die auf langjähriger Erfahrung aus dem Maschinen- und Anlagenbau sowie der Automobilindustrie aufbauen. Diese technologischen Fähigkeiten lassen sich in hohem Maße auf die Anforderungen der Batteriefertigung übertragen und tragen dazu bei, Ausschussraten zu reduzieren, Produktionsprozesse zu stabilisieren und eine Skalierung der Fertigung unter hohen Qualitätsanforderungen zu ermöglichen. Messtechnik- und Sensorikhersteller wie SICK AG, Balluff GmbH und Pepperl+Fuchs SE stellen damit einen strategisch wichtigen Bestandteil des Ökosystems Batterie in Baden-Württemberg dar.

Im internationalen Wettbewerbsumfeld, das von global agierenden Anbietern mit häufig standardisierten Sensorik- und Messtechniklösungen geprägt ist, können Unternehmen aus Baden-Württemberg ihre Wettbewerbsposition insbesondere durch kundenspezifische integrierte Lösungen stärken. Stärken liegen dabei in der engen Verzahnung von Hardware, Software und Service sowie in der tiefen Prozesskenntnis industrieller Anwendungen. Insbesondere in Bereichen wie der datenbasierten Prozessüberwachung, der intelligenten Auswertung großer Messdatenmengen sowie der Entwicklung adaptiver Messsysteme für neue Zell- und Produktionskonzepte besteht ein erhebliches Differenzierungspotenzial. Diese Fähigkeit zur anwendungsspezifischen Anpassung und Integration stellt einen wesentlichen Vorteil gegenüber breit aufgestellten, standardisierten Angeboten der weltweiten Konkurrenz dar.

3.5 Anwender

Im Untersuchungsrahmen werden die Anwendungsfelder Mobilität, Powertools, stationäre Großspeicher sowie sonstige Anwendungen betrachtet.

3.5.1 Automotive

Die verschärften EU-CO₂-Flottenzielwerte führen im Ökosystem Batterie in Baden-Württemberg zunächst zu einer erhöhten Nachfrage für Traktionsbatterien in der Automobil- und Nutzfahrzeugindustrie. Durch die Pflicht zur deutlichen Absenkung der Flottenemissionen sind die Fahrzeughersteller gezwungen, den Anteil batterieelektrischer Fahrzeuge und Plug-in-Hybride massiv zu steigern. Dies beschleunigt die Elektrifizierung der Fahrzeugflotten und führt zu einem stark wachsenden strukturellen Bedarf an Batteriezellen und -systemen.

Baden-Württemberg verfügt über ein starkes Ökosystem Automotive mit hoher industrieller Wertschöpfungstiefe. In Baden-Württemberg sind mit Mercedes-Benz und Porsche zwei global agierende Automobilhersteller mit Hauptsitz und zentralen Produktions- bzw. Entwicklungsstandorten verankert, die das Automotive-Profil des Landes maßgeblich prägen. Mercedes-Benz fertigt beispielsweise den vollelektrischen EQS in Sindelfingen. In Sindelfingen bündelt der Konzern zudem wesentliche Teile von Forschung und Entwicklung, insbesondere für Karosserie, Fahrwerk und Premiumfahrzeuge. Damit ist er ein zentraler Innovationsanker für die Region. Porsche hat seinen Stammsitz sowie die E-Sportwagenfertigung

(911, Taycan) in Stuttgart-Zuffenhausen und betreibt in Weissach ein großes Entwicklungszentrum, das als „Denkfabrik“ für Fahrzeug- und Antriebstechnologien gilt.

Das regionale Ökosystem im Bereich Elektrifizierung ist vor allem durch eine ausgeprägte System- und Integrationskompetenz (Fahrzeugintegration, Leistungselektronik, E-Antrieb) gekennzeichnet. Hersteller wie die Mercedes-Benz Group und Porsche AG treiben die Transformation maßgeblich über die Entwicklung elektrischer Fahrzeugarchitekturen, leistungsfähiger Batteriesysteme, softwarebasierter Energiemanagementlösungen sowie die Industrialisierung der Batteriemontage voran. Die Nähe zu führenden Zulieferern und anwendungsnahen Forschungseinrichtungen ermöglicht eine enge Verzahnung von Entwicklung, Erprobung und Serienumsetzung.

Die fehlende großskalige Batteriezellfertigung im internationalen Vergleich (Asien und Nordamerika) im Land erhöht die Abhängigkeit von externen Lieferketten und schränkt den direkten Zugriff auf zentrale Innovationshebel wie Zellchemie und Produktionsprozesse ein. Zudem ist das Ökosystem stark von bestehenden Verbrenner-Wertschöpfungsketten geprägt, was Transformationsgeschwindigkeit und Skalierung neuer Geschäftsmodelle hemmt. Vor diesem Hintergrund verfolgen die OEMs zunehmend Strategien zur vertikalen Integration, zum Aufbau eigenen Batterie-Know-hows durch hauseigene Pilotlinien, auch zur Definition von Lastenheften sowie durch internationale Partnerschaften. Für die weitere Wettbewerbsfähigkeit sind insbesondere die Sicherung von Technologiekompetenzen entlang der Batteriewertschöpfung, der Zugang zu qualifizierten Fachkräften und die Beschleunigung von Innovations- und Industrialisierungsprozessen im regionalen Ökosystem entscheidend.

3.5.2 Powertools

Der Bereich der Powertools stellt im Vergleich zu Mobilität und stationären Energiespeichern einen quantitativ geringeren, jedoch relevanten Nachfragetreiber dar. Er erweitert die Bandbreite der Anforderungen im Ökosystem Batterie und sorgt für eine kontinuierliche Nachfrage nach kleinen Lithium-Ionen-Batteriesystemen. Insbesondere fungieren Powertools als regional verankerte Nachfragequelle und tragen damit zur Diversifizierung der Batterienachfrage bei.

Powertoolhersteller stehen vor mehreren Herausforderungen bei der Beschaffung qualitativ hochwertiger Bat-

teriezellen. Dazu zählen die Sicherstellung einer konstanten Zellqualität bei vergleichsweise geringen Abnahmemengen, der eingeschränkte Zugang zu Tier-1-Zellherstellern sowie eine hohe Abhängigkeit von asiatischen Märkten. Zusätzlich erfordern Powertool-Anwendungen spezifische Leistungsmerkmale wie hohe Leistungsdichte, Schnellladefähigkeit und Robustheit, die nicht immer mit standardisierten Zellformaten abgedeckt werden. Volatile Rohstoffpreise und begrenzte langfristige Lieferverträge verschärfen diese Herausforderungen weiter.

Mit Herstellern wie die Metabowerke GmbH (Metabo), Andreas Stihl AG & Co. KG, Bosch Power Tools GmbH, Alfred Kärcher SE & Co. KG und Festool GmbH prägen Baden-Württembergische Unternehmen den Bereich der Powertools. Metabo ist Initiator des herstellerübergreifenden Cordless Alliance System (CAS). Dieses ermöglicht die Nutzung eines einheitlichen Akkusystems für Werkzeuge verschiedener Marken. 30 Partner weltweit haben sich angeschlossen und fördern so die Interoperabilität sowie die Nachhaltigkeit in der Branche, von der auch Anwender durch höhere Flexibilität und reduzierte Kosten profitieren. Bosch Power Tools reagiert auf steigende Kosten und den globalen Konkurrenzdruck mit der Verlagerung von Produktionsstätten nach Osteuropa.

3.5.3 Stationäre Speicher

Batteriespeicher helfen, intermittierende Erneuerbare Energien zu integrieren und Versorgungssicherheit zu erhöhen – ein zunehmend wichtiger Treiber außerhalb der Mobilität. Die EnBW (Energie Baden-Württemberg AG) ist einer der zentralen Akteure im Bereich stationärer Speicher in Baden-Württemberg und treibt insbesondere große Batteriespeicherprojekte voran. So plant das Unternehmen in Philippsburg einen der größten Batteriespeicher Deutschlands mit einer Kapazität von rund 800 Megawattstunden [34]. Dieser soll als Netz- und Systemspeicher zur Stabilisierung des Stromnetzes und zur Integration erneuerbarer Energien dienen. Ebenso kündigte ADS-TEC Energy eine 2-GWh-Batterie gekoppelt mit einem Photovoltaiksystem an, dessen Fertigstellung für 2029 geplant ist. Notwendige Genehmigungen zum Netzanschluss sind bereits eingeholt. [35] Auch die TransnetBW mit der im Bau befindlichen aktuell weltweit größten Netzbatteriespeichersystems (Netzbooster-Pilotanlage, 250 MW Gesamtleistung) in Kupferzell soll zur Stabilisierung der Übertragungsnetze beitragen und somit zur Systemsicherheit. Zudem dient es der Senkung

der Betriebskosten der deutschen Übertragungsnetze und einer effizienteren Nutzung bestehender und neuer Stromleitungen.

Damit ergänzt die EnBW, ADS-TEC Energy GmbH und Transnet BW GmbH das Spektrum regionaler Anbieter wie Baden Batterien (Industrie-Batterien in Baden GmbH), HGPower GmbH, industrie automation Energiesysteme GmbH, RCT Power GmbH, ROTON PowerSystems GmbH, SAX Power GmbH und Up-Cell GmbH. Diese bieten vor allem Lösungen im Bereich privater, gewerblicher und industrieller Speichersysteme an.

Der Markt für stationäre Speicher wächst, da sie ein zentraler Enabler für den steigenden Anteil fluktuierender erneuerbarer Energien, für Netzstabilität sowie für höhere Eigenverbrauchsquoten von PV-Anlagen sind. Stationäre Batteriesysteme puffern Erzeugungs- und Lastspitzen, reduzieren die Kosten für den Netzausbau, ermöglichen netzdienliche Dienstleistungen (Peak-Shaving, Regelernergie) und dienen zugleich als Notstromlösung für Haushalte, Gewerbe und kritische Infrastrukturen. Damit entsteht ein eigenständiger Nachfragepfad für Batteriesysteme, der unabhängig vom Fahrzeugmarkt ist. Für stationäre Batteriespeicher werden global und in Deutschland sehr hohe Wachstumsraten erwartet: Studien prognostizieren weltweit CAGRs von rund 20–24 % und einen massiven Kapazitätszubau bis 2030, [36] wobei sich Großspeicher und Gewerbespeicher besonders dynamisch entwickeln werden. In Deutschland hat sich die Zahl und Kapazität stationärer Batteriespeicher in den letzten fünf Jahren bereits mehr als verfünffacht (über 2,4 Millionen Systeme, mehr als 25 GWh). Gleichzeitig wird bis 2030 ein weiterer Kapazitätsbedarf von etwa 100 GWh geschätzt, was einer erneuten Vervierfachung entspricht. Für Baden-Württemberg sind 8,7 GW prognostiziert, die vollständig mit bestehenden Anschlussleistungen (10,2 GW) abgedeckt werden können.[37] Dies eröffnet Batterieherstellern und Systemintegratoren mittelfristig große Absatzpotenziale jenseits des Automotive-Sektors mit Anwendungen von Heimspeichern über Quartiers- und Gewerbespeicher bis zu netzgekoppelten Großbatterien an ehemaligen Kraftwerksstandorten.

3.5.4 Sonstige Anwendungen

Neben den klassischen Anwendungen eröffnet der Bereich der unbemannten Luftfahrtsysteme zusätzliche Wachstumspotenziale. Als innovationsstarker Industrie-

standort mit ausgeprägter Kompetenz in der Luft- und Raumfahrt, im Leichtbau, Leistungselektronik, Embedded Systems und Automatisierung herrschen hervorragende Voraussetzungen, um leistungsfähige, sichere und energieeffiziente Batteriesysteme für Drohnen zu entwickeln und zu integrieren. Chancen ergeben sich insbesondere in wachstumsstarken Segmenten wie Inspektions- und Vermessungsdrohnen, Logistiklösungen, Sicherheits- und Verteidigungsanwendungen sowie urbaner Luftmobilität.

Weitere Anwendungen ergeben sich im Kontext von Forst- und Landwirtschaft, wo Drohnen für die flächendeckende Analyse von Vegetationszuständen, Schädlingsbefall, Bewässerungsmanagement oder Wildtiermonitoring eingesetzt werden können. Auch in der Fern- und Nahüberwachung von Infrastrukturen – etwa Stromtrassen, Windenergieanlagen, Verkehrswegen oder Industrieanlagen – steigt der Bedarf an ausdauernden, robusten und schnell ladbaren Batteriesystemen.

Für Baden-Württemberg besteht die Chance, durch die Verbindung von Batteriezellkompetenzen, Systemintegration und Luftfahrt-Know-how eine führende Rolle bei leistungsstarken, sichereren und zertifizierbaren Energiesystemen für professionelle Drohnenanwendungen einzunehmen.

