

Die Bedeutung regionaler Wertschöpfungsstrukturen in der Batterieindustrie

Anknüpfungs- und Transferpotenziale für das Batterie-Ökosystem an regionale Wirtschaftsstrukturen in Deutschland und Europa

Publikation der wissenschaftlichen Begleitung zur Fördermaßnahme Batteriezellfertigung im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz



in Kooperation mit

Herausgeber

VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Steinplatz 1
10623 Berlin

Autor:innen

Mischa Bechberger
Jan-Hinrich Gieschen
Arno Spreen
Frauke Bierau-Delpont
Stefan Wolf

Redaktion

Sandra Gensch
Mira Maschke

Gestaltung

VDI/VDE-IT, Anne-Sophie Piehl

Berlin, September 2022

Bildnachweise

Titelseite: ElConsigliere/AdobeStock
S. 28, 48, 49: AdobeStock/davooda

in Kooperation mit

INHALT

Abbildungsverzeichnis	2
Tabellenverzeichnis	3
Abkürzungsverzeichnis	4
Zusammenfassung	6
Motivation und Ziel	8
1 Hintergrund zum industriellen Batterie-Ökosystem	11
1.1 Aufbau der europäischen Batterieindustrie	11
1.2 Förderung des industriellen Batterie-Ökosystems	13
2 Europäische und deutsche Clusterinitiativen tragen zum Technologietransfer bei	18
2.1 Clusterkonzept in der Kürze: Was dahintersteckt.....	18
2.2 Vorteile für Unternehmen durch Beteiligung an Clusterinitiativen.....	19
2.3 Potenzielle Cluster-Partner für die Batterieindustrie	21
3 Relevanz der regionalen Verankerung der Batterieindustrie für ihre langfristige Wettbewerbsfähigkeit	24
3.1 Begünstigende Voraussetzungen für die Batterieindustrie	24
3.2 Industriezweige mit Transferpotenzialen für die Batterieindustrie	27
3.3 Lehren aus der Vergangenheit	29
4 Regionale Verteilung und Vernetzung des Batterie-Ökosystems	31
4.1 Geographische Verteilung der Batterieindustrie in Europa.....	31
4.2 Vernetzung über nationale oder regionale Verbände und Initiativen.....	33
4.3 Regionale und Themen-Schwerpunkte in der Batterieforschung	38
4.4 Regionen mit hohem Vernetzungspotenzial mit dem Batterie-Ökosystem in Deutschland und Europa	41
5 Bedeutung von regionaler Wirtschaftsförderung und Clusterinitiativen für die Batterieindustrie	45
5.1 Anforderungen an eine zukunftsfähige regionale Wirtschaftsförderung	45
5.2 Cluster- und Industriepolitik Hand in Hand für die Vernetzung mit dem Batterie-Ökosystem	46
6 Handlungsempfehlungen für die Nutzung von Anknüpfungs- und Transferpotenzialen für das Batterie-Ökosystem an regionale Wirtschaftsstrukturen in Deutschland und Europa	48
Literaturverzeichnis	50
Anhang I: Übersicht der betrachteten Netzwerke und Wertschöpfungsverbindungen	56
Anhang II: Methodik und Ansatz	58

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Aufbau und Struktur der Studie	9
Abbildung 2: Angekündigte Batterie-Produktionskapazitäten in Europa bis 2030. Quelle: Beermann, Vorholt 2022	12
Abbildung 3: Produktionsstandorte der Batteriezellfertigung in Europa. Quelle: Beermann, Vorholt 2022	13
Abbildung 4: Flankierende Maßnahmen der IPCEIs (Quelle: Eigene Darstellung)	15
Abbildung 5: Europäische und internationale Vernetzung innerhalb des Batterie-Ökosystems: Europäische Netzwerke aus den Bereichen Innovation, Wirtschaft, Politik und Bildung (Quelle: Eigene Darstellung)	16
Abbildung 6: Standorte von Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Großraum Berlin-Brandenburg mit Relevanz für die Batterieindustrie, Quelle: Eigene Darstellung oder Regioconsult 2019	25
Abbildung 7: Schnittstellen der Batterieindustrie mit Partnerindustrien	28
Abbildung 8: Überblick zur Batterieindustrie in Europa	33
Abbildung 9: Regionale Verteilung stark vernetzter Akteure (bezogen auf Vernetzungsgrad) über deutsche Aktivitäten (Verbände, Initiativen, etc.) und Schnittstellen zur Landschaft der betrachteten Clusterinitiativen	34
Abbildung 10: Regionale Verteilung von stark über europäische Netzwerke und Verbände verbundene Akteure (bezogen auf den Vernetzungsgrad)	36
Abbildung 11: Vernetzung durch Forschungsprojekte in Deutschland	39
Abbildung 12: Vernetzung durch Forschungsprojekte in Europa	41

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Handlungsfelder und Mehrwerte von Clusterinitiativen	20
Tabelle 2: Überblick der wichtigsten Industriezweige mit relevantem Beitrag zu den Wertschöpfungsstufen der Batteriezellfertigung. Industriezweige angelehnt an Klassifikation der Wirtschaftszweige 2008 (WZ 2008)	32
Tabelle 3: Top 10 der am stärksten vernetzten Akteure durch europäische Netzwerke basierend auf dem Vernetzungsgrad und deren Potenziale für Wissenstransfer und die Etablierung von Wertschöpfungspartnerschaften	37
Tabelle 4: Top 10 der am stärksten über öffentlich geförderte Forschungsprojekte vernetzten Akteure auf deutscher Ebene und der jeweilige Standort	40
Tabelle 5: Top 10 der am meisten vernetzten Akteure in der Forschung auf europäischer Ebene und der jeweilige Standort	40
Tabelle 6: Übersicht über interessante Regionen für die Ansiedelung der Batterieindustrie auf Basis der Betrachtungen und Analysen aus den vorherigen Kapiteln	43

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ACOD	Automotive Cluster Ostdeutschland
ANEFA	Asociación Nacional de Empresarios Fabricantes de Áridos
BEPA	Batteries European Partnership Association
BEV	Battery Electric Vehicle (dt.: [batterie-elektrisch betriebenes] Elektrofahrzeug)
BFC	Bourgogne-Franche-Comté (Region)
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BTU	Brandenburgische Technische Universität
BZF	Batteriezellfertigung
CI	Clusterinitiative
CMO	Clustermanagement-Organisation
CPC	Customized Precision Components
DBSCAN	Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise
DESAF	Deutsche Eisenbahn Service AG
EBA	European Battery Alliance
ECPE	European Center for Power Electronics
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EFRE	Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
ESCA	European Secretary for Cluster Analysis
ETIP	European Technology and Innovation Platform
FFB	Forschungsfertigung Batteriezelle
FuE	Forschung und Entwicklung
FuEuI	Forschung, Entwicklung und Innovation
GBA	Global Battery Alliance
GWh/a	Gigawattstunde pro Ampere
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologien
IPCEI	Important Projects of Common European Interest
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau

KLiB	Kompetenznetzwerk Lithium-Ionen-Batterien
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
Li-Ionen	Lithium-Ionen
LNF	Leichte Nutzfahrzeuge
MCU	Mikrocontroller
NEB	Niederbarnimer Eisenbahn
OEM	Original Equipment Manufacturer
OLEC	Oldenburger Energiecluster
OWL	OstWestfalenLippe
PV	Photovoltaik
RIS3	Regionale Forschungs- und Innovationsstrategien für intelligente Spezialisierung
RWTH	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule
SET Plan	Strategieplan für Energietechnologie
SNF	Schwere Nutzfahrzeuge
SPIN	Spitzencluster Industrielle Innovationen
VITO	Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek
WSK	Wertschöpfungskette

ZUSAMMENFASSUNG

Für den nachhaltigen Aufbau einer neuen Industrie und ihrer nachhaltigen Verankerung im Innovationssystem stellt es sich als Erfolgsfaktor heraus, wenn ihre Akteure an vorhandene Wirtschaftsstrukturen und Netzwerke anknüpfen, um in der Innovationslandschaft Fuß zu fassen und Synergiepotenziale mit dort ansässigen Akteursgruppen und Organisationen zu nutzen.

Regionale Nähe erweist sich häufig als Erfolgsfaktor für wirtschaftliche Kooperation. In dem vorliegenden Bericht werden insbesondere Clusterinitiativen in den Blick genommen. Es werden ihre Potenziale untersucht, inwiefern sie den nachhaltigen Aufbau der Batterieindustrie in Deutschland und Europa unterstützen können. Cluster als regionale Netzwerkstrukturen können zum einen gute Anknüpfungsmöglichkeiten an Akteure in einer Region - und aufgrund ihres thematischen Fokus' – an potenziell relevante Kooperationspartner bieten. Zum anderen stellen Cluster Schlüsselakteure des Innovationsgeschehens dar und tragen entscheidend zum intra- und interregionalen Wissens- und Technologietransfer bei.

Dies ist wichtig für die Batterieindustrie, für die Transferpotenziale mit zahlreichen bereits etablierten Industriezweige bestehen, sei es hinsichtlich dort verarbeiteter Materialien, genutzter Produktionsanlagen oder -prozesse, oder aufgrund des Einsatzes der Batterie als Anwendung in einem Industriezweig. Für das neue, sich aufbauende Batterie-Ökosystem stellt sich heraus, dass aktuell der Automotive-Sektor, der sich in Richtung der Elektromobilität transformieren wird, den entscheidenden Treiber darstellt. Ansonsten besteht weiterhin ein wichtiger Bezug zum Energiesektor, in dem die Batterie als Energiespeicher eine wachsende Rolle spielen wird.

Kernergebnisse der Untersuchung sind

...in Bezug auf die Relevanz der regionalen Verankerung für die nachhaltige Wettbewerbsfähigkeit der Batterieindustrie:

- Eine strategische Standortplanung und eine vertikale Integration der Batteriehersteller entlang der Wertschöpfungskette sind wesentlich für den nachhaltigen Erfolg der Batterieindustrie.
- „Klassische“ Industriezweige wie v. a. die Chemieindustrie und der Maschinen- und Anlagenbau sind wichtige Partner für den Erfolg der Batterieindustrie.

Die **Ziele** der vorliegenden Untersuchung sind es zu zeigen,

- wie es gelingen kann, den Aufbau der Batterieindustrie in Deutschland und Europa nachhaltig zu gestalten.
- welche Möglichkeiten relevant für Akteure des Batterie-Ökosystems sind, um im Innovationssystem und in etablierten wirtschaftlichen Strukturen in Deutschland und Europa Fuß zu fassen.
- welche Industriezweige und Regionen Transferpotenziale für die Batterieindustrie bieten und damit Anknüpfungspotenziale für Akteure des Batterie-Ökosystems darstellen.

- Weitere Industriezweige mit Technologietransferpotenzial für die Batterieindustrie stellen insbesondere die Verpackungsindustrie, die Elektronikbranche, die Softwareentwicklung, die Kunststoffindustrie sowie der Energiesektor dar.
- Die Erfolgsaussichten des zu Teilen politisch geförderten Aufbaus der deutschen und europäischen Batteriezellfertigung können durch das Lernen von anderen industriepolitischen Fördermaßnahmen zur Etablierung innovativer Technologie-Branchen erhöht werden.

...in Bezug auf den Beitrag von Clusterinitiativen und regionalen Wirtschaftsförderungen für die nachhaltige Verankerung der Batterieindustrie:

- Branchenbezogene bzw. technologieorientierte regionale Clusterinitiativen sind wesentliche Akteure des Innovationsökosystems, so auch im Bereich der Batterieindustrie.
- Clusterinitiativen sind Schlüsselakteure des Innovationsgeschehens und tragen entscheidend zum intra- und interregionalen Wissens- und Technologietransfer bei.
- Clusterinitiativen sind wichtige Unterstützer für Aus- und Weiterbildung, Internationalisierung, (Aus-) Gründungen oder Cross-Cluster-Kooperationen.
- Regionale Forschungs- und Innovationsstrategien für intelligente Spezialisierung (RIS3) helfen bei der Identifikation von regional vorhandenen Wertschöpfungsstrukturen und Clusterinitiativen im Bereich der Batteriezellfertigung.

- Die Wirtschaftsförderung sollte die Fähigkeit zur Transformation stärker fördern. Inhaltliche Schwerpunkte sollten die Schaffung resilienter Strukturen, Wissensorientierung, Kooperation sowie die Verbesserung von Flexibilität und Agilität sein.
- Mit der Verknüpfung von Cluster- und Industriepolitik kann auf die jeweiligen regionalen Rahmenbedingungen, Akteure, Entwicklungspfade und -geschwindigkeiten sowie auf vorhandene Branchenspezifika wirksam eingegangen werden.

...in Bezug auf Chancen für die regionale Vernetzung der Batterieindustrie:

- Die Automobilbranche ist die treibende Kraft für den Aufbau des Batterie-Ökosystems. In anderen Branchen spielen Batterien eine eher untergeordnete Rolle.
- Clusterorganisationen stellen ein wichtiges Bindeglied für die Vernetzung des Batterie-Ökosystems dar. Auf Basis der in dieser Studie betrachteten Daten machen Mitgliedschaften in Clusterorganisationen über 70% der Verbindungen aller Akteure im Batterie-Ökosystem aus.
- In Europa bilden sich klar abgegrenzte Schwerpunktreionen mit einer hohen Konzentration an Unternehmen des Batterie-Ökosystems heraus. Eine besonders dichte Konzentration bildet sich in den Regionen der „Blauen Banane“ in Deutschland und Europa. Eine zweite starke Konzentration bildet sich von Brandenburg und Sachsen über das südliche Polen bis nach Ungarn.
- Die Regionen in Deutschland und Europa mit Agglomeraten aus stark vernetzten Akteuren erhöhen die Chance auf eine nachhaltige Verankerung der Batteriezellfertigung.

MOTIVATION UND ZIEL

Im Zuge von Energie-, Verkehrs- und Industriewende und dem damit einhergehenden starken Ausbau der Erneuerbaren Energien spielen Energiespeicher eine immer größere Rolle. Seit 2019 fördert das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) zusammen mit der Europäischen Kommission und anderen europäischen Mitgliedstaaten den Aufbau einer industriellen Batteriezellfertigung in Europa in sogenannten Important Projects of Common European Interest (IPCEI).¹ Das politische Ziel der Förderung lautet, dass bis 2030 der Anteil der in Europa gefertigten Batteriezellen an der weltweiten Produktion auf 30 Prozent steigen soll. Jetzt entwickelt sich der europäische Markt für Batteriezellen bereits rasch und hat großes Wachstumspotenzial. Bis 2030 sollen die Produktionskapazitäten für Batteriezellen aus europäischer Fertigung bis zu 30 Mal größer ausfallen als gegenüber dem Jahr 2020.

Um diese Ziele zu erreichen, ist es erforderlich, das Ökosystem der Batteriezellfertigung, welches die Gesamtheit aller Akteure aus Forschung, Entwicklung und Industrie sowie sie verbindende Strukturen und Kooperationen umfasst,² nachhaltig in den regionalen Wirtschaftsstrukturen Europas zu verankern. Die vorliegende Studie möchte die Frage beantworten, wie es gelingen kann, die Batterieindustrie in Deutschland und Europa fest zu installieren und Akteure des Ökosystems möglichst regional in Netzwerke einzugliedern, so dass sie zu einem integralen Bestandteil des Innovationsystems heranwachsen. Das Ökosystem soll auch nach Auslaufen der öffentlichen Fördermaßnahmen seinen festen Platz innehaben. In der Studie wird untersucht, wie eine solche nachhaltige Entwicklung unterstützt werden kann, in politischer wie auch marktwirtschaftlicher Hinsicht, und welche Kriterien Entscheidungsträger:innen aus der Industrie beherzigen sollten, wenn sie auf der Suche nach einem geeigneten Standort für eine Niederlassung in Deutschland und Europa sind.

Ziel der vorliegenden Studie ist somit zum einen, Möglichkeiten für eine Anknüpfung von Akteuren des Batterie-Ökosystems an bestehende regionale Wirtschaftsstrukturen und Akteursnetzwerke aufzuzeigen. Eine große Rolle spielen dabei Clusterinitiativen und andere industrielle Initiativen mit Bezug zur Batterie. Vor diesem Hintergrund lenkt die Studie den Blick auf Regionen in Deutschland und Europa, die bereits Schwerpunkte der industriellen Entwicklung des Batterie-Ökosystems darstellen. In solchen Regionen befinden sich

in der Regel bereits eine Vielzahl von Akteuren, die zum Teil auch gut mit anderen relevanten Akteuren vernetzt sind, so dass bei einer Ansiedlung in diesen Regionen das Potenzial für eine Anknüpfung an bestehende lokale Netzwerkstrukturen hoch ist. Ferner werden Regionen herausgestellt, die sich das Thema Batterie explizit zum Entwicklungsziel gesetzt haben und eine Ansiedlung von Batterie-Akteuren (proaktiv) unterstützen. Ein Augenmerk liegt dabei auf der Untersuchung der Potenziale von Clustern und der Fragestellung, wie bestehende exzellente Clusterinitiativen in die Stärkung des Batterie-Ökosystems und der damit verbundenen Branchen eingebunden werden können. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse zur Nutzung von Cluster-Potenzialen kommen zuvorderst politischen Entscheidungsträger:innen bei der Gestaltung ihrer lokalen Industriepolitik und Förderinstrumente zugute.

In der Studie werden auch Industrien betrachtet, die Potenziale zum Technologietransfer aufweisen und somit starke Partner für die Batterieindustrie darstellen können. Für solche Partnersektoren stellt die Wertschöpfungskette der Batteriezellfertigung derzeit im Allgemeinen kein Anwendungsgebiet dar. Erkenntnisse zu Transferpotenzialen, auch in batterie-fernen Anwendungsgebieten, können für Entscheidungsträger:innen aus der Industrie den Ausgangspunkt für die Entwicklung neuer Geschäftsmöglichkeiten oder die Weiterentwicklung von Wertschöpfungsketten bilden. Vorhandene regionale Innovations- und Wirtschaftsstrukturen sowie Entwicklungsstrategien stellen für die Akteure des Batterie-Ökosystems wichtige Indikatoren für eine infrage kommende Niederlassung dar.

In Abbildung 1 ist der Aufbau der Studie dargestellt. Zunächst wird ein Überblick über das industrielle Batterie-Ökosystem gegeben. Hier werden sowohl dessen struktureller Aufbau, das erwartete Marktwachstum und damit verbundene Industrieprojekte als auch die verschiedenen Fördermaßnahmen auf Bundes- und europäischer Ebene sowie die europäische und internationale Vernetzung dargestellt. Daran schließt sich eine Beschreibung des Clusterkonzepts an. Es werden dabei die Schlüsselfunktionen von Clusterinitiativen für das Innovationsgeschehen und den Technologietransfer aufgezeigt. Zudem werden beispielhaft einige deutsche und europäische Regionen beschrieben, die bereits über Cluster mit für die Batterieindustrie relevanter Ausrichtung verfügen. Im Anschluss daran werden Ansatzpunkte für die

1 Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK): Batteriezellfertigung; Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK): Batteriezellförderung

2 Gieschen et al. (2021).

regionale Verankerung der Batterieindustrie erläutert. Dabei werden begünstigende Voraussetzungen für die Batterieindustrie thematisiert, Industriezweige mit relevantem Technologietransferpotenzial sowie ähnliche Beispiele industriepolitisch geförderter Versuche der Etablierung innovativer Industriebranchen.

Diesem Kapitel folgt eine Untersuchung des derzeitigen Batterie-Ökosystems auf Basis einer datenbasierten Netzwerkanalyse. Dabei werden Akteure des Ökosystems über Forschungs- oder wirtschaftliche Aktivitäten identifiziert, geografisch verortet, bestimmten Stufen der Batteriewertschöpfungskette zugeordnet und schließlich ihre Verbindungen zu anderen Akteuren analysiert. Es wird weiterhin die Vernetzung von Akteuren mit relevanten Verbänden und Initiativen sowie Clusterinitiativen untersucht.

In dem vorliegenden Bericht werden Schlüsselfragestellungen untersucht wie:

- Wo befinden sich wichtige Batterieakteure in Deutschland und Europa?
- Wo befinden sich (Forschungs-)Schwerpunkte der Batterieindustrie?

- Gibt es bestehende regionale Netzwerkstrukturen, an die die Batteriezellfertigung anknüpfen kann?
- Welche Industriebranchen bieten Transferpotenziale für die Batterieindustrie?
- In welchen Forschungsthemen sind deutsche Akteure besonders aktiv?
- Welche Akteursgruppen sind in der Batteriezellfertigung am stärksten beteiligt?
- Existieren bereits regionale Spezialisierungen, die auf ein Vorhandensein von Clustern hindeuten?

Dabei werden die geografischen Verteilungen der Akteure in Deutschland und Europa untersucht und regionale Schwerpunkte des Ökosystems identifiziert. Solche Regionen weisen entweder eine überdurchschnittliche Anzahl an (gut vernetzten) Akteuren des Batterie-Ökosystems oder aus Industriebranchen mit hohem Transferpotenzial auf oder adressieren die Batteriezellfertigung in ihren strategischen wirtschaftlichen Entwicklungszielen. Sie bieten aus diesen Gründen hohe Anknüpfungspotenziale und Erfolgsaussichten für sich dort niederlassende Akteure des Batterie-Ökosystems. Die Untersuchung legt weiter dar, welche Akteure in den jeweiligen Teilen der Batteriewertschöpfungskette aktiv sind und wer bereits besonders gut vernetzt ist – ent-



Abbildung 1: Aufbau und Struktur der Studie

weder über die Zugehörigkeit zu batterierelevanten Verbänden, Netzwerken, Initiativen und Clusterinitiativen oder über Forschungsk Kooperationen.

Es wird insbesondere beleuchtet, inwiefern Clusterinitiativen den Aufbau und die regionale Verankerung des Batterie-Ökosystems unterstützen können. Es werden sowohl Trends in der regionalen Wirtschaftsförderung als auch Möglichkeiten der Verknüpfung von Cluster- und Industriepolitik für eine erfolgreiche regionale Verankerung und Vernetzung der Batterieindustrie dargestellt. Die Studie schließt mit Handlungsempfehlungen für Entscheidungsträger:innen aus der Batterieindustrie und Politik sowie an regionale Organisationen wie Wirtschaftsförderungen und Clusterinitiativen.

1 HINTERGRUND ZUM INDUSTRIELLEN BATTERIE-ÖKOsystem

Kernerkenntnisse

- Der europäische **Bedarf** an Batteriezellen **wächst bis 2030 um den Faktor 15** gegenüber dem Jahr 2020.
- Die Produktion von Batteriezellen erfolgt bis dato überwiegend durch asiatische Hersteller (insbesondere aus China). Nur ein geringer Teil stammt bisher aus Europa, deckt den europäischen Bedarf jedoch nicht.
- Daher lag lange Zeit ein „(Kapital)Marktversagen“ hinsichtlich der Etablierung einer Batterieindustrie in Europa vor.
- Neben ambitionierten Klimaschutzzielen wird der Aufbau einer europäischen Batterieindustrie daher vor allem durch **dezidierte Fördermaßnahmen** stimuliert.
- Dadurch soll das bisherige „Marktversagen“ vermindert und das Aufschließen zu asiatischen bzw. außereuropäischen Wettbewerbern erleichtert werden.
- Den **industriellen Nukleus der Förderung** bilden zwei sog. „Wichtige Vorhaben gemeinsamen europäischen Interesses“ („Important Project of Common European Interest“, **IPCEI**) zur Batteriezellfertigung.
- Die Marktstimulierung zeigt Wirkung: **Bis 2030** sollen sich die **Produktionskapazitäten in Europa** gegenüber 2020 (bis) **um den Faktor 30 erhöhen**.
- Die **Privatwirtschaft** beteiligt sich am Auf- und Ausbau eines europäischen Batterie-Ökosystems mit angekündigten **Eigeninvestitionen von mehr als 67 Mrd. Euro** bis zum Jahr 2030.
- Dadurch kann der Bedarf an Batteriezellen voraussichtlich mit europäischer Produktion gedeckt werden.
- Weitere wichtige, **flankierende Fördermaßnahmen** zur Festigung des industriellen Nukleus für das Batterie-Ökosystem bestehen seitens des **BMWK und BMBF**.
- **Zahlreiche europäische und internationale Initiativen** tragen zur Vernetzung relevanter Akteure und zum Aufbau einer intakten und nachhaltigen Batteriewertschöpfung in Europa bei.

1.1 Aufbau der europäischen Batterieindustrie

Bereits im Jahr 2017 hat die damals neu gegründete European Battery Alliance (EBA) das Ziel ausgegeben, dass bis 2030 ein Drittel des Weltmarktbedarfs an Batterien für Elektrofahrzeuge in Europa gefertigt, verkauft und exportiert werden sollen. Die EBA schätzt das Marktpotenzial für in Europa produzierte Batterien für Elektrofahrzeuge schon bis Mitte der 2020er Jahre auf bis zu 250 Milliarden Euro jährlich³. Bereits heute ist von über 67 Mrd. Euro an Investitionen (angekündigt) auszugehen.⁵ Diese sind motiviert insbesondere durch die weltweit und insbesondere zunächst in China rapide gestiegene Nachfrage nach Elektrofahrzeugen sowie durch die politische Unterstützung vor allem in Form der ambitionierten EU-Klimaziele. Daraus ergeben sich Emissionsreduktionsvorgaben für die europäische Automobilindustrie und es wird nicht nur der Bedarf an Elektrofahrzeugen und damit an Batteriezellen auch in Europa deutlich steigen,

sondern in Konsequenz auch ein massiver Auf- und Ausbau an europäischen Produktionskapazitäten von Li-Ionen-Zellen stattfinden.

So sollen zur Erfüllung des im Juli 2021 von der EU-Kommission veröffentlichten neuen EU-Klimapaketes „Fit for 55“ zur Reduktion der gesamten Treibhausgasemissionen der EU bis 2030 um mindestens 55% gegenüber 1990 u. a. auch die CO₂-Emissionsnormen für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge (LNF) so verschärft werden, dass die durchschnittlichen CO₂-Emissionen neuer Fahrzeuge ab 2030 um 55% und ab 2035 um 100% niedriger ausfallen als in 2021. Das bedeutet für die Automobilindustrie, dass bis 2030 emissionsfreie Fahrzeuge einen Großteil der Produktion ausmachen und ab 2035 alle für den EU-Binnenmarkt produzierten Pkw und LNF emissionsfrei sein müssen. Einzelne EU-Mitgliedstaaten (Schweden, Österreich, Griechenland, Dänemark oder die Niederlande) sowie diverse europäische Automobilhersteller (u. a. Audi, Daimler, Volvo oder Renault) verfolgen sogar

3 European Battery Alliance (EBA).

4 Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (2022).

