

Batteriekompetenzaufbau in der Hauptstadtregion: Angebote, Bedarfe und Potentiale

Langfassung



Impressum

Herausgeber:in

Institut für Betriebliche Bildungsforschung c/o

Vereinigung für Betriebliche Bildungsforschung e.V.

Gubener Straße 47

10243 Berlin

Tel: +49 30 7623923 00

Im Rahmen des Projektes



Projektleitung: Christine SCHMIDT

Redaktion: Christine SCHMIDT, Jan SUCHANEK

Datenauswertung, Programmierung und Satz: Jan SUCHANEK

L^AT_EX, datatool, TikZ

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Batteriekompetenzaufbau in der Hauptstadtregion: Angebote, Bedarfe und Potentiale

Langfassung

**DR. WOLFGANG BREHM, MATTHIAS GEISTHARDT, VIVIEN GUTOWSKA,
SEBASTIAN RÖDL, CHRISTINE SCHMIDT, DR. VIVIAN SCHWEDT-
BINKOWSKI, JAN SUCHANEK**

März 2024

Abstract

In der TWIN TRANSITION der Europäischen Union verbinden sich die Elemente zur nachhaltigen Entwicklung mit denen der digitalen Transformation. Eine der wichtigen Voraussetzungen ist die Energieversorgung aus erneuerbaren Energien, verbunden mit adäquaten Energiespeichern, -netzen und Steuerungsmöglichkeiten. Die Entwicklung der Batteriezellproduktion wird in der Europäischen Union gefördert. Vor diesem Hintergrund entsteht mit hoher Dynamik eine ganze Branche neu. Was den Unternehmen noch dazu fehlen sind Fachkräfte. In der Hauptstadtregion müssen dringend neue Qualifizierungen für die Batteriezellfertigung entwickelt werden (Abschnitt 1), und zwar für alle Bereiche der zirkulär verstandenen Wertschöpfung (Abschnitt 2). Diese Publikation betrachtet aktuelle Qualifizierungsorganisationen (Abschnitt 3) und ihre Angebote (Abschnitt 4), Nachfragende von Qualifizierungen (Abschnitt 5) und ihre Nachfragen (Abschnitt 6) sowie Forschungseinrichtungen mit Batteriebezug (Abschnitt 7). Unsere Datenbankanalysen und Interviews resultieren in Profilen, die belegen, in welchen Bereichen der dringendste Entwicklungsbedarf besteht (Abschnitt 8).

Inhalt

Motivation	8
1 Einleitung: Dringlichkeit	9
2 Methodik	15
2.1 Die Batterie(zell-)wertschöpfung	15
2.2 Vorgehensweise	17
3 Anbieter von Batteriequalifizierungen	18
3.1 Methodik	18
3.2 Das Bundesgebiet	18
3.3 Die Hauptstadtregion	20
4 Angebotene Batteriequalifizierungen	24
4.1 Methodik	24
4.2 Angebote im Bundesgebiet	25
4.3 Angebote für Beschäftigte im Management in der Region	27
4.4 Angebote für Fachkräfte in Industrie und Handwerk in der Region	28
4.5 Angebote für Beschäftigte in Forschung und Entwicklung in der Region	30
4.6 Fokus Präsenzangebote in der Region	32
4.7 Internationale Angebote	34
5 Unternehmen mit Bezug zu Batterien.....	36
5.1 Methodik	36
5.2 Verortung in den Wertschöpfungsreichen	38
5.3 Unterstützungsbedarfe	40
5.4 Geografische Verteilung	41
5.5 Fachkräftegewinnung	42
5.6 Hochschul- und Forschungszusammenarbeit.....	44
Bildungspartner und konzerneigene Bildungseinrichtungen	46
5.7 Qualifizierungsmaßnahmen der Unternehmen	47
5.8 Best Practice-Beispiele	48
5.9 Perspektiven: Neuansiedlungen	49

6	Gesuchte Berufe/Fähigkeiten	54
6.1	Methodik	54
6.2	Kompetenzbedarfe (nach ALBATTIS).....	55
6.3	Vergleich mit der Batterie-Fachkräfte-Studie von VDI/VDE IT.....	60
6.4	Zusätzliche Schwerpunkt-Berufsfelder.....	60
7	Forschungseinrichtungen	62
7.1	Methodik	62
7.2	Batterieforschung an der TU Berlin.....	64
7.3	Batterieforschung an der BTU.....	67
7.4	Sonstige Forschungseinrichtungen und Vergleich	71
8	Vergleiche und Fazit	74
8.1	Schwerpunkte der Forschungsinstitute und Bedarfe der Unternehmen.....	74
8.2	Fazit.....	75
	Anhang	77
	Literatur.....	88

Abbildungsverzeichnis

1	Angekündigte jährliche Zellproduktion in Europa	12
2	Mindestanteile aus Recycling und „Rollout EVs“ bis 2036	14
3	Projiziertes Wachstum von Qualifizierung und Beschäftigung	14
4	Die Batterie-Wertschöpfungsspirale	16
5	Anbieter von Qualifizierungen mit Batteriebezug in Deutschland (Hauptsitze)	21
6	Assoziierte Partner und Unterstützer von KOMBiH im Bildungsbereich	24
7	Format der Angebote im Bundesgebiet	27
8	Netzdiagramm der 204 angebotenen Batterie-Qualifizierungen im Bundesgebiet	28
9	Themen der 165 Angebote zu „Betrieb“ im Bundesgebiet	28
10	Wertschöpfungsbereiche der Angebote für Beschäftigte im Management in B-BB	29
11	Themen der 35 Angebote zu Betrieb für den Bereich Management	29
12	Form der Angebote im Bereich Management	30
13	Wertschöpfungsbereiche der Angebote für Fachkräfte in Industrie und Handwerk	31
14	Themen der 60 Angebote zu Betrieb für Fachkräfte in Industrie und Handwerk	31
15	Form der Angebote für Fachkräfte in Industrie und Handwerk	32
16	Wertschöpfungsbereiche der 41 Angebote für Forschung und Entwicklung	33
17	Themen der 26 Angebote für Forschung und Entwicklung	33
18	Form der Angebote für Fachkräfte in Forschung und Entwicklung	34
19	Wertschöpfungsbereiche der 17 Angebote in Präsenz in der Hauptstadtregion	35
20	Themen der 16 Präsenzangebote zu Betrieb in der Hauptstadtregion	36
21	Interviewpartner:innen	41
22	Aktivität der Unternehmen innerhalb der Batterie-Wertschöpfungsbereiche	42
23	Von Unternehmen benannte Wertschöpfung mit perspektivischem Kompetenzbedarf	43
24	Befragte Batterieunternehmen in der Region	45
25	Beschäftigte an den Standorten	46
26	Wo werden Fachkräfte gewonnen?	47
27	Neuansiedlungen in Schwarzheide und Schwarze Pumpe	55
28	Beschäftigte an den Standorten und angekündigte neue Werke	56
29	Skills Cards 10 und 23 (Summaries)	58
30	Schwerpunkte TUB, BTU, sonstige im Vergleich	77
31	Netzdiagramme der Profile der Unternehmen, Bedarfe und Hochschulinstitute	79