Ein weiteres relevantes Anwendungsfeld für Batterien ist die Medizintechnik, insbesondere im Bereich mobiler Medizingeräte, aktiver medizinischer Implantate und aktiver Exoskelette. Als einer der führenden Medizintechnik-Standorte Europas vereint das Land hohe regulatorische Kompetenz, ausgeprägtes Systemintegrations-Know-how sowie Stärken in Mechatronik, Sensorik und Leistungselektronik. Diese Kompetenzen sind zentrale Voraussetzungen für die Entwicklung kompakter, sicherer und langlebiger Batteriesysteme, die den hohen Anforderungen an Zuverlässigkeit, Zertifizierbarkeit und Patientensicherheit gerecht werden. Gerade bei tragbaren Systemen wie Exoskeletten sind Energiedichte, Gewicht, thermisches Management und Ausfallsicherheit entscheidende Wettbewerbsfaktoren.

Chancen ergeben sich insbesondere durch den demografischen Wandel, den steigenden Bedarf an Rehabilitationslösungen sowie den zunehmenden Einsatz von Exoskeletten in Pflege, Industrie und Therapie. Für Baden-Württemberg besteht die Möglichkeit, durch die Verbindung von Zell- und Modulkompetenz, intelligenter

Batteriemanagementsysteme und medizintechnischer Systemintegration eine führende Rolle bei sicheren, hochintegrierten Energiesystemen für tragbare Assistenzsysteme einzunehmen und so zusätzliche Wertschöpfungspotenziale im wachsenden Gesundheitsmarkt zu erschließen.

Mit Unternehmen wie der Ottobock SE & Co. KGaA (mit starker Präsenz in Süddeutschland im Bereich Prothetik und Exoskelette) sowie der Robert Bosch GmbH als Anbieter von Antriebs-, Sensor- und Elektroniklösungen verfügt Baden-Württemberg über ein leistungsfähiges industrielles Umfeld.

3.6 Batterie-re-use, -repair und -recycling

Es besteht ein Spannungsfeld zwischen Batterie-re-use und Batterierecycling, da beide Bereiche um dieselbe Ressource konkurrieren, jedoch unterschiedliche ökologische und ökonomische Zielsetzungen verfolgen. Für das Ökosystem Batterie bedeutet ein Batterie-re-use eine Maximierung des ökologischen und wirtschaftlichen Werts, ein Batterierecycling ermöglicht eine schnellere Reintegration von kritischen Rohstoffen, wie Lithium, Kobalt oder Nickel in den Kreislauf und somit Reduktion von Abhängigkeiten gegenüber asiatischen Lieferanten.

Für Second Life werden vor allem Module und Packs mit ausreichender Restkapazität aus dem Fahrzeugbereich in stationären Speichern eingesetzt, z. B. zur Netzstabilisierung, Eigenverbrauchsoptimierung oder in Industrieanwendungen. Da die Anforderungen an Energiedichte und Leistungsfähigkeit in stationären Anwendungen deutlich geringer sind als im mobilen Einsatz, können Batterien mit reduzierter Restkapazität weiterhin wirtschaftlich genutzt werden. Dies verlängert die Lebensdauer der Batterien, senkt Systemkosten und trägt zur Ressourcenschonung bei.

Voraussetzung für eine breite Umsetzung von Second-Life-Anwendungen sind jedoch angepasste regulatorische Rahmenbedingungen, wie standardisierte Tests zur Zustandsbewertung, (State-of-Health, Sicherheit), klare rechtliche Einstufungen von Second-Life-Batterien (Abfall vs. Produkt), angepasste Sicherheits- und Haftungsregelungen, sowie neue Geschäftsmodelle und Betreiberstrukturen, da Second-Life-Systeme häufig als Energie-Dienstleistung (z. B. Speichersysteme bei Firmen oder Quartieren) betrieben werden. [38]. Zudem werden Second-Life-Speicher aktuell nicht in Förderprogrammen

berücksichtigt, was die Wirtschaftlichkeit gegenüber Neuspeichern mindert.

Der global expandierende Batteriemarkt erzeugt trotz Second-Use zeitversetzt einen hohen Bedarf an Recyclingkapazitäten für ausgediente Lithium-Ionen-Batterien. Zusätzlich fällt, insbesondere bei der Inbetriebnahme neuer Produktionslinien, ein relativ hoher Produktionsausschuss an. Prognosen zufolge wird sich das Volumen des weltweiten Batterierecyclingmarkts bis 2030 gegenüber dem heutigen Niveau etwa verdoppeln. [39] Für den Zeitraum 2030–2040 wird, getragen vor allem von End-of-Life-Batterien aus dem EV- und Second-Use-Segment, eine weitere Ausweitung um etwa den Faktor zehn erwartet [40]. Mittel- bis langfristig resultiert daraus ein stark wachsender Markt.

Aktuell gilt Batterierecycling als noch nicht wirtschaftlich, da die verfügbaren Altbatteriemengen zu gering sind. Entsprechend sind lokale Wertstoffkreisläufe nur begrenzt etabliert. In der Praxis beschränkt sich „Recycling“ häufig auf Schreddern/Demontage von Batteriepacks und die Materialtrennung. Ab 2031 schreiben EU-Vorgaben steigende Mindestanteile recycelter Materialien in neuen Batterien vor. Für die Automobilproduktion in Baden-Württemberg bedeutet dies, dass spätestens ab 2031 Batterien mit nachweisbaren Rezyklatanteilen erforderlich sind, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Batterieproduzenten müssen diese Quoten über ihre Lieferketten gewährleisten und dokumentieren. Zur Sicherstellung dieser Rohstoffverfügbarkeit sind geschlossene Wertstoffkreisläufe mit entsprechender Kapazität aufzubauen.

In Baden-Württemberg fokussiert sich u. a. die Up-Cell GmbH als Nischen-2nd-Life-Spezialist und nutzt zur Modularisierung von stationären Energiespeichern vor allem ausgediente Akkus aus z. B. E-Bikes oder mobilen Geräten. Die Valmet Automotive Solutions GmbH ist ein breit aufgestellter Batterie- und Systemlieferant, der u. a. Komponenten und Infrastruktur bereitstellt, die eine Zweitnutzung von EV-Batterien technisch ermöglicht bzw. unterstützt, sowie eines der fortschrittlichsten Batterie-Testzentren Europas was ihre Fähigkeit zur Bewertung und Qualifizierung von Batterien unterstreicht.

Dem Bereich Batterie-Repair ist die Schwabenakku GmbH zuzuordnen. Diese hat sich auf den Austausch einzelner Batteriezellen von E-Bike-Akkus spezialisiert, sowie den damit verbundenen Anpassungen im BMS.

Batterierecycling von EV-Batterien erfolgt u.a. seit 2023 durch Fortum Batterie Recycling GmbH in Kirchartd. Die Licular GmbH eröffnete 2024 in Kuppenheim eine Anlage zum mechanisch-hydrometallurgischen Recycling von Batterien und schließt so den Wertschöpfungskreislauf innerhalb seines Mutterkonzerns Mercedes-Benz [41]. Eine Verwertung konzernfremder Batterien ist nicht bekannt.

Die Scholz Recycling GmbH ist fokussiert auf die Sammlung von Abfällen und die Verwertung von Stahl- und Metallschrotten. Als weltweit agierender Konzern wollen sie sich zu einem der wichtigsten globalen Rohstofflieferanten werden [42].

3.7 FuE-Einrichtungen

Baden-Württemberg beheimatet 38 Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen, die sich insgesamt vollumfänglich mit dem Ökosystem Batterie beschäftigen.

Forschungsseitig wird die gesamte Wertschöpfungskette der Batterie abgebildet: Materialentwicklung und -aufbereitung, der Batteriezellfertigung, Modulbau sowie das Recycling. Begleitend werden Wertstoffströme, Anwendungsszenarien oder Einbindungen in Antriebsstränge betrachtet. Zudem befindet sich eine Forschungspilotanlage für Kathodenmaterialien und eine Produktionsline für Pouch-, Prismatische und Rundzellen am ZSW in Ulm. Weitere Produktionsforschung erfolgt am Fraunhofer IPA (Elektrodenfertigung, Rundzellbau, automatisierte Demontage, direktes Recycling, Digitalisierung von Produkt und Prozess, und Produktionssteuerung und Qualitätsmanagement mit KI-Anwendungen, Rein- und Trockenraumgerechte Fertigung) und am KIT (Elektrodenfertigung, agile Zellproduktion (Pouchzellenbau), automatisierte Assemblierung und Demontage, direktes Recycling). Dabei steht nicht eine einzelne Zellchemie, sondern die verketteten Produktionsprozesse im Fokus. Die Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen in Baden-Württemberg sind untereinander als auch auf nationaler und europäischer Ebene eng vernetzt. Innerhalb des Landes erfolgt die Zusammenarbeit insbesondere über gemeinsame Forschungsplattformen, Kompetenzcluster und Verbundprojekte, etwa zwischen Universitäten (z.B. KIT und Universität Ulm), außeruniversitären Instituten (z.B. ZSW, Helmholtz-Einrichtungen) und industrienahen Forschungseinrichtungen (Fraunhofer-Institute). Diese enge Vernetzung ermöglicht eine abgestimmte Bearbeitung der Batteriewertschöpf-

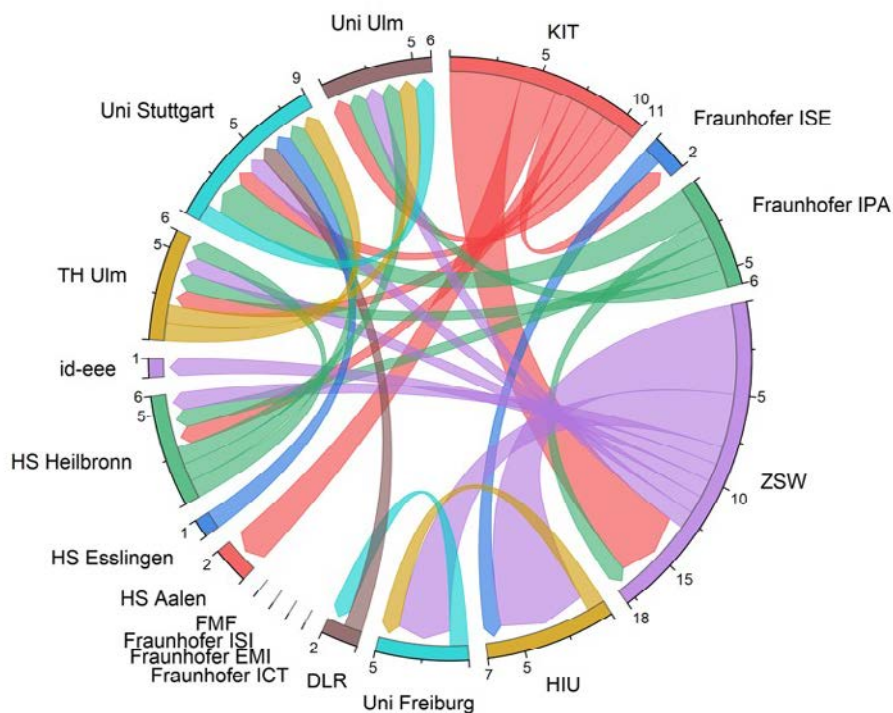
fungskette – von der Grundlagenforschung über Produktionstechnologien bis hin zur industriellen Anwendung – sowie einen intensiven Austausch von Wissen, Methoden und Infrastruktur.

BecoSearch ist eine Datenbank zum Batterie-Ökosystem des deutschen Batterieverbundes Kompetenznetzwerk Lithium-Ionen-Batterien (KLiB). Neben nationalen Aktivitäten werden dort seit Anfang 2025 auch europäische und internationale Vorhaben erfasst. Die Einträge erfolgen durch die Projektteilnehmenden selbst, daher ist nicht auszuschließen, dass einzelne Projekte nicht bzw. nicht vollständig erfasst sind. Aufgrund der großen Anzahl dokumentierter Vorhaben und der kontinuierlichen Datenerfassung durch das KLiB wird jedoch davon ausgegangen, dass die dargestellten Ergebnisse ein repräsentatives Bild der aktuellen Vernetzungsstrukturen liefern.

Mithilfe der Filtereinstellungen „Baden-Württemberg“ und „aktuell laufende Projekte“ wurden insgesamt 70 aktuell laufenden nationalen Verbundprojekte (BMFTR und BMWi) mit Beteiligung von baden-württembergischen Forschungseinrichtungen identifiziert. Innerhalb

dieser Projekte wurden Verbindungen zwischen 116 Projektteilnehmern erfasst und ausgewertet. Bereits diese hohen Zahlen zeigen die hohe Aktivität innerhalb des Ökosystems Batterie und die starke Einbindung der baden-württembergischen Forschungseinrichtungen.

Auf Basis dieser Daten wurde eine Nachbarschaftsmatrix erstellt. Dabei handelt es sich um eine 116 x 116 Matrix, in der die Anzahl gemeinsamer Projektbeteiligungen zwischen den Akteuren abgebildet wird. Höhere Werte stehen für eine stärkere Vernetzung. So sind beispielsweise das KIT und die Hochschule Aalen aktuell in zwei laufenden Projekten vertreten, was in der Matrix durch den Wert zwei dargestellt wird.