5 Beermann, Vorholt (2022).

noch ambitioniertere Ziele und wollen noch vor 2035 die Zulassung von Pkw mit Verbrennungsmotor verbieten bzw. die Produktion von Verbrennern einstellen.⁶

Starkes Wachstum im Batteriemarkt

Bis 2030 wird der europäische Bedarf an Batteriezellen für batterieelektrisch angetriebene Fahrzeuge (Pkw, LNF und schwere Nutzfahrzeuge (SNF)) auf 387 bis 777 GWh/a ansteigen. Dies entspricht einer Steigerung der Produktionskapazitäten um den Faktor 10 bis 15 gegenüber dem Jahr 2020. Die Produktionskapazitäten für Batteriezellen werden in Europa (EU-27, UK, Norwegen, Serbien) von rund 35 GWh/a im Jahr 2020 auf 693 bis 1.072 GWh/a in 2030 ansteigen. Das entspricht einer Steigerung um bis zu einem Faktor 30. Werden die geplanten Produktionskapazitäten in Europa umgesetzt, kann der europäische Batteriezellbedarf bis 2030 voraussichtlich durch innereuropäische Produktion gedeckt werden.⁷ Insgesamt könnten diese voraussichtlich bis zu etwa 27% des prognostizierten globalen Produktionsvolumens an Li-Ionen-Zellen im Jahr 2030 abdecken.

In Abbildung 2 wird zur besseren Veranschaulichung nochmals der erwartete Bedarf der europäischen Automobilindustrie an Batteriezellen bis 2030 den bis dahin angekündigten Produktionskapazitäten in Europa gegenübergestellt. Abbildung 3 zeigt zudem die ambitionierten Auf- und Ausbaupläne der Batterieindustrie in Europa auf, wobei jeweils die mit den sogenannten Gigafactories verbundenen Startpunkte der Produktion, geplante Kapazitäten pro Jahr, Investitionsvolumina sowie Arbeitsplätze aufgeführt sind. Insgesamt sind, stimuliert u.a. durch die staatliche Förderung (siehe Kapitel 1.2), damit erhebliche, insbesondere private Investitionen in die europäische Batteriewertschöpfungskette von über 67 Mrd. Euro bis 2030 verbunden, wobei davon allein mehr als 56 Mrd. Euro auf Investitionen im Bereich der Batteriezellfertigung entfallen. Außerdem sollen dadurch über 58.000 Arbeitsplätze entstehen, mehr als 47.000 davon innerhalb der Batteriezellfertigung.

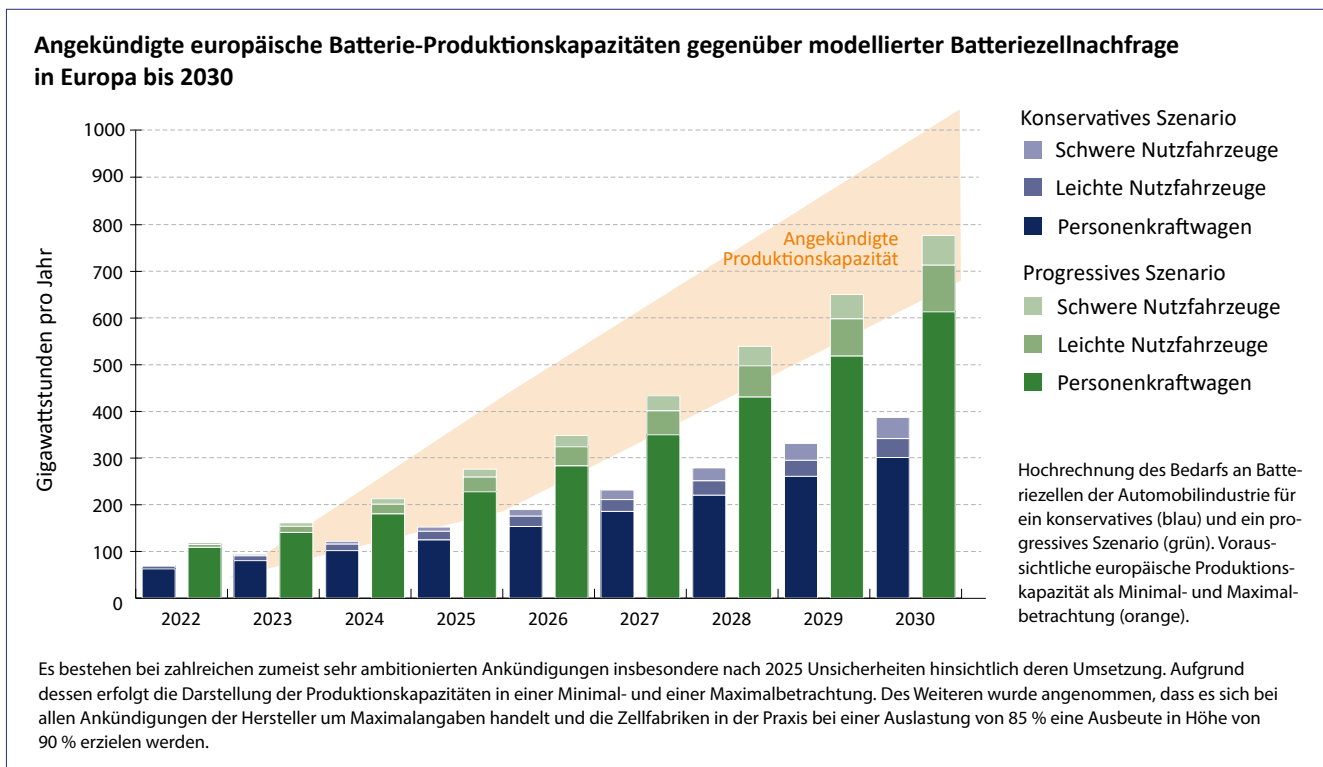


Abbildung 2: Angekündigte Batterie-Produktionskapazitäten in Europa bis 2030. (Quelle: Beermann, Vorholt 2022)

6 Beermann, Vorholt (2021).

7 Beermann, Vorholt (2022).

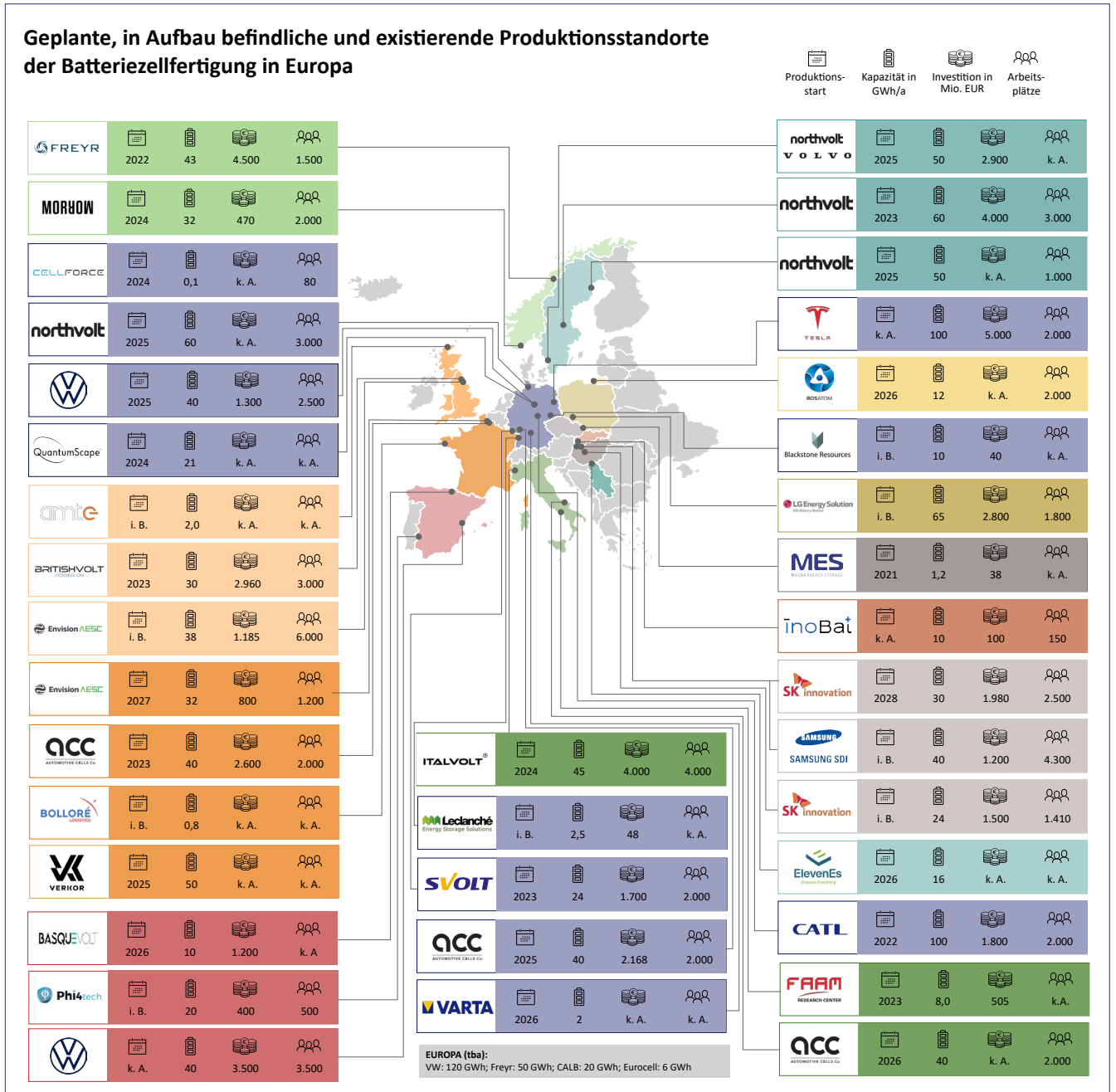


Abbildung 3: Produktionsstandorte der Batteriezellfertigung in Europa. (Quelle: Beermann, Vorholt 2022)

1.2 Förderung des industriellen Batterie-Ökosystems

Der stark wachsende Bedarf an Batteriezellen in Europa und der damit einhergehende deutliche Auf- und Ausbau einer deutschen und europäischen Batterieindustrie wird insbesondere durch zwei eng miteinander verbundene Faktoren

stimuliert. Erstens durch ambitionierte (EU-)Klimaziele und sich daraus ergebende Emissionsminderungsvorgaben (vgl. Kapitel 1.1) und zweitens durch innovationsunterstützende Maßnahmen in Form entsprechender industriepolitischer Förderaktivitäten. Hinsichtlich Letzterem verfolgt die Bundesregierung über das BMWK einen Ökosystem-Ansatz:

Batterie-IPCEIs – Unterstützung des Aufbaus einer europäischen Batterieindustrie

Im Zentrum der Fördermaßnahmen stehen zwei sog. „Wichtige Vorhaben gemeinsamen europäischen Interesses“ (IPCEI) zur Batteriezellfertigung, die den industriellen Nukleus der Batteriewertschöpfungskette (WSK) bilden und auf die sich der Schwerpunkt der BMWK-Förderung konzentriert. Die Motivation hinter der IPCEI-Förderung ist die Stimulierung einer europäischen Batteriezellfertigung. Denn nachhaltig produzierte Batterien sind ein Stützpfiler des europäischen Green Deals zur Erreichung einer klimaneutralen EU bis 2050, da sie zur Dekarbonisierung des Verkehrs und zur besseren Nutzbarkeit von erneuerbaren Energien beitragen.

Der Anspruch der Klimaneutralität erfordert technologische Innovationen in der Batteriewertschöpfung, durch die Europa weltweit Impulse setzen kann. Während es seit Jahren eine kontinuierlich wachsende Nachfrage nach Elektrofahrzeugen inkl. der dafür nötigen Traktionsbatterien gibt, konzentrierte sich die entsprechende Fertigung von Batterien bisher weitgehend auf den asiatischen Raum (v. a. China). Die Batterie-IPCEI-Projekte sind großskalige Industrialisierungsvorhaben, die in Summe mehr als neun Mrd. Euro privater Investitionen in deutlich über 100 GWh Batterieproduktionskapazität vereinen und rund 18.000 neue Arbeitsplätze⁸ schaffen. Die Vorhaben bilden die kritische Masse einer neu entstehenden Batterieindustrie und dienen als Kristallisationskeime sowohl für die Landschaft der Forschungseinrichtungen als auch für die Zulieferer und Kunden.

Über die IPCEIs hinaus – die ihrerseits gehalten sind, für so genannte Spillover-Effekte bzw. -Aktivitäten zu sorgen – ist es zudem wichtig, eine Vernetzung mit der Forschungs- und Unternehmenslandschaft herzustellen, um die IPCEI-Projekte bezüglich Innovation, Fachkräften, Zulieferer- und Kundenanbindung bestmöglich zu unterstützen, aber auch um möglichst viele weitere Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Batteriebereich an die industrielle Verwertung heranzuführen. Das BMWK hat dieses Ziel ebenfalls erkannt und entsprechende, die IPCEI-Projekte flankierende, Fördermaßnahmen aufgelegt. Dadurch soll insbesondere das erweiterte Batterie-Ökosystem stimuliert werden.

Flankierende Maßnahmen: Förderung des Batterie-Ökosystems

Dazu hat das BMWK zwei die beiden Batterie-IPCEIs flankierende Fördermaßnahmen aufgelegt. Erstens der Förderaufruf im Rahmen des 7. Energieforschungsprogramms der Bundesregierung „Forschung in der Schwerpunktförderung Batteriezellfertigung“. Dieser soll mit einem Volumen von bis zu 180 Mio. Euro die Innovationsbasis entlang der Batteriewertschöpfungskette (vom Rohstoff, alle Zwischen- und Zulieferprodukte bis hin zu Systemintegration sowie das spätere Recycling) zur Unterstützung der industriellen Produktion von Batteriezellen höchster Qualität in Deutschland fördern. Zweitens die „Richtlinie zur Förderung von Qualifizierungsmaßnahmen für die Batteriezellfertigung⁹“, die zu einer verbesserten Vernetzung und Zusammenarbeit der beteiligten Akteure aus Wissenschaft, Bildung sowie Gesellschaft und Wirtschaft beitragen soll.

Ziel der Förderrichtlinie ist es, effiziente und innovative Lösungen zur Planung und Koordinierung von beruflicher Qualifizierung für Aufgaben entlang der Batteriewertschöpfungskette zu unterstützen und entsprechende Weiterbildungsmaßnahmen umzusetzen. Dadurch soll der prognostizierte enorme Bedarf an (hochspezialisierten) Fachkräften innerhalb der in den nächsten Jahren rasant wachsenden deutschen und europäischen Batterieindustrie gedeckt und den Beschäftigten aus dem Bereich der Verbrenner-nahen Wertschöpfung eine zukunftssträchtige Perspektive gegeben werden. Die Bildung und Vernetzung eines prosperierenden und innovativen europäischen Batterie-Ökosystems wird zudem durch die vom BMWK beauftragte wissenschaftliche Begleitung unterstützt, mittels der drei Säulen Wissenstransfer (in Form von Konferenzen, Erstellung von Studien, Fachbeiträgen etc.), Community Building (u.a. Networking-Veranstaltungen, LinkedIn-Gruppe, internationale Zusammenarbeit, etc.) sowie Stakeholder-Dialog (u.a. via Live-Talks und bereichsübergreifender Arbeitsgruppen).^{10 11}

8 European Commission (2021).

9 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2021).

10 Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (2022).

11 Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (2021).

Weitere Fördermaßnahmen durch das BMBF

Neben dem BMWK wird das Batterie-Ökosystem in Deutschland seitens der Bundesregierung darüber hinaus auch durch die Förderaktivitäten des BMBF unterstützt, insbesondere im Bereich der Grundlagenforschung. Zu nennen ist hierbei die Förderung mittels des Dachkonzeptes „Forschungsfabrik Batterie“¹² durch die drei Module „Material“, „Zelle und Prozesse“ sowie „Batteriezellfertigung“ – und hierbei insbesondere die weitgehende Finanzierung der Forschungsfertigung Batteriezelle (FFB) in Münster als auch die (finanzielle) Unterstützung des Aufbaus der neuen Batterie-Kompetenzcluster (Intelligente Batteriezellproduktion (InZePro), Recycling/Grüne Batterie (greenBatt), Batterienutzungskonzepte (Batt-

Nutzung), Analytik/Qualitätssicherung (Aqua), Feststoffbatterien (FestBatt) und Batteriematerialien (ExcellBattMat).¹³

Die unterschiedlichen, den Auf- und Ausbau eines europäischen Batterie-Ökosystems unterstützenden bzw. flankierenden Aktivitäten sind in Abbildung 4 veranschaulicht.

Europäische und internationale Vernetzung

Über die bereits beschriebenen IPCEIs und die nationalen flankierenden Fördermaßnahmen hinaus tragen auch zahlreiche europäische und internationale Initiativen zur Vernetzung relevanter Akteure und zum Aufbau einer intakten und nachhaltigen Batteriewertschöpfung in Europa bei. Dieses



Abbildung 4: Flankierende Maßnahmen der IPCEIs. (Quelle: Eigene Darstellung)

12 Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).

13 Batterie-Kompetenzcluster.

europäische Innovationssystem ist den Aufgaben entsprechend in zahlreiche Institutionen ausdifferenziert. In Abbildung 5 und den nachfolgenden Abschnitten werden die Institutionen und deren Rollen näher erläutert.

Die European Battery Alliance (EBA) ist ein zentraler Akteur, der zahlreiche Stakeholder aus Wissenschaft, Industrie und Politik mit dem Ziel verbindet, eine nachhaltige und wettbewerbsfähige Batteriewertschöpfungskette in Europa aufzubauen und zu etablieren. Die EBA hat viele der in Abbildung 5 aufgeführten Institutionen mit initiiert. Jüngst ist die EBA Academy gestartet, in der gemeinsam mit zahlreichen EBA-Partnern bedarfsorientierte Aus- und Weiterbildungsprogramme, Studienprogramme und Lehrmaterialien zu Batterithemen entwickelt und angeboten werden.¹⁴ Außerdem bietet die EBA die Business Investment Platform, mit der Investitionen in europäische Batterieprojekte erleichtert, Transaktionen zwischen Unternehmen und Investoren beschleunigt und die Investitionsrisiken für beiden Seiten verringert werden sollen.¹⁵

Die European Technology and Innovation Platform on Batteries (ETIP Batteries Europe) ist der zentrale europäische Think Tank zu Batterieinnovationen. Die Plattform arbeitet gemeinsam mit einer offenen Community von europäischen Batterieexpert:innen an Review Reports zum Status Quo der Batterieforschung auf europäischer und internationaler Ebene. Ferner erkundet sie in Arbeitsgruppen explorativ die künftigen Forschungs- und Innovationsbedarfe und legt damit die Grundlage für die europäische Batterieforschungsstrategie. Batteries Europe verfolgt das Ziel, den Aufbau einer weltweit wettbewerbsfähigen europäischen Batterieindustrie zu beschleunigen, indem sie die Umsetzung der batteriebezogenen Forschungs- und Innovationsmaßnahmen des europäischen Strategieplans für Energietechnologie (SET Plan) und der strategischen Forschungs- und Innovationsagenda für den Verkehr vorantreibt.¹⁶

Die Coordination and Support Action „BATTERY 2030+“ begleitet und vernetzt europäische Projekte zur Batteriegrundlagenforschung. Sie spielt damit eine wichtige Rolle für die akademische Forschung und treibt mit mittel- bis langfris-

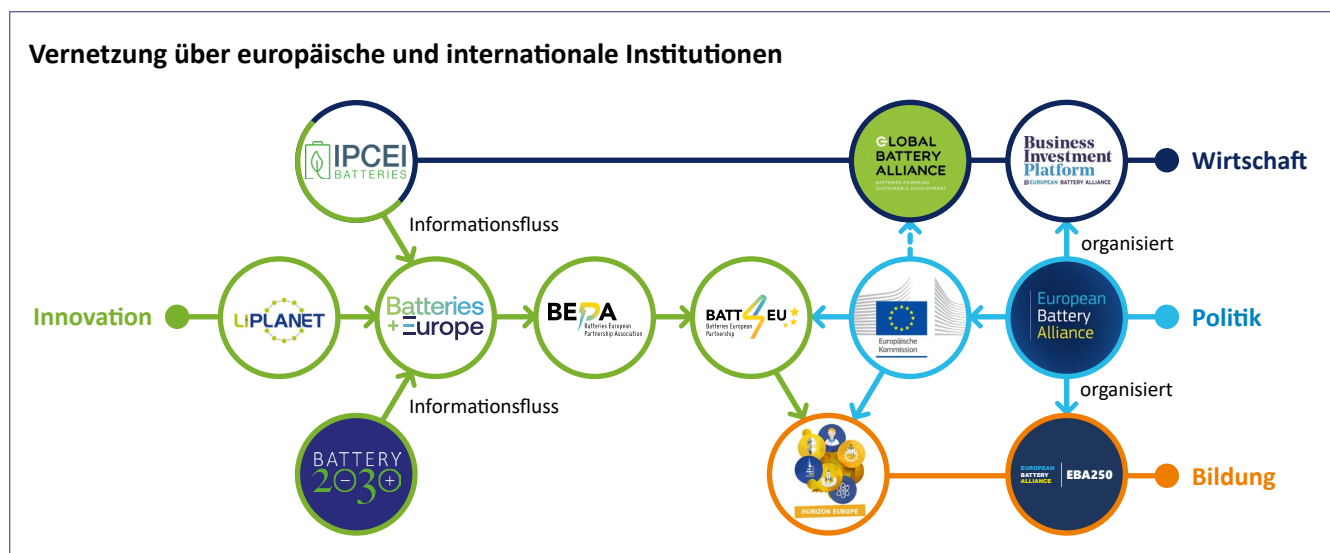


Abbildung 5: Europäische und internationale Vernetzung innerhalb des Batterie-Ökosystems: Europäische Netzwerke aus den Bereichen Innovation, Wirtschaft, Politik und Bildung. (Quelle: Eigene Darstellung)

14 Vgl. European Battery Alliance (EBA).

15 Vgl. Business Investment Platform.

16 Vgl. Batteries Europe.

tiger Perspektive die Forschung und Entwicklung an neuen Batterietechnologien voran.¹⁷

Die Batteries European Partnership Association (BEPA) koordiniert gemeinsam mit der ETIP Batteries Europe die Erstellung der europäischen Batterieforschungsstrategie. Zudem setzt sie diese Strategie in der Co-Programmed Partnership Batt4EU gemeinsam mit der Europäischen Kommission in konkrete Forschungsaufträge für das Horizon Europe Forschungsprogramm um. Die BEPA ist eine internationale gemeinnützige Vereinigung, die in der Batt4EU Partnership die Interessen von Unternehmen, Forschungsinstitutionen und weiterer privater Akteure vertritt. Die Hauptaufgabe der BEPA besteht darin, die Europäische Kommission bei der Festlegung von Prioritäten für Forschungs- und Innovationsaktivitäten und bei der Definition von Ausschreibungsthemen für die Arbeitsprogramme von Horizon Europe zu beraten.¹⁸

Das LiPLANET Netzwerk der europäischen Batterie-Pilotlinien ist ein weiterer wichtiger Akteur für die Vernetzung der europäischen Batteriewertschöpfungskette. LiPLANET versteht sich als Anlaufstelle für die Pilotierung neuer Batterie- und Produktionstechnologien. Das initial von der Europäischen Kommission geförderte Netzwerk ist nun in einen Verein überführt und wird weiterhin die Vernetzung europäischer Pilotlinien für Li-Ionen-Zellen und der wichtigsten damit verbundenen Einrichtungen vorantreiben.¹⁹

Die Global Battery Alliance (GBA) ist ein Zusammenschluss von Vertretern der Industrie, NGOs und Regierungsorganisationen, die die Entwicklung des „Battery Passports“ vorantreiben. Dabei handelt es sich um eine Art digitalen Zwilling einer Batterie, der Informationen aus der gesamten Lieferkette erfasst. Er soll zum sicheren, diskriminierungsfreien und transparenten Datenaustausch zwischen den Akteuren der Batterielieferkette dienen.²⁰ Die GBA hat sich zum Ziel gesetzt, ein Regelwerk zur Messung, Sammlung und Verarbeitung von Batterieindikatoren zu erstellen. Die Einführung eines Battery Passports ist Teil der neuen EU Batterieverordnung.²¹

17 Vgl. BATTERY 2030+.

18 Vgl. Batteries European Partnership Association (BEPA).

19 Vgl. LiPLANET-Netzwerk.

20 Vgl. Global Battery Alliance (GBA).

21 Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council (2020).

2 EUROPÄISCHE UND DEUTSCHE CLUSTERINITIATIVEN TRAGEN ZUM TECHNOLOGIETRANSFER BEI

Kernerkenntnisse

- **Clusterinitiativen** sind **Schlüsselakteure des Innovationsgeschehens** und tragen entscheidend zum intra- und inter-regionalen Wissens- und Technologietransfer bei.
- **Clusterinitiativen sind wichtige Unterstützer** für Aus- und Weiterbildung, Internationalisierung, (Aus-)Gründungen oder Cross-Cluster-Kooperationen.
- Regionale Forschungs- und Innovationsstrategien für intelligente Spezialisierung (RIS3) helfen bei der **Identifikation von regional vorhandenen Wertschöpfungsstrukturen und Clusterinitiativen** im Bereich der Batteriezellfertigung.

Clusterinitiativen²² und die in ihnen engagierten Clusterakteure sind wesentliche Schlüsselakteure des Innovationsgeschehens und tragen in vielen Wirtschaftszweigen in hohem Maße zum Technologietransfer bei. In Europa und Deutschland gibt es daher in nahezu allen Branchen und Industriezweigen Wissenschafts-Wirtschafts-Kooperationsverbünde, so genannte Clusterinitiativen. Auch im Bereich der Batterieindustrie spielen Clusterinitiativen bereits eine wichtige Rolle (vgl. Kapitel 2.2). Hierbei sind zwei zentrale Entwicklungsströme erkennbar: Zum einen wird die Thematik Batteriezellfertigung aus bestehenden Clusterinitiativen heraus vorangetrieben oder sie ist zum anderen die Basis für neue regionale Clusterstrukturen.

Fakt ist, dass sich die regionale Nähe der Unternehmen und (außer-)universitären Forschungseinrichtungen sehr positiv aufeinander auswirkt, mehr miteinander kooperiert und dadurch die Innovationstätigkeit intensiviert sowie die Wettbewerbstätigkeit gestärkt wird.²³ Aufgrund des verbindlichen, langfristigen Charakters der regionalen Kooperationen mit einem hohen Vertrauensverhältnis der Akteure untereinander können sehr gut die vorhandenen Kompetenzen genutzt und schneller neue Themen umgesetzt werden.