Tabellenverzeichnis

1	Angekündigte jährliche Zellproduktion in Europa (in GWh) nach [5]	12
2	Personalbedarfe für die angekündigte Batterieproduktion in der EU [5]	13
3	Bildungsorganisationen als assoziierte Partner von KOMBiH	23
4	Die befragten Unternehmen	40
5	Unterstützungswünsche	44
6	Mitarbeitende in Unternehmen mit Batteriebezug an Standorten in der Region	47
7	Forschungs- und Hochschulpartner in der Region	48
8	Forschungs- und Hochschulpartner außerhalb der Region	48
9	Bildungspartner der befragten Unternehmen	49
10	Geregelte Fortbildungen	50
11	Ausbildungsgänge	51
12	Noch nicht erfasste/zukünftige Unternehmen	54
13	Top 10 gefragte Profile HE+VET	60
14	Berufe mit Ausbildungsabschlüssen (VET) mit >5 Nennungen	63
15	Akademische Berufe (HE) mit >5 Nennungen	63
16	Forschungseinrichtungen mit Batteriebezug in der Region	66
17	Schwerpunkte der Forschungseinrichtungen der TUB	68
18	„Battery Circuit“ der TU Berlin	70
19	Schwerpunkte der Forschungseinrichtungen der BTU	72
20	Fachgebiete mit Batteriebezug der BTU	73
21	Schwerpunkte der sonstigen Forschungseinrichtungen	76
22	Die gefundenen Anbieter in Deutschland (Hauptsitze)	82
23	Präsenz-Qualifizierungsangebote mit Batteriebezug in der Hauptstadtregion	83
24	Übersicht Skills Cards	85
25	Konsortialpartner KOMBiH	86
26	Übersicht Rechtsnormen	87

Motivation

Die Gestaltung der EU TWIN TRANSITION, bedeutet nicht weniger als die Umgestaltung der bislang vorherrschenden linearen Wirtschaftsweise in eine zirkuläre, in Verbindung mit den Möglichkeiten der digitalen Transformation. Zu den Voraussetzungen gehören die umfassende Energiewende, der forcierte Ausbau der Elektromobilität und der Aufbau einer eigenen EU-Batteriezellproduktion. Dieser neue Wirtschaftszweig entwickelt sich, auf der Basis geförderter Forschungsleistungen und in eigenen Netzwerken, sehr dynamisch. Die Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg hat sich durch eine Vielfalt an beteiligten Forschungseinrichtungen zu einem der Vorreiter in der Entwicklung von Batterietechnologien in Deutschland entwickelt. Auch die Breite der Wertschöpfungsbereiche – von der Herstellung von Batteriematerialien, über die Zell- und Batteriepackfertigung bis zum Second-Life gebrauchter Batterien und ihrem Recycling, werden durch Unternehmen inzwischen fast vollständig abgedeckt.

Jedoch besteht, wie auch in anderen Sektoren, die Gefahr, dass der Fachkräftemangel zum Hemmnis der weiteren Entwicklungen wird. Dabei wirkt erschwerend, dass Fachkräfte bisher nur aus verwandten Branchen (Chemie, Fahrzeugbau, Zulieferer) gewonnen werden können, die bislang meist ausschließlich unternehmensintern für ihre neuen Aufgaben qualifiziert werden. Derzeit fehlen vor Ort noch modern strukturierte und branchenspezifische Bildungsangebote zu Batterietechnologien und den dazugehörigen Tätigkeiten in den Wertschöpfungsbereichen.

Mit Förderung des Bundeswirtschafts- und Klimaschutzministeriums haben sich Akteur:innen aus Wissenschaft, beruflicher und akademischer Bildung, Innovationsclustern und Wirtschaft im Verbundvorhaben „**Kompetenzaufbau zur Batteriezellfertigung in der Hauptstadtregion**“, kurz **KOMBiH** zusammengeschlossen. Das Projekt startete im Januar 2023 unter Leitung des Instituts für Betriebliche Bildungsforschung **IBBF**. Konsortialpartner sind die **TU Berlin**, die **BTU Cottbus-Senftenberg**, das **iftp im bfw** sowie die **Cluster Energietechnik und Verkehr, Mobilität und Logistik** der **Wirtschaftsförderung Brandenburg** und von **Berlin Partner**. Projektträger des Förderprogrammes ist die **VDI/VDE Innovation + Technik GmbH**.

Im Fokus stehen die Ermittlung regionaler Qualifizierungsbedarfe und die Entwicklung adäquater zielgruppenspezifischer Qualifizierungsangebote zu den (zukünftig) zirkulären Wertschöpfungsbereichen der Batteriezelltechnologien. Erste Ergebnisse und Erkenntnisse sind in diesem Papier dargestellt.

Die Autor:innen

1 Einleitung: Dringlichkeit

Christine Schmidt, Jan SUCHANEK

Global, wie auch in Europa und in Deutschlands Hauptstadtregion wächst der Bedarf an Energiespeichern aufgrund der Energiewende exponentiell:

„Der globale Gesamtbedarf an Batterien für elektrische Fahrzeuge, stationäre Speicher und Verbraucherelektronik wird sich laut einer aktuellen Prognose im aktuellen Jahrzehnt nahezu versiebenfachen und auf rund 2.200 Gigawattstunden p. a. im Jahr 2030 ansteigen.“ [31]

Die Deckung dieser Bedarfe ist von so hoher Bedeutung und derart sensibel, dass sie unabhängig von Importen von außerhalb der Europäischen Union vorbereitet und umgesetzt werden wird. Obwohl die Produktion von Batteriezellen in industriellem Maßstab gerade in Deutschland nichts Neues ist, fehlt der Zweig der derzeit vorherrschenden Technologie bspw. für Fahrzeugtraktionsbatterien weitestgehend noch: Lithium-Ionen-Zellen. Darüber hinaus ist auch die Normierungsdiskussion zu den Zellformaten ebenso wenig abgeschlossen, wie die Entwicklung neuer Batteriematerialien, auf der Basis von, in Europa abbaubaren Rohstoffen.