Quelle: e-mobil BW GmbH

Abbildung 5: Vernetzung der baden-württembergischen Forschungseinrichtungen untereinander in aktuell laufenden nationalen Batterieprojekten. Die Zahlen geben die Anzahl an Verbindungen an

Abbildung 5 zeigt die Vernetzung der baden-württembergischen Forschungseinrichtungen untereinander in laufenden nationalen Batterieprojekten. Insgesamt wird eine ausgeprägte Vernetzung innerhalb Baden-Württembergs sichtbar. Nur wenige Forschungseinrichtungen haben aktuell keine direkte Verbindung zu anderen baden-württembergischen Forschungseinrichtungen in nationalen Batterieprojekten. Diese sind jedoch häufig über andere nationale Partner oder über Landesprojekte vernetzt, die in der Darstellung nicht berücksichtigt werden. Einen wesentlichen Beitrag zur Vernetzung innerhalb Baden-Württembergs hat das Projekt QualiBatt BW, das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE) gefördert wird und in dem unter anderem das Fraunhofer IPA, das KIT und das ZSW beteiligt sind. Die am stärksten vernetzten Forschungseinrichtungen innerhalb Baden-Württembergs in nationalen Förderprojekten sind das KIT (11 Projektpartner) und das ZSW (18 Projektpartner).

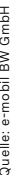
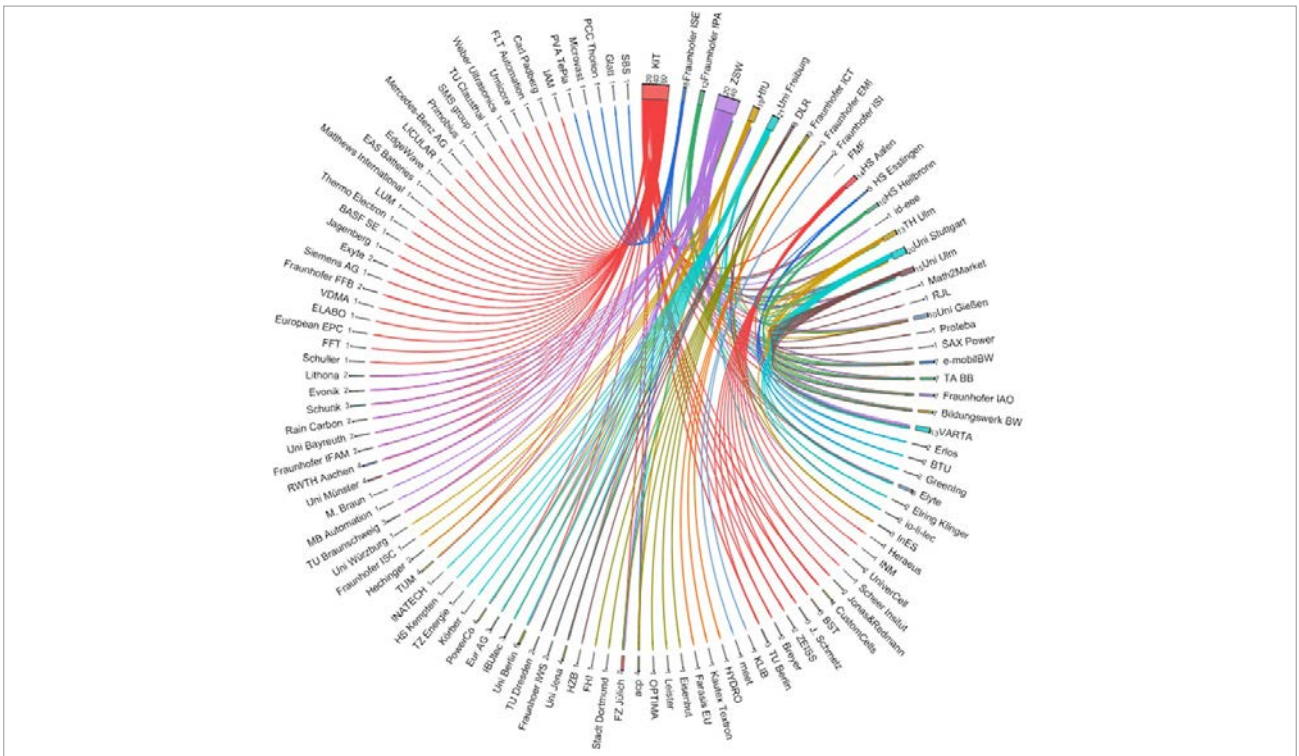


Abbildung 6 zeigt die bundesweite Vernetzung der baden-württembergischen Forschungseinrichtungen mit Industrie-, Forschungs- und sonstigen Partnern. Direkte Verbindungen zwischen baden-württembergischen Forschungseinrichtungen hierbei nicht separat dargestellt, da diese bereits in der übergeordneten Kategorie „Forschung“ enthalten sind. Die Analyse verdeutlicht eine intensive und sehr gute Vernetzung aller baden-württembergischen Forschungseinrichtungen mit Industriepartnern in Deutschland, was für die Mehrzahl der betrachteten Förderprojekte (BMFTR, BMWK) eine Grundvoraussetzung darstellt. Darüber hinaus bestehen zahlreiche Kooperationen mit Forschungseinrichtungen innerhalb und außerhalb Baden-Württembergs. Zu bemerken ist eine starke Verbindung zu vielen nationalen Partnern des ZSW (Forschung: 37, Industrie: 17) und KIT (Forschung: 10, Industrie 43).



Quelle: e-mobil BW GmbH

Abbildung 7: Vernetzung baden-württembergischer Forschungseinrichtungen innerhalb Deutschlands in aktuell laufenden nationalen Batterieprojekten. Berücksichtigt wurden alle 116 Projektteilnehmenden. Die Zahlen geben die Anzahl an Verbindungen an

Abbildung 7 stellt die Vernetzungsstruktur unter Einbeziehung aller 116 Projektteilnehmenden dar. Die Darstellung verdeutlicht beispielsweise die breite Vernetzung einzelner Akteure wie das KIT, dessen Verbindungen sich auf eine große Zahl verschiedener Partner verteilen. Unter den Industrieunternehmen aus Baden-Württemberg nimmt die VARTA AG einschließlich ihrer Tochtergesellschaften eine besondere Stellung ein. In den derzeit 13 in BecoSearch erfassten nationalen Förderprojekten besteht jeweils eine Vernetzung mit baden-württembergischen Forschungseinrichtungen. Zusammenfassend zeigt die Analyse, dass die baden-württembergischen Forschungseinrichtungen sowohl untereinander als auch mit Industrie- und Forschungspartnern auf Bundesebene sehr eng vernetzt sind.

Die Ergebnisse unterstreichen die starke Einbindung Baden-Württembergs in die nationale Batterieforschung und die zentrale Rolle seiner Forschungseinrichtungen innerhalb des deutschen Batterie-Ökosystems.

Auf europäischer Ebene bestehen enge Verbindungen zu Forschungsnetzwerken und Verbundprojekten im Rahmen von Horizon Europe, IPCEI Batterie sowie weiteren multilateralen Programmen, die den internationalen Wissens- und Technologietransfer fördern. Gleichzeitig ist

der Transfer der erzielten Forschungsergebnisse in die industrielle Anwendung deutlich gehemmt. Ursachen hierfür liegen vor allem in der vergleichsweise schwach ausgeprägten industriellen Präsenz im Bereich der Batteriezell- und Materialproduktion sowie in einer zurückhaltenden Investitionsbereitschaft für kapitalintensive Produktionsanlagen. Trotz vorhandener Pilot- und Demonstrationsinfrastrukturen fehlen in vielen Fällen industrielle Ankerakteure, die den Übergang von Forschungs- und Vorserienlösungen in eine großskalige Fertigung übernehmen. Dadurch entsteht eine Lücke zwischen wissenschaftlicher Exzellenz und industrieller Umsetzung, die das Innovationspotenzial des Standorts Baden-Württemberg im Batterie-Ökosystem derzeit begrenzt. Zudem hat der Wegfall wichtiger Fördermittel (KTF-Urteil) die Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen geschwächt und so die Wettbewerbsfähigkeit und das teils über Jahrzehnte aufgebaute Know-how und die damit verbundene Infrastruktur gefährdet. Die breit aufgestellte Forschungslandschaft in Baden-Württemberg bildet das Rückgrat für die Weiterentwicklung von Schlüsseltechnologien und Fachkräften. Ohne verlässliche und kontinuierliche Förderung wird nicht nur der Fortschritt, sondern auch die langfristige Stabilität des Ökosystem Batterie gefährdet.

4. Bedarf zur Entwicklung der Wertschöpfungskette

4.1 Wachstumsfelder des Ökosystems Batterie

Wachstumsfelder im Batterie-Ökosystem Baden-Württemberg erstrecken sich über mehrere Schlüsselbranchen. Besonders stark betroffen ist die Automobil- und Zulieferindustrie, in der sich neue Wertschöpfung in den Bereichen Batteriezellen, -module, -systeme sowie Integration und Software entwickelt. Der Maschinen- und Anlagenbau profitiert durch steigende Nachfrage nach Produktions-, Prüf- und Automatisierungstechnik für die Batterieherstellung. In der Chemie- und Materialindustrie entstehen Wachstumschancen bei Kathoden- und Anodenmaterialien, Elektrolyten sowie funktionalen Werkstoffen. Die Energie- und Versorgungswirtschaft erschließt neue Märkte durch stationäre Speicher, Netzdienstleistungen und Second-Life-Anwendungen. Ergänzend gewinnen die Entsorgungs- und Recyclingwirtschaft durch regulatorische Vorgaben und Rohstoffknappheit an Bedeutung. Querschnittlich eröffnen sich zudem Wachstumsfelder in der IT- und Softwarebranche (Batteriemanagement, Datenanalyse, KI-gestützte Optimierung) sowie im Bildungs- und Weiterbildungssektor zur Sicherung von Fachkräften.

4.2 Handlungsbedarfe zur Entwicklung der Wertschöpfungskette

Die Entwicklung einer wettbewerbsfähigen Batteriewertschöpfungskette erfordert nicht nur technologische Exzellenz und unternehmerische Initiative, sondern auch geeignete strukturelle und regulatorische Rahmenbedingungen. Angesichts des intensiven globalen Standortwettbewerbs kommt der Ausgestaltung investitionsfreundlicher, planbarer und kostenmäßig tragfähiger Bedingungen eine zentrale Bedeutung zu. Der folgende Abschnitt skizziert den bestehenden Handlungsbedarf zur Anpassung der Rahmenbedingungen und zur Verbesserung der Kostenstruktur, um Baden-Württemberg als attraktiven und international konkurrenzfähigen Standort für Batterieproduktion und -innovation zu positionieren.

Rohstoffverfügbarkeit und resiliente Lieferketten

Ziel:

Bis 2035 lässt sich eine stabile, diversifizierte und weitgehend europäisch gesicherte Versorgung mit Batterie Rohstoffen nur durch einen Mix aus Diversifizierung, europäischem Ausbau von Abbau/Raffination, massivem Recyclingausbau und strenger Regulierung erreichen.

Bis 2035 soll die Versorgung mit Batterie Rohstoffen durch stabile, diversifizierte und resiliente Lieferketten gesichert werden. Primärrohstoffe wie Lithium, Nickel, Kobalt, Mangan und Graphit stammen dann aus einem breiten Mix aus EU /europäischen Quellen und Partnerländern, während die Abhängigkeit von heute dominierenden Einzelstaaten wie China oder dem Kongo deutlich reduziert ist. In Europa wird ein relevanter Anteil des Bedarfs durch heimische Förderung – etwa Lithiumprojekte in Deutschland, Portugal, Finnland und Frankreich gedeckt. Parallel dazu können Rezyklate bis 2035 einen deutlichen zweistelligen Prozentsatz des Rohstoffbedarfs in der Zellproduktion decken; für Lithium, Nickel und Kobalt gelten bis zu rund 30% als erreichbar, sodass der Primärrohstoffbedarf spürbar sinkt. Die zugrunde liegenden Lieferketten entsprechen hohen Umwelt und Sozialstandards, sind durch Instrumente wie EU Batterieverordnung, Lieferkettengesetze und den Critical Raw Materials Act reguliert und sind gegen Ausfälle durch Maßnahmen wie Lagerhaltung, verschiedene Lieferquellen robust aufgestellt.