2.1 Clusterkonzept in der Kürze: Was dahintersteckt

Deutschland und Europa sind durch eine Vielzahl an regionalen sowie sektoralen Clusterinitiativen geprägt. Auf europäischer Ebene verdeutlicht die European Cluster Collaboration Platform²⁴ die hohe Anzahl an Clusterinitiativen. In Deutschland listet die Clusterplattform Deutschland²⁵, das gemeinsame Informationsportal zur Clusterpolitik und Clusterinitiativen des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz sowie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, über 430 regionale Clusterinitiativen verteilt auf alle Bundesländer auf.

Der Begriff „Cluster“ im ökonomischen Sinne wurde vor allem von Michael E. Porter geprägt, der Cluster definiert als „geografische Konzentration von Unternehmen, spezialisierten Lieferanten/Zulieferern, Dienstleistungsanbietern, Unternehmen in verwandten Branchen und verbundenen Einrichtungen (z.B. Universitäten, Normungsinstitute und Wirtschaftsverbände), die in bestimmten Feldern untereinander verbunden sind und gleichzeitig miteinander konkurrieren und kooperieren“²⁶. Durch die intensive und langjährige Kooperation der Akteure miteinander entstehen so

22 In der Literatur sowie dem wissenschaftlichen und politischen Diskurs finden sich unterschiedliche Begrifflichkeiten im Clusterkontext, die teils synonym verwendet werden oder sich nur durch geringe Definitionsnuancen unterscheiden. Neben dem „Cluster“-Begriff nach Michael E. Porter als Oberkategorie für die geografische Konzentration von miteinander verbundenen Unternehmen und Institutionen in verwandten Branchen, die sich durch gemeinsame Austauschbeziehungen und Aktivitäten entlang einer (mehrerer) Wertschöpfungsketten ergänzen, sind das u.a. „Regionale Clusterinitiativen“, „Regionale Netzwerke“ oder „Clusternetzwerke“ für die intensive, zumeist institutionalisierte Wissenschafts-Wirtschafts-Kooperation. Für diese Studie werden im Sinne der Einheitlichkeit die Begriffe „Cluster“, „Clusterinitiative“ und „Clustermanagement-Organisation“ genutzt.

23 Künzel et al. (2019).

24 Vgl. European Cluster Collaboration Platform.

25 Vgl. Clusterplattform Deutschland.

26 Vgl.: Porter, Michael E. (1999).

Clusterinitiativen

Clusterinitiativen sind regional konzentrierte Wissenschafts-Wirtschafts-Kooperationsverbände mit einem gemeinsamen thematischen Fokus. In der Regel umfassen sie die verschiedenen Stufen der Wertschöpfungskette (vertikale Vernetzung) sowie unterschiedliche Branchen und Disziplinen (horizontale Vernetzung). Clusterinitiativen zeichnen sich durch ein intensives, zielorientiertes Interagieren der involvierten Clusterakteure aus. Die Zusammenarbeit weist einen verbindlichen Charakter auf und ist auf Nachhaltigkeit sowie längerfristige Zielperspektiven ausgerichtet. Clusterinitiativen verfügen über stabile Organisationsstrukturen einschließlich Partizipationselementen wie Arbeitskreise, Fokusgruppen etc. und einer Managementeinrichtung. Somit bilden sie den Rahmen für strategische, systematische und innovationsorientierte Kooperationsbeziehungen.

Clustermanagement-Organisationen

Clustermanagement-Organisationen sind die operativen Einheiten, deren Ziel es ist, die Clusterinitiative durch strategische Angebote, Projekte etc. weiterzuentwickeln und die Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit von Regionen und den ansässigen Branchen zu stärken.

Clusterakteure

Alle an einer Clusterinitiative Beteiligten werden als Clusterakteure bezeichnet. Dabei wird in der Regel die gesamte Wertschöpfungskette abgedeckt bzw. sind Akteure entsprechend der „Quadruple Innovation Helix“ eingebunden. Das sind u.a. universitäre und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, Unternehmen mit unterschiedlichen Unternehmensgrößen (Beschäftigtenanzahl) verschiedener Klassifikationen (Primärsektor bis Quartärsektor), Wissenstransfer- und Bildungsinstitutionen, Wirtschaftsförderungs- und Regionalentwicklungseinrichtungen sowie Vereine und Verbände. Clusterinitiativen sind wichtige Unterstützer für Aus- und Weiterbildung, Internationalisierung, (Aus-)Gründungen oder Cross-Cluster-Kooperationen. Regionale Forschungs- und Innovationsstrategien für intelli-

gente Spezialisierung (RIS3) helfen bei der Identifikation von regional vorhandenen Wertschöpfungsstrukturen und Clusterinitiativen im Bereich der Batteriezellfertigung.

genannte regionale Clusterinitiativen unter der Koordination von Clustermanagement-Organisationen.

Kern von Clusterinitiativen und ein zentraler Erfolgsfaktor für die Erhöhung der Innovationsdynamik sowie dem Technologietransfer ist ein clusterspezifischer Innovationsprozess mit verschiedenen innovationsstimulierenden Maßnahmen und der kontinuierlichen Unterstützung der Clusterakteure bei der Identifizierung von Innovationsthemen. Das führt über die Initiierung von FuEul-Projektkonsortien, der Durchführung von FuEul-Projekten bis zur Vermarktung von marktfreien Produkt-, Prozess- und Dienstleistungsinnovationen. Wichtig für die Kooperation der Clusterakteure unter- und miteinander sind langjährig ausgerichtete Partizipationsformate wie Arbeitskreise, Fokusgruppen, Innovationszirkel etc., in denen Innovationsthemen im Mittelpunkt stehen und gemeinsame FuEul-Projekte initiiert werden. Gemeinsame FuEul-Aktivitäten und die Vernetzung von Wissenschaft und Wirtschaft sind im Übrigen die zentrale Intention bei der Gründung und der langfristigen (Weiter-)Entwicklung von regionalen Clusterinitiativen.²⁷

2.2 Vorteile für Unternehmen durch Beteiligung an Clusterinitiativen

Mit der Batterieindustrie entsteht ein neuer Industriezweig in Europa. Der gleichzeitige Aufbau der gesamten Wertschöpfungskette erfordert ein hohes Maß an Kommunikation, Vernetzung und regionaler Integration. Damit dies mit der gebotenen Geschwindigkeit gelingen kann, empfiehlt es sich, dass die Unternehmen der Batterieindustrie auf vorhandenen Strukturen aufsetzen. Clusterinitiativen bieten dafür einen guten Ansatz. Doch wie findet ein Unternehmen oder eine (außer-)universitäre Forschungseinrichtung eine passende Clusterinitiative? Den Paradeweg gibt es nicht, aber

verschiedene Möglichkeiten, um aktiv zu werden und auf entsprechende Clusterinitiativen zuzugehen:

1. Recherche auf der Clusterplattform Deutschland mit einem Überblick über mehr als 400 regionale Clusterinitiativen in Deutschland.
2. Empfehlungen von bestehenden Kooperationspartnern erbitten, in welchen regionalen Clusterinitiativen diese sich engagieren und welche Effekte sie dadurch haben.

3. Informationen einholen über oder Kontaktaufnahme zu Wirtschaftsförderungseinrichtungen der Kommune oder des Landkreises bzw. auf Landesebene.

Das Entscheidende für den Erfolg eines Clusters ist, dass sich Unternehmen und Forschungsaktivitäten aktiv in die Clusteraktivität einbringen und offen ihre Themen bzw. Unterstützungsbedarfe kommunizieren. Je höher das Engagement ist, umso mehr Vorteile entstehen daraus.

Handlungsfelder von Clusterinitiativen	Effekte für die Clusterakteure bzw. die Clusterregion
Interne Vernetzung und Erfahrungsaustausche	<ul style="list-style-type: none"> • Vertiefung existierender und Initiierung neuer Kontakte zu Geschäfts- und FuE-Partnern entlang der Wertschöpfungskette • Vertiefung existierender und Initiierung neuer Kontakte zu Partnern aus Verwaltung und Politik • Vertiefung existierender und Initiierung neuer Kontakte zu Partnern aus anderen Vereinen und Verbänden (innerhalb des Themenschwerpunktes) • Vertiefung existierender und Initiierung neuer Kontakte zu Experten mit sonstigem Know-how • Vermittlung von Wissen zu übergreifenden Themen bzw. Erweiterung der Fachexpertise
Innovation Innovationsbezogene Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> • Unterstützung im gesamten Innovationsprozess • Beteiligung an Arbeitskreisen und gemeinsame Themen(weiter)entwicklung • Identifizierung von FuEul-Themen, Beteiligung an Projektkonsortien und Umsetzung von FuEul-Projekten • Unterstützung bei der Fördermittelakquise • Zugang zu technischem Know-how und technischer Infrastruktur • Beteiligung an gemeinsamen InnovationsHubs
Geschäftsentwicklung Steigerung der unternehmerischen Performance bei Clusterakteuren	<ul style="list-style-type: none"> • Steigerung von Umsatz und Gewinn • Erhöhung der Anzahl innovativer Produkte, Prozesse und Dienstleistungen • Qualitätsverbesserung des Produkt-, Prozess- und Dienstleistungsspektrums • Steigerung der Produktivität • Verkürzung der Time-to-Market • Steigerung der FuE-Ausgaben (Erhöhung der Innovationsintensivität: FuE-Ausgaben am Umsatz) • Entwicklung neuer Geschäftsmöglichkeiten • Adressierung neuer Märkte (mit neuen Produkten, Prozessen und Dienstleistungen)
Internationalisierung	<ul style="list-style-type: none"> • Beteiligung an internationalen Delegationen und Geschäftsanbahnungsreisen • Unterstützung bei der Akquise, Initiierung oder Durchführung von internationalen Innovationsprojekten (FuE und / oder nicht FuE) • Unterstützung bei internationalen Marktzugängen

Handlungsfelder von Clusterinitiativen	Effekte für die Clusterakteure bzw. die Clusterregion
Aus- und Weiterbildung Qualifizierung	<ul style="list-style-type: none"> • Gemeinsame Entwicklung von Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen • Teilnahme an Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen • Rekrutierungsmaßnahmen Implementierung von clusterspezifischen Jobportalen • Beteiligung an Jobmessen
Gründungsunterstützung	<ul style="list-style-type: none"> • Beratung und Coaching von Gründungsinteressierten • Unterstützung bei der Entwicklung von tragfähigen Geschäftsmodellen und Businessplänen • Unterstützung bei der Akquirierung von Finanzierungsquellen (Risikokapital, Banken, öffentliche Mittel) • Durchführung von Gründungswettbewerben
Sichtbarkeit und Erhöhung Außenwirkung Reputation	<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung Image und Reputation der Branche • Verbesserung Image und Reputation der Clusterakteure • Verbesserung Image und Reputation der Clusterregion • Beteiligung an Gemeinschaftsständen auf (Fach-)Messen

Tabelle 1: Handlungsfelder und Mehrwerte von Clusterinitiativen. (Quelle: Institut für Innovation und Technik in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH (Cluster-Impact-Analysis); Eigene Darstellung)

2.3 Potenzielle Cluster-Partner für die Batterieindustrie

Zahlreiche bestehende Clusterinitiativen bieten den Unternehmen der Batterieindustrie Anknüpfungspunkte. Das gilt vor allem im Bereich der Elektromobilität oder der erneuerbaren Energien. Auch Clusterinitiativen, die Transferpotenziale hinsichtlich ihrer Produktions- und Fertigungstechnologien bieten, sind für das Batterie-Ökosystem relevant.

RIS3 – Hilfsmittel zur Identifizierung von regionalen Wertschöpfungsstrukturen und Clustern im Bereich der Batteriezellfertigung

Regionale Schwerpunktsetzungen der Wirtschaftsentwicklung und -förderung werden auf deutscher und europäischer Ebene in den so genannten „Regionalen

Forschungs- und Innovationsstrategien für intelligente Spezialisierung“ (RIS3²⁸) beschrieben.²⁹ Die für die vorliegende Studie interessantesten RIS3s in Deutschland sind zum einen die Bundesländer mit traditionell starken ausgeprägten Wirtschaftsstrukturen im Bereich der Automobilwirtschaft mit entsprechendem Transferpotenzial für die Batteriewertschöpfungskette. Zum anderen sind dies RIS3s für Regionen, in denen relevante Standorte der Batteriezellfertigung angekündigt oder bereits im Entstehen sind. Dies sind vor allem die Bundesländer Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und Sachsen. In ihren RIS3s werden zahlreiche Schwerpunktsetzungen mit direkter sowie indirekter Verbindung zur Batterie beschrieben. Damit werden Potenziale für die Anknüpfung des Batterie-Ökosystems und Synergien geboten.

28 RIS3 = Regional innovation strategy for smart specialisation.

29 Alle (271) europäischen Regionen haben RIS3 erarbeitet, wobei diese jüngst für die derzeitige Geltungsdauer des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (ERDF), d.h. für den Zeitraum 2021-2027 aktualisiert wurden.

Ausgewählte regionale Forschungs- und Innovationsstrategien und Cluster mit Bezug zur Batteriezellfertigung

In der RIS3 Baden-Württembergs wird bezüglich relevanter Clusterinitiativen im Bereich der Batteriezellfertigung insbesondere auf den Cluster Elektromobilität Süd-West verwiesen. Der Cluster wird seit 2010 durch die Landesagentur für neue Mobilitätslösungen und Automotive Baden-Württemberg e-mobil BW GmbH koordiniert und verfügt derzeit über rund 180 Mitglieder aus Wirtschaft und Forschung aus der Region Baden-Württemberg. Das Ziel ist es, innovative Mobilitätslösungen voranzutreiben und den Wirtschafts- und Wissenschaftsstandort Baden-Württemberg zu stärken. Der Cluster Elektromobilität Süd-West ist aktuell stark im Bereich des Antriebsstrangs (Elektromotor, Thermomanagement, Leistungselektronik, Speicher/Batterien) sowie im Bereich Testing und Entwicklung aufgestellt. Darüber hinaus werden im Bereich Kreislaufwirtschaft das Recycling von Traktionsbatterien, Second-Life-Anwendungen und Design for Recycling-Ansätze vorangetrieben.³⁰

In der RIS3 Niedersachsens werden hinsichtlich Netzwerken und Clusterinitiativen mit Relevanz für die Batterie vor allem die Cluster Automotive Nordwest e.V.³¹, das 3N Kompetenzzentrum e.V.³² oder das Oldenburger Energiecluster OLEC e.V.³³ genannt.³⁴

In der RIS3 des Landes Nordrhein-Westfalen wird in Bezug auf relevante Cluster mit Bezug zur Batteriezellfertigung insbesondere der Landescluster NanoMikroWerkstoffePhotonik.NRW hervorgehoben. Vor allem die im Cluster beheimateten Technologiefelder Nanotechnologie (für Batteriespeicherlösungen) sowie innovative Werkstoffe und Materialien bieten direkte Anknüpfungspunkte für das Batterie-Ökosystem.³⁵ Darüber hinaus bietet auch das Technologienetzwerk Intel-

ligente Technische Systeme OstWestfalenLippe – it`s OWL für die Batteriezellfertigung relevante Kompetenzfelder, beispielsweise in Bezug auf den digitalen Zwilling.³⁶

Sachsen ist ein weiteres Bundesland mit einer RIS3-Strategie, die zahlreiche Anknüpfungspunkte für das Thema Batterie in Deutschland bietet. In der RIS3 Sachsens wird u.a. betont, neue Wertschöpfungspotenziale zu erschließen, etwa im Bereich der Elektromobilität (batterie- und brennstoffzellenelektrisch).³⁷

Der Zugang zum Arbeitsmarkt und insbesondere zu Fachkräften, die für den Aufbau des Batterie-Ökosystems dringend benötigt werden, spielt ebenfalls eine essenzielle Rolle. Die Förderung von Fachkräften durch berufliche Qualifizierung zur Aneignung der erforderlichen neuen Kompetenzen ist ein wichtiges Instrument zur Sicherstellung der Arbeitskraft. Mit dem Ziele der Erhaltung, Aufwertung und dem Ausbau von Beschäftigungsfähigkeit im regionalen Kontext hat das BMWK jüngst eine entsprechende Förderrichtlinie aufgelegt.³⁸ Dazu haben sich sogenannte Batterie-Kompetenzverbünde aus branchenspezifischen Innovationsclustern, Bildungsträgern und wissenschaftlichen Einrichtungen aus unterschiedlichen Regionen Deutschlands gebildet und um eine Förderung beworben. Es zeichnet sich dabei ab, dass sich gerade auch in der Region Mitteldeutschland (Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen) ein entsprechender Kompetenzverbund herausbildet der durch die Konzipierung und Pilotierung entsprechender Qualifizierungsmaßnahmen von Fachkräften zur intelligenten Spezialisierung und regionalen Verankerung der Batteriezellfertigung in der Region einen wichtigen Beitrag leisten kann.

Die für die Batteriezellfertigung relevantesten Cluster in Sachsen sind der Energie-Cluster Energy Saxony, v. a. mit sei-

30 Vgl. Cluster Elektromobilität Süd-West.

31 Vgl. Automotive Nordwest.

32 Vgl. 3N Kompetenzzentrum.

33 Vgl. Oldenburger Energiecluster (OLEC).

34 Niedersächsisches Ministerium für Bundes- und Europaangelegenheiten und Regionale Entwicklung (2020).

35 Vgl. Landescluster NanoMikroWerkstoffePhotonik.NRW.

36 Vgl. Technologienetzwerk Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe – it`s OWL.

37 Staatsministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr des Freistaates Sachsen (2020).

38 Bundesanzeiger (2021).

nem Arbeitskreis Speicher und Netzdienstleistungen³⁹ sowie der Automotive Cluster Ostdeutschland (ACOD) mit seinem Kompetenzcluster „Antriebssysteme/Elektromobilität“ und darin v. a. die Themenschwerpunkte Verknüpfung Batterieentwicklung/Fertigung, Zellassemblierung, Fahrzeugintegration, Second Life-Anwendungen und Batterierecycling.⁴⁰

Neben den deutschen Bundesländern haben sich auch viele europäische Regionen in ihren aktuellen RIS3 mit Teilen der Batteriewertschöpfungskette auseinandergesetzt. Interessant innerhalb dieser Studie sind dabei insbesondere solche Regionen, die Kooperationspotenziale bestehender Clusterinitiativen mit deutschen Akteuren der Batteriewertschöpfungskette aufzeigen. Dies können bspw. Schwerpunkte bei Anwendungen außerhalb des PKW-Bereichs, Synergiepotenziale oder komplementäre Kompetenzprofile sein.

Dabei hebt sich die RIS3 der französischen Region Bourgogne-Franche-Comté (BFC) im mittleren Westen Frankreichs besonders hervor. In dieser französischen Region sind etwa PSA (jetzt Stellantis) als OEM mit großer Erfahrung in der Elektrifizierung der Antriebsstränge, Faurecia als Entwickler von Batteriepacks als auch Firmen im Bereich der Zellchemie (APERCAM und SOLVAY) angesiedelt.

Der wichtigste in der Region BFC angesiedelte Cluster im Bereich der Batteriezellfertigung ist der Cluster Véhicule du Futur, der als einen seiner Schwerpunkte die Elektrifizierung des Antriebsstrangs aufweist, sowie sich auch auf Themen wie „Mobility as a service“ sowie Design, Materialien und Recycling fokussiert. Außerdem besitzt er Verbindungen zum Kompetenznetzwerk Lithium-Ionen-Batterien „KLiB“, dem deutschen Referenzcluster für Li-Ion-Batterien. Diese zeigt sich insbesondere in der Organisation des Deutsch-Französischen Forums für Lithium-Ionen Batterien.⁴¹ Véhicule du futur nennt zudem als deutsche Cluster-Partner die süddeutschen Automotive-Cluster Automotive-bw und e-mobil bw sowie bayern-innovativ.⁴²

Ähnlich wie in Frankreich, gibt es auch in Österreich diverse Bundesländer, die in ihren RIS3 verschiedene Segmente der Batteriewertschöpfungskette als strategische Kompetenz- bzw. Entwicklungsfelder benennen. Exemplarisch soll dies hier an den Bundesländern Oberösterreich und Niederösterreich aufgezeigt werden. Während die RIS3 Oberösterreichs in Bezug auf Batterie-relevante Themen auf die Bereiche Leichtbau/nachhaltige Werkstoffe (v. a. Faserverbundwerkstoffe), Life-Cycle-Assessment und Kreislaufwirtschaft setzt,⁴³ besteht der Bezug in der RIS3 Niederösterreichs v. a. in den dort genannten Stärkefeldern Additive Fertigung, Big Data und Datensicherheit.⁴⁴ Einer der relevantesten Cluster mit Bezug zur Batteriezellfertigung in Österreich ist dabei der Cluster Mechatronik, der die Branchen Metall, Maschinenbau, Elektrik, Elektronik und IKT umfasst. Der Cluster Mechatronik ist eine gemeinsame Initiative der Bundesländer Ober- und Niederösterreich und zeichnet sich dabei u.a. auch verantwortlich für die Elektromobilitätsinitiative Niederösterreichs „e-mobil in Niederösterreich“.⁴⁵

39 Vgl. Energy Saxony.

40 Vgl. Automotive Cluster Ostdeutschland (ACOD).

41 Vgl. Région Bourgogne-Franche-Comté (2021).

42 Vgl. Pôle Véhicule du futur.

43 Vgl. Business Upper Austria (2020).

44 Vgl. Land Niederösterreich (2021).

45 Vgl. ecoplus (Niederösterreichs Wirtschaftsagentur GmbH).

3 RELEVANZ DER REGIONALEN VERANKERUNG DER BATTERIEINDUSTRIE FÜR IHRE LANGFRISTIGE WETTBEWERBSFÄHIGKEIT

Kernerkenntnisse

- Eine **strategische Standortplanung** und eine **vertikale Integration** der Batteriehersteller entlang der Wertschöpfungskette sind **wichtig für den nachhaltigen Erfolg der Batterieindustrie**.
- „Klassische“ Industriezweige wie v.a. die **Chemieindustrie und der Maschinen- und Anlagenbau** sind **wichtige Partner** für den Erfolg der Batterieindustrie
- Weitere **Industriezweige mit Technologietransferpotenzial** für die Batterieindustrie sind insbesondere die **Verpackungsindustrie**, die **Elektronikbranche**, die **Softwareentwicklung**, die **Kunststoffindustrie** sowie der **Energiesektor**.
- Die Erfolgsaussichten des zu Teilen politisch geförderten Aufbaus der deutschen und europäischen Batteriezellfertigung können durch das **Lernen von anderen industriepolitischen Fördermaßnahmen zur Etablierung innovativer Technologiebranchen** erhöht werden.

3.1 Begünstigende Voraussetzungen für die Batterieindustrie

Für eine nachhaltige Verankerung der Batterieindustrie in Deutschland werden eine strategische Innovationspolitik und auf regionaler Ebene eine entsprechende Wirtschaftsförderung und Innovationsstrategien als notwendig erachtet. Unter Mitwirkung regionaler Clusterinitiativen sollen fokussierte RIS3-Strategien erarbeitet und später auch umgesetzt werden, die eine erfolgreiche Anbindung des Batterie-Ökosystems beinhalten. Darüber hinaus sind auch eine strategische Standortplanung wie auch möglichst eine vertikale Integration der Batteriehersteller entlang der Wertschöpfungskette wesentlich für den nachhaltigen Erfolg der Batterieindustrie.

Strategische Planung und Auswahl von Standorten für die Batterieindustrie

Bei einer strategischen Standortplanung kann zwischen allgemeinen, landes- und regionalspezifischen Kriterien unterschieden werden, wobei diese sich häufig den Kategorien Marktzugang, Kostenreduktion und Effizienzsteigerung, Zugang zu Wissen, Kompetenzen und Technologien sowie Zugang zu (seltenen) Ressourcen zuordnen lassen.

Hinsichtlich der Kategorie Marktzugang spielen Standortfaktoren wie Marktattraktivität, Kundennähe und Nähe zu bzw.

die Existenz von Leitmärkten eine wichtige Rolle. In Bezug auf das Motiv der Kostenreduktion und Effizienzsteigerung stehen häufig Standortfaktoren wie Personalkosten, Produktivität sowie Automatisierung und Digitalisierung im Vordergrund. Bei der Frage des Zugangs zu Wissen, Kompetenzen und Technologien wiederum sind Faktoren wie das Vorhandensein von branchenspezifischen Clustern und Netzwerken, (vollständigen) lokalen Wertschöpfungsketten, die Verfügbarkeit von Fachkräften sowie die Nähe zu relevanten Forschungseinrichtungen entscheidend. Zugang zu Ressourcen beinhaltet insbesondere den Zugang zu Rohstoffen, Materialien und Infrastruktur.⁴⁶

Standortfaktoren am Beispiel von Tesla in Grünheide

Diese Kategorien lassen sich auch auf die Batterieindustrie in Deutschland und Europa anwenden. Beispielhaft soll dies anhand der Standortwahl der ersten in der Region Berlin-Brandenburg errichteten Elektrofahrzeugproduktion, die sog. Gigafactory von Tesla, und der dort ebenfalls geplanten Batteriezellfertigung im brandenburgischen Grünheide in der Nähe von Berlin dargelegt werden. Dort haben vor allem die folgenden Standortfaktoren eine wichtige Rolle gespielt:

- Zugang zum deutschen Leitmarkt Automobilwirtschaft,
- Verfügbarkeit qualifizierter Arbeitskräfte,
- hohe Dichte an relevanten Forschungseinrichtungen,

- gesicherter Zugang zu einer umweltschonenden Energieversorgung aufgrund Brandenburgs führender Rolle beim Einsatz erneuerbarer Energien,⁴⁷
- infrastrukturelle Faktoren (Autobahn, (S-)Bahn-Anschluss, Nähe des Flughafens (BER), Lage am Schnittpunkt der transeuropäischen Verkehrsachsen zwischen West- und Osteuropa).⁴⁸

Es sei an dieser Stelle betont, dass diese Standortfaktoren auch für die Auswahl anderer derzeit in Planung oder Entstehung befindlicher Standorte der Batterieindustrie in Deutschland und Europa eine wichtige Rolle spielen und insofern auch als übertragbar angesehen werden können.



Abbildung 6: Standorte von Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Großraum Berlin-Brandenburg mit Relevanz für die Batterieindustrie. (Quelle: Eigene Darstellung oder Regioconsult 2019)

47 Derzeit wird der überwiegende Strom- und Wärmebedarf der Gigafactory Teslas in Grünheide noch durch Erdgas abgedeckt. Perspektivisch soll der Energiebedarf für die Produktion, soweit wie möglich, aus lokal und regional gewonnener erneuerbarer Energie gedeckt werden. Einen Teil dafür wird eine Photovoltaikanlage auf dem Dach der Fabrikanlage liefern. <https://www.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.658136.de>, letzter Zugriff am 16.06.2022.