Diese Phase von Entscheidungen in welche Richtungen geforscht, entwickelt und investiert wird; schafft langfristige Pfadabhängigkeiten. Deshalb muss in geschlossenen Stoffkreisläufen gedacht und entschieden werden, um neben Fragen zu bspw. den Klimaeffekten auch die zur (Rohstoff-)Verfügbarkeit für kommende Generationen beantworten zu können. Dazu gehören auch die Auseinandersetzungen zum kreislauffähigen Design der Fahrzeuge und zur Integration von Akkutauschsystemen. Mit einem europaweiten Netz an Akkutauschstationen und dezentral steuerbaren Speichersystemen für das Stromnetz wird die Energiewende resilient.

Auch wenn also noch viele Entscheidungen zu treffen sind, damit einher gehen Design- und Geschäftsmodelle zirkulärer Natur („Battery as a service“) noch entwickelt und verbreitet werden müssen, steht bereits fest: Batteriezellen werden in großem Umfang gebraucht. Sie werden produziert, gehandhabt, transportiert, sehr wahrscheinlich auch wiederverwendet und recycelt. Die damit verbundenen Tätigkeiten erfordern (Fach-)Personal und Qualifizierungsleistungen. Und wenn auch noch nicht im Einzelnen feststeht, welches Design und welche Batterietechnologien sich langfristig durchsetzen, so ist bereits heute festzuhalten:

1. Batterie(zell)fertigung ist ein hoch automatisierter, hochreiner industrieller Prozess, der bestimmte Qualifizierungen erfordert. Der Einsatz und die Anteile der eingesetzten Stoffe können verändert werden, was Agilität erfordert.
2. Batterie(zellen) sind bislang ein Gefahrgut mit hohem elektrischem Potential (Hochspannung) und gefährlichen chemischen Eigenschaften, deren Kenntnis für den Umgang mit ihnen unabdingbar ist.
3. Batterie(zellen) bestehen aus wiederverwertbaren Rohstoffen, was vorausschauende Planung und zirkuläre Geschäftsmodelle erfordert.

Es ist erforderlich, Ingenieur:innen für das (zirkuläre) Design und Mitarbeitende für die spezifischen Produktionstätigkeiten vorzubereiten, selbst wenn die Details der Produktion zum Teil noch unklar sind bzw. Betriebsgeheimnis bleiben müssen.

„Die massiven Kapazitätserweiterungen in der europäischen Zellproduktion führen zwischen 2021 und 2030 zu einem jährlichen Gesamtpersonalbedarf von bis zu rund 65.000 zum großen Teil hochspezialisierten Fachkräften.“ [5]

Dieses „Batterie-Basiswissen“ und auch Systemverständnis gilt es vor Ort zu entwickeln und anzubieten: Kompetenzen, um in der Batteriezellfertigung und damit zusammenhängenden Wertschöpfungsbereichen unmittelbar arbeiten zu können. Nur so kann heute und auch in Zukunft der Fachkräftebedarf gedeckt werden [2], [3].

Es ist absehbar, dass weitere Unternehmen in der Hauptstadtregion an oder mit Batterien bzw. Batteriekomponenten arbeiten. Damit wird die Nachfrage nach Qualifizierungen in diesem Bereich steigen. Doch gilt ebenso, dass das Vorhandensein von qualifiziertem Personal mit Bedingung für die Ansiedlung von Unternehmen bzw. der Ausweitung ihrer Aktivitäten in der Region ist.

Tabelle 1: Angekündigte jährliche Zellproduktion in Europa (in GWh) nach [5]

Jahr	2023	2024	2025	2030
GWh	167	269	370	700

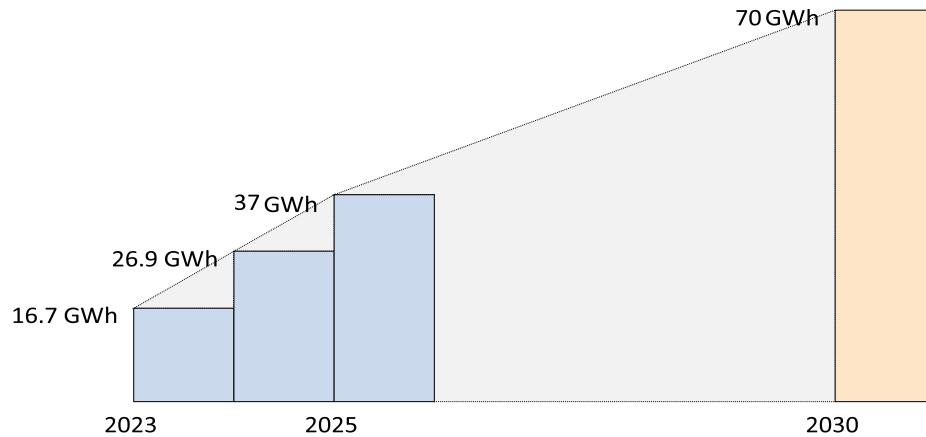


Abbildung 1: Angekündigte jährliche Zellproduktion in Europa in GWh nach [5], vgl. Tabelle 1

Der Aufbau der Wertschöpfung im Batteriesektor (Abb. 4, eigene Darstellung) befindet sich in einer frühen Phase [20]: Der Fokus liegt im Zusammenhang mit dem Ende der Neuzulassung von Verbrennungsmotoren im Jahr 2035 in der EU auf der Batteriezellproduktion, ([12], [11], [14]). Der Ausbau der Produktionskapazitäten von Batteriezellen (vgl. Tabelle 1, Abb. 1 und Tabelle 2) wird mit einem Aufbau an Beschäftigung in diesem Bereich einhergehen.