Um dieses Leitbild zu erreichen, werden mehrere Handlungsfelder parallel adressiert. Im Bereich Diversifizierung und Partnerschaften werden langfristige Rohstoffabkommen mit demokratischen Förderländern geschlossen, strategische Rohstoff Allianzen aufgebaut und die Verlagerung wichtiger Vorprodukte in befreundete Staaten vorangetrieben. Gleichzeitig werden in der europäischen Union Genehmigungsverfahren beschleunigt und gezielte Förderprogramme für Lithium, Nickel, Mangan und Graphitprojekte sowie für Raffinerien und

Vormaterialien wie Kathoden entwickelt, damit ein möglichst großer Teil der Wertschöpfung – von aktiven Materialien über Zellen bis zu Modulen – in Europa bleibt und geschlossene Kreisläufe ermöglicht.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf dem Recycling und Design for Recycling: Die EU Batterieverordnung wird konsequent umgesetzt und bei Bedarf verschärft um steigende Sammelquoten, hohe Recyclingeffizienzen und verbindliche Mindestzyklanteile in neuen Batterien sicherzustellen. In Europa entstehen großskalige „Giga Recyclingfabriken“, deren Kapazitätsausbau von heute niedrigen Ausgangswerten auf mehrere hundert Kilotonnen pro Jahr bis 2035 den Einsatz von Primärrohstoffen deutlich verringert. Zugleich werden Batterie Designs gefördert, die eine einfache Demontage und hochwertige stoffliche Rückgewinnung der enthaltenen Materialien ermöglichen. Flankierend dazu sorgt eine ambitionierte Regulatorik und Governance dafür, dass EU Batterieverordnung, Critical Raw Materials Act und nationale Lieferkettengesetze konsequent angewendet werden. Regelmäßige Risiko und Resilienzanalysen auf deutscher und europäischer Ebene schaffen Transparenz über Verwundbarkeiten und steuern Gegenmaßnahmen.

Industriepolitik und Innovation bilden die dynamische Klammer dieses Ansatzes: Förderprogramme und IPCEI ähnliche Initiativen unterstützen den Aufbau einer leistungsfähigen Recyclingindustrie, die Entwicklung neuer Zellchemien mit geringerer Rohstoffkritikalität und die Substitution besonders kritischer Materialien. Forschungsförderung für effizientere Recyclingverfahren, etwa hydrometallurgische Prozesse oder direktes Recycling, sowie für Prozessinnovationen entlang der gesamten Batteriewertschöpfungskette stärkt die technologische Souveränität Europas und trägt dazu bei, die ambitionierten Ziele einer sicheren, nachhaltigen und weitgehend europäischen Rohstoffversorgung für Batterien bis 2035 zu erreichen.

Industrielle Umsetzungskraft und Innovationen

Ziel: Den Aufbau handlungsstarker, wettbewerbsfähiger Batterieunternehmen ermöglichen, indem Know-how gebündelt, Kooperationen gestärkt und skalierbare Geschäftsmodelle etabliert werden. Schnelle und wirksame Transfermaßnahmen etablieren, um Forschungsergebnisse in industrielle Anwendungen zu überführen, sodass Baden-Württemberg bei marktfähigen Batterietechnologien in die Führung geht.

Baden-Württemberg verfügt über eine exzellente Forschungslandschaft, leistungsfähige mittelständische Unternehmen sowie global agierende Industrieakteure – insbesondere im automobilen Umfeld. Allerdings sind Kompetenzen im Bereich Batterietechnologie bislang vielfach fragmentiert. Es besteht daher ein struktureller Handlungsbedarf, technologische, materialwissenschaftliche, produktionstechnische und digitale Kompetenzen systematisch zu vernetzen.

Erforderlich ist eine stärkere institutionelle und organisatorische Bündelung von Expertise aus Hochschulen, außeruniversitären Forschungseinrichtungen, Start-ups, Zulieferern und etablierten Industrieunternehmen. Clusterstrukturen und branchenspezifische Innovationsplattformen sollten gezielt weiterentwickelt werden, um Synergien zu heben, Doppelstrukturen zu vermeiden und Innovationszyklen zu verkürzen. Insbesondere in strategisch relevanten Feldern wie Zellchemie, Festkörperbatterien, Produktionsautomatisierung, Recycling und Second-Life-Anwendungen ist eine koordinierte Schwerpunktsetzung notwendig.

Die Batteriewertschöpfungskette reicht von der Rohstoffgewinnung über Materialverarbeitung, Zell- und Modulproduktion, Systemintegration bis hin zu Recycling und Kreislaufwirtschaft. In vielen dieser Stufen bestehen in Europa und Deutschland weiterhin Abhängigkeiten von außereuropäischen Akteuren. Für Baden-Württemberg ergibt sich daraus die Notwendigkeit, strategische Kooperationen sowohl regional als auch national und europäisch auszubauen. Durch geänderte Rahmenbedingungen bei Vergabeprozessen, die europäische Anbieter stärker berücksichtigen, eröffnen sich hierbei zusätzliche Chancen für Baden-Württembergische Akteure, in Auftragsvergaben für Pilot- und Serienprojekte einbezogen zu werden und ihre Marktposition zu stärken.

In Baden-Württemberg sollten vertikale Kooperationen zwischen Materialherstellern, Maschinen- und Anlagenbauern, Zellproduzenten, Automobilherstellern und Recyclingunternehmen gezielt gefördert werden.

Ziel ist der Aufbau integrierter Wertschöpfungsnetzwerke, die Innovationsfähigkeit, Resilienz und Skalierbarkeit gleichermaßen stärken. Gleichzeitig sind internationale Partnerschaften notwendig, um Zugang zu Rohstoffen, Märkten und technologischen Entwicklungen sicherzustellen.

Kooperationsmodelle sollten dabei über klassische Forschungsverbünde hinausgehen und verstärkt industrielle Pilot- und Demonstrationsprojekte umfassen. Gemeinsame Test- und Produktionsplattformen können dazu beitragen, technologische Risiken zu reduzieren und Investitionsentscheidungen zu beschleunigen.

Der Aufbau wettbewerbsfähiger Batterieunternehmen erfordert erhebliche Investitionen in Forschung, Pilotierung und industrielle Großserienproduktion. Baden-Württemberg steht daher vor der Herausforderung, geeignete Rahmenbedingungen für kapitalintensive, wachstumsorientierte Geschäftsmodelle zu schaffen.

Neben klassischen Förderinstrumenten sind innovative Finanzierungsmodelle – etwa Public-Private-Partnerships, Beteiligungsfonds oder gezielte Skalierungsprogramme für Deep-Tech-Start-ups – erforderlich. Insbesondere junge Unternehmen im Bereich neuer Zellchemien, Produktionsverfahren oder digitaler Batteriemanagementsysteme benötigen Zugang zu Wachstumskapital, industriellen Partnern und geeigneter Infrastruktur.

Darüber hinaus sollten regulatorische Rahmenbedingungen innovationsfreundlich gestaltet werden, um Investitionssicherheit zu gewährleisten. Planungs- und Genehmigungsverfahren für Produktionsanlagen müssen effizient, transparent und zeitlich planbar ausgestaltet sein, um internationale Wettbewerbsfähigkeit sicherzustellen.

Ein zentraler Handlungsbedarf besteht in der schnellen und wirksamen Überführung wissenschaftlicher Erkenntnisse in marktfähige Produkte und Prozesse. Trotz hoher Forschungsleistung gelingt der Transfer in industrielle Anwendungen bislang nicht immer in der erforderlichen Geschwindigkeit und Skalierung.

Es bedarf daher gezielter Transfermaßnahmen, die den sogenannten „Valley of Death“ zwischen Labor und industrieller Serienproduktion überbrücken.

Dazu zählen:

- der Aufbau und die Verstetigung von Pilot- und Demonstrationslinien,
- die Förderung anwendungsnahe Forschungsprojekte mit klarer Industriebeteiligung,
- standardisierte Verfahren zur IP-Verwertung und

Technologielizenzierung,
→ sowie gezielte Programme zur Unterstützung technologieorientierter Ausgründungen.

Der globale Wettbewerb im Batteriebereich ist durch hohe Dynamik, staatliche Förderprogramme und aggressive Skalierungsstrategien gekennzeichnet. Regionen in Asien und Nordamerika investieren massiv in Produktionskapazitäten, Forschung und Marktintegration. Für Baden-Württemberg ergibt sich daraus die strategische Notwendigkeit, sich klar zu positionieren und gezielt technologische Führungsfelder zu besetzen.

Ziel muss es sein, bei marktfähigen Batterietechnologien – insbesondere in Bereichen mit hoher Wertschöpfungstiefe und technologischer Differenzierung – eine internationale Spitzenposition einzunehmen. Dies erfordert eine kohärente Gesamtstrategie, die Innovationspolitik, Industriepolitik, Energiepolitik und Außenwirtschaftspolitik integriert.

Anpassung von Rahmenbedingungen und Verbesserung der Kostenstruktur

Ziel:

Investitionen und Innovationen durch schnellere Genehmigungen, reduzierte Bürokratie und klarere Standards ermöglichen, um Projekte mit globaler Relevanz zu realisieren. Die Herstellung von Batterien in Europa kosteneffizient gestalten, indem Energiekosten, Produktionskosten und regulatorische Anforderungen planbar und international konkurrenzfähig werden. Für den erfolgreichen Aufbau einer wettbewerbsfähigen Batteriewertschöpfungskette in Baden-Württemberg sind leistungsfähige Unternehmen und exzellente Forschung allein nicht ausreichend. Ebenso entscheidend sind verlässliche, effiziente und international konkurrenzfähige Rahmenbedingungen. Angesichts des globalen Wettbewerbs – insbesondere mit Standorten in Asien und Nordamerika – besteht ein akuter Handlungsbedarf, regulatorische, administrative und kostenstrukturelle Standortfaktoren so auszugestalten, dass Investitionen in Produktion, Forschung und Skalierung in Baden-Württemberg und Europa wirtschaftlich attraktiv realisiert werden können.

Die Errichtung von Zellfabriken, Materialverarbeitungsanlagen, Recyclingkapazitäten sowie energieintensiven Produktionsstandorten ist mit komplexen Genehmi-

gungsprozessen verbunden. Lange Verfahrensdauern, parallele Zuständigkeiten und hohe Dokumentationsanforderungen führen häufig zu erheblichen Verzögerungen und Investitionsunsicherheiten.

Für Projekte mit strategischer und globaler Relevanz – etwa im Bereich großskaliger Zellfertigung oder innovativer Produktionsverfahren – bedarf es daher beschleunigter, koordinierter und transparenter Genehmigungsprozesse. Ziel sollte es sein:

- verbindliche maximale Verfahrensdauern festzulegen,
- Genehmigungsbehörden personell und fachlich zu stärken,
- digitale und standardisierte Antragsverfahren zu etablieren,
- sowie eine zentrale Koordinierung komplexer Großprojekte („One-Stop-Agency“-Ansatz) zu prüfen.

Eine planbare und international wettbewerbsfähige Genehmigungspraxis ist ein zentraler Standortfaktor, da Investitionsentscheidungen im Batteriebereich häufig in globalem Maßstab getroffen werden und zeitkritisch sind.

Neben der Dauer von Verfahren beeinflusst auch die Komplexität regulatorischer Anforderungen die Standortattraktivität. Unterschiedliche Berichtspflichten, mehrstufige Prüfprozesse und sich überlagernde europäische, nationale und regionale Vorgaben erhöhen administrative Kosten und binden personelle Ressourcen in Unternehmen.

Ein zentraler Handlungsbedarf besteht daher in der systematischen Überprüfung und Vereinfachung bestehender Regelwerke. Dies umfasst:

- die Harmonisierung von Standards entlang der europäischen Wertschöpfungskette,
- die Vermeidung redundanter Berichtspflichten,
- klar definierte technische Normen für Produktion, Sicherheit und Recycling,
- sowie eine frühzeitige Einbindung der Industrie in Standardisierungsprozesse.

Klare, konsistente und langfristig stabile regulatorische Rahmenbedingungen schaffen Investitionssicherheit und erleichtern die Skalierung neuer Technologien. Insbeson-

dere im Bereich Nachhaltigkeitsanforderungen, CO₂-Bilanzierung und Kreislaufwirtschaft sind transparente und praktikable Vorgaben notwendig, die ökologische Ziele mit industrieller Wettbewerbsfähigkeit in Einklang bringen.

Die Batterieproduktion – insbesondere die Zellfertigung – ist energieintensiv. Energiekosten stellen daher einen wesentlichen Bestandteil der Produktionskosten dar und beeinflussen die internationale Wettbewerbsfähigkeit maßgeblich. Im Vergleich zu außereuropäischen Standorten sind industrielle Strompreise in Deutschland und Europa häufig höher und volatiler.

Zur Stärkung des Standorts Baden-Württemberg ist es erforderlich, die Energieversorgung für energieintensive Zukunftsindustrien langfristig planbar und wettbewerbsfähig zu gestalten. Handlungsoptionen umfassen:

- die Sicherstellung eines verlässlichen Zugangs zu erneuerbaren Energien zu wettbewerbsfähigen Preisen,
- die Förderung von Power-Purchase-Agreements (PPAs) für industrielle Großabnehmer,
- die gezielte Entlastung energieintensiver Zukunftsindustrien bei staatlich induzierten Preisbestandteilen,
- sowie den beschleunigten Ausbau der Netzinfrastuktur.