48 Ebd.

Zwar kann Berlin im Gegensatz zu klassischen deutschen Automobilregionen wie Baden-Württemberg, Bayern oder Niedersachsen keinen vergleichbaren industriellen Kern vorweisen. Nichtsdestotrotz haben sich in und um Berlin zahlreiche Unternehmen der Automobil- und verwandter Branchen angesiedelt, wie etwa Produktionsstandorte von Daimler Nutzfahrzeuge und das Mercedes-Benz-Werk in Berlin, BMW-Motorräder, Rolls-Royce Flugzeugtriebwerke, Stadler-Rail Schienenfahrzeugbau oder Alstom (früher Bombardier). Hinzu kommen Forschungs- und Entwicklungsstandorte wie Adlershof, der EUREF-Campus für Elektromobilität, die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) mit ihrem neuen Batterietestzentrum oder die Planungen rund um die Siemensstadt und die Urban Tech Republic. Zusammen entsteht so das Bild eines breit aufgestellten Clusters für (Elektro-) Mobilität.⁴⁹ Gut sichtbar wird dies auch anhand der folgenden Karte des Großraums Berlin-Brandenburg: Die genannten Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Bereich Automotive und verwandten Bereichen machen die Region attraktiv.

Auch das erweiterte regionale Umfeld könnte für die Ansiedlung von Tesla in Grünheide eine Rolle gespielt haben: Denn entlang der Wertschöpfungskette reiht sich Tesla in weitere zentrale Investitionsprojekte im Bereich Elektromobilität in der Region ein: So etwa der Aufbau einer Fertigung von Batterieteilen (Kathoden) für die Elektro-Mobilität durch die BASF in Schwarzheide (Oberspreewald-Lausitz). Außerdem hat BASF angekündigt, dort eine Pilotanlage für das Recycling von Batterien zu bauen sowie eine ebensolche Anlage im großtechnischen Maßstab.⁵⁰ Rock Tech Lithium will in Guben (Spree-Neisse) mit einer Investition von fast einer halben Milliarden Euro eine Lithium-Produktion aufbauen. Der US-amerikanische Batteriehersteller Microvast hat in Ludwigsfelde (Teltow-Fläming) seine neue Europazentrale. Dort entstehen Lithium-Ionen-Batteriesysteme. Rolls-Royce forscht unter anderem gemeinsam mit der BTU Cottbus-Senftenberg an alternativen Antriebstechnologien für die Luftfahrt. In Hennigsdorf (Oberhavel) produziert eRockit ein

90 km/h schnelles Elektro-Motorrad. Die Niederbarnimer Eisenbahn (NEB) testet ebenso wie die Deutsche Eisenbahn Service AG (DESAF) mit dem Projekt H2Rail.Prignitz in Putlitz Wasserstoffzüge. Autonomes Fahren erprobt die DEKRA am Lausitzring und auf der Oder-Spree-Wasserstraße ist ein digitales Testfeld für autonome Schifffahrt vorgesehen.⁵¹

Zudem dürften auch weichere Faktoren eine Rolle gespielt haben: Der zunehmend globalisierte Tesla-Konzern wird seine Mitarbeiter:innen deutlich leichter für eine Auslandsstation in Deutschland begeistern können, wenn der Standort in Berlin statt etwa in Emden liegt. Darüber hinaus bietet der Berliner Arbeitsmarkt sowohl Zugang zu den begehrten Fachkräften aus der IT-Branche als auch zu weniger qualifizierten Arbeitskräften, da die Arbeitslosenquote in Berlin verglichen mit anderen Bundesländern relativ hoch ist.⁵²

Vertikale Integration entlang der Wertschöpfungskette ist ein Erfolgsfaktor

Über die strategische Standortplanung hinaus spielt auch die sogenannte vertikale Integration eine zunehmend entscheidende Rolle für eine erfolgreiche regionale Verankerung der Batterieindustrie. Diese bezeichnet eine Form der Unternehmenskonzentration, bei der die Fertigungstiefe entlang der Wertschöpfungskette erhöht wird. Dies gelingt vor allem durch Kooperationen entlang der Wertschöpfungskette.

So besitzt etwa Tesla eine deutlich ausgeprägtere vertikale Integration als klassische Automobilhersteller und kontrolliert die gesamte Wertschöpfung. Die Spannweite reicht von der Batterie- und Karosserieherstellung bis zum Vertrieb, der Software, teilweise der Computerhardware und deren Chips, den Kundenbeziehungen sowie Aktivitäten auf dem Strommarkt und dem Supercharger-Netzwerk als eigener Ladeinfrastruktur.^{53 54}

Auf diesen Wettbewerbsvorteil Teslas reagieren auch einige der europäischen OEMs und forcieren eine stärkere vertikale Integration im Bereich der Batteriezellfertigung. Als promi-

49 regioconsult (2019).

50 BASF (2022).

51 Vgl. Land Brandenburg (2021).

52 Kapalschinski (2019).

53 Daum (2021).

54 Voigt (2019).

nente Beispiele seien hier Stellantis und Daimler mit ihren Beteiligungen am Batteriezellfertiger Automotive Cell Company (ACC) und die Aktivitäten von Volkswagen in Bezug auf strategische Partnerschaften mit relevanten Akteuren in unterschiedlichen Segmenten der Batteriewertschöpfungskette genannt. So hat VW im Dezember 2021 die Kooperation mit dem Materialtechnologiekonzern Umicore, dem Batteriespezialisten 24M Technologies und dem Lithium-Lieferant Vulcan Energy Resources bekanntgegeben. Es bestehen darüber hinaus bereits Kooperationen im Batteriebereich mit dem Feststoffbatterie-Spezialisten QuantumScape, dem schwedischen Unternehmen Northvolt und dem chinesischen Hersteller Gotion High-Tech.

Alle drei Partnerschaften sind gemäß Volkswagen zwar voneinander unabhängig, dienen aber dem gleichen Ziel, nämlich der Industrialisierung der Batterietechnologie und der Großserienproduktion von noch nachhaltigeren, innovativen Batterien im Sinne der geplanten Eigenentwicklung und -fertigung einer sog. „Einheitszelle“ und dem Bau von sechs Batteriezellenfabriken in Europa bis 2030. Dies soll laut VW durch die Ausweitung des Know-hows in der Batterietechnologie, die Stärkung des Kostenmanagements und die vertikale Integration der Batteriewertschöpfungskette verwirklicht werden. VW plant, durch die Partnerschaft mit Umicore in Form eines Joint Ventures, künftig die europäischen Zellfabriken von Volkswagen mit Kathodenmaterial zu beliefern. Mit 24M Technologies soll mittelfristig die Solid-State-Batterie-Technologie bei VW etabliert werden, wodurch sich der Konzern eine um bis zu 40 Prozent reduzierte Produktionsfläche, erhebliche Einsparungen bei den Investitionen, ein effizienteres Produktrecycling sowie die Verbesserung der CO₂-Bilanz der Batterieproduktion erhofft. Mit Vulcan Energy Resources schließlich soll die Lieferung von CO₂-neutral geförderten Lithium aus dem Oberrheingraben in Deutschland realisiert werden, um den Bedarf von Volkswagen für die künftige Zellproduktion in Eigenregie in Deutschland und Europa zu sichern.⁵⁵

3.2 Industriezweige mit Transferpotenzialen für die Batterieindustrie

Die Batterieindustrie in Deutschland und Europa setzt sich aufgrund der hohen Marktdynamik aus einem breiten und stetig wachsenden Akteurskreis zusammen, der sich sowohl entlang der gesamten Batteriewertschöpfungskette abbilden lässt, als auch zahlreiche weitere Akteure innerhalb eines weiter gefassten Ökosystems Batterie umfasst. Nach Angaben der European Battery Alliance (EBA), sind in diesem Netzwerk bereits über 700 Akteure vertreten, die die gesamte Wertschöpfungskette abdecken. Ein Großteil davon sind Akteure aus Europa.⁵⁶

Wichtige Partner für den Erfolg der Batterieindustrie in Deutschland und Europa sind:

- Chemieindustrie (nachfolgend im Detail erläutert),
- Maschinen- und Anlagenbau (nachfolgend im Detail erläutert),
- Verpackungsindustrie (Folienmaterialien als Zelleiter, z.B. Alu- und Kupferfolie),
- Elektronikbranche (Batteriemanagementsystemkomponenten, z.B. MCUs, Sensorik, Schalter),
- Softwareentwicklung (DataSecurity im gesamten Entwicklungs- und Produktionsprozess; Data Science zur Qualitätssicherung im Produktionsprozess),
- Kunststoffindustrie (z.B. Plastikkomponentenhersteller als Gehäuse- und Batteriekomponentenhersteller),
- Energiesektor (z.B. Kooperation zwischen Netzbetreibern und Herstellern von Batterie-Stationärspeichern).⁵⁷

Chemieindustrie – relevantester Kooperationspartner für die Batteriebranche

Da die Aktivitäten der chemischen Industrie hinsichtlich der Batteriefertigung von der Anreicherung, Raffination und Reinigung der (Ausgangs-)Rohstoffe über die eigentliche Produktion der Batterie zelle bis hin zum Batterierecycling reichen, ist diese Branche als der wichtigste Kooperationspartner der deutschen und europäischen Batterieindustrie einzustufen. Die Chemiebranche ist dabei vor allem an der Produktion von Kathoden- und Anodenmaterialien, von Batterie-Elekt-

55 Werwitzke (2021).

56 Vgl. European Battery Alliance (EBA).

57 Die Beispiele zum Technologietransferpotenzial auf die Batteriewertschöpfungskette aus den Bereichen Verpackungsindustrie, Elektronik, Software, Kunststoffindustrie und Energiesektor entstammen einer Zuarbeit von P3 automotive GmbH.

rolyten sowie an den Separatoren für Batterien beteiligt. Im Bereich der Kathodenherstellung ist beispielsweise die BASF dabei, derzeit zwei Produktionsstätten im finnischen Harjavalta sowie auch in der Lausitz in Schwarzheide aufzubauen, die beide noch 2022 in Betrieb gehen sollen. In Schwarzheide soll zudem noch eine Anlage zum Batterierecycling hinzukommen.

Hinsichtlich der Anoden sind etwa SGL CARBON aus Deutschland und Imerys aus Frankreich zu nennen, die beide auf Basis von synthetischem Graphit Anodenmaterial herstellen, jeweils mit Standorten in Deutschland, Frankreich und zahlreichen weiteren (EU-)Ländern. Als Elektrolythersteller kann exemplarisch der deutsche Anbieter CUSTOM-CELLS genannt werden. Dieser betreibt dazu zwei Standorte

(in Tübingen und Itzehoe) und stellt neben dem Elektrolyten noch weitere Elektrodenmaterialien her, wobei unter anderem mit Porsche und BASF zusammengearbeitet wird. Im Bereich der Separatoren für Batterien arbeitet wiederum etwa das Spezialchemie-Unternehmen Evonik, das im deutschen Rheinfelden Metalloxide zur Beschichtung von Kathoden und Separatorfolien herstellt.⁵⁸

Maschinen- und Anlagenbau – großes Technologietransferpotenzial für die Batterieindustrie

Auch der Maschinen- und Anlagenbau bietet zahlreiche Anknüpfungspunkte bzw. Potenziale für einen Technologietransfer für den Einsatz in den unterschiedlichen (Teil-)Segmenten der deutschen und europäischen Batteriewertsöpfungskette, bspw. im Bereich des Mischens verschiedener

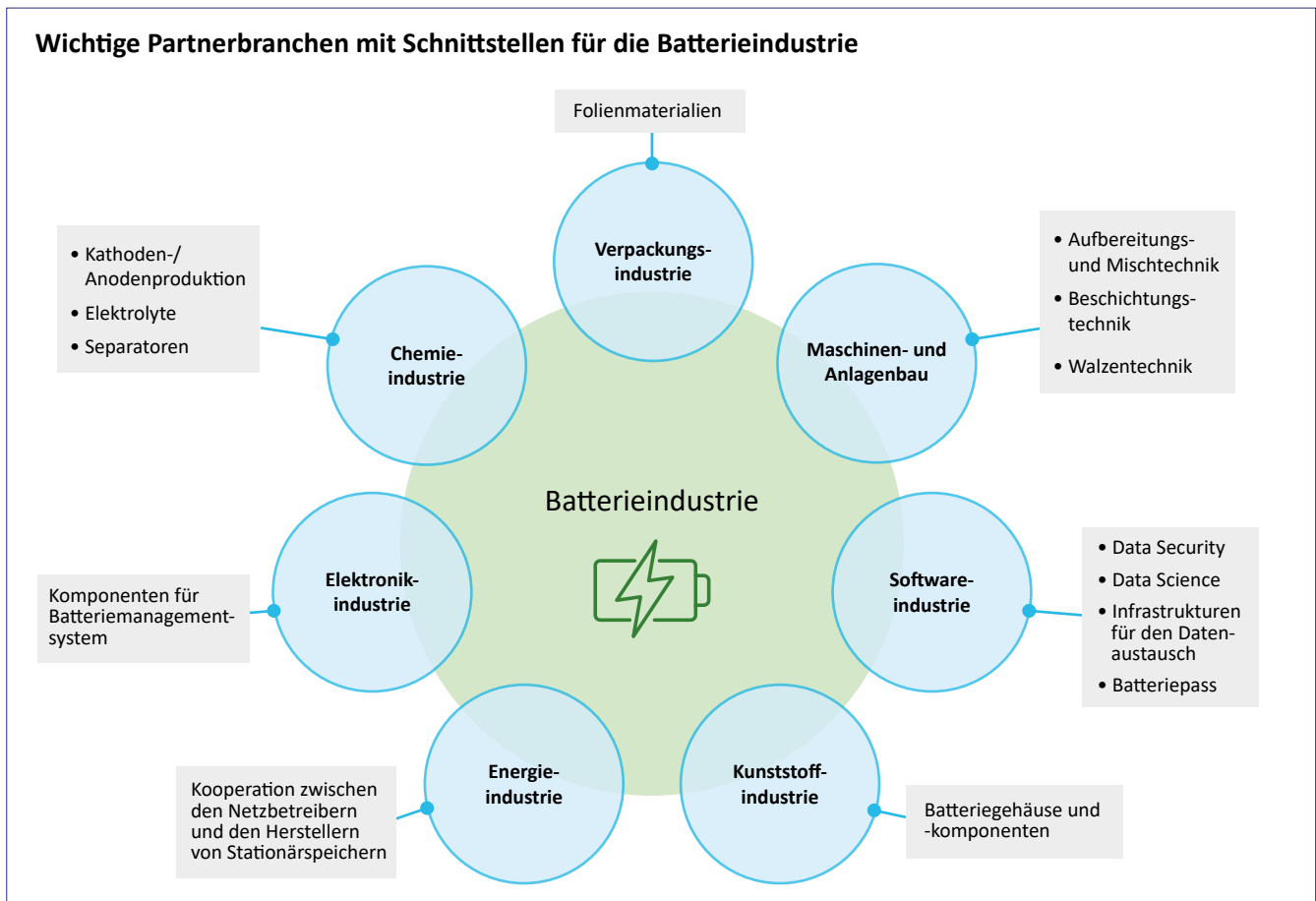


Abbildung 7: Schnittstellen der Batterieindustrie mit Partnerindustrien. (Quelle: Eigene Darstellung)

Batteriematerialien: So ist etwa das deutsche Unternehmen Eirich im Bereich der Mischtechnik für Blei-Säure-Batterien Weltmarktführer und überträgt diese Erfahrung zunehmend auch auf die Aufbereitung von Lithium-Ionen Batterien.⁵⁹

Ein weiteres Beispiel eines innovativen Technologietransfers aus dem deutschen Maschinen- und Anlagenbau kommt aus dem Bereich der Beschichtungstechnik: Die Firma Groz-Beckert, die eigentlich in der Textiltechnik beheimatet ist, hat sich aus dem Know-how der Mikrotechnik und der metallurgischen Kompetenz ihres Kerngeschäftes den neuen Produktionsbereich Customized Precision Components (CPC) aufgebaut, der u. a. Stanzwerkzeuge entwickelt und herstellt, mit bereits patentierten Verfahren zum Stanzen extrem dünner Folien, die auch in der Batterieindustrie vermehrt zum Einsatz kommen.⁶⁰

Eine weitere Technologie mit direktem Transferpotenzial für die Batteriezellfertigung stellt die Walzentechnik dar. Dies betrifft insbesondere den Prozessschritt des sogenannten Kalandrierens.⁶¹ Ein Technologieanbieter im deutschen Maschinen- und Anlagenbau ist hier das Unternehmen Breyer Extrusion.⁶² Ein weiteres Beispiel für Transferpotenzial aus dem Bereich Maschinen- und Anlagenbau ist der Bereich der Getränkeabfüllung. Die dort eingesetzte Anlagentechnologie könnte für die Elektrolytbefüllung in der Zellfertigung verwendet werden. Die wichtigsten Partnerbranchen mit Schnittstellen und Transferpotenzial für die Batterieindustrie sind in Abbildung 7 dargestellt.

3.3 Lehren aus der Vergangenheit

Der Erfolg eines nachhaltigen Auf- und Ausbaus einer deutschen und europäischen Batteriezellfertigung kann zudem auch durch das Lernen von anderen industriepolitisch ge-

förderten Versuchen der Etablierung innovativer Industriebranchen erhöht werden. Exemplarisch sei hierzu auf das Aufblühen bzw. den Niedergang der Photovoltaik-Industrie in Deutschland und Europa verwiesen. Daraus lassen sich Lehren für die Zukunft ableiten.

Tatsache ist, dass ab ca. 2010 ein erheblicher Technologietransfer von insbesondere deutschem PV-Know-how nach China stattgefunden hat, als Konsequenz des PV-Booms in Europa in den 2000er Jahren. Dieser zog zahlreiche chinesische Hersteller und Anbieter an, die an diesem prosperierenden Markt mit chinesischen PV-Zellen partizipieren wollten. Der Technologietransfer resultierte im Aufbau gesamter Fertigungsanlagen und einem großangelegten Export chinesischer PV-Module nach Europa. Er wurde von China weiter geschickt zur Weiterentwicklung der Technologie genutzt. Dies ermöglichte eine Massenproduktion chinesischer PV-Module, der auch von staatlicher Seite stark gefördert wurde. Der sich daraus ergebende Preisverfall im globalen PV-Markt führte zur Insolvenz eines Großteils der deutschen PV-Produzenten wie Solar Millenium, Q-Cells und Solar World, die dem Preisdruck aus China nicht mehr standhalten konnten.^{63 64 65}

Der Niedergang der deutschen PV-Industrie kann darüber hinaus auch auf eine abrupte Abschwächung der PV-Förderpolitik zurückgeführt werden: Sowohl 2011/12 als auch 2014 wurden deutliche Kürzungen insbesondere hinsichtlich der PV-Einspeisetarife in den jeweils novellierten Fassungen des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) festgelegt, was einen massiven Einbruch des deutschen PV-Marktes zur Folge hatte.⁶⁶

Damit der Batterieindustrie in Deutschland und Europa nicht ein ähnliches Schicksal droht, sind bereits – wie in 1.2 dargestellt – zahlreiche unterstützende Voraussetzungen durch

59 Vgl. Eirich.

60 Groz-Beckert (2020).

61 Während des Kalandrierprozesses müssen notwendige Eigenschaften wie die Erhöhung der Leistungsdichte, optimierter Elektronentransport und verbesserter Kontakt zwischen den Partikeln erreicht werden.

62 Vgl. Breyer GmbH Maschinenfabrik.

63 Sufang, Yongxiu (2013).

64 Vorholz (2012).

65 Interview mit Lars Waldmann (ew-con) am 20.01.2022.

66 Vogelpohl et al. (2017).

einen so genannten Ökosystem-Ansatz der staatlichen Förderung geschaffen worden. Dadurch soll der Aufbau einer deutschen und europäischen Wertschöpfungskette in der Batteriezellfertigung nachhaltig gelingen. Die Maßnahmen umfassen die beiden Batterie-IPCEIs, flankierende Fördermaßnahmen und FuE-Förderung seitens des BMBF. Nimmt man die Erfahrung aus dem Zusammenbruch der deutschen PV-Industrie ernst, könnte der Ökosystem-Ansatz zudem durch weitere Instrumente zur Risikominimierung ergänzt werden. Infrage kämen hierbei etwa staatliche Kreditlinien z. B. durch die KfW (bspw. in Form zinsgünstiger Darlehen) oder degressive Abschreibungsmöglichkeiten. Zum Schutz vor unfairem Wettbewerb könnte auch die Einführung eines europäischen Instruments gegen nicht nach WTO-Regeln subventionierte Unternehmen aus Drittstaaten in Erwägung gezogen werden. Ähnlich zu behandeln wäre auch die vermiedene Internalisierung von Umweltschäden, die aus nicht nachhaltigen Produktionsweisen resultieren. Ein Beispiel dafür ist die in der EU diskutierte Einführung eines CO₂-Grenzausgleichssystem (Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM).^{67 68 69 70 71}

67 Siehe Fußnote 18.

68 Interview mit Sarah Michaelis (VDMA) am 18.01.2022.

69 Vgl. Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) (2022).

70 Europäische Kommission (2021).

71 Dröge (2021).

4 REGIONALE VERTEILUNG UND VERNETZUNG DES BATTERIE-ÖKOSYSTEMS

Kernerkenntnisse

- In der **Batterieforschung** ist Europa gut aufgestellt. Die Forschungsaktivitäten erstrecken sich über die gesamte Wertschöpfungskette.
- Die **Automobilbranche ist die treibende Kraft** für den Aufbau des Batterie-Ökosystems. In anderen Branchen spielen Batterien eine eher untergeordnete Rolle.
- Clusterorganisationen stellen ein wichtiges Bindeglied für die Vernetzung des Batterie-Ökosystems dar. Auf Basis der in dieser Studie betrachteten Daten machen **Mitgliedschaften in Clusterorganisationen** über 70% der Verbindungen aller Akteure im Batterie-Ökosystem aus.
- In Europa bilden sich klar abgegrenzte **Schwerpunktregionen** mit einer hohen Konzentration an Unternehmen des Batterie-Ökosystems heraus. Eine besonders dichte Konzentration bildet sich in den Regionen der „Blauen Banane“ in Deutschland und Europa. Eine zweite starke Konzentration bildet sich von Brandenburg und Sachsen über das südliche Polen bis nach Ungarn.
- Die Regionen in Deutschland und Europa mit Agglomeraten aus stark vernetzten Akteuren erhöhen die Chance auf eine nachhaltige **Verankerung** der Batteriezellfertigung.

Das Batterie-Ökosystem etabliert sich in vielen Teilen Europas und Deutschlands. Dafür ist die Vielzahl an Anknüpfungsmöglichkeiten an bestehende regionale Wirtschaftsstrukturen aus unterschiedlichen Branchen hilfreich. Sowohl hinsichtlich der Forschung als auch der industriellen Fertigung zeichnen sich bestimmte Regionen durch eine besonders große Anhäufung von gut vernetzten Akteuren des Batterie-Ökosystems oder durch das Vorhandensein ausgewiesener Transferpotenziale aus. Es werden Regionen identifiziert, die entweder aufgrund ihrer Häufung relevanter oder besonders gut vernetzter Akteure oder aufgrund vorhandener Industriestandorte und industrieller Netzwerke Transferpotenziale für das Batterie-Ökosystem herausragend sind. Die Analyseergebnisse lassen weiterhin erkennen, wie gut die Abdeckung der Batteriewertschöpfungskette in Europa und Deutschland gewährleistet ist und ob ggf. Lücken existieren.

In den folgenden Abschnitten wird die geographische Verteilung der wirtschaftlich tätigen Akteure des Ökosystems Batteriezellfertigung (Unternehmen) und ihre Zuordnung zu

den Segmenten der Batteriewertschöpfungskette betrachtet (Kapitel 4.1). In Kapitel 4.2 sind die Vernetzung auf Ebene von Engagement der Akteure in Verbänden/Initiativen oder Clusterorganisationen dargestellt.⁷² Dazu gehört die Vernetzung der Akteure in Deutschland und Europa über gemeinsame Forschungsaktivitäten (Kapitel 4.3). Herausgestellt sind jeweils die Akteure, die aufgrund ihres hohen Vernetzungsgrades herausstechen, sowie Regionen, für die die Analyse eine besondere Häufung relevanter Akteure oder besonders gut vernetzter Akteure ergeben hat.

4.1 Geographische Verteilung der Batterieindustrie in Europa

Das Batterie-Ökosystem ist sehr vielseitig und durch eine komplexe Wertschöpfungskette mit vielen beteiligten Industriezweigen geprägt.⁷³ Die relevantesten Industriezweige sind in Tabelle 2 genannt. Dazu gehören rohstoffverarbeitende Unternehmen, die chemische Industrie, aber auch der Maschinen- und Anlagenbau ebenso wie Test- und Prüfzentren

72 In dieser Studie wird unterschieden zwischen thematisch-übergeordneten Verbänden/Initiativen, wie z. B. dem Verband der Automobilindustrie (VDA) oder der Circular Economy Initiative, und Clusterinitiativen mit starkem regionalen Fokus (vgl. Kapitel 2). Obwohl sich die Organisationsformen durchaus ähneln, unterscheiden sie sich durch ihren Bezug auf übergeordnete Themen, die in der Regel keinen stärkeren regionalen Bezug haben, bzw. auf Clusteraktivitäten (vgl. Kapitel 2). Daher wird in dieser Studie analytisch zwischen diesen Verbänden/Initiativen und Clusterinitiativen unterschieden. Sie stellen im Sinne dieser Studie unterschiedliche Vernetzungsebenen dar. Sofern ein Clusterbezug gegeben ist, werden Clusterinitiativen explizit als solche benannt.

73 Gieschen et al. (2021).

Wertschöpfungsstufe	Relevante Industriezweige	Beispiele an beteiligten IPCEI-Unternehmen
Rohstoffgewinnung	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden, Verarbeitendes Gewerbe	Keliber
Materialherstellung	Chemische Industrie	BASF
Komponentenherstellung	Verarbeitendes Gewerbe, Chemische Industrie	Nanocyl, Solvay
Batteriezell- und Modulherstellung	Verarbeitendes Gewerbe, Automobilindustrie	Varta, ACC
Batterierecycling	Abfallentsorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzungen, Chemische Industrie	Umicore, Elemental
Querschnittsaufgaben	Testen & Prüfen, Elektronik & IKT, Maschinen & Anlagenbau	Manz, SEEL

Tabelle 2: Überblick der wichtigsten Industriezweige mit relevantem Beitrag zu den Wertschöpfungsstufen der Batteriezellfertigung. Industriezweige angelehnt an Klassifikation der Wirtschaftszweige 2008 (WZ 2008). (Quelle: Vgl. Statistisches Bundesamt (2008); Eigene Darstellung)

(siehe auch Kap. 3.2). Es zeigt sich, dass entlang der verschiedenen Wertschöpfungsstufen der Batteriezellfertigung eine Vielzahl unterschiedlicher Kompetenzen erforderlich ist, bis aus den reinen Rohstoffen eine fertige Batteriezelle wird, die schließlich in Batteriemodulen verpackt Elektrofahrzeuge und andere Geräte mit Energie versorgt. Umgekehrt müssen diese Rohstoffe durch Recyclingverfahren wiedergewonnen und in den Produktionskreislauf eingespeist werden.