Tabelle 2: Personalbedarfe für die angekündigte Batterieproduktion in der EU [5]

Bereich/Jahr	2023	2024	2025	2030
Zellenproduktion	11.300	17.200	22.200	27.300
Module/Systeme	4.400	6.700	8.500	9.100
Maschinenbau (Zellproduktion)	4.200	6.500	8.500	7.000
Maschinenbau (Module/Systeme)	900	1.200	1.500	700
Summe	20.800	31.600	40.700	44.100
inkl. rd. +30 % ind. Mitarbeitende	27.000	40.800	52.500	58.100

Die Anzahl der Beschäftigten in der Batterieproduktion wird anschwellen und eine gewisse Sättigung erreichen. Entsprechend ist eine Entwicklung in Form einer steilen S-Kurve zu erwarten (Abb. 3) - einer sehr steilen S-Kurve dazu. Allerdings nur, wenn dieses Personal auch zur Verfügung steht.

*„Es ist **Aufgabe der Universitäten und Bildungseinrichtungen**, diese Personalbasis akademisch auszubilden, und Aufgabe der Unternehmen, die betrieblichen Fachkräfte umzuschulen oder auszubilden.“ [5 Seite 4]*

Auch, wenn die duale Berufsausbildung bspw. der Mechatroniker und Chemiefachkräfte geeignete Voraussetzungen für viele Tätigkeiten schafft, bestehen dennoch Kompetenzbedarfe. Selbst ausgebildetes Personal muss also weiterqualifiziert werden, bevor es eingesetzt werden kann. Bestenfalls geht Einstellungswelle eine „Welle der Qualifizierung“ voran (In Abb. 3 entspricht der Abstand zwischen zwei Kurven - der Qualifizierung und der Beschäftigung mindestens der Qualifizierungsdauer.)

Nach einer Aussage von **Northvolt** [31] beginnt der massive Einstellungsprozess beim Aufbau einer neuen Batteriefabrik im sechsten Jahr nach der Ankündigung zum Aufbau der Fabrik und etwa unmittelbar zum Start der Produktion - vorausgesetzt, die qualifizierten Arbeitskräfte wären dann verfügbar.

Erst nach Deckung des Personalbedarfs in der Produktion (Erreichen der Sättigung) werden die späteren Phasen des 2nd Life und Recycling eine wachsende Rolle spielen [29]. Dies ergibt sich einerseits aus den langen Lebensdauern heutiger Traktionsbatterie, den noch nicht vorhandenen Stückzahlen an Batterien, die am Ende ihres ersten Lebens bereit für die Nachnutzung sind. Andererseits sieht die aktuelle Europäische Gesetzgebung bestimmte Rezyklatanteile in Batterien vor. Abb. 2 visualisiert den [4, Art. 8] vorgesehenen Zeitplan zur Erhöhung der obligatorischen Rezyklatanteile ab 2031 und die Einführung des „Batterie-Passes“ nach Art. 77 ab 2027. Die erforderlichen Anteile wird die Europäische Kommission 2028 kontrollieren. Das „Aus“ für die Zulassung sogenannter „Verbrenner“ 2035 wurde im Rahmen des Programms „Fit for 55“ 2023 infolge der Glasgow-Übereinkünfte von 2021 beschlossen [15].

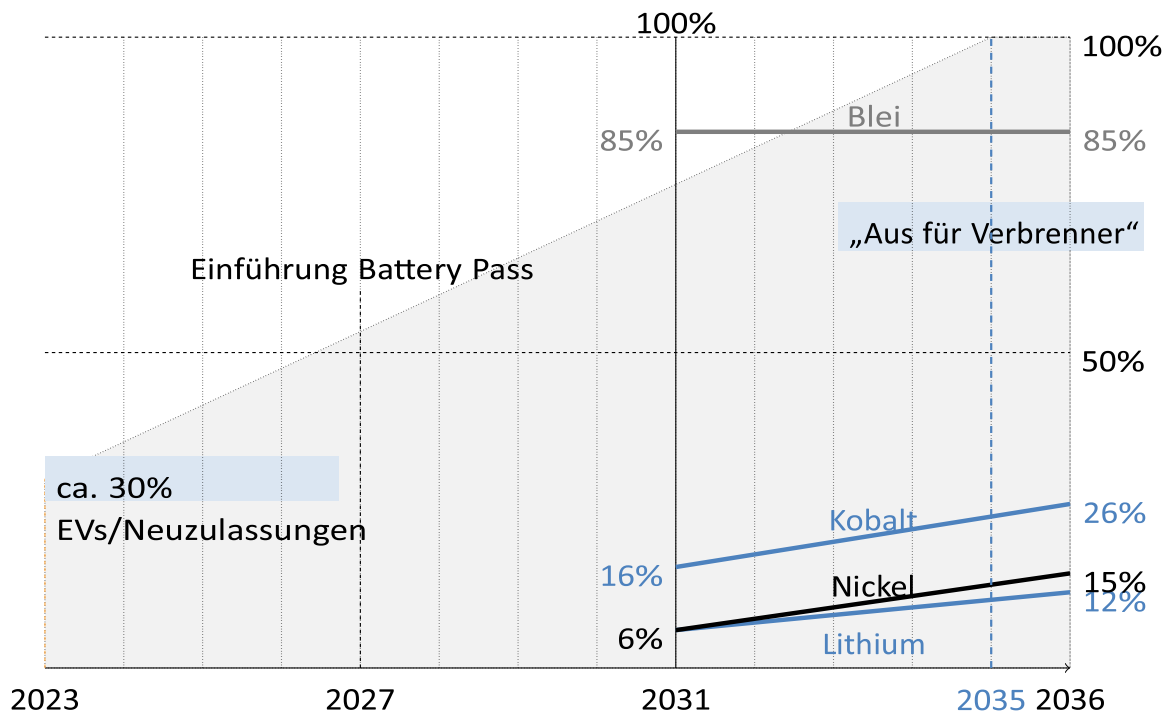


Abbildung 2: Mindestanteile aus Recycling und „Rollout EVs“ bis 2036 nach [4]