Eine kosteneffiziente und zugleich nachhaltige Energieversorgung ist nicht nur ein ökonomischer, sondern auch ein strategischer Vorteil, da klimafreundlich produzierte Batterien künftig einen Wettbewerbsvorteil auf globalen Märkten darstellen können.

Neben Energie- und Regulierungskosten beeinflussen weitere Faktoren die Gesamtwirtschaftlichkeit von Batterieproduktionen. Dazu zählen Arbeitskosten, Flächenverfügbarkeit, Infrastruktur, Logistik sowie der Zugang zu qualifizierten Fachkräften.

Um industrielle Großprojekte zu realisieren und Skaleneffekte zu ermöglichen, sind wettbewerbsfähige Industrieflächen mit geeigneter Infrastruktur erforderlich. Industrie- und Gewerbegebiete müssen frühzeitig ausgewiesen und mit leistungsfähiger Energie-, Verkehrs- und Digitalinfrastruktur ausgestattet werden. Gleichzeitig sollte die Verfügbarkeit qualifizierter Fachkräfte durch gezielte Aus- und Weiterbildungsprogramme sowie

internationale Fachkräftegewinnung gesichert werden. Skalierungsprozesse können zusätzlich durch gezielte Förderprogramme unterstützt werden, die Investitionen in automatisierte, digitalisierte und hochproduktive Fertigungstechnologien erleichtern. Eine hohe Prozessautomatisierung und Effizienz sind zentrale Hebel, um europäische Produktionskosten im internationalen Vergleich zu optimieren.

Der globale Batteriemarkt ist stark von industriepolitischen Initiativen geprägt. Staaten und Regionen setzen umfangreiche Förderprogramme ein, um Produktionskapazitäten aufzubauen und strategische Wertschöpfung im eigenen Wirtschaftsraum zu verankern. Vor diesem Hintergrund ist es für Baden-Württemberg und Europa essenziell, industriepolitische Instrumente gezielt und strategisch einzusetzen.

Dies bedeutet nicht nur die Bereitstellung finanzieller Fördermittel, sondern vor allem die Schaffung eines konsistenten, langfristig angelegten Rahmens, der Investoren Planungssicherheit bietet. Förderprogramme sollten klar priorisierte Technologiefelder adressieren und mit verbindlichen Standort- und Wertschöpfungseffekten verknüpft sein.

Ziel muss es sein, die Herstellung von Batterien in Europa insgesamt kosteneffizient zu gestalten und zugleich hohe Nachhaltigkeits- und Qualitätsstandards zu sichern. Nur wenn Energiekosten, Produktionskosten und regulatorische Anforderungen planbar und international konkurrenzfähig sind, können Projekte mit globaler Relevanz erfolgreich in Baden-Württemberg angesiedelt und langfristig gehalten werden.

5. Fazit

Die Studie zeigt, dass Baden-Württemberg über eine starke technologische Basis verfügt, und dabei ein zentraler Baustein des europäischen Batterieökosystems ist. Gleichzeitig bestehen strukturelle Herausforderungen – insbesondere bei industrieller Skalierung, Rohstoffverfügbarkeit und Kostenstruktur. Ein zentraler Punkt ist dabei, dass Europa die Kapitalintensität, Skaleneffekte und Lernkurven in der Zellproduktion unterschätzt hat. Der Aufbau wettbewerbsfähiger Zellgigafabriken erfordert enorme Investitionen, stabile Lieferketten und jahrelange Produktionserfahrung. Zudem zeigt sich deutlich: Batteriezellkompetenz ist nicht gleich Batterieproduktionskompetenz. Forschung, Materialwissen oder Systementwicklung lassen sich nicht automatisch in eine global wettbewerbsfähige Massenfertigung überführen.

Vor diesem Hintergrund sollte Baden-Württemberg seine Rolle gezielt als system-, forschungs- und anlagenorientierter Standort definieren. Auch wenn politische Initiativen der Bundesregierung zur Stärkung der Batteriewertschöpfung ein positives Signal für den Aufbau einer europäischen Industrie senden, erscheint ein direkter Wettbewerb mit asiatischer Massenproduktion nur begrenzt realistisch. Der strategische Fokus sollte daher stärker auf jenen Bereichen liegen, in denen Deutschland und Baden-Württemberg bereits heute besondere Stärken besitzen: Systemintegration, Produktionsanlagen, Materialentwicklung, Recycling sowie Qualität.

Daraus ergeben sich mehrere zentrale Handlungsfelder:

1. Rohstoffsicherung und Kreislaufwirtschaft stärken

Die Erschließung regionaler Rohstoffquellen – etwa Lithium im Oberrheingraben – sowie der Aufbau europäischer Raffinations- und Materialverarbeitungskapazitäten sollten beschleunigt werden. Parallel ist der Aufbau großskaliger Recyclingkapazitäten notwendig, um künftige EU-Rezyklatquoten zu erfüllen und mittelfristig einen relevanten Anteil des Materialbedarfs aus Sekundärrohstoffen zu decken. Ergänzend sollten Design-for-Recycling-Ansätze,

standardisierte Demontagekonzepte und second-life-fähige Batteriesysteme stärker gefördert werden.

2. Industrielle Skalierung und Clusterstrukturen ausbauen

Die bestehenden Kompetenzen in Forschung und Industrie sollten stärker in einem landesweiten Batteriecluster gebündelt werden. Bestehende industrienahen Pilot- und Demonstrationslinien – von Materialien über Zellen bis zu Systemen – auch an unterschiedlichen Standorten könnten als „Lab-to-Fab“-Infrastruktur dienen und insbesondere Start-ups sowie mittelständischen Unternehmen den Übergang in die industrielle Produktion erleichtern. Einheitliche IP- und Lizenzierungsmodelle zwischen Forschungseinrichtungen und Industrie würden zudem den Technologietransfer beschleunigen. Dabei sollen bewusst energieeffiziente Prozessschritte (bspw. Trockenbeschichtung von Elektroden) und KI-unterstützte Prozessführungen weiterentwickelt werden, um die Standortnachteile bezüglich Lohn- und Energiekosten abzumildern. Vor allem KI-unterstützte adaptive Prozesse (Embodied AI) können dabei unterstützen, eine höhere Wettbewerbsfähigkeit zu ermöglichen.

3. Finanzierung und Scale-up sichern

Für technologieintensive Start-ups und wachstumsorientierte Mittelständler sollte ein spezialisierter Batterie-Scale-up-Fonds eingerichtet werden, der Eigenkapital für industrielle Skalierung bereitstellt. Ergänzend könnten Landes-, Bundes- und EU-Förderprogramme stärker auf wenige strategische Leitprojekte gebündelt werden – etwa Demonstrationslinien für neue Zelltechnologien, Recycling-Flaggschiffe oder Produktionsanlagencluster. Instrumente zur Risikoteilung, etwa abgesicherte Abnahmeverträge oder Matching-Funds mit Industriepartnern, könnten Investitionen zusätzlich erleichtern.

4. Standortbedingungen verbessern

Um Investitionen zu erleichtern, sind schnellere Genehmigungsverfahren, zentralisierte Ansprechpartner und digitalisierte Prozesse für strategische Batterieprojekte erforderlich. Darüber hinaus sollten Maßnahmen zur Senkung der Energiekosten und zum Ausbau der Netzinfrastruktur geprüft werden, etwa über langfristige Stromabnahmeverträge oder gezielte Standortprogramme für energieintensive Zukunftsindustrien. Eine Vereinfachung regulatorischer Anforderungen und stabile Nachhaltigkeits- und CO₂-Regeln würden zusätzliche Planungssicherheit schaffen.

5. Fachkräftebasis erweitern

Der Aufbau spezialisierter Ausbildungs- und Weiterbildungsangebote entlang der Batteriewertschöpfungskette – von Zellproduktion über Anlagenbetrieb bis hin zu datengetriebener Produktion – ist entscheidend für die langfristige Wettbewerbsfähigkeit. Zum Kompetenzerwerb oder -erweiterung sollten industrienähe Forschungs- und Pilotanlagen gezielt genutzt werden. Gleichzeitig sollten internationale Fachkräfte gezielt angeworben und Anerkennungs- sowie Visa-Verfahren beschleunigt werden. Duale Programme zwischen Hochschulen, Forschungsinstituten und Industrie können den Wissenstransfer zusätzlich stärken.

6. Neue Anwendungsfelder erschließen

Neben der Automotive-Industrie sollten weitere Anwendungsbereiche gezielt entwickelt werden, etwa stationäre Energiespeicher, Luftfahrtanwendungen oder medizintechnische Systeme. Demonstrationsprojekte für Großspeicher oder innovative Anwendungen – beispielsweise Drohnen oder Exoskelette – könnten die vorhandenen Kompetenzen im Land nutzen und neue Märkte erschließen. Gleichzeitig sollten Förderprogramme stärker auch Second-Life-Lösungen berücksichtigen.

7. Systemkompetenz strategisch stärken

Statt primär auf den Aufbau einer großvolumigen Zellfertigung zu setzen, sollte Baden-Württemberg seine Stärken entlang der erweiterten Wertschöpfungskette konsequent ausbauen. Dazu zählen insbesondere:

- Wandlungsfähige Zellintegration und Batteriesystementwicklung, etwa für Automotive, stationäre

Speicher und Spezialanwendungen,

- Produktionsanlagen und Automatisierungstechnologien für die Batteriefertigung für industriell relevante Zellformate (z.B. Rundzellen, prismatische Hard-case Zellen),
- Material- und Zellchemieentwicklung, insbesondere für nächste Generationen wie Festkörperbatterien und Na-Ionen-Batterien,
- Recycling- und Kreislauftechnologien (z.B. Direktes Recycling),
- Qualitätssicherung, Messtechnik und spezialisierte Anwendungen (z.B. Heavy-Duty, Luftfahrt, Medizintechnik).

Der Maschinen- und Anlagenbau im Land kann hierbei eine Schlüsselrolle einnehmen, indem modulare, standardisierte Turnkey-Lösungen für Batteriefabriken „Made in Baden-Württemberg“ entwickelt werden. Flankierend sollten themenspezifische Vernetzungsveranstaltungen (z.B. Fachworkshops, Innovationsforen) gezielt ausgebaut werden, die relevante Akteure aus Industrie, Forschung und Politik zusammenbringen. Diese Formate sollten strukturiert darauf ausgerichtet sein, Wissenstransfer zu fördern, bestehende Kompetenzen zu bündeln, Kooperationsprojekte anzubahnen und Kooperationen entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu stärken. Ergänzend können Leitprojekte und öffentlich geförderte Konsortien initiiert werden, um die Zusammenarbeit in strategisch wichtigen Technologiefeldern gezielt zu vertiefen.

Gleichzeitig sollten Unternehmen gezielt dabei unterstützt werden, eigene technologiegetriebene Plattformen – etwa in Batteriemanagementsystemen, Thermomanagement oder Simulation – zu skalierbaren und international wettbewerbsfähigen Geschäftsmodellen weiterzuentwickeln. Dies kann durch spezifische Förderprogramme, Reallabore sowie den erleichterten Zugang zu Test- und Demonstrationsinfrastrukturen flankiert werden.

Wenn Baden-Württemberg diese strategische Fokussierung verfolgt und seine bestehenden industriellen Stärken konsequent ausbaut, kann das Land seine Rolle als technologisch führender System- und Anlagenstandort im europäischen Batterieökosystem langfristig sichern. Auf dieser Grundlage kann Baden-Württemberg einen wesentlichen Beitrag zu einer resilienten, nachhaltigen und wettbewerbsfähigen europäischen Batteriewertschöpfung bis 2035 leisten und somit im direkten Wettbewerb mit asiatischer Massenfertigung bestehen.