Bei Betrachtung der Standorte (Hauptsitze) der wirtschaftlichen Akteure des Batterie-Ökosystems in Europa zeigt sich, dass bestimmte Regionen gewisse Agglomerationen von Akteuren aufweisen, die bestimmten Stufen der Wertschöpfungskette zugeordnet werden können. Abbildung 8 zeigt Standorte von verschiedenen Unternehmen, die aktuell in Aktivitäten im konkreten Zusammenhang mit der Batteriezellfertigung tätig sind. Während die Herstellung von Batteriezellen und -modulen relativ gleichmäßig über Europa verteilt ist, ist besonders in Osteuropa (Polen und Ungarn) eine Anhäufung von Unternehmen im Bereich Komponentenfertigung festzustellen. Dies sind überwiegend Materialhersteller, wobei ein Teil dieser Unternehmen Ableger asiatischer Firmen sind. Hier entstehen neue Industrieregionen jenseits

des traditionellen ökonomischen Zentrums der Europäischen Union entlang des Rheins.

In Deutschland und im grenznahen Gebiet hingegen sind Unternehmen aus allen Wertschöpfungsstufen zu finden. Der Schwerpunkt liegt hier, vor allem bedingt durch die starke Automobilindustrie, auf der Zell- und Modulherstellung. Aber auch das Thema Batterierecycling wird durch verschiedene Unternehmen vor allem aus dem Bereich der Recyclingindustrie aber auch der chemischen Industrie sowie der Automobilindustrie verhältnismäßig gut repräsentiert. Besonders hervor heben sich aber auch der süddeutsche Raum und der Westen Deutschlands. Aber auch im Osten Deutschlands ist eine gehäufte Niederlassung von Unternehmen insbesondere aus dem Bereich der Batteriezell- und Modulherstellung zu verzeichnen.

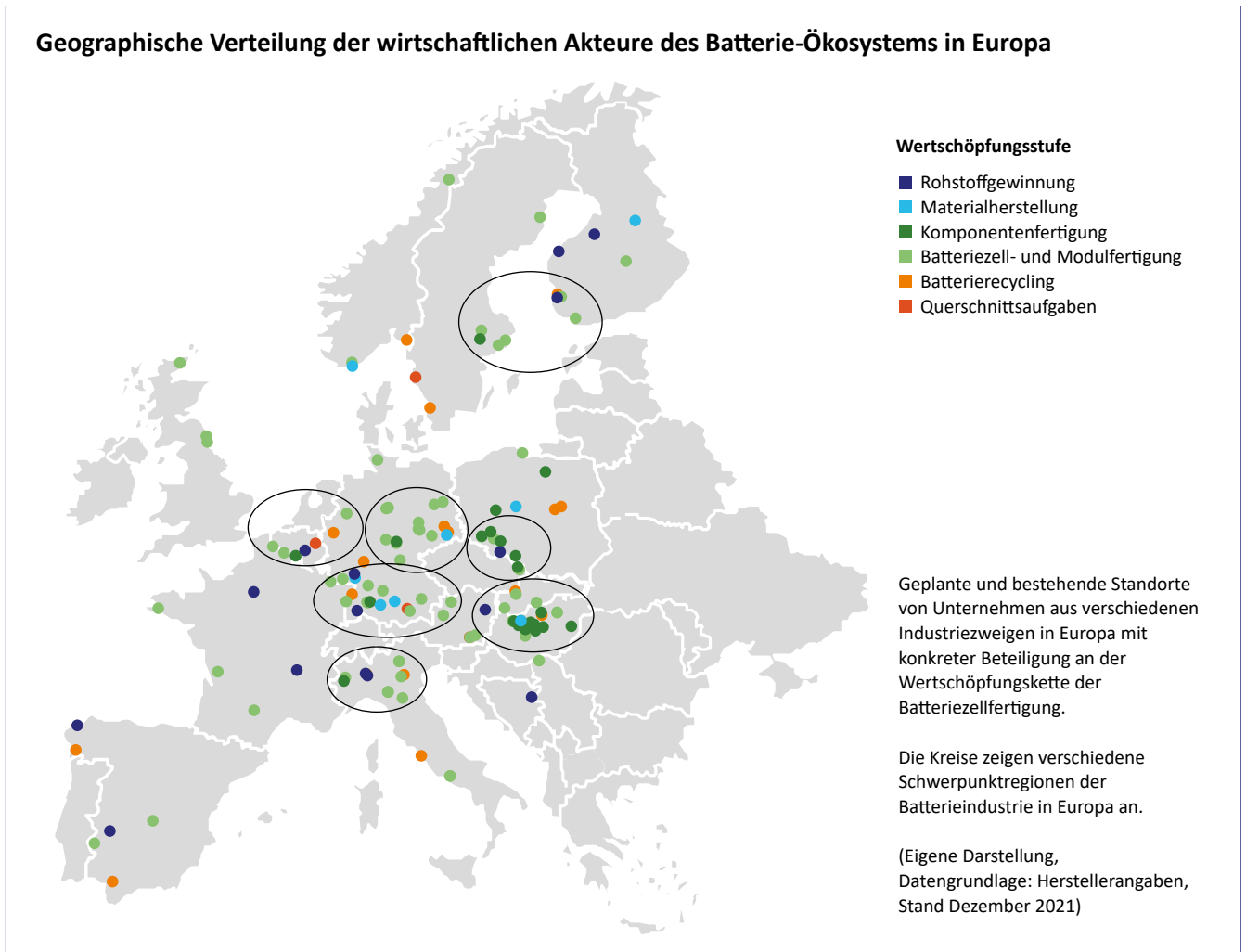


Abbildung 8: Überblick zur Batterieindustrie in Europa. (Quelle: Eigene Darstellung)

4.2 Vernetzung über nationale oder regionale Verbände und Initiativen

Regionen, in denen sich eine große Anzahl an stark im Ökosystem Batteriezellfertigung vernetzten Akteuren befindet, erhöhen die Chance, Zugang zu eben jenem Ökosystem zu erlangen. Denn bei Ansiedelung in diesen Regionen erleichtert die räumliche Nähe den Kontakt untereinander. Denn trotz der pandemiebedingten größeren Anzahl an Online-Kommunikationen ist persönlicher Kontakt nach wie vor wichtig. Auf dieser Idee beruht u. a. auch das Konzept von Clusterinitiativen (vgl. Kapitel 2).

Die Datenanalyse der Mitglieder ausgewählter deutscher und europäischer Verbände und Initiativen mit Batterie-

bezug zeigt, dass sich gut vernetzte Akteure in mehreren Häufungspunkten konzentrieren. Die regionale Vernetzung besteht über ihre Mitgliedschaft in batterie relevanten Verbänden und Initiativen. Das ist insofern bemerkenswert, da die Mitgliedschaft in Verbänden und Initiativen in der Regel nicht an regionale Kriterien gebunden ist. Den größten Anteil der Verbindungen auf Basis der in dieser Studie verwendeten Datengrundlage stellen dabei Clusterinitiativen dar (für Deutschland ca. 65 Prozent, für EU ca. 71 Prozent), gefolgt von Netzwerkaktivitäten in Interessensverbänden oder Initiativen. Dies resultiert daraus, dass Cluster oder Verbände in der Regel über eine große Anzahl an Mitgliedern verfügen. Dennoch deuten die Ergebnisse der Datenanalyse darauf hin, dass es sowohl auf deutscher als auch auf europäischer Ebene zum aktuellen Zeitpunkt nur geringe räumliche Über-

schnedungen zwischen diesen beiden Vernetzungsebenen gibt. So bilden sich räumlich begrenzte Häufungspunkte von Akteuren, die entweder über Verbände und Initiativen oder über Clusterinitiativen stark vernetzt sind. Die Häufungspunkte der Verbände und Initiativen und die der Clusterinitiativen überschneiden sich aber nur in wenigen Fällen (vgl. Abbildung 9 und Abbildung 10).

Vernetzung auf deutscher Ebene

In Deutschland zeigen sich in der Analyse fünf Regionen, die die Chance erhöhen, einen Kontakt zum Ökosystem Batterie

zuzubauen (Abbildung 9). Auf Basis der Netzwerkanalyse von relevanten deutschen Initiativen, Netzwerken und Interessensverbänden mit Bezug zum Thema Batterie konnten Häufungspunkte in der Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg, dem Norden Baden-Württembergs, dem Norden Bayerns, im Süden Hessens sowie in Nordrhein-Westfalen identifiziert werden. Lediglich die Region Berlin-Brandenburg bietet aber auch einen Zugang zur Landschaft der Clusterinitiativen. Das erhöht folglich weiter die Chancen für einen nachhaltigen Kontakt zum Ökosystem Batteriezell-

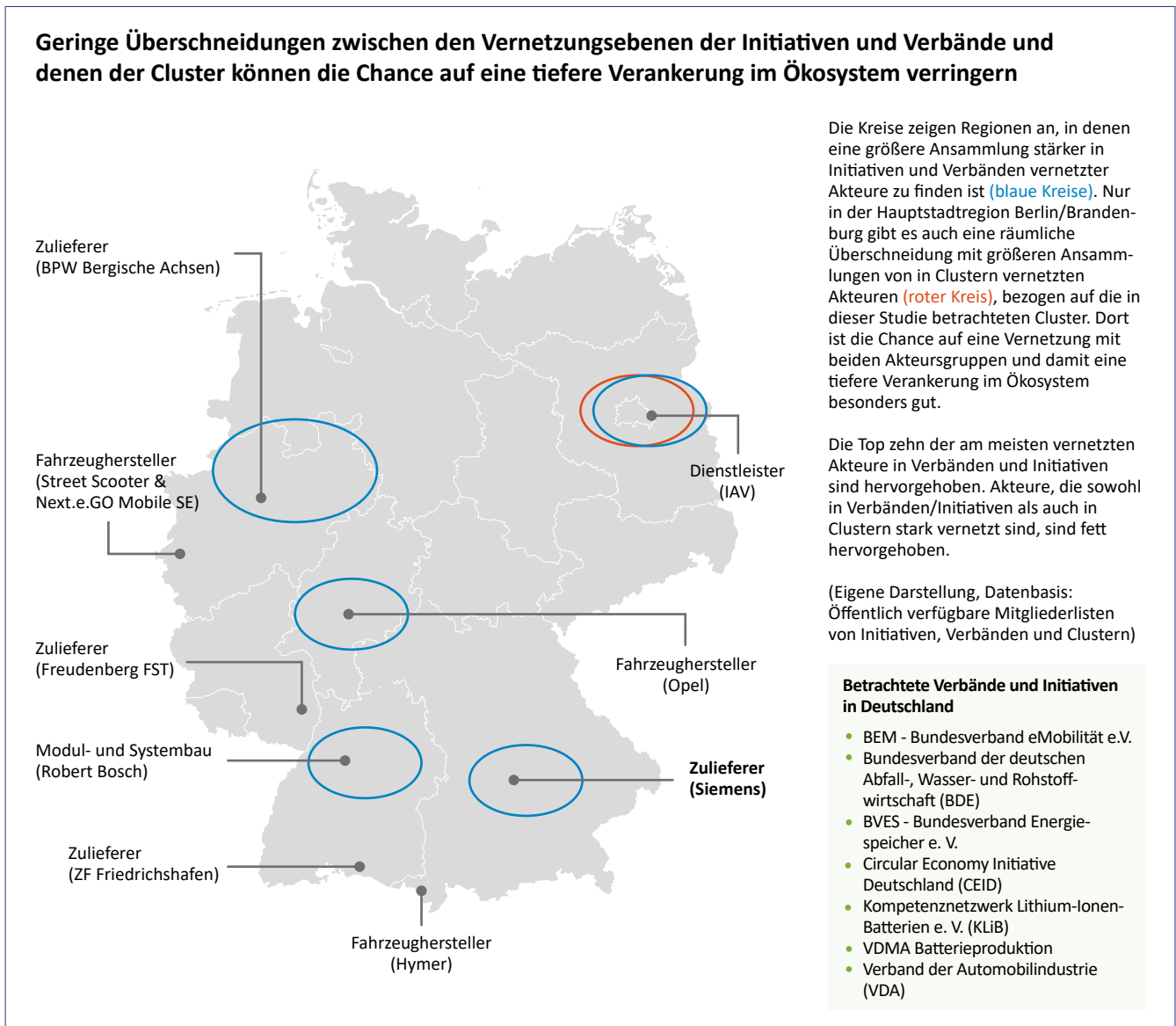


Abbildung 9: Regionale Verteilung stark vernetzter Akteure (bezogen auf Vernetzungsgrad) über deutsche Aktivitäten (Verbände, Initiativen, etc.) und Schnittstellen zur Landschaft der betrachteten Clusterinitiativen. (Quelle: Eigene Darstellung)

fertigung und zu weiteren Unternehmen im Umfeld des Ökosystems.⁷⁴

In den identifizierten Regionen finden sich Anhäufungen von Akteuren, die über Mitgliedschaften in diesen Verbänden und Initiativen⁷⁵ besonders stark vernetzt sind. Der Vernetzungsgrad der Akteure ist ein guter Indikator für die Chance, einen guten Zugang zum Batterie-Ökosystem zu erhalten. Der Vernetzungsgrad ist dabei als Maß dafür zu verstehen, wie viele Zugänge ein Akteur zu anderen Akteuren über die Mitgliedschaft in Initiativen und Verbänden ermöglichen kann.⁷⁶ In den gut vernetzten Regionen finden sich darüber hinaus auch acht der zehn am stärksten vernetzten Akteure. Abbildung 9 zeigt deren Standorte (jeweils bezogen auf den Hauptsitz).

Auffällig ist zunächst, dass keine OEMs, wie z.B. Volkswagen oder BMW, unter den zehn am stärksten vernetzten Akteuren auftauchen. Dies erklärt sich aber dadurch, dass die hier betrachteten Verbände und Initiativen über den automobilen Anwendungsbereich hinausgehen, und u.a. im Bundesverband Energiespeicher oder im Bundesverband der Deutschen Abfall-, Wasser- und Rohstoffwirtschaft OEMs in der Regel nicht oder nur selten Mitglieder sind. Auch im Bundesverband eMobilität sind nur wenige OEMs Mitglied (u.a. Opel).

Nichtsdestotrotz sind die identifizierten Regionen in verschiedenem Maße durch die Automobilindustrie geprägt,⁷⁷ da sich dort neben verschiedenen Automobilherstellern auch z.T. ausgeprägte Zuliefererstrukturen finden.

Weiterhin scheint es auf deutscher Ebene nur geringe Verknüpfungen zwischen der Ebene der Verbände und Initiativen und der Ebene der in dieser Studie betrachteten Clusterinitiativen (siehe Anhang I b) zu geben. So gibt es nur einen Akteur, der sowohl auf Ebene der Verbände und Initiativen als auch auf Ebene der Clusterinitiativen stark vernetzt ist.

Die Gründe für dieses Ergebnis können vielfältig sein und lassen sich anhand der hier durchgeführten Analyse nicht eindeutig ermitteln.

Interpretationsmöglichkeiten liegen beispielsweise in der Anzahl der Mitglieder der jeweiligen Verbände, Netzwerke, Initiativen oder Clusterinitiativen oder in der Tatsache, dass sich manche Akteursgruppen vornehmlich in verbandsähnlichen Netzwerken, andere in Clustern engagieren.

Vernetzung auf europäischer Ebene

Auf europäischer Ebene zeigt sich, dass stark über Mitgliedschaften in Verbänden, Initiativen oder Netzwerken⁷⁸ vernetzte Akteure zwar insgesamt über Europa verteilt zu finden sind, sich aber größere Agglomerate entlang der sogenannten „Blauen Banane“, also der deutsch-französischen Grenzregion, den BeNeLux-Ländern, aber auch im Pariser und Lyoner Raum sowie im südlichen Deutschland identifizieren lassen. Die „Blaue Banane“ bezeichnet dabei ein gekrümmtes Agglomerationsband von Großbritannien, über den BeNeLux-Raum, die Rheinregion bis hin nach Norditalien. Dieser Raum zeichnet sich durch vergleichsweise hohe wirtschaftliche Dynamik, Wohlstand und Verkehrsverflechtung aus.⁷⁹ Insbesondere in diesen Regionen gibt es auch räumliche Überschneidungen mit stark über Mitgliedschaften in Clusterinitiativen vernetzten Akteuren.

Hier ergibt sich insgesamt eine hohe Chance für einen nachhaltigen Kontakt mit dem Batterie-Ökosystem. Tabelle 3 zeigt, dass die am stärksten vernetzten Akteure in der Regel in mehreren Verbänden Mitglied sind und auch inhaltlich breiter aufgestellt sind, und sie somit größeres Potenzial für Wissenstransfer und die Etablierung von Wertschöpfungspartnerschaften aufweisen. Denn zum einen haben sie nicht nur eine bessere Chance, mit einer größeren Anzahl an anderen Mitgliedern Kooperationen aufzubauen, zum anderen decken sie eine größere Bandbreite an Themen ab.

74 Auch Baden-Württemberg und Bayern bieten, gerade in Hinblick auf die Automobilindustrie, eine ausgeprägte Cluster-Landschaft. Diese Cluster wurden aber aus methodischen Gründen, sowie aus Gründen der Datenverfügbarkeit nicht in dieser Datenanalyse betrachtet.

75 Zur Übersicht der betrachteten Netzwerke, Initiativen und Interessensverbände auf deutscher Ebene siehe Anhang I.

76 Der Vernetzungsgrad gibt daher nicht notwendigerweise tatsächlich realisierte Kooperationen zwischen Akteuren an.

77 Kempermann et al. (2021).

78 Zur Übersicht der betrachteten Netzwerke, Initiativen und Interessensverbände sowie Cluster-Initiativen auf europäischer Ebene siehe Anhang I.

79 Vgl. Spektrum Akademischer Verlag (2001)

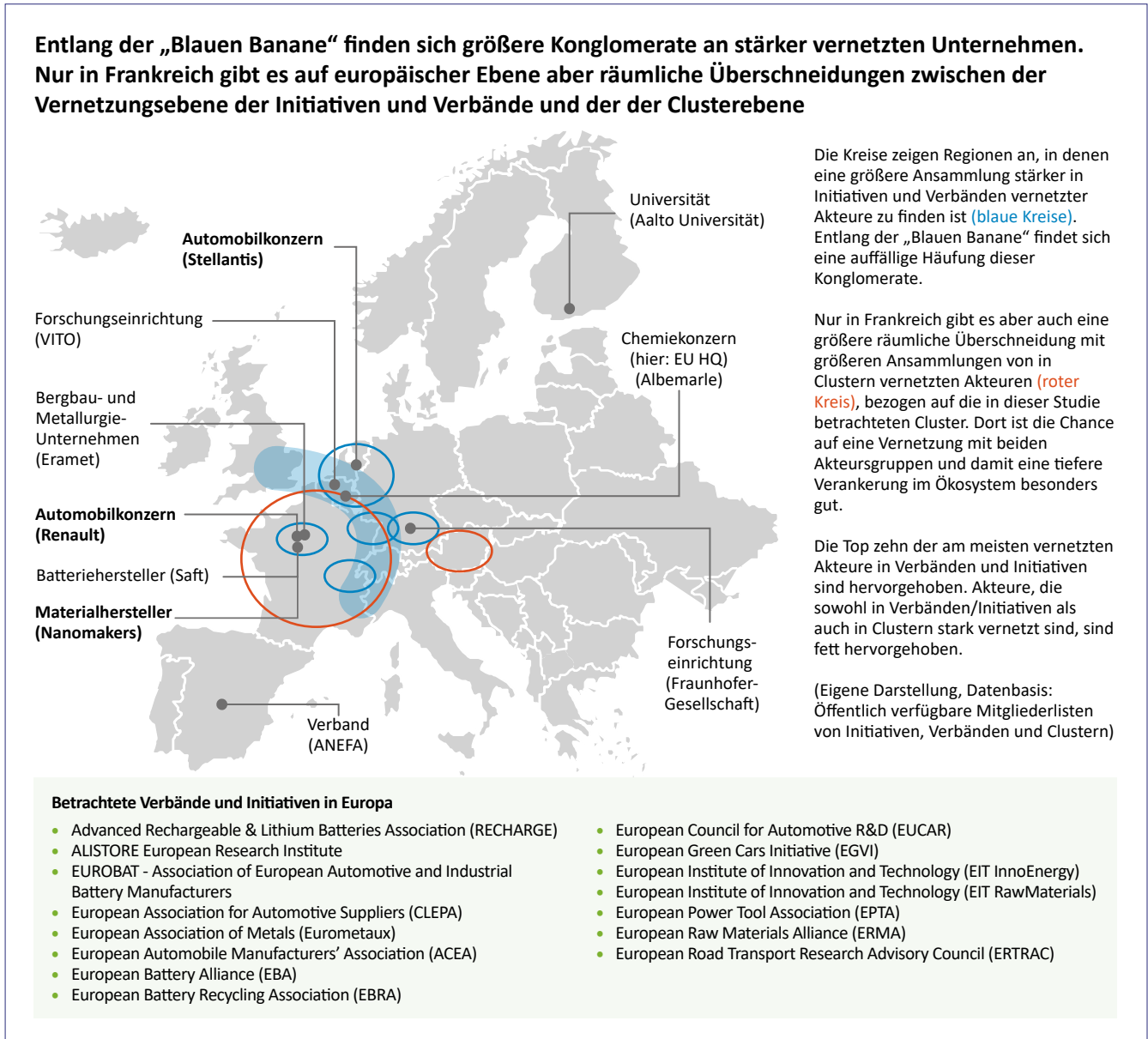


Abbildung 10: Regionale Verteilung von stark über europäische Netzwerke und Verbände verbundene Akteure (bezogen auf den Vernetzungsgrad). (Quelle: Eigene Darstellung)

Dadurch sind sie zum einen als „Gatekeeper“ zu diesen Netzwerken interessant,⁸⁰ denn zum einen kann über sie ein thematischer Zugang zu diesen Netzwerken erschlossen werden, und zum anderen können diese Akteure netzwerkübergreifende Kooperationen initiieren. So können potenziell Multiplikator-Effekte realisiert werden.⁸¹

Die European Battery Alliance und die European Raw Materials Alliance sind starke Bindeglieder, da fast alle in Tabelle 3 aufgeführten Akteure in mindestens einem dieser Verbände Mitglied sind.

80 Gieschen et al. (2021)

81 Eine Ausnahme bildet allerdings der Verband ANEFA, der nur in einem thematischen Netzwerk zu finden ist. Der Verband ist hier als korporativer Akteur zu verstehen, der als Mitglied in einem anderen Verband die Interessen seiner Mitglieder vertritt.

Akteur	Kategorie	Anzahl Mitgliedschaften in betrachteten Netzwerken	Schwerpunkthemen der Netzwerke	Mitglied in einem europäischen Cluster
Renault	Europäischer Automobilkonzern	7	Rohstoffe, Batteriezellen, Fahrzeug, Nachhaltigkeit	Ja
Stellantis	Europäischer Automobilkonzern	5	Rohstoffe, Batteriezellen, Fahrzeug	Ja
Eramet	Europäisches Bergbau- und Metallurgie-Unternehmen	5	Rohstoffe, Batteriezellen	Nein
Albemarle	Internationaler Chemiekonzern	5	Rohstoffe, Batteriezellen, Produktintegration	Nein
Saft	Europäischer Batteriehersteller	5	Rohstoffe, Batteriezellen, Produktintegration	Nein
Vito	Nationale Forschungseinrichtung	4	Rohstoffe, Batteriezellen, Energiespeicher	Nein
Aalto University	Europäische Universität	4	Rohstoffe, Batteriezellen, Energiespeicher	Nein
Fraunhofer	Nationale Forschungseinrichtung	3	Rohstoffe, Batteriezellen	Nein
Nanomarkers	Europäischer Materialhersteller	3	Rohstoffe, Batteriezellen	Ja
Anefa	Nationaler Verband	1	Rohstoffe	Nein

Tabelle 3: Top 10 der am stärksten vernetzten Akteure durch europäische Netzwerke basierend auf dem Vernetzungsgrad und deren Potenzial für Wissenstransfer und die Etablierung von Wertschöpfungspartnerschaften (Quelle: Eigene Darstellung).

Vergleicht man die Lage der Akteure aus Verbänden und Initiativen mit denen aus den betrachteten Clustern, lässt sich zwar hinsichtlich der geografischen Bezüge eine stärkere Verknüpfung als in Deutschland zwischen den beiden Vernetzungsebenen feststellen. Dies erhöht die Chance in diesen Regionen auf Anbindung an das Ökosystem der Batteriezellfertigung. Je mehr Akteure sowohl auf Ebene der Netzwerke und Verbände als auch auf Ebene der Cluster stark vernetzt sind, desto besser ist die Chance auf Multiplikatorwirkungen beim Wissenstransfer oder auf die Bildung von Ebenen übergreifender Kooperation. Die Verknüpfung dieser beiden

Vernetzungsebenen scheint aber derzeit hinsichtlich der in dieser Studie betrachteten Verbände und Cluster (siehe Anhang I a) bislang nur wenig stärker als in Deutschland umgesetzt zu sein. Denn insgesamt nur drei der Organisationen aus den Top 10 der am stärksten über Mitgliedschaften in Verbänden und Initiativen vernetzten Akteure sind auch in der betrachteten europäischen Clusterlandschaft vertreten (vgl. Tabelle 3).