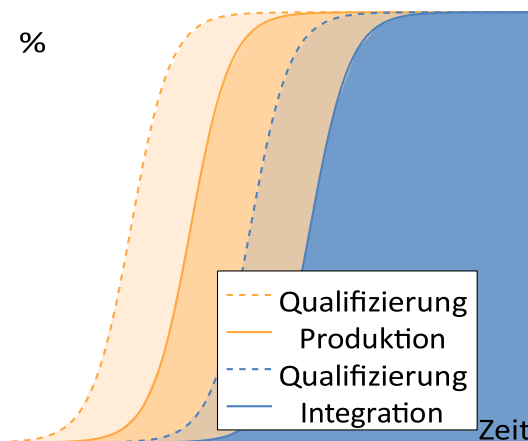


Abbildung 3: Projiziertes Wachstum von Qualifizierung und Beschäftigung

Hinsichtlich der Prozentzahlen in Abb. 2 ist zu bemerken, dass die Prozentzahlen den absoluten Anstieg an benötigten Rohstoffen stark unterzeichnen, denn es ist von einer starken Ausweitung des Batteriebestandes insgesamt auszugehen (vgl. die schattierte Fläche in Abb. 2). Der Bedarf nach Rezyklaten wird also exponentiell steigen [17].

Alles, was im Folgenden zur Batteriezellproduktion gesagt wird, gilt auch für die vor- und nachgelagerten Bereiche in einer Circular Economy [28]: der Kompetenzaufbau muss der eigentlichen Tätigkeit *vorausgehen*, er ist selbst ein „Pull-Faktor“ für die Tätigkeiten und läuft ihnen voraus. Und dies gilt eben auch für die späteren Bereiche der Wertschöpfung.

Die Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg - hat Standortvorteile, die aktuell zur Ansiedlung einer Vielzahl von Unternehmen im Batteriesektor führen (vgl. [32], [18]): günstige Flächenpreise; gute Anbindung; Verfügbarkeit von Energie aus erneuerbaren Quellen; gut ausgebildete Fachkräfte vor Ort; Attraktivität der Region zur Ansiedlung von Fachkräften aus dem Ausland; und eben auch Qualifizierungsmöglichkeiten für Personal.

Nicht ausreichende Kapazitäten bei der Qualifizierung könnten sich jedoch als ‘limitierende’ Faktoren erweisen und damit ein künftig standortentscheidendes Kriterium, in der Konkurrenz um Produktionsansiedlung, mit anderen Regionen in Deutschland, der EU und weltweit werden. Aktuelle Studien bestätigen diese Befunde:

„Qualifizierte Fachkräfte drohen [...] in den energieintensiven Industrien zu einem Flaschenhals für die Umsetzung der Dekarbonisierung zu werden.“ [26 S. 1]

Zwar bleibt die Rolle der Ausbildung nach wie vor hoch, aber die Qualifizierung von Quereinsteigenden, gerade auch aus dem Ausland, gewinnt an Bedeutung. Das kann anhand der großen Dynamik in diesem Feld nicht überraschen. Es gilt also, Qualifizierungsmöglichkeiten für eine ganze Reihe von Zielgruppen anzubieten, um die gegenwärtigen und auch kommende (!) Bedarfe decken zu können.

Damit solche Angebote geleistet werden können, müssen zunächst die Lehrenden gefunden und weitergebildet werden; klare Modulbeschreibungen und Lehr-/Lernmaterialien als unterstützende Handhaben sind Voraussetzung für Qualifizierungsangebote. Und schließlich müssen diese unter Einbindung der Markt tätigen an Fort- und Weiterbildungsorganisationen entwickelt werden, um auf diese zu wirken und von ihnen multipliziert zu werden.

Die folgenden Abschnitte widmen sich daher der Frage: Wer und wo sind die Anbietenden von Qualifizierungen zu finden (Abschnitt 3) und was genau bieten sie an (Abschnitt 4)? Wer sind die Nachfragenden speziell im Bereich Batteriequalifizierung in der Hauptstadtregion (Abschnitt 5) und welche Qualifizierungen fragen sie nach (Abschnitt 6)? Und schließlich: welche Forschungseinrichtungen gibt es in der Region (Abschnitt 7), die bei der Entwicklung neuer Inhalte und der Qualifikation künftiger Expert:innen eine Schlüsselrolle spielen?

2 Methodik

Dr. Wolfgang BREHM, Sebastian RÖDL, Christine SCHMIDT, Jan SUCHANEK

2.1 Die Batterie(zell-)wertschöpfung

Anspruch im Rahmen des Projektes **KOMBiH** ist, für alle Wertschöpfungsbereiche und definierten Zielgruppen passende Qualifizierungskonzepte und- Angebote zu entwickeln. Dazu wurde zunächst in Anlehnung an [16] und [13] die in Abb. 4 gezeigte Grafik entwickelt [30].

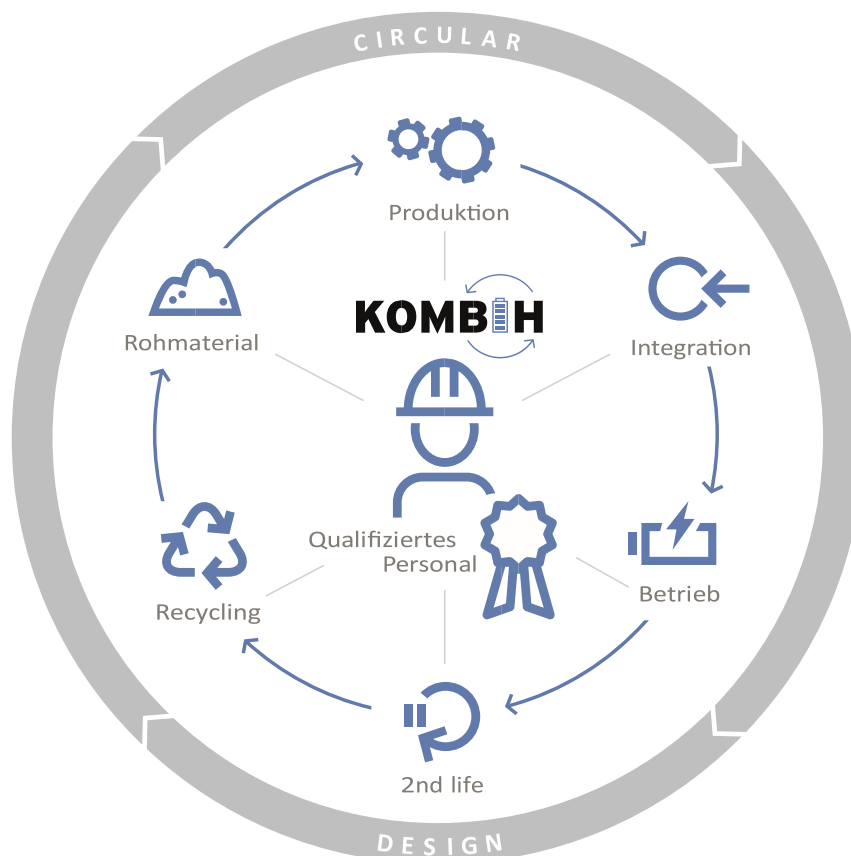


Abbildung 4: Die Batterie-Wertschöpfung, eigene Darstellung Christoph Wolter (IBBF)