Literaturverzeichnis

[1]

BUNDESMINISTERIUM FÜR FORSCHUNG, TECHNOLOGIE UND RAUMFAHRT: Hightech Agenda Deutschland. Juli 2025

[2]

WOLF, Stefan: Europas Batteriezukunft: Herausforderungen, Chancen und Strategische Ausrichtung: VDMA Batterieproduktion Jahrestagung 2025. Neuhausen auf den Fildern: 2. Juli 2025

[3]

GIESCHEN, Jan-Hinrich; BÜNTING, Aiko; KURSE, Sebastian; VORHOLT, Frderik; WOLF, Stefan; ZACHÄUS, Carolin: Ökosystem der Batteriezellfertigung in Europa: Netzwerkstrukturen als Grundlage für Wissenstransfer und Wertschöpfungspartnerschaften. Januar 2021

[4]

MÖHRKE, Matthias; HEILER, Robert; WIRTH, Steffen; ROSS, Han; WENHOLD, Fabian; MICHAELIS, Dr. Sarah; ROTHAGEN, Benedikt; WICKE, Tim; BLENK, Timo; POHLKAMP, Elli: Battery Manufacturing 2030+: From Hype to Hard Truths: How equipment suppliers can navigate a fragmented market and boost global competitiveness. Studie. November 2025

[5]

HEIMES, Heiner; KAMPKER, Achim; BORN, Henrik; KISSELER, Niklas; BOCKEY, Gerrit; GRAAF, Maximilian; KIM, Dennis; LINGOHR, Paul; MUSSEHL, Valentin; PLUMEYER, Jan Felix; SCHEIBE, Artur; SOLDAN, Natalia; SPÄTH, Benedikt; WOLF, Sebastian; LIENEMANN, Christoph: Battery Atlas 2026: 3rd edition. 2026

[6]

DEUTSCHE ROHSTOFFAGENTUR: Europäische Wertschöpfung bis zur Batteriezele auf dem Prüfstand: Chart des Monats, November 2024. November 2024

[7]

STEFAN, Maximilian: Batterierecycling in Europa nimmt weiter Fahrt auf: Recycling-Kapazitäten von Lithium-Ionen-Batterien in Europa. URL <https://www.isi.fraunhofer.de/de/blog/themen/batterie-update/lithium-ionen-batterie-recycling-europa-kapazitaeten-update-2024.html> – Aktualisierungsdatum: 2024-08-07 – Überprüfungsdatum 2026-02-26

[8]

KRAUSA, Dr. Michael; ZEDLITZ, Monika von; ANZENHOFER, Lena; MICHAELIS, Dr. Sarah; SCHMÜSER, Nina; NEUHAUS, Elisabeth: Notwendigkeit eines wettbewerbsfähigen Batterieökosystems in Deutschland und Europa: Positionspapier. 15.10.2025

[9]

KRAUSA, Michael; ZEDLITZ, Monika von; ANZENHOFER, Lena; MICHAELIS, Sarah; SCHMÜSER, Nina; NEUHAUS, Elisabeth: Industrieverbände warnen: Ba2eriestandort Deutschland und Europa in Gefahr. 15.10.2025. URL <https://vdma.eu/viewer/-/v2article/render/148787991> – Überprüfungsdatum 2025-10-15

[10]

BUNDESREGIERUNG: Verantwortung für Deutschland: Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD. 21. Legislaturperiode. 05.05.2025

[11]

BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG: BMBF-Dachkonzept Batterieforschung – Souveränität für eine nachhaltige Wertschöpfung von morgen. Februar 2023

[12]

BUNDESMINISTERIUM FÜR FORSCHUNG, TECHNOLOGIE UND RAUMFAHRT: Bär: Die erste Batteriezele aus der FFB PreFab markiert einen Meilenstein für Batterien „Made in Germany“. 64/2025. 15.12.2025. URL <https://www.bmftr.bund.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2025/12/151225-FFB.html>

[13]

Aufbau einer wettbewerbsfähigen Batterieindustrie bis 2035. aus der Forschung. Berlin, 21.01.2026 –
Überprüfungsdatum 2026-02-26

[14]

EUROPÄISCHE KOMMISSION: Anhang 2 - Strategischer Aktionsplan für Batterien: Anhang: Europe on the Move. Sustainable Mobility for Europe: safe, connected and clean. Brüssel, 17.05.2018 (COM(2018) 293 final)

[15]

EUROPÄISCHE KOMMISSION: Verordnung (EU) 2023/ des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Juli 2023 über Batterien und Altbatterien, zur Änderung der Richtlinie 2008/98/EG und der Verordnung (EU) 2019/1020 und zur Aufhebung der Richtlinie 2006/66/EG (in Kraft getr. am 12. 7. 2023) (2023-07-12).
URL <http://data.europa.eu/eli/reg/2023/1542/oj> –
Überprüfungsdatum 2026-01-26

[16]

EUROPÄISCHE KOMMISSION: Kommission ergreift Maßnahmen für saubere und wettbewerbsfähige Automobilindustrie. Strasbourg, 16.12.2025.
URL https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_25_3051 – Überprüfungsdatum 2026-01-20

[17]

EUROPÄISCHE KOMMISSION: Aktionsplan „RESourceEU“: Beschleunigung unserer Strategie für kritische Rohstoffe zur Anpassung an eine neue Realität. Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Brüssel, 03.12.2025 (COM(2025) 945 final)

[18]

EUROPÄISCHE KOMMISSION: Kommission nimmt RESourceEU-Aktionsplan an: Sicherung der Rohstoffversorgung, Verringerung von Abhängigkeiten und Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit. 03.12.2025. URL https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_25_2891

[19]

EUROPÄISCHE KOMMISSION: EU investiert 852 Mio. EUR in sechs innovative Batterieprojekte für Elektrofahrzeuge. Brüssel, 04.07.2025 – Überprüfungsdatum 2026-01-20

[20]

IPCEI EUROPEAN BATTERY INNOVATION (EUBATIN) C/F VDI/VDE INNOVATION + TECHNIK GMBH:
IPCEI Batteries: Technology Field Cells/Modules.
URL <https://www.ipcei-batteries.eu/technology-fields/cells/-/modules>

[21]

BATTERIES EUROPEAN PARTNERSHIP – BATT4EU BATTERIES EUROPEAN PARTNERSHIP ASSOCIATION – BEPA: BATT4EU publishes Europe's new Strategy on Battery Research and Innovation. Brüssel, 15.02.2024 –
Überprüfungsdatum 2026-02-02

[22]

BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG: Batterieforschung in Deutschland – Materialien, Prozesse, Zellfertigung: BMBF-Broschüre zum Dachkonzept und der Batterieforschung in Deutschland. Juli 2022

[23]

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND KLIMASCHUTZ BMWK: Batteriezellförderung – ein Beispiel erfolgreich transformativer Industriepolitik. April 2022

[24]

BUNDESVERFASSUNGSGERICHT: Karlsruhe: Umwidmung von Corona-Mitteln in Klimafonds nichtig. URL <https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2023/kw46-verfassungsgericht-haushalt-2021-977776>

[25]

TAGESSCHAU: Milliardenprojekt für Lithiumabbau in Deutschland. In: tagesschau.de (2025-12-03)

[26]

HENBLER, Sebastian: Porsche: Nach Cellforce-Ende auch Aus bei Valmet? In: Elektroauto News (2025-08-25)

[27]

WILK, Maximilian; STAUDACHER, Melchior; LI, Rui Yan; SCHERER, Clemens; KAMPKER, Achim; HEIMES, Heiner; DEUTSKENS, Christoph; LIENEMANN, Christoph: Eruierung der Potenziale und Akteure im Maschinenbau für die Batterieproduktion in Deutschland: Begleitstudie. 15.10.2025

[28]

UMBACH, Eberhard: Zellproduktion in Deutschland: Eine Betrachtung aus Sicht der Wissenschaft. 2016

[29]

MICHAELIS, Sarah; SCHÜTRUMPF, Jörg; KAMPKER, Achim; HEIMES, Heiner; DORN, Benjamin; WENNEMAR, Sarah; SCHEIBE, Artur; WOLF, Sebastian; SMULKA, Matthias; INGENDOH, Benedict; THIELMANN, Axel; NEEF, Christoph; WICKE, Tim; WEYMANN, Lukas; HETTESHEIMER, Tim; KWADE, Arno; GOTTSCHALK, Laura; BOESELAGER, Christina von; BLÖMEKE, Steffen; DIENER, Alexander; HORSTIG, Max-Wolfram von; HUSMANN, Jana; KOULI, Maher; MUND, Malte; VENTURA SILVA, Gabriela; WEBER, Marcel; PODBREZNIK, Miha; SCHMETZ, Arno: Roadmap Batterie-Produktionsmittel 2030: Update 2023. 2023

[30]

HEIMES, Heiner; KAMPKER, Achim; FRIEGES, Moritz; BOCKEY, Gerrit; SOLDAN, Natalia; KISSELER, Niklas; FRANK, Merlin; SPÄTH, Benedikt; PLUMEYER, JAN FELIX; SCHEIBE, Artur: Battery Atlas 2024: 2nd edition. 2024

[31]

TRUMPF: Battery Show: TRUMPF zeigt Lösungen für sämtliche Schritte der Batteriefertigung. Ditzingen/Stuttgart, 03.06.2025. URL https://www.trumpf.com/de_INT/newsroom/pressemitteilungen-lokal/pressemitteilung-detailseite-lokal/release/battery-show-trumpf-zeigt-loesungen-fuer-saemtliche-schritte-der-batteriefertigung-9429/?utm_source=chatgpt.com – Überprüfungsdatum 2026-03-09

[32]

ZEISS: Ganzheitliche Prüfung sichert Zell- und Modulqualität. URL https://www.zeiss.de/messtechnik/industrien/automotive/emobilitysolutions/batterien/batteriezellen-und--module.html?utm_source=chatgpt.com#Technical-Paper – Aktualisierungsdatum: 2026-03-09 – Überprüfungsdatum 2026-03-09

[33]

HEIMES, Heiner; KAMPKER, Achim; FRIEGES, Moritz; BORN, Henrik; KISSELER, Niklas; SCHMIED, Jessica; WOLF, Sebastian; LACKNER, Nikolaus; GRAAF, Maximilian; BERNHART, Wolfgang; CHAN, Isaac; YI, Andrew; WEISSBART, Martin; HOTZ, Tim; GORDON, Kyle; GALLUS, Dennis; KNOCHE, Konstantin; DEMIR,

Iskender; SU, Licheng; ISMAIL, Abdus Samad; HYUN, Jaeyong: Battery Monitor 2024/2025: The value chain between economy and ecology. 2025

[34]

HUCK, Sven: Strom für 100.000 Haushalte: EnBW plant einen der größten Batteriespeicher in Deutschland. URL <https://www.swr.de/swraktuell/baden-wuerttemberg/karlsruhe/batteriespeicher-philippsburg-enbw-energie-wende-100.html> – Aktualisierungsdatum: 2025-07-30 – Überprüfungsdatum 2026-02-26

[35]

ADS-TEC ENERGY GMBH: ADS-TEC Energy kündigt eines der weltweit größten BESS-Projekte an. 26.09.2025. URL <https://www.ads-tec-energy.com/de/news#/pressreleases/ads-tec-energy-kuendigt-eines-der-weltweit-groessten-bess-projekte-an-3406996> – Überprüfungsdatum 2026-01-30

[36]

RESEARCH NESTER: Marktgröße und Prognose für stationäre Energiespeicher nach Endverbraucher: Wachstumstrends, Hauptakteure, regionale Analyse 2026-2035. URL <https://www.researchnester.com/de/reports/stationary-energy-storage-market/7494> – Überprüfungsdatum 2026-02-25

[37]

WILLE-HAUSSMANN, Bernhard; BIENER, Wolfgang; BRANDES, Julian; JÜLCH, Verena; WITTEW, Christof: Kurzstudie: Batteriespeicher an ehemaligen Kraftwerksstandorten. 02.05.2022

[38]

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ARBEITSWIRTSCHAFT UND ORGANISATION IAO; BORMANN, Daniel; HERRMANN, Florian; STEGMÜLLER, Sebastian; BLOCK, Lukas; KEICHER, Lukas: Themenpapier Cluster Elektromobilität Süd-West: Wertstoffkreislauf von Traktionsbatterien aus Europa. Mai 2023

[39]

STATISTA: Forecast lithium-ion battery recycling market worldwide from 2023 to 2033. URL <https://www.statista.com/statistics/1330758/lithium-ion-battery-recycling-market-value-worldwide/>

[40]

STATISTA: Supply of EV batteries for recycling worldwide in 2020, with a forecast from 2025 to 2040. URL <https://www.statista.com/statistics/1415407/ev-battery-recycling-supply-worldwide/>

[41]

MERCEDES-BENZ GROUP AG: Batterie-Kreislauf mit eigener Recyclingfabrik geschlossen.: Erwartete Rückgewinnungsquote von mehr als 96 Prozent. 21.10.2024. URL <https://group.mercedes-benz.com/unternehmen/news/recyclingfabrik-kuppenheim.html>

[42]

SCHOLZ RECYCLING GMBH: Recycling. Resources. Responsibility. URL <https://www.scholz-recycling.com/unternehmen/> Für die Strukturierung der vorliegenden Studie wurden KI-Tools, wie FHGenie, verwendet.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ökosystem Batterie	5
Abbildung 2: Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Ökosystem Batterie in Baden-Württemberg	11
Abbildung 3: Zusammensetzung des Ökosystems Batterie in Baden-Württemberg	12
Abbildung 4: Vernetzung von Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen und der Industrie im Ökosystem Batterie in BW	23
Abbildung 5: Vernetzung der baden-württembergischen Forschungseinrichtungen untereinander in aktuell laufenden nationalen Batterieprojekten. Die Zahlen geben die Anzahl an Verbindungen an	24
Abbildung 6: Vernetzung baden-württembergischer Forschungseinrichtungen innerhalb Deutschlands kategorisiert nach Industrie-, Forschungs- und sonstigen Partnern in aktuell laufenden nationalen Batterieprojekten. Die Zahlen geben die Anzahl an Verbindungen an	25
Abbildung 7: Vernetzung baden-württembergischer Forschungseinrichtungen innerhalb Deutschlands in aktuell laufenden nationalen Batterieprojekten. Berücksichtigt wurden alle 116 Projektteilnehmenden. Die Zahlen geben die Anzahl an Verbindungen an	26