Verankerung der IPCEI-Projekte in der Clusterlandschaft

Zwischen den IPCEI-Projekten und der betrachteten Clusterlandschaft lassen sich verschiedene Schnittstellen identifizieren. Insgesamt zwölf der an mindestens einem der beiden IPCEI-Projekte (IPCEI on Batteries und IPCEI European Battery Innovation) beteiligten Unternehmen sind auch Mitglieder in verschiedenen Clustern in Deutschland und insbesondere auf europäischer Ebene. Auf deutscher Ebene sind lediglich drei Unternehmen in drei Clustern beteiligt (Cluster Verkehr, Mobilität und Logistik in Berlin-Brandenburg, Composites United e.V. und das European Center for Power Electronics e.V. (ECPE)). Auf europäischer Ebene hingegen sind sieben Unternehmen in den vier Clustern AXELERA, CEAGA, Nextmove und dem Kunststoff-Cluster involviert. Die Anbindung an die betrachtete Clusterlandschaft erfolgt somit vor allem in den Bereichen Mobilität/Automobilbau und neue Materialien. Deutsche Unternehmen sind in den hier betrachteten Clustern nicht auf europäischer Ebene vertreten, sondern lediglich in den Clustern auf deutscher Ebene. Deutsche Unternehmen werden in der Regel aber eher Mitglied in regional naheliegenden Clustern, so dass diese Verteilung zu relativieren ist. Dennoch zeigt sich, dass in Bezug auf die betrachteten Clusterinitiativen bereits erste Anknüpfungspunkte zu den IPCEI-Projekten existieren. Diese Anbindung findet aber vor allem auf europäischer Ebene statt.

4.3 Regionale und Themen-Schwerpunkte in der Batterieforschung

Forschung in Deutschland und Europa

In Deutschland und Europa wird zu allen Themen der Batteriewertschöpfungskette geforscht. Die meisten Kooperationen in Deutschland gibt es in Forschungsprojekten zu wertschöpfungskettenübergreifenden Themen sowie zu Batteriezellen und deren Produktion. Bei der europäischen Forschung hingegen liegen Kooperationsschwerpunkte auf der Integration von Batterien in Fahrzeuge oder der Anwendung als stationäre Speicher sowie in der Materialforschung. In der deutschen Batterieforschung gibt es regionale Schwerpunk-

te vor allem im Süden Deutschlands aber auch in Sachsen (vgl. Abbildung 11).

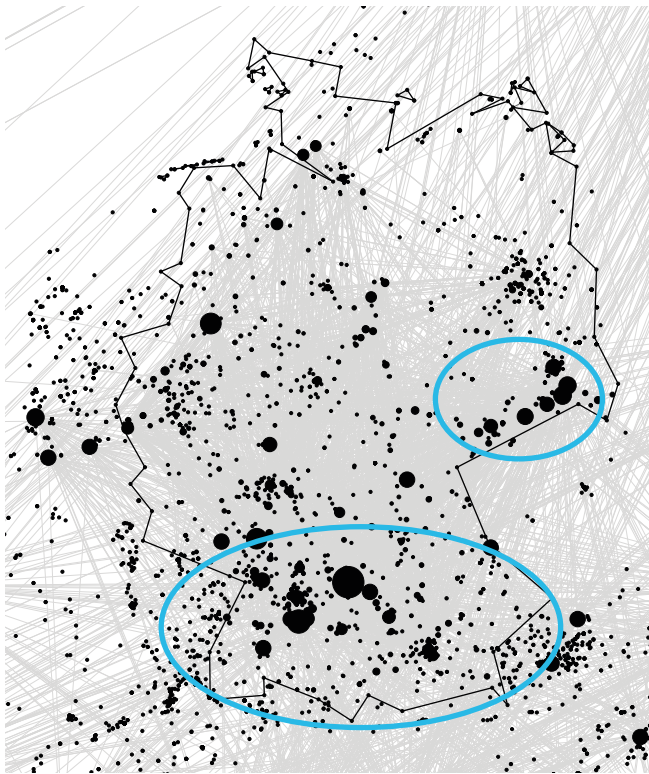
In beiden Regionen sind sowohl die Automobilindustrie als auch der Maschinen und Anlagenbau stark vertreten,⁸² was diese Schwerpunktbildung begünstigt haben dürfte. Für die Forschung auf europäischer Ebene zeigt sich, dass sich die größte Anzahl an stark vernetzten Akteuren vor allem in Deutschland, den BeNeLux-Ländern, Frankreich sowie Österreich und Großbritannien befindet. Innerhalb dieser Regionen ist die geographische Verteilung relativ gleichmäßig, dennoch ergeben sich einige Schwerpunkte. So finden sich eine große Anzahl an Akteuren in Frankreich im Pariser Raum, aber auch an der Grenze zu Deutschland und in der Region Lyon. In Deutschland zeigen sich Anhäufungen von über die Forschung vernetzten Akteuren in der Region Berlin-Brandenburg sowie in Sachsen in der Grenzregion zu Tschechien, in Nordrhein-Westfalen, aber auch im Stuttgarter Raum und in München. Damit zeichnen sich auch geographische Überschneidungen mit der deutschen Forschung ab, die ebenfalls stark im südlichen Deutschland vertreten ist.

Die am stärksten vernetzten Akteure (ausgehend vom Vernetzungsgrad) in dieser Vernetzungsebene finden sich europaweit mit Sitz in größeren Städten oder der Hauptstadt eines Landes oder in deren Nähe. Ausnahmen bilden hier die RWTH Aachen, die aber im Grenzgebiet und nahe der Städtereion Köln-Bonn liegt, sowie Donostia-San Sebastian (vgl. Tabelle 5). Das bedeutet, dass Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die sich in diesen Großstadtreionen ansiedeln, größere Chancen haben, auf Akteure zu treffen, die in der Forschung gut vernetzt sind.

Gerade in der Forschung stark vernetzte Unternehmen sind wichtig als Impulsgeber für die Entwicklung innovativer Lösungen und weiterführender Forschungen und somit relevante Partner für die Anknüpfung neuer Akteure ans Ökosystem. Gleichzeitig erhöhen sie die Chancen auf Wissenstransfer in weitere Bereiche des Ökosystems. Unter den Top 10 der am stärksten über deutsche Förderprojekte vernetzten Akteure sind etwa gleich viele Unternehmen wie Forschungseinrichtungen vertreten. Dass auch Unternehmen unter den am stärksten in der Forschung vernetzten Akteuren sind, unterstreicht weiterhin die Anwendungsnähe der Forschung im Thema Batterie.

82 Vgl. Standort Sachsen und Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie (STMWI) (2021).

Vernetzung über die Forschungsebene in Deutschland



Zugang zu in der Forschung stark vernetzten Akteuren erhöht die Chance auf Zugang zu Forschungsakteuren des Batterie-Ökosystems in anderen Regionen in Deutschland

Betrachtet werden Forschungsprojekte mit Bezug zur Batterie-zelle entlang der Wertschöpfungskette seit 2014. Die Knoten-größe gibt den Vernetzungsgradⁱ, also die Anzahl der Verbindungen mit anderen Akteuren an.

Die Grafik zeigt Schwerpunktregionen der Forschung in Deutschland auf Basis des Vernetzungsgrades der Akteure. Es wird deutlich, dass sich Regionen vernetzten Akteuren bilden. Gleichzeitig zeigen die Verbindungslinien, dass Forschungsakteure überregional über ganz Deutschland vernetzt sind. Zugang zu in der Forschung stark vernetzten Akteuren erhöht also auch die Chance auf Zugang zu Forschungsakteuren des Batterie-Ökosystems in anderen Regionen.

(Eigene Abbildung, Datenbasis: Förderkatalog; In der Abbildung wurden Akteure ohne geografische Zuordnung entfernt)

ⁱ Der Vernetzungsgrad gibt Auskunft darüber, über wie viele Verbindungen ein Akteur wie z. B. ein Unternehmen oder eine Forschungseinrichtung zu anderen Akteuren unterhält. Dabei bezieht sich diese Angabe lediglich auf die direkten Beziehungen, über die ein Akteur zu anderen verfügt. Sie gibt keine Auskunft darüber, inwiefern diese Verbindungen wichtig für die Gesamtstruktur des betrachteten Ökosystems ist (Maß der Betweenness) oder inwiefern alle Akteure des betrachteten Ökosystems auf kürzestem Weg erreicht werden können (Maß der Nähe). Letzteres bezieht sich ausschließlich auf die strukturelle Betrachtung des betrachteten Ökosystems auf Basis der betrachteten Verbindungen und nicht auf eine geografische Nähe. Aus Gründen der Einfachheit wird in dieser Studie lediglich der Vernetzungsgrad verwendet.

Abbildung 11: Vernetzung durch Forschungsprojekte in Deutschland. (Quelle: Eigene Darstellung)

Ein etwas anderes Bild ergibt sich für Europa. Hier scheinen Unternehmen eher weniger von Vernetzungseffekten in der europäischen Forschung profitieren zu können. Denn bei den Top 10 Akteuren handelt es sich ausnahmslos um Forschungseinrichtungen. Selbst wenn man den Kreis auf die Top 20 erweitert, finden sich darin nur drei Unternehmen (AVL List, IDIADA AUTOMOTIVE TECHNOLOGY SA⁸³, Siemens AG), von denen zwei Unternehmen als Zuliefer- bzw. Dienstleistungsunternehmen für die Automobilindustrie und eines als Mischkonzern einzuordnen sind. Damit sind auf europäischer Ebene weniger Unternehmen potenzielle Impulsgeber für innovative Lösungsansätze beim Thema Batterie als in der Forschung stark vernetzte Akteure.

Dies deutet auch auf eine vergleichsweise geringere Anwendungsnähe der Forschung hin. Allerdings kann die geringe Anzahl an Unternehmen darauf zurückzuführen sein, dass die EU-Förderverfahren insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) in der Regel nur wenig attraktiv sind. Einschränkend ist außerdem darauf hinzuweisen, dass bei der zugrundeliegenden CORDIS-Datenbank in vielen Fällen nur Zuwendungsempfänger genannt werden (z. B. bei der Fraunhofer-Gesellschaft). Die untergeordnete ausführende Stelle (Unternehmensteil, Institut o.ä.) ist anders als beispielsweise bei den Daten des Förderkatalogs in den verfügbaren Daten nicht ausgewiesen. Daher werden Universitäten

	Institution	Sitz
1	WWU Münster	Münster
2	Varta	Ellwangen
3	Fraunhofer IISB	Erlangen
4	Fraunhofer ICT	Pfinztal
5	Justus Liebig Universität Gießen	Gießen
6	Fraunhofer IKTS	Dresden
7	Litarion (seit 2018 insolvent*)	Kamenz
8	DLR – Institut für Technische Thermodynamik	Stuttgart
9	Thyssenkrup	Heilbronn
10	SGL Carbon	Wiesbaden

*Da Forschungsdaten seit 2014 berücksichtigt wurden, wird das Unternehmen hier trotzdem aufgeführt.
Datenbasis: Förderkatalog- Datenreihe 2014 bis 2021

Tabelle 4: Top 10 der am stärksten über öffentlich geförderte Forschungsprojekte vernetzten Akteure auf deutscher Ebene und der jeweilige Standort. (Für Hinweise zur Entstehung des Rankings siehe den Abschnitt zu Methodik und Ansatz in Anhang II; Quelle: Eigene Darstellung)

	Institution	Sitz
1	cea	Paris, Frankreich
2	Fraunhofer	München, Deutschland
3	Centro Ricerche Fiat	Turin, Italien
4	CNRS - Centre national de la recherche scientifique	Paris, Frankreich
5	Vrije Universiteit Brussel	Brüssel, Belgien
6	Cidetec	Donostia-San Sebastian, Spanien
7	RWTH Aachen University	Aachen, Deutschland
8	TNO innovation for life	Den Haag, Niederlande
9	Politecnico di Torino	Turin, Italien
10	AIT Austrian Institute Of Technology	Seibersdorf, Österreich

Datenbasis: CORDIS, Förderdaten UK – Datenreihe von 2014 bis 2021

Tabelle 5: Top 10 der am meisten vernetzten Akteure in der Forschung auf europäischer Ebene und der jeweilige Standort. (Quelle: Eigene Darstellung)

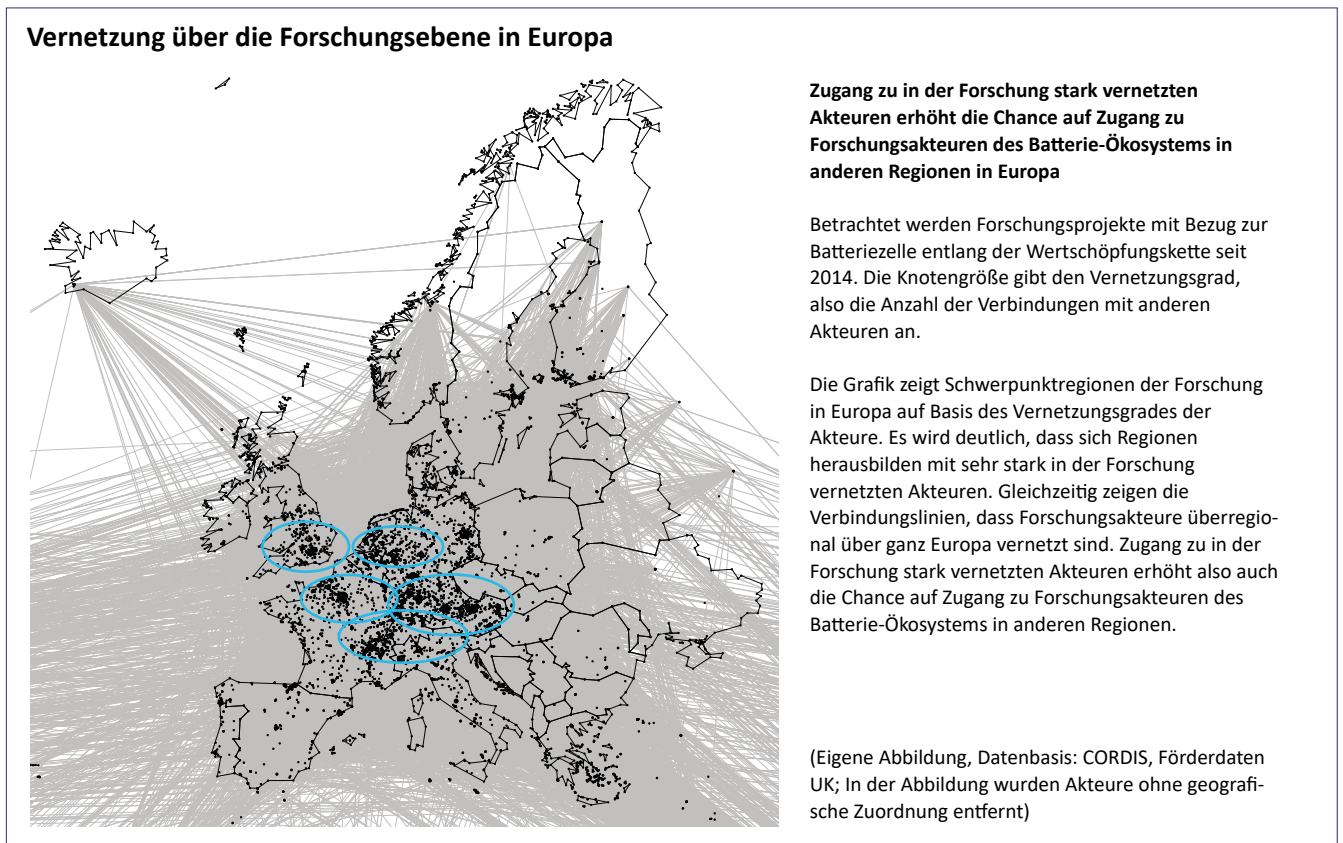


Abbildung 12: Vernetzung durch Forschungsprojekte in Europa. (Quelle: Eigene Darstellung)

und Forschungsorganisationen, die viele Institute und Fachbereiche bündeln, in der Netzwerkanalyse sichtbar.

4.4 Regionen mit hohem Vernetzungspotenzial mit dem Batterie-Ökosystem in Deutschland und Europa

Insgesamt zeigt sich in der Betrachtung der vorherigen Kapitel, dass es verschiedene Regionen gibt, die über alle betrachteten Vernetzungsebenen hinweg eine wichtige Bedeutung haben. In Deutschland betrifft dies in erster Linie den südlichen Raum Deutschlands mit den beiden „Autoländern“ Baden-Württemberg und Bayern. Dort finden sich bereits zahlreiche Akteure und gute Netzwerkstrukturen sowie aktive (landeseigene) Agenturen für Innovationen und regionale Wirtschaftsförderung, die die wirtschaftliche und thematische Entwicklung der Region aktiv vorantreiben.

Beispiele sind die Innovationsagentur des Landes Baden-Württemberg e-mobil BW⁸⁴ sowie Bayern Innovativ, die Gesellschaft für Innovation und Wissenstransfer des Freistaats Bayern. Im Süden Deutschlands sind mehrere Clusterorganisationen verortet, die entweder als Automotive-/Elektromobilitätscluster bereits das Thema Batteriezellfertigung aktiv voranbringen, wie Elektromobilität Süd-West und der bayerische Cluster Automotive, oder die als Partnerindustrien Transferpotenziale bieten (s. Kapitel 3.2).

Auch Nordrhein-Westfalen hebt sich sowohl hinsichtlich der RIS3-Ansätze, als auch in der Netzwerkanalyse als Region mit besonders hohem Anknüpfungspotenzial für das Batterie-Ökosystem hervor. Das Bundesland bietet durch seine Position auf der „Blauen Banane“ und die Nähe zu Belgien, den Niederlanden und Luxemburg (BeNeLux) bereits starke wirtschaftliche Strukturen mit Anknüpfungspunkten für das Thema Batteriezellfertigung. Dies begründet sich zum einen

im Vorhandensein zahlreicher, gut vernetzter Akteure mit Bezug zur Batterie, als auch durch vorhandene industrielle Netzwerkstrukturen mit Transferpotenzial, zum Beispiel zur Verpackungsindustrie mit der westfälischen Stadt Lengerich als „Hidden Champion“. Chancen bietet auch der Spitzencluster Industrielle Innovationen (SPIN)⁸⁵ des Landes Nordrhein-Westfalen, welcher sechs Projekte aus dem Bereich Speicher für Erneuerbare Energien fördert und dabei Allianzen zwischen Energiewirtschaft, Industrie und Angewandter Forschung herstellt. Nicht zuletzt steht das Rheinland als traditionelles Braunkohlerevier vor der baldigen Notwendigkeit eines Strukturwandels und verfolgt seit geraumer Zeit mit einem Strukturentwicklungsprogramm die Transformation des Rheinischen Reviers zu einer Modellregion für Energieversorgungs- und Ressourcensicherheit.⁸⁶

Die Region Berlin-Brandenburg hebt sich als Schwerpunkt insbesondere im Bereich der Forschung hervor. Die Nähe zu Forschungseinrichtungen und gut ausgebauter Infrastruktur (Transport, Wasser, usw.) lässt sich als regionaler Vorteil identifizieren, der bereits dazu führt, dass immer mehr Akteure des Batterie-Ökosystems sich in Berlin-Brandenburg niederlassen (vgl. hierzu Kapitel 3.1).

Auch die Region Sachsen an der Grenze zu Tschechien stellt einen Schwerpunkt für Forschungsstandorte dar. Als Standortvorteil ist die Nähe zu Osteuropa zu sehen, wo bereits zahlreiche Fabriken für Zell- und Komponentenfertigung vorhanden sind (vgl. Abbildung 8 in Kapitel 4.1). Sachsen, insbesondere die Lausitz, bietet darüber hinaus hohes Potenzial, sich als regionaler Transformationscluster zu entwickeln. Dort ist ein Strukturwandel von der Braunkohleindustrie notwendig. Eine Innovationsmission könnte lauten „Weg von der Braunkohle – hin zur Batterie!“. Das Batterie-Ökosystem könnte direkt an industrielle Strukturen und vorhandene Infrastruktur anknüpfen. Durch den Wandel zur Batterieindustrie könnte der industrielle Kern der Region erhalten bleiben oder gar eine (technologische) Aufwertung erhalten. Das Batterie-Ökosystem würde weiterhin gut bezahlte Arbeitsplätze bieten.

Auf der Europaebene stellen vor allem der Großraum Paris, die BeNeLux-Länder und Österreich Häufungspunkte für Batterie-Akteure dar. Diese Regionen haben gemeinsam, dass die Automobil-Industrie dort stark vertreten ist. In den Grenzregionen zu Deutschland besteht erhöhtes Potenzial für europäische Kooperationen und eine Vernetzung zwischen deutschen und französischen bzw. belgischen, niederländischen, luxemburgischen oder österreichischen Akteuren.

Wie in Kapitel 4.2 gezeigt wurde, gibt es Lücken in der räumlichen Verteilung des Batterie-Ökosystems in Europa. Diese betreffen auch gerade die Anbindung an bestehende Clusterinitiativen mit einem thematischen Fokus auf einer der Partnerindustrien der Batterie. Das bedeutet, dass keine systematischen räumlichen Überlagerungen zwischen den Verteilungen der Mitglieder der vorselektierten Clusterinitiativen mit den Akteuren des Batterie-Ökosystems festgestellt werden konnten, wenn der thematische Fokus der Cluster außerhalb des Automobilsektors liegt.

Die Analyseergebnisse auf Basis der vorliegenden Daten deuten darauf hin, dass derzeit die Einbindung des Batterie-Ökosystems vorwiegend in den Automotive-/Mobilitätsclustern erfolgreich ist. Nichtsdestotrotz sollten vorhandene wirtschaftliche Strukturen aus den Industrien mit Transferpotenzial für die Batteriezellfertigung, wie in Kapitel 3.2 dargestellt, dazu verstärkt genutzt werden, um das Batterie-Ökosystem auch dort mit der Zeit zu verankern. Eine solche Entwicklung müsste gezielt angereizt und Synergiepotenziale herausgestellt werden.

Ein Beispiel für die Nutzung des Transferpotenzials, in diesem Falle mit der Papierindustrie, ist Northvolt. Das Unternehmen kaufte in Schweden eine geschlossene Papierfabrik und strebt an, diese bis 2024 in eine Gigafactory für Batterien für Elektrofahrzeuge umzubauen.⁸⁷ Darüber hinaus kann Northvolt gleichzeitig als Beispiel für das Anknüpfungspotenzial der Energiewirtschaft herangezogen werden: Eine weitere Batteriefabrik soll in Heide in Schleswig-Holstein gebaut werden, als Standortfaktor wird im Wesentlichen der Überschuss an Offshore- und Onshore-Windenergie genannt.⁸⁸

85 Vgl. SPIN.

86 Vgl. Zukunftsagentur Rheinisches Revier (2021).

87 Vgl. ecomento.de (2022).

88 Schaal (2022).

Region/Bundesland	Themen	Relevante Cluster in der Region
Baden-Württemberg	Energiespeichertechnologien in Zusammenhang mit nachhaltiger Mobilität, Elektrifizierung Antriebsstrang, Testing, Entwicklung, Recycling, Second-Life-Anwendungen	<ul style="list-style-type: none"> • Elektromobilität Süd-West • Clusterinitiative Automotive Region Stuttgart (CARS)⁸⁹ • Packaging Valley Germany e. V.
Bayern	Automotive/Elektromobilität; Integration von Batterien in Fahrzeuge; Anwendung Batterien als Stationäre Speicher; Materialforschung	<ul style="list-style-type: none"> • Cluster Automotive • Chemie-Cluster Bayern • Kompetenz-Netzwerk Mechatronik in Ostbayern • Kunststoff-Cluster
Nordrhein-Westfalen	Vernetzte Mobilität und Logistik, Umweltwirtschaft und Kreislaufwirtschaft, Energie und innovatives Bauen, Innovative Werkstoffe und intelligente Produktion	<ul style="list-style-type: none"> • NanoMikroWerkstoffePhotonik.NRW • Technologienetzwerk Intelligente Technische Systeme OstWestfalen-Lippe- it's OWL • Automotiveland-NRW
Niedersachsen	Batteriezellen, Ladeinfrastruktur Elektromobilität, alternative Antriebe in Zusammenhang mit Mobilität, Energietechnologien, Materialforschung, Ressourceneffizienz und Recycling in Zusammenhang mit Produktionstechnik, neue Materialien, Digitalisierung	<ul style="list-style-type: none"> • Automotive Nordwest e.V. • 3N Kompetenzzentrum e.V. • OLEC e.V.
Sachsen	Zell- und Modulfertigung; Batterietechnologie, Sensortechnik und Ladeinfrastruktursysteme im Bereich Elektromobilität; Umwelt, Rohstoffe, Digitales, Energie; Batterierecycling, Elektrotechnik, Leichtbau; Chemie; Qualifizierung Fachkräfte	<ul style="list-style-type: none"> • Energy Saxony • Automotive Cluster Ostdeutschland
Rhein-Main-Gebiet (Südhessen, Rheinland-Pfalz)	Zell- und Modulfertigung, Komponentenfertigung	<ul style="list-style-type: none"> • Automotive-Cluster RheinMainNeckar⁹⁰ • rhein-main-cluster chemie&pharma⁹¹
Bourgogne-Franche-Comté (BFC, mittl. Westen Frankreichs)	Innovative Fahrzeuge, Elektrifizierung des Antriebsstrangs, Energiespeicher, Fahrzeugarchitektur, Mobility-as-a-Service, Materialien, Recycling	<ul style="list-style-type: none"> • Pôle Véhicule du Futur • Plastipolis

89 Vgl. CARS Region Stuttgart

90 Vgl. Automotive-Cluster RheinMainNeckar

91 Vgl. rhein-main-cluster chemie & pharma

Region/Bundesland	Themen	Relevante Cluster in der Region
Ober-/Niederösterreich	Leichtbau und nachhaltige Werkstoffe, Life-Cycle-Assessment, Kreislaufwirtschaft; Metall, Maschinenbau, Elektrik, Elektronik, IKT; Additive Fertigung, Big Data, Datensicherheit;	<ul style="list-style-type: none"> Cluster Mechatronik mit Elektromobilitätsinitiative „e-mobil in Niederösterreich“
Elsass-Lothringen (Grenzregion Deutschland/Frankreich)	Automotive/Elektromobilität; Integration von Batterien in Fahrzeuge; Anwendung Batterien als Stationäre Speicher; Materialforschung	<ul style="list-style-type: none"> autoregion e. V.⁹² automotive.saarland⁹³
Paris (Île-de-France)	Rohstoffe, Batteriezellen, Fahrzeug	<ul style="list-style-type: none"> NextMove (Mov'eo) Elastopôle⁹⁴
BeNeLux	Zell- und Modulfertigung, Komponentenfertigung, Rohstoffgewinnung	<ul style="list-style-type: none"> RAI Automotive Industry NL⁹⁵ Luxembourg Automobility Cluster⁹⁶
Osteuropa	Komponentenfertigung und Materialien; Chemie; Kunststoff	<ul style="list-style-type: none"> Moravian-Silesian Automotive Cluster⁹⁷ OMNIPACK Slovak Plastic Cluster⁹⁸ Bydgoszcz Industrial Cluster⁹⁹ Slovak Electric Vehicle Association (SEVA)¹⁰⁰ Electric Vehicles Industrial Cluster (EVIC)¹⁰¹

Tabelle 6: Übersicht über interessante Regionen für die Ansiedelung der Batterieindustrie auf Basis der Betrachtungen und Analysen aus den vorherigen Kapiteln. (Quelle: Eigene Darstellung)

Batterien als Energiespeicher werden im Energiesystem der Zukunft eine wachsende Bedeutung haben, um die Versorgungssicherheit eines auf fluktuierenden Energiequellen wie Wind und Sonne basierenden Energiesystems gewährleisten zu können.