Die inneren Felder zeigen den Materialfluss in der Batteriewertschöpfung. Basierend auf dem Batteriedesign und Zellformat, das alle Stufen mit bedenkt, wird Rohmaterial gewonnen und verarbeitet, werden Batteriezellen produziert, werden diese in Batterien integriert und betrieben. Die einzelnen Zellen und ganze Batterien, können zunächst als Traktionsbatterie und am Ende dieser ersten Nutzung, weiter als stationäre Speicher genutzt werden (2nd Life) und schließlich recycelt, woraus wieder Rohmaterial gewonnen wird.

Im Einzelnen wird unter diesen Bereichen Folgendes verstanden:

Circular Design umfasst alle Bereiche, ist eine wertschöpfungsbereichs-übergreifende Planung mit einem zirkulären Verständnis. Circular Design ist mithin die Voraussetzung der Wertschöpfung

Rohmaterial Der Begriff Rohmaterial umfasst die Rohstoffgewinnung und sämtliche Prozessschritte zur Beschaffung der Materialien, die für die Produktion der gesamten Batterie erforderlich sind. Hierbei können Rohstoffe auch aus geeigneten Recyclaten gewonnen werden.

Zellproduktion Am Beispiel der aktuell gängigen Lithium-Ionen-Technologie umfasst die Zellproduktion drei wesentliche Prozessschritte: Elektrodenherstellung, Zellassemblierung, Formierung und Ageing. Die Elektrodenherstellung sowie Formierung und Ageing müssen weitgehend unabhängig vom Zelltyp durchgeführt werden, während bei der Zellassemblierung zwischen Flach-, Rund- und prismatischen Zellen unterschieden wird.

Integration Batteriesysteme für Elektrofahrzeuge enthalten Batteriemodule, in denen die einzelnen Zellen integriert sind. Die Batteriemodule sind auf Batteriesystemebene elektrisch miteinander verbunden. Zu den Komponenten eines Batteriesystems gehört neben den Batteriemodulen bzw. Einzelzellen das Batteriemanagementsystem (BMS) zur Steuerung und Regelung des Batteriesystems.

Betrieb Batterien können in verschiedenen Bereichen eingesetzt werden. Während des Betriebs eines Batteriemoduls in einem Fahrzeug können Messdaten wie beispielsweise der Ladezustand und die Temperatur des Moduls mittels BMS überprüft werden. Ladeinfrastruktur, Logistik und auch Sicherheit im Betrieb sind wesentliche Unterkategorien.

2nd Life Als Second-Life-Batterien werden Batterien bezeichnet, die nach bereits erfolgter Verwendung weniger als 80 Prozent ihrer ursprünglichen Maximalkapazität erreichen. Diese Batterien können in einem „zweiten Leben“ beispielsweise als stationäre Speicher weiterverwendet werden. Die Identifizierung der relevantesten Degradationsmechanismen, ihrer Einflussfaktoren und Wechselwirkungen geben auf Basis von Zustands- und Lebensdauervorhersagen Aufschluss, um geeignete Anwendungen und Betriebsbedingungen für Second Life-Batterien auszuwählen, die die Umsetzung eines profitablen Geschäftsmodells ermöglichen.

Recycling Das Recycling umfasst alle Prozessschritte die auf mechanischen, thermischen, hydrometallurgischen und pyrometallurgischen Verfahren basieren, um wertvolle chemische Bestandteile der Batterie zurückzugewinnen und diese wieder als Ausgangsrohstoffe für die Zellherstellung bereitzustellen.

Alle Aspekte der Wertschöpfung müssen zusammenhängend betrachtet und in die Tätigkeiten sowie in die dazu gehörenden Qualifizierungen integriert werden. Die überwiegenden Teile der Qualifizierungsaktivitäten können den Wertschöpfungsbereichen klar zugeordnet werden, einige weitere tragen eher zum Verständnis des Gesamtsystems bei („Systemverständnis“). Dies ist methodisch nicht immer vollkommen trennscharf und hängt aber auch mit der grundsätzlichen Unschärfe jeder sprachlichen Beschreibung zusammen.

Alle diese Bereiche setzen, wie oben in Abschnitt 1 erläutert, qualifiziertes Personal voraus. Qualifikation bedeutet Besitz der notwendigen Kompetenzen zur Erfüllung einer Tätigkeit: das notwendige Wissen, die notwendigen Fertigkeiten und die notwendigen personalen Kompetenzen in unterschiedlichen Ausprägungen.

2.2 Vorgehensweise

Welche Bildungsorganisationen bieten welche Qualifizierungsangebote zu Batteriethematen in der Hauptstadtregion an? Und welche Unternehmen mit Batteriebezug haben welche Personal- und damit einhergehende Qualifizierungsbedarfe? Für beide Zusammenhänge wurde je ein Fragebogen erstellt, mit welchem Angebot und Nachfrage erhoben und die Befunde in das oben angeführte Schema der Wertschöpfungskette eingeordnet wurden. Auf der Angebotsseite (Abschnitt 3 und Abschnitt 4) wurde die Hauptstadtregion analysiert. Des Weiteren sind auch deutschland- und europaweite Angebote untersucht worden, da diese oft digital zugänglich, verschiedentlich leicht erreichbar und gegebenenfalls auch leicht in der Region etablierbar sind.