Unternehmen

Nr.		PLZ	Ort	Zuordnung
1	1st Flow Energy Solutions GmbH	79224	Umkirch	Zell- und Batteriehersteller
2	Aampere GmbH	75378	Bad Liebenzell	Sonstiges
3	ABB AG	63809	Mannheim	Anlagen- und Maschinenbau
4	accundu GmbH	71334	Waiblingen	Zell- und Batteriehersteller
5	ACI Systems GmbH	78658	Zimmern ob Rottweil	Anlagen- und Maschinenbau
6	acp systems AG	78658	Zimmern ob Rottweil	Anlagen- und Maschinenbau
7	ADS-TEC Energy GmbH	72622	Nürtingen	Anwender
8	AFT Automatisierungs- und Fördertechnik	79650	Schopfheim	Anlagen- und Maschinenbau
9	AIT Goehner GmbH	76227	Karlsruhe	Automatisierung und Informationstechnologie
10	AKE Knebel GmbH	72336	Balingen	Anlagen- und Maschinenbau
11	Akkodis Germany GmbH	71063	Sindelfingen	Automatisierung und Informationstechnologie
12	Akku Power GmbH	73614	Schorndorf	Zell- und Batteriehersteller
13	Albert Handtmann Metallgusswerk GmbH & Co. KG	88400	Bierach an der Riß	Anlagen- und Maschinenbau
14	Alfred Kärcher SE & Co. KG	71364	Winnenden	Anwender
15	ALLGAIER Werke GmbH	73066	Uhingen	Anlagen- und Maschinenbau
16	Alzner Automotive GmbH	71120	Grafenau	Sonstiges
17	Alzner Battery GmbH	71120	Grafenau	Zell- und Batteriehersteller
18	Amorph Systems GmbH	70565	Stuttgart	Automatisierung und Informationstechnologie
19	Andreas Stihl AG & Co. KG	71336	Waiblingen	Anwender
20	ANDRITZ Schuler GmbH	73033	Göppingen	Automatisierung und Informationstechnologie
21	Ansmann AG	97959	Assamstadt	Zell- und Batteriehersteller
22	Aranea Battery Solutions	74076	Heilbronn	Anwender
23	Atlas Copco IAS GmbH	75015	Bretten	Anlagen- und Maschinenbau
24	August Mink GmbH & Co. KG	73035	Göppingen	Sonstiges
25	axiss Achsen- und Dosiersysteme GmbH	75210	Keltern	Anlagen- und Maschinenbau
26	AZO GmbH & CO. KG	74706	Osterburken	Anlagen- und Maschinenbau
27	Baden Batterien (Industrie-Batterien in Baden GmbH)	79189	Bad Krotzingen	Zell- und Batteriehersteller
28	Balluff GmbH	73765	Neuhausen a. d. Fildern	Automatisierung und Informationstechnologie
29	Batalyse GmbH	75045	Walzbachtal	Automatisierung und Informationstechnologie
30	Batemo GmbH	76185	Karlsruhe	Automatisierung und Informationstechnologie
31	Batene GmbH	73240	Wendlingen am Neckar	Batteriematerialien
32	bdtronic GmbH	97990	Weikersheim	Anlagen- und Maschinenbau
33	Bertrandt Technologie GmbH	71297	Mönsheim	Dienstleistungen
34	Binder GmbH	78532	Tuttlingen	Anwender
35	Bosch Rexroth AG	89081	Ulm	Anlagen- und Maschinenbau
36	Breyer GmbH Maschinenfabrik	78224	Singen	Anlagen- und Maschinenbau
37	BRIGHT Testing GmbH	71034	Böblingen	Dienstleistungen
38	Christian Bürkert GmbH & Co. KG	74653	Ingelfingen	Sensoren und Messsysteme
39	Busch Dienste GmbH	79689	Maulburg	Anlagen- und Maschinenbau
40	Carl Padberg Zentrifugenbau GmbH	77933	Lahr	Anlagen- und Maschinenbau
41	Carl Zeiss AG	73447	Oberkochen	Sensoren und Messsysteme
42	Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH	73447	Oberkochen	Sensoren und Messsysteme

Nr.		PLZ	Ort	Zuordnung
43	centrotherm international AG	89143	Blaubeuren	Anlagen- und Maschinenbau
44	comenso electronics GmbH	73760	Ostfildern	Sensoren und Messsysteme
45	Compositence GmbH	71229	Leonberg	Sonstiges
46	Contexo GmbH	73650	Winterbach	Zell- und Batteriehersteller
47	coperion GmbH	70469	Stuttgart	Anlagen- und Maschinenbau
48	CRC Clean Room Consulting GmbH	79115	Freiburg	Anlagen- und Maschinenbau
49	CT battery GmbH	70178	Stuttgart	Automatisierung und Informationstechnologie
50	Daimler Truck AG	70771	Leinfelden-Echterdingen	Anwender
51	deer GmbH	75365	Calw	Anwender
52	DESOTEC GmbH Sondermaschinenbau	71364	Winnenden	Anlagen- und Maschinenbau
53	Dr. Fritsch Sondermaschinen GmbH	70736	Fellbach	Anlagen- und Maschinenbau
54	Dr. Ing. h.c. Porsche AG	70435	Stuttgart	Anwender
55	Dr. Zill Life Science Automation GmbH	70569	Stuttgart	Anlagen- und Maschinenbau
56	DSG Energiekonzepte GmbH	74074	Heilbronn	Anwender
57	Dürr AG	74321	Bietigheim-Bissingen	Anlagen- und Maschinenbau
58	Dürr System AG	74321	Bietigheim-Bissingen	Anlagen- und Maschinenbau
59	EBZ SysTec GmbH	88212	Ravensburg	Anlagen- und Maschinenbau
60	EDAG Production Solutions GmbH & Co. KG	71034	Böblingen	Dienstleistungen
61	EDI GmbH	76327	Pfintztal	Automatisierung und Informationstechnologie
62	ELABO GmbH	74564	Crailsheim	Anlagen- und Maschinenbau
63	Elmeric GmbH	72414	Rangendingen	Anlagen- und Maschinenbau
64	ELMEWA Automotive GmbH	73479	Ellwangen/Jagst	Anlagen- und Maschinenbau
65	ElringKlinger AG	72581	Dettingen an der Erms	Anwender
66	ElringKlinger Kunststofftechnik GmbH	74321	Bietigheim-Bissingen	Sonstiges
67	e-mobil BW GmbH	70176	Stuttgart	Sonstiges
68	Energie Baden-Württemberg AG (EnBW)	76131	Karlsruhe	Anwender
69	EnerSys GmbH	78166	Donaueschingen	Sonstiges
70	ergo: elektronik GmbH	89077	Ulm	Sonstiges
71	etifix GmbH	72661	Grafenberg	Anlagen- und Maschinenbau
72	EurA AG	73479	Ellwangen	Dienstleistungen
73	evohaus GmbH	76227	Karlsruhe	Sonstiges
74	Exyte GmbH	70376	Stuttgart	Anlagen- und Maschinenbau
75	Exyte Technology GmbH	70376	Stuttgart	Anlagen- und Maschinenbau
76	FANUC Deutschland GmbH	73765	Neuhausen a. d. Fildern	Automatisierung und Informationstechnologie
77	Farasis Energy Europe GmbH	72636	Frickenhäusen	Zell- und Batteriehersteller
78	FastCast Ceramics GmbH	76131	Karlsruhe	Sonstiges
79	Festo AG & Co. KG	73734	Esslingen-Berkheim	Anlagen- und Maschinenbau
80	Festool GmbH	73236	Wendlingen	Anwender
81	Flexoo GmbH	69115	Heidelberg	Sensoren und Messsysteme
82	FLT Automation GmbH	74855	Hassmersheim	Anlagen- und Maschinenbau
83	Fortum Batterie Recycling GmbH	74912	Kirchardt	Recycling
84	Freudenberg Sealing Technologies GmbH	69469	Weinheim	Sonstiges
85	Freudenberg Performance Materials GmbH & Co. KG	69469	Weinheim	Sonstiges
86	Freudenberg SE	69469	Weinheim	Sonstiges
87	Freudenberg Technology Innovation SE & Co. KG	69469	Weinheim	Sonstiges
88	Fuchs Schmierstoffe GmbH	68145	Mannheim	Sonstiges
89	Fumatech BWT GmbH	74321	Bietigheim-Bissingen	Anlagen- und Maschinenbau
90	GARDENA Manufacturing GmbH	89079	Ulm	Anwender

Nr.		PLZ	Ort	Zuordnung
91	GEA Wiegand GmbH	76275	Ettlingen	Anlagen- und Maschinenbau
92	GEBHARDT Fördertechnik GmbH	74889	Sinsheim	Anlagen- und Maschinenbau
93	Gebr. Schmid GmbH	72250	Freudenstadt	Anlagen- und Maschinenbau
94	Georg Fischer GmbH	73095	Albershausen	Sonstiges
95	gesco Messsysteme GmbH	76549	Hügelsheim	Anlagen- und Maschinenbau
96	Glatt GmbH	79589	Binzen	Anlagen- und Maschinenbau
97	GPS Gesellschaft für Produktionssysteme GmbH	70569	Stuttgart	Anlagen- und Maschinenbau
98	GreenING GmbH & Co. KG	71397	Leutenbach	Anlagen- und Maschinenbau
99	GS Glovebox Systemtechnik GmbH	76316	Malsch	Anlagen- und Maschinenbau
100	h-kon GmbH	71636	Ludwigsburg	Anlagen- und Maschinenbau
101	Hahn+Kolb Werkzeuge GmbH	74706	Osterburken	Anwender
102	HDAO Group Holding GmbH	78056	Villingen-Schwenningen	Anlagen- und Maschinenbau
103	Helmut Hechinger GmbH & Co. KG	76307	Karlsbad	Anlagen- und Maschinenbau
104	Herrmann Ultraschalltechnik GmbH & Co. KG	97944	Boxberg	Anlagen- und Maschinenbau
105	HGPower GmbH	72108	Rottenburg	Anwender
106	HILABS GmbH	68782	Brühl	Zell- und Batteriehersteller
107	HIMA Paul Hildebrandt GmbH	88213	Ravensburg	Anlagen- und Maschinenbau
108	hofer AG	72622	Nürtingen	Automatisierung und Informationstechnologie
109	hte GmbH	69123	Heidelberg	Dienstleistungen
110	Huber Automotive AG	73347	Mühlhausen	Automatisierung und Informationstechnologie
111	Husqvarna Deutschland GmbH	89079	Ulm	Anwender
112	IKA Werke GmbH & Co. KG	79219	Staufen im Breisgau	Anlagen- und Maschinenbau
113	industrie automation Energiesysteme GmbH	79232	March/Freiburg	Anwender
114	inprotec GmbH	79423	Heltersheim	Dienstleistungen
115	instagrid GmbH	71636	Ludwigsburg	Anwender
116	IOLITEC ionic Liquids Technologies GmbH	74076	Heilbronn	Batteriematerialien
117	iPoint-systems GmbH	72760	Reutlingen	Automatisierung und Informationstechnologie
118	J.Schmalz GmbH	72293	Glatten	Anlagen- und Maschinenbau
119	JW Froehlich Maschinenfabrik GmbH	70771	Leinfelden-Echterdingen	Anlagen- und Maschinenbau
120	KACO new energy GmbH - A Siemens Company	74172	Neckarsulm	Anwender
121	Keller Lufttechnik GmbH + Co. KG	73230	Kirchheim unter Teck	Anlagen- und Maschinenbau
122	Kemmler Electronic GmbH	71691	Freiberg am Neckar	Anlagen- und Maschinenbau
123	Keysight Technologies Deutschland GmbH	71034	Böblingen	Sensoren und Messsysteme
124	Kiefer GmbH	72793	Pfullingen	Anlagen- und Maschinenbau
125	KMS Automation GmbH	78713	Schramberg-Waldmössingen	Anlagen- und Maschinenbau
126	König Metall GmbH	76571	Gaggenau	Sonstiges
127	Konzelmann GmbH	74369	Löchgau	Sonstiges
128	Lacom GmbH	73466	Lauchheim	Anlagen- und Maschinenbau
129	LAPP GmbH	70565	Stuttgart	Sonstiges
130	Leclanché GmbH	77731	Willstätt	Zell- und Batteriehersteller
131	Leuze electronic GmbH & Co. KG	73277	Owen	Sensoren und Messsysteme
132	LICULAR GmbH	76456	Kuppenheim	Recycling
133	LiMedion GmbH	68163	Mannheim	Anlagen- und Maschinenbau
134	LITEWERKS GmbH	78467	Konstanz	Anwender
135	Litona GmbH	76137	Karlsruhe	Batteriematerialien
136	LogBATT GmbH	73207	Plochingen	Sonstiges
137	LQ Mechatronik-Systeme GmbH	74354	Besigheim	Sonstiges
138	Lxstruments GmbH	71154	Nufringen	Sensoren und Messsysteme