In Tabelle 6 ist eine Übersicht über die Regionen gegeben, die sich aus den Analysen der vorangegangenen Kapitel als interessant für die Batterieindustrie darstellen.

92 Vgl. autoregion e. V.

93 Vgl. Saaris Automotive Transformation Hub.

94 Vgl. Elastopôle Pôle de Compétitivité Caoutchouc et Polymères.

95 Vgl. RAI Automotive Industry NL über European Cluster Collaboration Platform.

96 Vgl. Luxembourg Automobility Cluster über LUXINNOVATION.

97 Vgl. AUTOKLASTR Moravian-Silesian Automotive Cluster.

98 Vgl. Slovak Plastic Cluster, ESCA Silver Label.

99 Vgl. Industriecluster Bydgoszcz, Polen.

100 Vgl. SEVA Slovak Electric Vehicle Association, Slowakei.

101 Vgl. EVIC Electric Vehicles Industrial Cluster, Bulgarien.

5 BEDEUTUNG VON REGIONALER WIRTSCHAFTSFÖRDERUNG UND CLUSTERINITIATIVEN FÜR DIE BATTERIEINDUSTRIE

Kernerkenntnisse

- Die Bedeutung regionaler **Clusterinitiativen** für das Innovationsgeschehen wird weiter zunehmen. Das gilt auch für die **Unterstützung der Etablierung neuer Wirtschaftszweige** wie etwa der Batterieindustrie.
- Die **Wirtschaftsförderung** sollte die **Fähigkeit zur Transformation stärker fördern**. Inhaltliche Schwerpunkte sollten die Schaffung resilienter Strukturen, Wissensorientierung, Kooperation sowie die Verbesserung von Flexibilität und Agilität sein.
- Mit der **Verknüpfung von Cluster- und Industriepolitik kann auf die jeweiligen regionalen Rahmenbedingungen, Akteure, Entwicklungspfade und -geschwindigkeiten sowie auf vorhandene Branchenspezifika wirksam eingegangen werden**.

Die Bedeutung regionaler Clusterinitiativen für das Innovationsgeschehen sowie als Unterstützer der Etablierung neuer Wirtschaftszweige wie etwa der Batterieindustrie wird auch in Zukunft weiter zunehmen, da die Komplexität, Ausdifferenziertheit und Leistungsfähigkeit der Wirtschaft vor allem auf regionaler Ebene funktional adressiert werden müssen. Clusterinitiativen mit hohem Innovationspotenzial, die sich zu Zukunftslaboren und gestaltenden Akteuren von regionalen Transformationsprozessen weiterentwickeln, müssen und können im Sinne von Ökosystemen für Wertschöpfung und Beschäftigung dazu beitragen, den Strukturwandel zu bewältigen. Ferner helfen sie, Innovationen zu generieren und auf diese Weise an alte Stärken anzuknüpfen und gleichzeitig das „sich neu erfinden“ in zahlreichen Branchen zu unterstützen.

Mit strategisch ausgerichteten Clusteraktivitäten wird auf regionaler Ebene und in spezifischer Ausprägung darauf reagiert, dass technologischer Wandel, neue digitale Geschäftsmodelle und die Dekarbonisierung entsprechend der Klimaziele zu großen Umbrüchen in den wirtschaftlichen Strukturen und Wertschöpfungssystemen führen werden. Gleichzeitig verschärft sich der globale Wettbewerb durch Systemkonkurrenz, Neoprotektionismus und das Ringen um technologische Souveränität.

Eine wesentliche Aufgabe für Clusterinitiativen respektive Clustermanagement-Organisationen besteht darin, die

Clusterakteure – in erster Linie kleine und mittelständische Unternehmen – noch stärker bei der Bewältigung der Herausforderungen zu unterstützen, welche die „Grand Challenges“ und Megatrends wie Digitalisierung, Konnektivität, Globalisierung, Urbanisierung, Nachhaltigkeit etc. hervorrufen. Die Automobilindustrie ist in mehrfacher Hinsicht von diesen Veränderungen betroffen. Ein Teil der Antwort auf die daraus resultierenden Herausforderungen ist der Aufbau der deutschen und europäischen Batterieindustrie. Da hier eine neue Wertschöpfungskette mit hoher Geschwindigkeit und parallel an zahlreichen Orten entsteht, sind Kommunikation und Kooperation von zentraler Bedeutung für den Erfolg dieses neuen Industriezweigs. Genau in diesen Punkten können Clusterinitiativen unterstützen.

5.1 Anforderungen an eine zukunftsfähige regionale Wirtschaftsförderung

Angesichts der skizzierten Gleichzeitigkeit von Entwicklungen und Umbrüchen und der wachsenden Unwägbarkeiten, die aus der „Great Acceleration“ des Anthropozäns resultieren,¹⁰² steigt die Komplexität der zu beherrschenden Herausforderungen, die nicht selten zu einer Überforderung der handelnden Akteure führen. Anstatt somit sequenziell Lösungen für jede einzelne Herausforderung zu suchen oder zu entwickeln, muss ein Mechanismus etabliert werden, der es grundsätzlich möglich macht, sich auf wech-

selnde Anforderungen einzustellen – nicht erst in Zeiten der Covid-19-Pandemie hat sich das Schlagwort der „Resilienz“ herausgebildet.¹⁰³

Schaffung resilienter Strukturen

Resiliente Strukturen und Organisationen zeichnen sich durch die Fähigkeit aus, notwendige Pfaderneuerungen (im Sinne der „related variety“)¹⁰⁴ oder Pfadwechsel zu antizipieren und auch proaktiv umzusetzen. Dabei sind notwendige Pfadwechsel, wie sie für Transformationen und somit Systemänderungen kennzeichnend sind, ausgesprochen voraussetzungsreich, da sie im Regelfall nicht auf Ebene einer einzelnen Organisation (Unternehmen) vollzogen werden können, sondern die Akteure einer Region in ihrer Gesamtheit einbeziehen. Für die Transformation der Automobilindustrie vollzieht sich der gegenwärtige Systemwechsel entlang der kompletten Zuliefererindustrie. Da voraussichtlich nicht alle Betriebe, die auch im traditionellen Antriebsstrang tätig sind, eine Perspektive in der Elektromobilität inklusive der Batteriezellfertigung finden werden, muss zudem das Konversionspotenzial derjenigen Zulieferer, die nicht „eMobility ready“ sind, genutzt und entwickelt werden.¹⁰⁵ Für diese besteht insbesondere in gut entwickelten Ökosystemen die Möglichkeit, im Zusammenspiel mit anderen Branchen eine Perspektive außerhalb ihres Kerngeschäfts zu entwickeln (z. B. Antriebe für Elektrofahrräder anstelle von Kühler- und Lüftermotoren,¹⁰⁶ vgl. hierzu auch Kapitel 3.2).

Wissen, Flexibilität und Kooperation als Merkmale zukunftsgerichteter Regionen

Es liegt nahe, dass Regionen umso wandlungsfähiger (resilienter) sind, je stärker Wissen, Flexibilität und Kooperation in ihnen ausgeprägt sind. Dementsprechend kann ein tragfähiges Beziehungsgeflecht aus Unternehmen, universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen und weiteren Institutionen mit einem hohen Interaktionsgrad der Beschäftigten (Nutzung des Humankapitals) ein wichtiger Indikator für die Zukunftsfestigkeit von Regionen sein. Die Einbindung in ein Ökosystem, wie das der Batteriezellfertigung, kann die Erhöhung einer regionalen Resilienz zusätzlich unterstützen. Mit Blick auf die Fähigkeiten zur Pfaderneuerung aber erst

recht zum Pfadwechsel – etwa vom Verbrennungsmotor zur Elektromobilität – gewinnt das Konzept der ökonomischen Komplexität¹⁰⁷ eine zunehmende Bedeutung in dieser Betrachtung.

Dabei handelt es sich um ein Modell bzw. Indikatorsystem zur Charakterisierung der Wettbewerbsfähigkeit von Volkswirtschaften oder auch kleinräumigeren Einheiten wie Regionen. Die ökonomische Komplexität beschreibt gleichsam die Einzigartigkeit eines Wirtschaftsraumes im Hinblick auf seine Fähigkeit zum Hervorbringen komplexer Produkte als Ausdruck von Wissensbasierung und Wettbewerbsfähigkeit. Je größer die Komplexität eines Produkts ist, desto geringer ist naturgemäß die Anzahl an Wettbewerbern. Ebenso steigt mit der ökonomischen Komplexität die Menge an nützlichem Wissen und die Möglichkeit, dieses in verschiedenen Variationen zu (re)kombinieren. Diese Rekombination kann sowohl chancengetrieben sein, als auch durch Herausforderungen induziert werden (Stichwort Resilienz).

Förderung der Fähigkeit zur Transformation durch Wissensorientierung, Kooperation und Agilität

Für die Wirtschaftsförderung muss es heute somit darum gehen, die Fähigkeit zur Transformation anhand grundlegender Merkmale wie Wissensorientierung, Kooperation, Flexibilität/Agilität zu fördern und zwar sowohl auf Ebene einzelner Organisationen (Unternehmen) als auch in Branchen sowie in regionalen Kontexten; insbesondere in Letzteren liegt das Potenzial einer hohen ökonomischen Komplexität und somit Wandlungsfähigkeit. Ausdruck einer solchen Orientierung sind cross-Sektor und cross-Cluster Kooperationen.

5.2 Cluster- und Industriepolitik Hand in Hand für die Vernetzung mit dem Batterie-Ökosystem

Aufgrund der wachsenden Bedeutung von Regionen als Innovations- und Wertschöpfungs-Hot-Spots und der weitreichenden Wandlungsprozesse von Wirtschaft, Gesellschaft und Regionen wird das Zusammenspiel von Cluster- und In-

103 Brinkmann et al. (2017).

104 Frenken et al. (2007).

105 Holzschuh et al. (2020).

106 Böckmann (2021).

107 Hidalgo, Hausmann (2009).

novationspolitik mit der regionalen Wirtschafts- und Strukturpolitik zunehmend wichtiger.

Mit einem gemeinsamen Ökosystemansatz, der vielfältige Herausforderungen, aber auch Potenziale miteinander in Beziehung setzt, kann auf die jeweiligen regionalen Rahmenbedingungen, Akteure, Entwicklungspfade sowie -geschwindigkeiten und vorhandenen Branchenspezifika wirksam eingegangen werden. Gleichzeitig ist es jedoch nötig, die bestehenden Branchenlogiken zu verlassen, um das Potenzial der Region in seiner Gesamtheit zu adressieren. Dies gilt nicht nur für die unmittelbare Wertschöpfung, sondern auch und insbesondere für die Entwicklung des Fachkräftepotenzials durch Re- und Upskilling-Maßnahmen. Dies gilt ebenfalls bei Jobübergängen zwischen unterschiedlichen Unternehmen sowie von einer (stagnierenden) Branche in eine (prosperierende) andere; dies ist ein wichtiger Ansatz zur Überwindung von Passungsproblemen am regionalen Arbeitsmarkt.¹⁰⁸ Ein Beispiel hierfür ist etwa die BMWK-Fördermaßnahme zur beruflichen Qualifizierung in der Batterieindustrie (vgl. hierzu auch Kapitel 2.3).¹⁰⁹

Auf europäischer Ebene zeichnet sich weiterhin der Trend ab, die Clusterpolitik noch stärker mit industriepolitischen Maßnahmen zu verbinden, um somit das Gestaltungspotenzial der Clusterinitiativen stärker zur gemeinsamen Weiterentwicklung von industriellen Strukturen zu nutzen. Insbesondere in einer stark OEM-dominierten Branche wie der Automobilindustrie ist die Entwicklung von gemeinsamen und übergreifenden Perspektiven und Strategien ein zentrales Element:

Clusterinitiativen als wirtschaftlicher Kooperationsverbund repräsentieren einen höheren Anteil der Branchenakteure einer Region, die bereits langjährig zusammenarbeiten und Informationsträger sowie Impulsgeber für die sich ändernden bzw. neu bildenden Industriestrukturen sind. Die Kenntnis dieser regionalen Prozesse, das vorhandene Beziehungsgeflecht bzw. die Leistungsfähigkeit der Clusterinitiativen sollten daher für einen Dialog und das Zusammenwirken mit anderen innovations- und industriepolitischen Maßnahmen genutzt werden.

108 Zika et al. (2021).

109 Bundesanzeiger (2021).

6 HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR DIE NUTZUNG VON ANKNÜPFUNGS- UND TRANSFERPOTENZIALEN FÜR DAS BATTERIE-ÖKOSYSTEM AN REGIONALE WIRTSCHAFTSSTRUKTUREN IN DEUTSCHLAND UND EUROPA

Die folgenden Handlungsempfehlungen resultieren aus den Erkenntnissen aus den vorangegangenen Kapiteln. Sie richten sich an Entscheidungsträger:innen aus



Industrie



Clusterinitiativen



Wirtschaftsförderungen



Industriepolitik



Beim Aufbau des Batterie-Ökosystems sollten vorhandene Strukturen und Potenziale genutzt werden.

Dies betrifft insbesondere wirtschaftliche Strukturen aus den Industrien mit Transferpotenzialen für die Batteriezellfertigung. Grundsätzlich ist es wichtig, an regionale Wirtschaftsstrukturen anzuknüpfen statt eigenständig, auf der „grünen Wiese“ neu zu beginnen. Dabei ist auch das Vorhandensein von Industrieakteuren mit Transferpotenzial wichtig (s. Kap. 3.2). Der Ökosystemansatz ist gut geeignet, um die Batterieindustrie regional zu integrieren. Da die (steigende) Komplexität, Ausdifferenziertheit und Leistungsfähigkeit der Wirtschaft vor allem auf regionaler Ebene funktional adressiert werden kann, wird die Bedeutung regionaler Clusterinitiativen für das Innovationsgeschehen sowie als Unterstützer der Etablierung neuer Wirtschaftszweige wie etwa der Batterieindustrie auch in Zukunft weiter zunehmen. Aus diesem Grund sollten Clusterinitiativen insbesondere im Falle neuer bzw. im Entstehen begriffener Wirtschaftszweige wie etwa der Batterieindustrie in Europa als potenzielle Unterstützer für deren erfolgreiche Etablierung begriffen und insofern die verstärkte Einbindung von Akteuren aus der Batterieindustrie in bestehende regionale Clusterinitiativen angestrebt werden. Vielversprechende Regionen sind daher solche, die sowohl Cluster aufweisen, die sich mit der Elektromobilität beschäftigen als auch solche, in denen es Industriecluster mit Transferpotenzialen für die Batteriezellfer-

tigung gibt hinsichtlich Rohstoffen und Materialien, Anlagen, Prozessen oder Anwendung (s. Kap. 3.2). Ziel des Technologie- und Wissenstransfers sind insbesondere die Herstellung von Materialien und Komponenten für die Batterie und Prozessschritte sowie Anlagen, die sowohl in der Batteriezellproduktion als auch in anderen Branchen Verwendung finden.



Eine strategische Standortplanung und eine vertikale Integration der Batteriehersteller entlang der Wertschöpfungskette sind wesentlich für den nachhaltigen Erfolg der Batterieindustrie.

Die vertikale Integration gelingt vor allem durch Kooperationen entlang der Wertschöpfungskette. Hierzu empfiehlt sich die Zusammenarbeit insbesondere mit Industriezweigen, die ohnehin relevante Partner für die Batterieindustrie sind, wie die Chemieindustrie oder der Maschinen- und Anlagenbau. Hinzu kommen Industriezweige, die Transferpotenziale für die Batterieindustrie aufweisen, wie die Verpackungs- und Papierindustrie, die Elektronikbranche, die Softwareentwicklung, die Kunststoffindustrie und der Energiesektor.



Clusterinitiativen zur Unterstützung regionaler Transformationsprozesse nutzen und gezielt anreizen.



Im Rahmen der Standortfindung für Unternehmen aus der Batterieindustrie sollten thematische Anknüpfungspunkte an die regionalen Wirtschaftsakteure untersucht und herausgearbeitet werden. Die Attraktivität einer Region kann zudem durch finanzielle Mittel etwa in Form von Investitionszuschüssen gesteigert werden. Das kann dann sinnvoll sein, wenn damit die Erschließung vorhandener Kooperations- und Transferpotenziale erreicht werden kann. Damit dies gelingt, ist die Entwicklung und Fortschreibung einer regionalen Forschungs- und Innovationsstrategie für intelligente Spezialisierung (RIS3-Strategie) sinnvoll. Die Anknüpfung von Akteuren des Batterie-Ökosystems an wirtschaftliche Strukturen von Industrien mit Transferpotenzialen für die Batterieindustrie sollte gezielt angereizt und Synergiepotenziale herausgestellt werden.



Vorteile regionaler Clusterstrukturen nutzen. Eine der entscheidenden Stärken von Clustern ist die gute Vernetzung der Akteure untereinander. Diese Vernetzung erlaubt es, dass neue Themen innerhalb eines Clusters schnell und effizient adressiert werden. Ferner steigert diese Abstimmung die Qualität der erreichbaren Ergebnisse. Akteure, die bereits Teil des Batterie-Ökosystems sowie einer Clusterinitiative sind, sollten eine Mittlerrolle einnehmen, um batterierelevante Themen zu platzieren und das Netzwerk auszuweiten.



Wissenstransfer zwischen Clusterinitiativen und Aktivitäten des Batterie-Ökosystems stärken.



Die Analysen der Netzwerkstrukturen (Kapitel 4) zeigen, dass es bereits einige Überschneidungen zwischen Akteuren des Batterie-Ökosystems und unterschiedlicher regionaler Clusterinitiativen gibt.



Dies gilt sowohl räumlich (durch Nähe), als auch strukturell (durch in beiden Ebenen gleichermaßen beteiligte Akteure). Dennoch ist die Verbindung zwischen diesen beiden Vernetzungsebenen ausbaufähig- und damit auch der institutionalisierte Wissenstransfer. Es empfiehlt sich, thematisch relevante Clusterinitiativen, die bisher nur wenig Aktivitäten in Bezug zur Batteriezellfertigung aufweisen, gezielt/strategisch anzusprechen, und so den Wissenstransfer zu stärken und die Potenziale des Themas Batteriezellfertigung aufzuzeigen. Dies kann beispielsweise durch gemeinsame Veranstaltungen geschehen oder die Einbindung/Antragsberechtigung von bestehenden Clusterinitiativen in (neue) Förderprogramme. Darüber hinaus können regionale Transformationsagenturen Innovationsmissionen mit Fokus auf das Batterie-Ökosystem auf- und Entwicklungsimpulse setzen. Dabei können auch Akteure des Ökosystems eingebunden werden. Dies kann direkt von den Clustermanagement-Organisationen ins Portfolio aufgenommen und umgesetzt werden. Umgekehrt sollten auch Akteure des Batterie-Ökosystems, die bisher noch nicht Mitglied einer Clusterinitiative sind, geeignete Cluster identifizieren und dort aktiv mitwirken (vgl. hierzu Kapitel 2.2).



Die Wirtschaftsförderung sollte die Fähigkeit einer Region zur Transformation anhand grundlegender Merkmale wie die **Schaffung resilienter Strukturen, Wissensorientierung, Kooperation, Flexibilität/Agilität fördern.**



Es empfiehlt sich eine Verknüpfung von Cluster- und Industriepolitik, da dadurch auf die jeweiligen **regionalen Rahmenbedingungen, Akteure, Entwicklungspfade** und -geschwindigkeiten sowie **vorhandene Branchenspezifika wirksam eingegangen** werden kann.



Cross-Sektor- und cross-Cluster-Kooperationen gezielt anreizen.

Die Erfahrung aus dem Programm „go-cluster“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz zeigt, dass Clusterakteure in aller Regel sehr aufgeschlossen gegenüber sogenannten Cross-Cluster-Kooperationen sind.¹¹⁰ Wenn sich



durch die Ansiedelung des neuen Ökosystems Batteriezellfertigung ökonomische Perspektiven auf eine Teilhabe an der entstehenden Wertschöpfung in einer Region bieten, so kann eine klare Win-Win-Situation in der jeweiligen Region entstehen. Dazu ist es erforderlich, dass durch Clustermanagement-Organisationen strategische Kooperationen initiiert und daraus Cross-Cluster-Kooperations-/Innovationspotenziale abgeleitet werden. Diese cross-Cluster-Kooperationen werden i.d.R. auf der Ebene von Clustermanagement-Organisationen initiiert und können z.B. durch anstehende Ausschreibungen/Förderprogramme beschleunigt werden. Cross-Sektor und cross-Cluster-Kooperationen können den Technologie- und Wissenstransfer aus den Partnerindustrien in die Batterieindustrie unterstützen.

LITERATURVERZEICHNIS

3N Kompetenzzentrum (o. D.). Online unter <https://www.3-n.info/>, letzter Zugriff am 08.07.2022.

Automotive Cluster Ostdeutschland e.V. (o. D.). KC Antriebssysteme und Elektromobilität. Online unter https://www.acod.de/leistung/kompetenzcluster/antriebssysteme-und-elektromobilitaet?file=files/cms/pdf-dateien/KC%20-%20Antriebssysteme_Elektromobilita%CC%88t.pdf, letzter Zugriff am 17.02.2022.

Automotive Nordwest (o. D.). Online unter <https://automotive-nordwest.de/>, letzter Zugriff am 08.07.2022.

AUTOKLASTR Moravskoslezský automobilový klastr z.s.. Über ESCA European Secretariat for Cluster Analysis <https://www.cluster-analysis.org/benchmarked-clusters/clusterlisting>. Online unter <https://autoklastr.cz/en/o-klastru/>, letzter Zugriff am 24.08.2022.

Autoregion e. V. Das Cluster der Großregion. Online unter <https://autoregion.eu/>, letzter Zugriff am 24.08.2022.

BASF (2022). BASF baut in Schwarzheide eine Batterierecyclinganlage für schwarze Masse im großtechnischen Maßstab. Online unter <https://www.basf.com/global/de/media/news-releases/2022/06/p-22-249.html>, letzter Zugriff am 09.08.2022.

Batteries European Partnership Association (BEPA) (o. D.). Online unter <https://bepassociation.eu/about/bepa/>, letzter Zugriff am 21.03.2022.

Battery 2030+ (o. D.). Sustainable batteries of the future. Online unter <https://battery2030.eu/>, letzter Zugriff am 01.04.2022.

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie (2021). Industriebericht Bayern 2021. Online unter <https://www.bayern.de/bayerischer-industriebericht-2021/>, letzter Zugriff am 08.07.2022.

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

Beermann, V., Vorholt, F. (2022). Marktanalyse Q2 2022. Schwere Nutzfahrzeuge steigern die zukünftige Batterienachfrage. Publikation der wissenschaftlichen Begleitung Batteriezellfertigung.

Böckmann, Christoph (2021). Berlin elektrisiert das Rad. metallzeitung, 73 (Juli/August 2021), 8–9. Online unter <https://www.igmetall.de/service/publikationen-und-studien/metallzeitung/metallzeitung-ausgabe-juliaugust-2021/berlin-elektrisiert-das-rad>, letzter Zugriff am 10.08.2022.

Breyer GmbH Maschinenfabrik (o. J.). Spezialglättmaschine für die LiB-Folienherstellung. BREYER Kalender Systemintegration – den ganzen Prozess im Blick. Online unter <https://www.breyer-extr.com/index.php?id=71&line=10>, letzter Zugriff am 20.02.2022.

Brinkmann, H., Harendt, C., Heinemann, F., & Nover, J. (2017). Ökonomische Resilienz- Schlüsselbegriff für ein neues wirtschaftspolitisches Leitbild? 97(9), 644-650. Wirtschaftsdienst. Online unter <https://doi.org/10.1007/s10273-017-2191-5>

Bundesanzeiger (2021). Bekanntmachung der Richtlinie zur Förderung von Qualifizierungsmaßnahmen für die Batteriezellfertigung. Online unter <https://www.bundesanzeiger.de/pub/publication/rmVocp8rOalGl4mnUHT?0>, letzter Zugriff am 08.07.2022.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2020). Batterie-forschung in Deutschland. Online unter https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/energie-wende-und-nachhaltiges-wirtschaften/batterie-forschung/batterie-forschung_node.html, letzter Zugriff am 04.03.2022.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2016). Cross-Cluster-Erfolge. Servicekonzepte für cluster-übergreifende Kooperationen. Online unter https://www.clusterplattform.de/CLUSTER/Redaktion/DE/Downloads/Publikationen/cross_cluster_erfolge.html, letzter Zugriff am 10.08.2022.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2021). Bekanntmachung Förderaufuf „Forschung in der Schwerpunktförderung Batteriezellfertigung“. Bundesanzeiger. Online unter <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/B/bekanntmachung-foerderaufuf-forschung-in-der-schwerpunktforderung-batteriezellfertigung-08-03.pdf?>, letzter Zugriff am 10.08.2022.

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (2021). Schlaglichter der Wirtschaftspolitik – November 2021 – Monatsbericht. Online unter

https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Schlaglichter-der-Wirtschaftspolitik/schlaglichter-der-wirtschaftspolitik-11-2021.pdf?__blob=publicationFile&v=20, letzter Zugriff am 19.04.2022.

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (2022). Batterien „made in Germany“ – ein Beitrag zu nachhaltigem Wachstum und klimafreundlicher Mobilität. Online unter <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/batteriezellfertigung.html>, letzter Zugriff am 19.04.2022.

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (2022). Batteriezellförderung – ein Beispiel erfolgreich transformativer Industriepolitik. [Broschüre]. Online unter https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/batteriezellforderung.pdf?__blob=publicationFile&v=6

Business Upper Austria (o. D.). Die öö. Wirtschafts- und Forschungsstrategie #upperVISION2030. Online unter <https://www.uppervision.at>, letzter Zugriff am 08.07.2022.

CARS Region Stuttgart. Wirtschaftsförderung Region Stuttgart. Online unter <https://cars.region-stuttgart.de/>, letzter Zugriff am 24.08.2022.

Cluster Elektromobilität Süd-West (o. D.). Online unter <https://www.emobil-sw.de/>, letzter Zugriff am 17.02.2022.

Cluster NMPW.NRW (o. D.). Online unter nmwp.nrw.de, letzter Zugriff am 08.07.2022.

Clusterplattform Deutschland (o. D.). Online unter <https://www.clusterplattform.de/>, letzter Zugriff am 19.01.2022.