Auf der Nachfrageseite (Abschnitt 5) sind etablierte Unternehmen mit Batteriebezug untersucht worden. Dazu führten wir Interviews durch, in denen sie sich selbst in die Bereiche der Wertschöpfungskette einordneten; sowohl ihren Status Quo als auch, wo sie die größten Bedarfe nach Qualifizierung sehen. Einbezogen wurden ebenfalls angekündigte Neuansiedlungen. Außerdem wurde gefragt, welche Berufsbilder durch sie nachgefragt wurden (Abschnitt 6).

Eine ebensolche Einordnung wurde dann für die in der Region ansässigen Forschungseinrichtungen durchgeführt (Abschnitt 7). Wo diese Einrichtungen Kompetenzen in den Bereichen mit Bildungsbedarf besitzen, können sie die Qualifizierungslücken schließen helfen durch Mitarbeit bei der Entwicklung der fehlenden Inhalte.

Folgerichtig sind in Abschnitt 8 die gewonnenen Profile übereinandergelegt worden. Die sich zeigenden Unterschiede stellen Lücken im Angebot von Batteriequalifizierung dar.

3 Anbieter von Batteriequalifizierungen

Sebastian RÖDL, Matthias GEISTHARDT

3.1 Methodik

Durch Desk Research sind Bildungsorganisationen erfasst worden, die Batterie-Qualifizierungen im Zeitraum vom 4. Quartal 2023 bis 1. Quartal 2024 anboten. Hierfür wurden die Datenbanken der beteiligten Konsortialpartner **IBBF** und **bfw** sowie die „Weiterbildungsdatenbank Berlin und Brandenburg“ [9] ausgewertet. Die Erhebung erfolgte in der Untersuchungsphase von Juli bis September 2023. Zielsetzung der Erhebung war es, möglichst vollständig zu erfassen, welche Bildungsorganisationen bereits Batterie-Qualifizierungen anbieten.

Folglich sind alle Bildungsorganisationen im Bundesgebiet aufgenommen worden, die Qualifizierungen mit indirektem oder direktem Batteriebezug in ihren, im Internet veröffentlichten, Bildungsprogrammen aufführten. Bildungsorganisationen bezeichnet in diesem Zusammenhang sowohl privatrechtlich sowie öffentlich-rechtlich organisierte Unternehmen der beruflichen Fort- und Weiterbildungsbranche.

Allerdings ist die Bildungslandschaft in fortwährender Bewegung. Aus der wachsenden ökonomischen Bedeutung der Batteriewirtschaft und den damit einhergehenden (erhofften) Beschäftigungspotentialen ergibt sich die Notwendigkeit von Qualifizierung. So rückt die „Batterie“ in den Fokus der Bildungsorganisationen, die ihre Bildungsprogramme diesen dynamischen wirtschaftlichen und technischen Entwicklungen stetig anpassen.

Die Autor:innen dieser Arbeit versuchten – möglichst lückenlos – alle relevanten Bildungsorganisationen zu erfassen. Gleichwohl kann es sich aufgrund der hohen Dynamik hierbei nur um eine Momentaufnahme handeln, die fortwährend aktualisiert werden muss.

3.2 Das Bundesgebiet

Deutschlandweit ließen sich 30 Bildungsorganisationen identifiziert, deren Qualifizierungen direkten oder indirekten Batteriebezug haben (Abb. 5). Als nicht-kommerzielle Bildungsorganisationen bieten **TÜV**, **DEKRA**, **Kfz-Innungen** und **Handwerkskammern** bundesweit Qualifizierungen in Präsenz- und Digitalformaten im Bereich Hochvolt, Logistik, Infrastruktur und Arbeitssicherheit an. Zielgruppe sind Kfz-, Elektro-, Logistik-Fachkräfte mit unterschiedlichen technischen Vorkenntnissen und betrieblichen Verantwortungsbereichen.