Nr.		PLZ	Ort	Zuordnung
139	MAHLE Behr GmbH & Co. KG	70469	Stuttgart	Sonstiges
140	MAHLE GmbH	70376	Stuttgart	Sonstiges
141	Mann+Hummel GmbH	71636	Ludwigsburg	Anlagen- und Maschinenbau
142	MAP Battery Tests GmbH	74599	Wallhausen	Dienstleistungen
143	Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH & Co. KG	74736	Hardheim	Anlagen- und Maschinenbau
144	Maschinenfabrik Lauffer GmbH & Co. KG	72160	Horb am Neckar	Anlagen- und Maschinenbau
145	Meister Automation GmbH	78773	Wertheim	Anlagen- und Maschinenbau
146	Mercedes Benz Group	76456	Kuppenheim	Recycling
147	Mercedes-Benz AG	70372	Stuttgart	Anwender
148	Mercedes-Benz Tech Motion GmbH	71034	Böblingen	Anwender
149	Metabowerke GmbH	72622	Nürtingen	Anwender
150	Murrelektronik GmbH	71570	Oppenweiler	Anlagen- und Maschinenbau
151	NAGEL Technologies GmbH	72622	Nürtingen	Anlagen- und Maschinenbau
152	Nerling Systemräume GmbH	71272	Renningen	Anlagen- und Maschinenbau
153	OPTIMA Life Science GmbH	74523	Schwäbisch Hall	Anlagen- und Maschinenbau
154	Oscar Frech GmbH & Co. KG	73614	Schorndorf	Anlagen- und Maschinenbau
155	Owis GmbH	79219	Staufen im Breisgau	Sensoren und Messsysteme
156	p3 automotive GmbH	70191	Stuttgart	Dienstleistungen
157	Pepperl+Fuchs SE	68307	Mannheim	Sensoren und Messsysteme
158	PEUS-Testing GmbH	76571	Gaggenau	Dienstleistungen
159	Phoenix Non Woven GmbH & Co. KG	73252	Lenningen	Batteriematerialien
160	PINK GmbH	97877	Wertheim	Anlagen- und Maschinenbau
161	Polysecure GmbH	79111	Freiburg	Automatisierung und Informationstechnologie
162	Polytec PT GmbH Polymere Technologien	76307	Karlsbad	Sonstiges
163	Porcher Industries Germany GmbH	89155	Erbach	Anlagen- und Maschinenbau
164	Powerness Europe GmbH	69469	Weinheim	Zell- und Batteriehersteller
165	Precitec GmbH & Co. KG	76571	Gaggenau	Sensoren und Messsysteme
166	PreZero	75438	Knittlingen	Recycling
167	Proteba GmbH	89081	Ulm	Sonstiges
168	Pure Battery Technologies Germany AG	76275	Ettlingen	Batteriematerialien
169	PVA TePla Analytical Systems GmbH	73463	Westhausen	Sensoren und Messsysteme
170	PWO AG	77704	Oberkirch	Automatisierung und Informationstechnologie
171	RCT Power GmbH	78467	Konstanz	Anwender
172	Quality Analysis GmbH	72622	Nürtingen	Dienstleistungen
173	Rehm Thermal Systems GmbH	89143	Blaubeuren-Seissen	Anlagen- und Maschinenbau
174	RENA Technologies GmbH	78148	Gütenbach	Anlagen- und Maschinenbau
175	Renergo GmbH	89518	Heidenheim	Dienstleistungen
176	RJL Micro & Analytic GmbH	76689	Karlsdorf-Neuthard	Dienstleistungen
177	Robert Bosch GmbH	70839	Gerlingen Schillerhöhe	Sonstiges
178	Robert Bosch Manufacturing Solutions GmbH	70469	Stuttgart	Anlagen- und Maschinenbau
179	Robert Bosch Power Tools GmbH	70771	Leinfelden-Echterdingen	Anwender
180	ROTON PowerSystems GmbH	75245	Neulingen	Anwender
181	SAP SE	69190	Walldorf	Automatisierung und Informationstechnologie
182	SAX Power GmbH	89155	Erbach	Zell- und Batteriehersteller
183	Schmid Energy Systems GmbH	72250	Freudenstadt	Zell- und Batteriehersteller
184	Schnaitmann Maschinenbau GmbH	73630	Remshalden	Anlagen- und Maschinenbau
185	Scholz Recycling GmbH		div. Standorte	Recycling
186	Schuler Pressen GmbH	73033	Göppingen	Anlagen- und Maschinenbau

Nr.		PLZ	Ort	Zuordnung
187	Schwabenakku GmbH	71336	Waiblingen-Bittenfeld	Recycling
188	Schweizer Technologies GmbH	75181	Pforzheim	Sonstiges
189	SICK AG	79183	Waldkirch	Sensoren und Messsysteme
190	StoRegio GmbH	67059	Ludwigshafen	Dienstleistungen
191	STUBA Stuttgarter Industriebatterien GmbH	71696	Möglingen	Anwender
192	Südpack Verpackungen GmbH & Co. KG	88416	Erlenmoos	Sonstiges
193	teamtechnik Maschinen und Anlagen GmbH	71691	Freiberg am Neckar	Anlagen- und Maschinenbau
194	TechProtect GmbH	71088	Holzgerlingen	Recycling
195	Teubert Maschinenbau GmbH	78176	Blumberg	Anlagen- und Maschinenbau
196	Thermo Electron (Karlsruhe) GmbH	76185	Karlsruhe	Anlagen- und Maschinenbau
197	TheSys GmbH	72138	Kirchentellinsfurt	Automatisierung und Informationstechnologie
198	Transnet BW GmbH	70173	Stuttgart	Sonstiges
199	Trumpf Hüttinger GmbH & Co. KG	79111	Freiburg	Anlagen- und Maschinenbau
200	Trumpf Laser- und Systemtechnik AG	71254	Ditzingen	Anlagen- und Maschinenbau
201	Trumpf Photonic Components GmbH	89081	Ulm	Anlagen- und Maschinenbau
202	Trumpf SE & Co. KG	71254	Ditzingen	Anlagen- und Maschinenbau
203	TTS Tooltechnik Systems SE & Co. KG	73240	Wendlingen	Anwender
204	Up-Cell GmbH	76185	Karlsruhe	Anwender
205	V4Smart GmbH & Co. KG	86720	Nördlingen	Zell- und Batteriehersteller
206	VAF Gesellschaft für Verkettungsanlagen, Automations-einrichtungen und Fördertechnik mbH	73441	Bopfingen	Anlagen- und Maschinenbau
207	Valmet Automotive Solutions GmbH	74912	Kirchardt	Zell- und Batteriehersteller
208	VARTA AG	73479	Ellwangen	Zell- und Batteriehersteller
209	VARTA Consumer Batteries GmbH & Co. KGaA	73479	Ellwangen	Zell- und Batteriehersteller
210	VARTA Microbattery GmbH	73479	Ellwangen	Zell- und Batteriehersteller
211	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH	70178	Stuttgart	Sonstiges
212	VDMA BW	70173	Stuttgart	Sonstiges
213	Vulcan Energie Ressourcen GmbH	76227	Karlsruhe	Batteriematerialien
214	Weber Ultrasonic AG	76307	Karlsbad	Anlagen- und Maschinenbau
215	Wilhelm Bahmüller Maschinenbau Präzisionswerkzeuge GmbH	73655	Plüderhausen	Anlagen- und Maschinenbau
216	Wirtschaftsförderung Region Stuttgart	70174	Stuttgart	Sonstiges
217	Ystral GmbH Maschinenbau + Prozesstechnik	79282	Ballrechten-Dottingen	Anlagen- und Maschinenbau
218	Zeller+Gmelin GmbH & Co. KG	73054	Eislingen/Fils	Anlagen- und Maschinenbau
219	Zeltwanger Maschinenbau GmbH	71072	Tübingen	Anlagen- und Maschinenbau
220	Zeppelin Systems GmbH	88045	Friedrichshafen	Anlagen- und Maschinenbau
221	Zimmer Group GmbH	77866	Rheinau	Sensoren und Messsysteme
222	ZwickRoell GmbH & Co. KG	89079	Ulm	Anlagen- und Maschinenbau

Tabelle 2: Unternehmen im Ökosystem Batterie in Baden-Württemberg

Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen

Nr.		PLZ	Ort	Zuordnung
A	Albert-Ludwigs-Universität Freiburg	79098	Freiburg	Forschung & Entwicklung
B	Deutsche Industrie für Textil- und Faserforschung Denkendorf	73770	Denkendorf	Forschung & Entwicklung
C	Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt e.V.	70569	Stuttgart	Forschung & Entwicklung
D	Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart (FKFS)	70569	Stuttgart	Forschung & Entwicklung
E	Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO	70569	Stuttgart	Forschung & Entwicklung
F	Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT	76327	Pfinztal	Forschung & Entwicklung
G	Fraunhofer-Institut für Kurzzeitdynamik - Ernst-Mach-Institut EMI	79104	Freiburg	Forschung & Entwicklung
H	Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB	76131	Karlsruhe	Forschung & Entwicklung
I	Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM	79110	Freiburg	Forschung & Entwicklung
J	Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA	70569	Stuttgart	Forschung & Entwicklung
K	Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE	79110	Freiburg	Forschung & Entwicklung
L	Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI	76139	Karlsruhe	Forschung & Entwicklung
M	Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM	79108	Freiburg	Forschung & Entwicklung
N	Freiburger Materialforschungszentrum	79104	Freiburg	Forschung & Entwicklung
O	Helmholtz-Institut Ulm	89081	Ulm	Forschung & Entwicklung
P	Hochschule Aalen	73430	Aalen	Forschung & Entwicklung
Q	Hochschule der Medien Stuttgart	70569	Stuttgart	Forschung & Entwicklung
R	Hochschule Esslingen	73728	Esslingen am Neckar	Forschung & Entwicklung
S	Hochschule Furtwangen	78120	Furtwangen	Forschung & Entwicklung
T	Hochschule Heilbronn	74081	Heilbronn	Forschung & Entwicklung
U	Hochschule Offenburg	77652	Offenburg	Forschung & Entwicklung
V	Hochschule Ravensburg-Weingarten	88216	Weingarten	Forschung & Entwicklung
W	Institute for Decentral Electrification, Entrepreneurship and Education GmbH & Co. KG	89171	Illerkirchberg	Forschung & Entwicklung
X	Institut für angewandte Ökologie e.V.	79100	Freiburg im Breisgau	Forschung & Entwicklung
Y	Institut für Mikroelektronik Stuttgart	70569	Stuttgart	Forschung & Entwicklung
Z	Karlsruher Institut für Technologie	76344	Eggenstein-Leopoldshafen	Forschung & Entwicklung
AA	Max-Planck-Institut für Festkörperforschung	70569	Stuttgart	Forschung & Entwicklung
AB	Naturwissenschaftliches und Medizinisches Institut	72770	Reutlingen	Forschung & Entwicklung
AC	Öko-Institut e.V.	79100	Freiburg	Forschung & Entwicklung
AD	Pädagogische Hochschule Freiburg	79117	Freiburg	Forschung & Entwicklung
AE	Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg	69120	Heidelberg	Forschung & Entwicklung
AF	Technische Akademie für Berufliche Bildung Schwäbisch Gmünd e.V.	73529	Schwäbisch Gmünd	Forschung & Entwicklung
AG	Technische Hochschule Ulm	89075	Ulm	Forschung & Entwicklung
AH	Universität Konstanz	78457	Konstanz	Forschung & Entwicklung
AI	Universität Stuttgart	70569	Stuttgart	Forschung & Entwicklung
AJ	Universität Ulm	89081	Ulm	Forschung & Entwicklung
AK	Verein für das Forschungsinstitut für Edelmetalle und Metallchemie e.V.	73525	Schwäbisch Gmünd	Forschung & Entwicklung
AL	Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg ZSW	89081	Ulm	Forschung & Entwicklung

Impressum

Herausgeber

Ministerium für Wirtschaft, Handwerk und Tourismus

Cluster Elektromobilität Süd-West c/o e-mobil BW GmbH – Landesagentur für neue Mobilitätslösungen und Automotive Baden-Württemberg

Redaktion und Koordination des Themenpapiers

Ministerium für Wirtschaft, Handwerk und Tourismus

Christian Graf

e-mobil BW GmbH

Alina Fleck, Khan Nasserie

Autoren

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA in Stuttgart

Inga Landwehr, Alexander Renz, Dr. Johannes Wanner, Carsten Glanz, Joachim Montnacher, Prof. Dr. Kai Peter Birke

Projektpartner

Karlsruher Institut für Technik (KIT) – wbk Institut für Produktionstechnik

Simon Otte, Nils Topp, Sebastian Schabel, Prof. Dr. Jürgen Fleischer

Zentrum für Solarenergie und Wasserstoff ZSW, Ulm

Dr. Thomas Waldmann, Dr. Margret Wohlfahrt-Mehrens

Datum: 31.03.2026