Daum, T. (2021). Missing Link: Tesla, die Antriebswende und das Legacy-Problem der Autoindustrie. heise online. Online unter <https://heise.de/-6216061>, letzter Zugriff am 08.07.2022.

Dröge, S. (2021). Ein CO₂-Grenzausgleich für den Green Deal der EU- Funktionen, Fakten und Fallstricke. SWP-Studie, 9/2021. Stiftung Wissenschaft und Politik (SWP), German Institute for International and Security Affairs. Online unter https://www.swp-berlin.org/publications/products/studien/2021S09_CO2-Grenzausgleich.pdf, letzter Zugriff am 11.03.2022.

ecomento.de (2022). Northvolt macht geschlossenes Papierwerk in Schweden zu Akku- und Material-Fabrik. Online unter <https://ecomento.de/2022/02/28/northvolt-macht-papierwerk-zu-batterie-und-material-fabrik/>, letzter Zugriff am 08.07.2022.

ecoplus (Niederösterreichs Wirtschaftsagentur GmbH) (o. D.). Die Elektromobilitätsinitiative des Landes Niederösterreich „e-mobil in niederösterreich“. Online unter <https://www.ecoplus.at/interessiert-an/cluster-plattformen/elektromobilitaetsinitiative-e-mobil-in-niederosterreich>, letzter Zugriff am 17.02.2022.

Eirich (o. D.). Aufbereitungstechnik für Lithium-Ionen Batterien. Online unter https://www.eirich.de/fileadmin/user_upload/Eirich_Bilder/2.Branchen/8.Lithium-Ionen_Batterien/AK1842-4-de.pdf, letzter Zugriff am 20.02.2022.

Elastopôle Pôle de Compétitivité Caoutchouc et Polymères. Online unter <http://www.mecafuture.fr/Fiche/elastopole/?lang=en>, letzter Zugriff am 24.08.2022.

e-mobil BW (o. D.). Online unter <https://www.e-mobilbw.de/>, letzter Zugriff am 08.07.2022.

Energy Saxony (o.D.). Speicher und Netzdienstleistungen. Online unter <https://www.energy-saxony.net/arbeitskreise/speicher-und-netzdienstleistungen.html>, letzter Zugriff am 17.02.2022.

Europäische Kommission (2021). COM (2021)564 final. Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines CO₂-Grenzausgleichssystems. Online unter https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:a95a4441-e558-11eb-a1a5-01aa-75ed71a1.0006.02/DOC_1&format=PDF, letzter Zugriff am 11.03.2022.

European Battery Alliance (EBA) (o. D.). Building a European Battery Alliance. Online unter <https://www.eba250.com/>, letzter Zugriff am 21.03.2022.

European Battery Alliance (EBA) (o. D.). Business Investment Platform. Online unter <https://www.eba250.com/actions-projects/business-investment-platform/>, letzter Zugriff am 21.03.2022.

European Battery Alliance (EBA) (o. D.). NETWORK. Online unter <https://www.eba250.com/about-eba250/network/>, letzter Zugriff am 08.07.2022.

European Cluster Collaboration Platform (o. D.). Online unter <https://clustercollaboration.eu/>, letzter Zugriff am 19.01.2022.

European Commission (o. D.). Batteries Europe. The platform and its governance. Online unter https://energy.ec.europa.eu/topics/research-technology-and-innovation/batteries-europe/platform-and-its-governance_en, letzter Zugriff am 14.03.2022.

European Commission (2021). Statement by Vice-President Šefčovič on the second IPCEI on batteries in the context of the European Battery Alliance. Online unter https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/SPEECH_21_228, letzter Zugriff am 21.07.2022.

EVIC - Electric Vehicles Industrial Cluster. Über ESCA European Secretariat for Cluster Analysis Electric Vehicles Industrial Cluster. Online unter <http://www.emic-bg.org/>, letzter Zugriff am 24.08.2022.

ExcellBattMat - Kompetenzcluster für Batteriematerialien (o. D.). Online unter <https://www.uni-muenster.de/Excell-BattMat/>, letzter Zugriff 07.07.2022.

FESTBATT – Cluster of Competence or Solid-state Batteries: FestBatt (o. D.). Online unter <https://festbatt.net/>, letzter Zugriff 07.07.2022.

Frenken, K., Van Oort, F., & Verburg, T. (2007). Related Variety, Unrelated Variety and Regional Economic Growth. 41(5), 685–697. *Regional Studies*. Online unter <https://doi.org/10.1080/00343400601120296>, letzter Zugriff am 10.08.2022.

Gieschen, J.-H., Bünting, A., Kruse, S., Vorholt, F., Wolf, S., & Zachäus, C. (2021). Ökosystem der Batteriezellfertigung in Europa: Netzwerkstrukturen als Grundlage für Wissenstransfer und Wertschöpfungspartnerschaften. Publikation der wissenschaftlichen Begleitung zur Fördermaßnahme Batteriezellfertigung im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (Analyse No. 1 / 2021). Berlin, from <https://vdivde-it.de/de/publikation/oekosystem-der-batteriezellfertigung-europa>.

Global Battery Alliance (GBA) (o. D.). Establishing a sustainable and responsible battery value chain. Online unter <https://www.globalbattery.org/>, letzter Zugriff am 07.07.2022.

Groz-Beckert (2020). CPC- Produkte und Services für die Customized Precision Components-Industrie. Online unter <https://www.groz-beckert.com/mm/media/de/web/pdf/CPC.pdf>, letzter Zugriff am 20.02.2022.

Hidalgo, C. A., & Hausmann, R. (2009). The building blocks of economic complexity. 106(26), 10570–10575. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. Online unter <https://doi.org/10.1073/pnas.0900943106>, letzter Zugriff am 10.08.2022.

Holzschuh, M., Becker, K., Dörre, K., Ehrlich, M., Engel, T., Hinz, S., Singe, I., & Sittel, J., (2020). Wir reiten das Pferd, bis es tot ist – Thüringens Auto- und Zuliefererindustrie in der Transformation. In A. Blöcker, K. Dörre & M. Holzschuh (Hrsg.), *Auto- und Zulieferindustrie in der Transformation. Beschäftigtenperspektiven aus fünf Bundesländern* (S. 78–142). Frankfurt am Main: Otto Brenner Stiftung. Online unter https://www.otto-brenner-stiftung.de/fileadmin/user_data/stiftung/01_Die_Stiftung/04_Stiftung_Neue_Laender/02_Publikationen/SNL_11_Autoindustrie.pdf, letzter Zugriff am 10.08.2022.

Industriecluster Bydgoszcz. Online unter <https://klaster.bydgoszcz.pl/index.php5?lang=de>, letzter Zugriff am 24.08.2022.

Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe – it's OWL (o. D.). Online unter its-owl.de/home, letzter Zugriff am 08.07.2022.

Interview mit Lars Waldmann (ew-con) am 20.01.2022.

Interview mit Sarah Michaelis (VDMA) am 18.01.2022.

Kapalschinski, C. (2019). Neues Tesla-Werk: Warum Berlin-Brandenburg etablierte Auto-Regionen ausgestochen hat. *Handelsblatt*. Online unter <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/gigafactory-neues-tesla-werk-warum-berlin-brandenburg-etablierte-auto-regionen-ausgestochen-hat/25223730.html?ticket=ST-19055396-nyG4RN-ER7ZbPRbvO2Ask-ap5>, letzter Zugriff am 08.07.2022.

Karlsruher Institut für Technologie (2021): Intelligente Batteriezellproduktion. Online unter https://www.kit.edu/kit/pi_2021_114_intelligente-batteriezellproduktion.php, letzter Zugriff 07.07.2022.

Karlsruher Institut für Technologie (2021): Qualitätsoffensive für bessere Batterien. Online unter https://www.kit.edu/kit/pi_2021_047_qualitaetsoffensive-fur-bessere-batterien.php, letzter Zugriff 07.07.2022.

Kempermann, H., Ewald, J., Fritsch, M., Koppel, O., Zink, B., Potinecke, T., et al. (2021). Wirtschaftliche Bedeutung regionaler Automobilnetzwerke in Deutschland: Studie für das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Endbericht. Köln. Online unter <https://www.iwkoeln.de/presse/pressemitteilungen/hanno-kempermann-johannes-ewald-manuel-fritsch-oliver-koppel-benita-zink-40-regio-nen-besonders-abhaengig-vom-verbrenner.html>, letzter Zugriff am 08.07.2022.

Kinkel, Steffen (2019): Regionale Standortfaktoren, strategische Standortplanung und Einbindung von Cluster-Initiativen - Cluster-Regio-Point, Rastatt, 17.12.2019. Online unter https://www.clusterportal-bw.de/fileadmin/media/Bilder/Bilder_News_Presse/Vortraege_Praesentationsfolien.pdf, letzter Zugriff am 18.02.2022.

Kompetenzcluster Batterienutzungskonzepte (BattNutzung). (o. D). Online unter <https://www.battnutzung-cluster.de/de/>, letzter Zugriff 07.07.2022.

Kompetenzcluster Recycling & Grüne Batterie (greenBatt) (o. D.). Online unter <https://www.greenbatt-cluster.de/de/>, letzter Zugriff 07.07.2022.

Künzel, M., von Engelhardt, S., Neger, M., & Meier zu Köcker, G. (2019). Regionale Nähe als Erfolgskriterium für kollaborative Forschung und Entwicklung. Online unter <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.16977.58724>, letzter Zugriff am 10.08.2022.

Land Brandenburg (2022). Häufig gestellte Fragen zur Tesla-Ansiedlung. Online unter <https://www.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.658136.de>, letzter Zugriff am 08.07.2022.

Land Niederösterreich (2020). FTI-Strategie Niederösterreich 2021-2027. Online unter https://www.noel.gv.at/noel/Wissenschaft-Forschung/FTI27_web.pdf, letzter Zugriff am 17.02.2022.

Lexas (o. D). Die Blaue Banane. Online unter https://www.laenderdaten.de/europa/blaue_banane.aspx, letzter Zugriff am 08.07.2022.

LIPLANET (o. D.). About us. Online unter <https://www.liplanet.eu/about-us>, letzter Zugriff am 22.03.2022.

Luxembourg Automobility Cluster über LUXINNOVATION - MakingInnovationHappen. Online unter <https://www.luxinnovation.lu/cluster/luxembourg-automobility-cluster/>, letzter Zugriff am 24.08.2022.

Meier zu Köcker, G., Künzel, M., Neger, M., Schließer, R., May, N. (2015). Forschungsatlas Elektromobilität - Prioritäre Forschungsthemen und regionale Spezialisierung in Deutschland. Institut für Innovation und Technik (iit) in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH. Online unter https://www.iit-berlin.de/iit-docs/ca408c4417c84a5bb8dfbadf91f29faf_2015-06-iit-Forschungsatlas_Deutschland_web.pdf, letzter Zugriff am 17.02.2022.

Menzel, N. (2021, 31. August). Welche Chemieunternehmen produzieren Batteriematerialien? CHEMIE TECHNIK. Online unter <https://www.chemietechnik.de/service-standorte/welche-chemieunternehmen-produzieren-batteriematerialien-380.html>, letzter Zugriff am 08.07.2022.

Niedersächsisches Ministerium für Bundes- und Europaangelegenheiten und Regionale Entwicklung (2020). Regional- und Strukturpolitik der EU im Zeitraum 2021 – 2027. Niedersächsische regionale Innovationsstrategie für intelligente Spezialisierung (RIS3). Online unter https://www.stk.niedersachsen.de/download/154440/Niedersaechsische_Regionale_Innovationsstrategie_fuer_intelligente_Spezialisierung_RIS3_.pdf, letzter Zugriff am 17.02.2022.

Oldenburger Energiecluster – OLEC (o.D.). Online unter <https://www.energiecluster.de/de> letzter Zugriff am 08.07.2022.

Pôle Véhicule du futur (o. D.). Nos partenaires à l'International. Online unter <https://www.vehiculedufutur.com/fr/reseau/partenaires-international.html>, letzter Zugriff am 17.02.2022.

Porter, M. E. (1999). Wettbewerb und Strategie. München: Verlagshaus Goethestrasse Econ.

regioconsult (2019). Tesla Gigafactory – warum der Visionär nach Brandenburg kommt. regioconsult. Online unter <http://stadtundwirtschaft.regioconsult-berlin.de/tesla-gigafactory-warum-der-visionaer-nach-brandenburg-kommt/>, letzter Zugriff am 18.02.2022.

RAI Automotive Industry NL über European Cluster Collaboration Platform. Online unter <https://clustercollaboration.eu/content/rai-automotive-industry-nl>, letzter Zugriff am 24.08.2022.

Région Bourgogne-Franche-Comté (2021). Stratégie Régionale d'Innovation vers la Spécialisation Intelligente (RIS3) 2021-2027. Online unter <https://www.bourgogne-franchemonte.fr/sites/default/files/2021-08/RIS3%202021-2027%20VF.pdf>, letzter Zugriff am 17.02.2022.

rhein-main-cluster chemie & pharma. Online unter <http://www.rhein-main-cluster.de/>, letzter Zugriff am 24.08.2022.

saaris saarland.innovation&standort e. V. Automotive Transformation Hub. Online unter <https://automotive.saarland/>, letzter Zugriff am 24.08.2022.

Schaal, S. (2022). Northvolt will Batteriefabrik in Schleswig-Holstein bauen. *electrive.net*. Online unter <https://www.electrive.net/2022/03/15/northvolt-will-batteriefabrik-in-schleswig-holstein-bauen/>, letzter Zugriff am 07.07.2022.

SEVA Slovak Electric Vehicle Association. Online unter <https://www.seva.sk/en/>, letzter Zugriff am 24.08.2022.

Slovak Plastic Cluster. Online unter <https://portal.spklaster.sk/index.php/en/>, letzter Zugriff am 24.08.2022.

Spektrum Akademischer Verlag (2001). Blaue Banane. In: *Lexikon der Geografie*. Springer-Verlag, Heidelberg. Online unter: <https://www.spektrum.de/lexikon/geographie/blau-banane/1072>, letzter Zugriff am 08.07.2022.

Spektrum Akademischer Verlag. (2022). Zentroid. In *Lexikon der Geographie*. Springer-Verlag, Online unter <https://www.spektrum.de/lexikon/geographie/zentroid/9221>, letzter Zugriff am 08.07.2022.

SPIN (o. D.). Online unter <https://www.spin.ruhr/>, letzter Zugriff am 08.07.2022.

Staatsministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr des Freistaates Sachsen (2020). Innovationsstrategie des Freistaates Sachsen (Fortschreibung). Online unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/35302/documents/54808>, letzter Zugriff am 17.02.2022.

Standort Sachsen (o. D.). Starke Branchen – Starkes Sachsen. Online unter <https://standort-sachsen.de/de/branchen/>, letzter Zugriff am 08.07.2022.

Statistisches Bundesamt (2008). Klassifikation der Wirtschaftszweige. Mit Erläuterungen. Wiesbaden. Online unter <https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/Gueter-Wirtschaftsklassifikationen/klassifikation-wz-2008.html>, letzter Zugriff am 08.07.2022.

Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O., & Ludwig, C. (2015). The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration., 2(1), 81–98. *The Anthropocene Review*. Online unter <https://doi.org/10.1177/2053019614564785>, letzter Zugriff am 10.08.2022.

VDMA (2022). Kurzposition für Politik und Wirtschaft – 01/2022: Fairen Wettbewerb für Batterie-zellproduktion stärken. Online unter https://www.vdma.org/documents/34570/38193265/KuPo_Batterieproduktion.pdf/96c50955-a87e-099a-a388-f7435f08b6b2?t=1642065980692, letzter Zugriff am 20.02.2022.

Vogelpohl, T., Ohorst, D., Bechberger, M., & Hirschl, B. (2017). German renewable energy policy – independent pioneering versus creeping Europeanization? in: I. Solorio, & H. Jörgens (Hrsg.), *A guide to the EU Renewable Energy Policy* (S. 45-64). Cheltenham, UK: Edward Elgar. Online unter <https://repositorio.iscte-iul.pt/bitstream/10071/15963/1/Solorio-J%C3%B6rgens%202016%20-%20Manuscript.pdf>, letzter Zugriff am 11.03.2022.

Voigt, A. (2019). Tesla: Vertikale Integration ist Wertintegration. *Elektroauto-News*. Online unter <https://www.elektroauto-news.net/2019/tesla-vertikale-integration-ist-wertintegration>, letzter Zugriff am 08.07.2022.

Vorholz, F. (2012). Sonnenstrom ist rot. *DIE ZEIT* Nr. 16/2012. Online unter <https://www.zeit.de/2012/16/AM-Analyse-Solar>, letzter Zugriff am 20.02.2022.

Werwitzke, C. (2021). Volkswagen: Deals mit Umicore, 24M und Vulcan Energy. *electrive.net*. Online unter <https://www.electrive.net/2021/12/08/volkswagen-deals-mit-umicore-24m-und-vulcan-energy/>, letzter Zugriff am 08.07.2022.

Zhang, S., & He, Y. (2013). Analysis on the development and policy of solar PV power in China. 21, 393-401. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Online unter https://www.researchgate.net/publication/271889779_Analysis_on_the_development_and_policy_of_solar_PV_power_in_China, letzter Zugriff am 20.02.2022.

Zika, G., Hummel, M., Schneemann, C., Studtrucker, M., Kalinowski, M., Maier, T., Krebs, B., Steeg, S., Bernardt, F., Krinitz, J., Mönnig, A., Parton, F., Ulrich, P., & Wolter, M. I. (2021). Mittelfristprognose: Arbeitsmarktdynamik bis 2025. BMAS Forschungsbericht 526/4. Online unter <https://www.bmas.de/DE/Service/Publikationen/Forschungsberichte/fb526-4-mittelfristprognose-arbeitsmarktdynamik-bis-2025.html>, letzter Zugriff am 10.08.2022.

Zukunftsagentur. Rheinisches Revier (2021). Wirtschafts- und Strukturprogramm. Online unter <https://www.rheinisches-revier.de/themen/wirtschafts-und-strukturprogramm>, letzter Zugriff am 08.07.2022.

ANHANG I: ÜBERSICHT DER BETRACHTETEN NETZWERKE UND WERTSCHÖPFUNGSVERBINDUNGEN

Hinweis: Im Folgenden werden nur Ergänzungen gegenüber der Ökosystemstudie¹¹¹ aufgeführt.

a) Betrachtete Netzwerke und Interessenverbände auf Netzwerkebene

Name	Herkunft	Betrachtungsumfang Mitglieder
Circular Economy Initiative (CEID)	D	Vollständig
European Power Tools Association (EPTA)	EU	Vollständig
European Raw Materials Alliance (ERMA)	EU	Vollständig

b) Betrachtete Cluster-Initiativen

Name	Herkunft	Betrachtungsumfang Mitglieder
Composites United e. V.	D	Vollständig
Cluster Verkehr, Mobilität und Logistik in Berlin-Brandenburg	D	Vollständig
Commercial Vehicle Cluster - Nutzfahrzeug GmbH (CVC)	D	Vollständig
deENet – Kompetenznetzwerk Dezentrale Energietechnologien e. V.	D	Vollständig
European Center for Power Electronics e. V.	D	Vollständig
Kompetenz-Netzwerk Mechatronik in Ostbayern	D	Vollständig
Oldenburger Energiecluster OLEC e. V.	D	Vollständig
Chemie-Cluster Bayern GmbH	D	Vollständig
CARA European Cluster for Mobility Solutions	EU	Vollständig
AXELERA	EU	Vollständig
TENERRDIS	EU	Vollständig

111 Gieschen, J.-H., Bünting, A., Kruse, S., Vorholt, F., Wolf, S., & Zachäus, C. (2021). Ökosystem der Batteriezellfertigung in Europa: Netzwerkstrukturen als Grundlage für Wissenstransfer und Wertschöpfungspartnerschaften. Publikation der wissenschaftlichen Begleitung zur Fördermaßnahme Batteriezellfertigung im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (Analyse No. 1 / 2021). Berlin, from <https://vdivde-it.de/de/publikation/oekosystem-der-batteriezellfertigung-europa.>, siehe Anhang I.

Name	Herkunft	Betrachtungsumfang Mitglieder
ViaMéca	EU	Vollständig
Nextmove	EU	Vollständig
Pôle Véhicule du Futur	EU	Vollständig
Green Tech Cluster	EU	Vollständig
CEAGA - Cluster de Empresas de Automoción de Galicia	EU	Vollständig
Kunststoff-Cluster	EU	Vollständig
Plastipolis	EU	Vollständig

c) Europäische Cluster-Initiativen aus dem Bereich Verpackungsindustrie

Anknüpfungspunkte zur Verpackungsindustrie in Europa bieten die folgenden Cluster der Verpackungsindustrie:

Name	Land	Webseite
Packaging Cluster	Spanien	https://www.packagingcluster.com
Packbridge	Schweden	https://packbridge.se
VerpackungsCluster Südniedersachsen	Deutschland	http://www.verpackungscluster.de
Packaging Valley	Deutschland	https://www.packaging-valley.com/de
PMAG Packaging Cluster	Georgien	http://pmag.ge/en
HEMP Cluster	Slowakei	https://www.konopnydvor.sk
Omnipack	Ungarn	http://klastromnipack.cz/en/omnipack
Paper Province	Schweden	https://paperprovince.com

ANHANG II: METHODIK UND ANSATZ

Die Ergebnisse der Kapitel 1, 2 und 3 sind über eigene (Desk-top-)Recherchen erzielt worden. Darüber hinaus sind Erkenntnisse aus Expert:innen-Interviews und Zuarbeiten von Partnerinstitutionen in die Studie eingeflossen.

Für die Kapitel 4.2 und 4.3 wurde eine Netzwerkanalyse des neuen, stetig wachsenden Batterie-Ökosystems durchgeführt, die methodisch und beim Datenbestand zu großen Teilen auf Vorarbeiten aus der Analyse des Ökosystems Batteriezellfertigung¹¹² aufbaut. Es werden Verbindungen von Akteuren untereinander über gemeinsame Forschungsprojekte, Mitgliedschaften in Initiativen, Verbänden, Netzwerken oder Clusterorganisationen mit Bezug zur Batteriezellfertigung sowie bestehende wirtschaftliche Kooperationen in Form von Joint Ventures betrachtet. Datenbasis sind öffentlich zugängliche Daten aus nationalen oder europäischen Förderdatenbanken oder öffentlichen Mitgliederlisten von Verbänden, Netzwerken und Cluster-Initiativen (siehe Anhang I).

Für die Studie wurden Teile der vorhandenen Datenbasis aktualisiert oder ergänzt. Aktualisierungen betreffen insbesondere die Netzwerkdaten zu Forschungsk Kooperationen. Hierfür wurden Forschungsprojekte aus den letzten sieben Jahren mit Bezug zum Thema Batterien erfasst. Datenbasis in dieser Studie sind die Förderdatenbanken CORDIS, sowie die deutsche (FOEKAT) und britische nationale Förderdatenbank. Weitere nationale Förderdatenbanken sind aus Gründen der Verfügbarkeit nicht enthalten. Ergänzend wurden Daten zu Mitgliedern ausgewählter Cluster-Initiativen mit Gold- oder Silberlabel des European Secretary for Cluster Analysis (ESCA) in Deutschland und Europa betrachtet.

Die Auswahl dieser Cluster basierte neben der Auszeichnung auf der vermuteten Relevanz eines Clusters zu einer oder mehreren Wertsöpfungsstufen der Batteriezellfertigung. Dieser Beitrag wurde anhand eines Scorings ermittelt. Die am höchsten bewerteten Cluster und ihre Mitglieder wurden in die Datenbasis aufgenommen (siehe Anhang I). Weiterhin wurden im Vergleich zur ursprünglichen Studie auch Netzwerkdaten für weitere Interessensverbände und Initiativen (u.a. Circular Economy Initiative) ergänzt. Der Erhebungszeitraum war März bis Juni 2021. Die Analysen wurden aufgrund der Bedeutung der Regionalität standortsensitiv durchgeführt. D.h., dass bei Akteuren zwischen unterschiedlichen

Standorten (z.B. Geschäftsstelle, Dependence, Forschungsinstituten, etc.) unterschieden wird. Den auf Basis der Daten identifizierten Akteuren wurden automatisiert mit Hilfe des Azure locations service Geokoordinaten zur Bestimmung des Standorts zugeordnet, und diese Zuordnung stichprobenartig geprüft und ggf. korrigiert. Da nur eine stichprobenhafte Überprüfung erfolgen konnte, sind in Bezug auf die geographische Zuordnung einzelner Akteure Fehlzugeordnungen möglich. Im Rahmen der Datenbereinigung werden daher nur eindeutig zuordenbare Akteure als Dublette erkannt und zusammengefasst.

Konnte anhand der vorliegenden Bezeichnung und der Geokoordinaten Akteure nicht uneindeutig zugeordnet werden, liegen sie daher als separate Akteure, d. h. Standorte, vor. Daher kann es vorkommen, dass beispielsweise Universitäten oder Forschungseinrichtungen mit unterschiedlichen Instituten und Standorten in den Rankings nach Vernetzungsgrad (Kapitel 4) nicht auftauchen, obwohl sie zusammengefasst einen ähnlichen Vernetzungsgrad aufweisen, wie Akteure der Top 10.

Bei der Interpretation der Daten müssen zwei wesentliche Dinge berücksichtigt werden: 1) Den größten Anteil der Verbindungen in der hier verwendeten Datengrundlage stellen Cluster- sowie Netzwerkaktivitäten in Interessensverbänden oder Initiativen dar (für Deutschland ca. 65 Prozent, für EU ca. 71 Prozent). Dies resultiert daraus, dass Cluster oder Verbände in der Regel über eine große Anzahl an Mitgliedern verfügen. 2) Die Analyseergebnisse sind exemplarisch zu verstehen. Sie bieten einen Überblick über das Batterie-Ökosystem in Deutschland und Europa, der sich basierend auf der vorliegenden Datenlage darstellt, aber keinen vollumfänglichen Einblick in das gesamte Ökosystem. Weiterhin bestehen Limitierungen durch die Klassifizierung der Verbindungen zu den Segmenten Wertsöpfungskette, die durch die Studiennehmer sowie teils automatisiert erfolgte.

112 Zur Methode und Datenbasis siehe: Gieschen, J.-H., Bunting, A., Kruse, S., Vorholt, F., Wolf, S., & Zachäus, C. (2021). Ökosystem der Batteriezellfertigung in Europa: Netzwerkstrukturen als Grundlage für Wissenstransfer und Wertsöpfungs partnerschaften. Publikation der wissenschaftlichen Begleitung zur Fördermaßnahme Batteriezellfertigung im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (Analyse No. I / 2021). Berlin, from <https://vdivde-it.de/de/publikation/oekosystem-der-batteriezellfertigung-europa>.