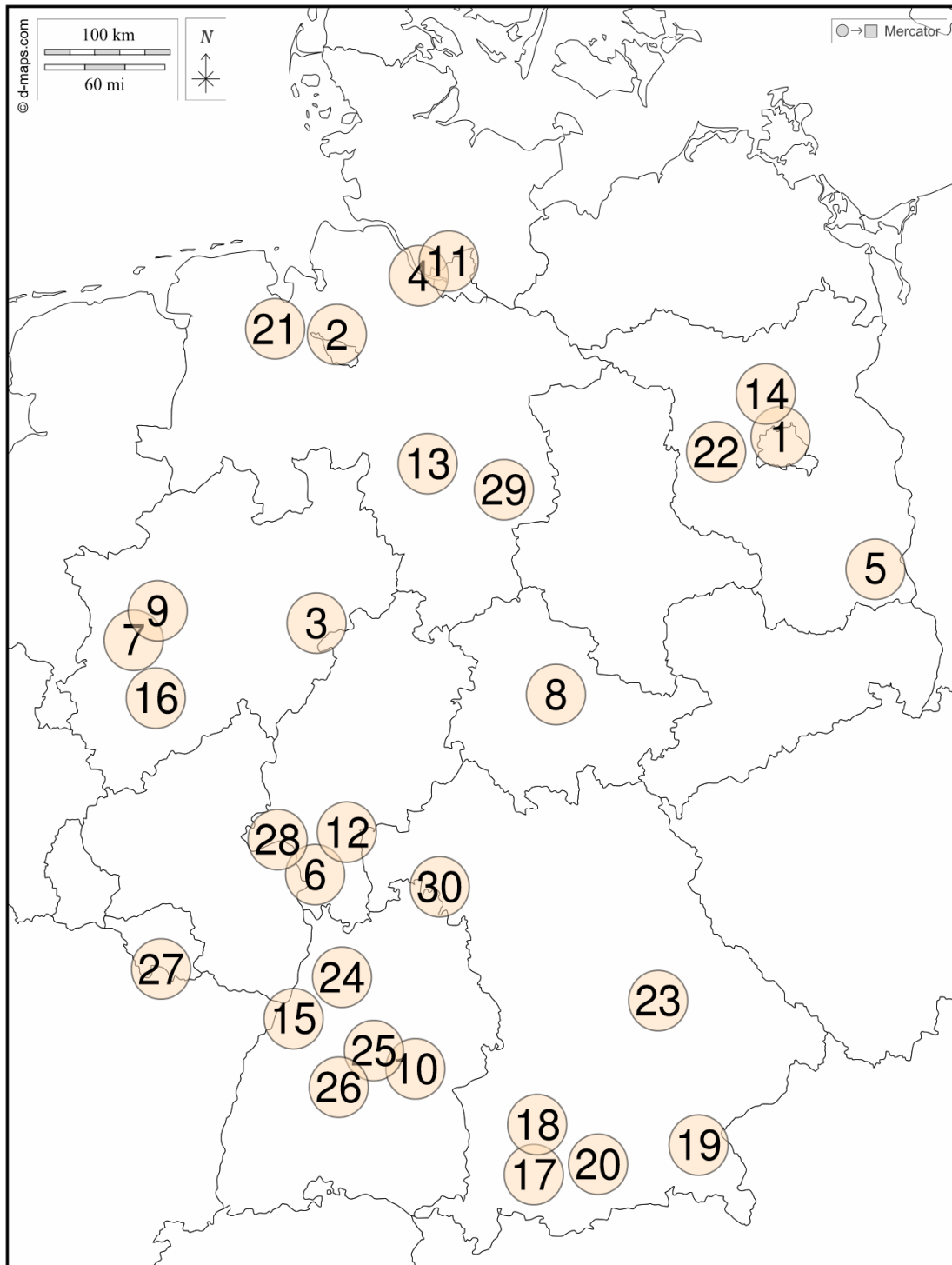


Abbildung 5: Anbieter von Qualifizierungen mit Batteriebezug in Deutschland (Hauptsitze)

Zahlreiche privatwirtschaftlich organisierte Bildungsorganisationen – 16 insgesamt, stark vertreten darunter **VDI, TAH, HDT, IBB, Etech Akademie** – bieten Qualifizierungen in Präsenz- und Digitalformaten in allen Batterie-Wertschöpfungs-Bereichen an. Zielgruppen sind hier Führungs- und Fachkräfte aus dem Kfz-, Elektro- und Logistik-Bereich, zudem Geschäftsführungen und leitende Angestellte aus dem Management, aber vor allem auch Angestellte aus Forschung und Entwicklung mit unterschiedlichen Vorkenntnissen und betrieblichen Verantwortungsbereichen. Einige Qualifizierungen adressieren breit gefasst alle Personen, die mit dem Themenkomplex „Batterie“ berufliche Schnittstellen haben. In diesem Zusammenhang sind auch die Schulungen des Fraunhofer-Instituts **IFAM** zu nennen, die sich insbesondere an Beschäftigte in Forschung und Entwicklung richten.

Insgesamt sind 15 Träger AZAV-zertifiziert und 14 weisen eine Zertifizierung ihres Qualitätsmanagementsystems gemäß ISO 9001 nach. Gesondert zu betrachten sind in diesem Kontext die zertifizierten Elektromobilität-Weiterbildungslehrgänge von **alfatraining**. Diese richten sich vorzugsweise an Akademiker:innen aus dem MINT-Bereich und umfassen 120 bis 480 Unterrichtseinheiten. Durch die AZAV-Zertifizierung können Teilnehmende mit entsprechenden Voraussetzungen eine finanzielle Förderung bzw. Kostenübernahme durch die **Agentur für Arbeit** beantragen.

Die große Anzahl an Bildungsorganisationen und die breite inhaltliche Varietät der Qualifizierungsangebote insgesamt, lassen eine bereits entwickelte Batterie-Bildungslandschaft vermuten. Jedoch ist die tatsächliche Anzahl an Qualifizierungsangeboten mit hoher Wahrscheinlichkeit noch größer und auch die Anzahl der sichtbaren bzw. bekannten Bildungsorganisationen wird sehr zügig steigen. So ist beispielsweise die **Heinze Akademie** in Hamburg am Aufbau eines Batterietrainingszentrums beteiligt, bietet aber aktuell öffentlich keine Qualifizierungen zu Batteriethematen an (siehe Box auf S. 50).

3.3 Die Hauptstadtregion

Die Hauptstadtregion ist eine Bildungsregion. Neben den in Abschnitt 7 besprochenen Forschungseinrichtungen (Hochschulen) besitzen Berlin und Brandenburg eine gute Infrastruktur von Qualifizierungseinrichtungen zur Aus- und Weiterbildung. Angesichts der stetig steigenden Relevanz von beruflicher Qualifizierung ist zu erwarten, dass Bildungsanbieter ihre Qualifizierungsprogramme um Batteriethematen erweitern bzw. bestehende Angebote weiter ausbauen.

Im Oktober 2023 listete die Weiterbildungsdatenbank Berlin-Brandenburg [9] ganze **671 Anbieter** [9] auf - darunter sind auch Volkshochschulen und teils sehr spezialisierte Bildungsorganisationen. Die Liste umfasst auch Mehrfachnennungen an unterschiedlichen Standorten. Diese bieten insgesamt 38.592 Qualifizierungen an - aber nur 38 zum Stichwort „Batterie“ von wenigen Anbietern und mit teils geringem inhaltlichen Batteriebezug.

Für den Bereich der Batteriequalifizierungen lässt sich festhalten, dass nahezu alle bekannten Bildungsorganisationen - wie in Abschnitt 3.2 aufgeführt - mit Geschäftsstellen in der Hauptstadtregion vertreten sind, einige sogar mit Bildungszentren. Bis auf den **TÜV Saarland** unterhalten beispielsweise alle TÜV-Organisationen Niederlassungen ihrer Akademien in Berlin. Die **TÜV Rheinland Akademie** etwa führt 8 Standorte in Berlin und über 20 in Brandenburg. Ebenfalls verankert in der Region ist die **DEKRA Akademie** mit einer Niederlassung in Berlin und neun in Brandenburg.

Zudem deckt die **TAH** in Hennigsdorf als versierter, in der Hauptstadtregion verankerter Bildungsträger eine breite Palette an Themen mit Batteriebezug ab. Dem online einsehbaren Bildungsprogramm nach können auf Anfrage 22 Schulungen zum Thema E-Mobilität und neun Schulungen im Bereich Hochvolt-Technologie in Entwicklung, Produktion und in Serienfahrzeugen gebucht werden. Zudem bietet die **TAH** mit dem Lehrgang „Fachexperte für Elektromobilität (IHK)“ eine modularisierte zertifizierte Abschlussqualifizierung im Batteriethemenspektrum an. Nach Aussage des Anbieters werden diese Bildungsformate regelmäßig durchgeführt.

Ergänzend zeigt Abb. 6 die Unternehmen, die assoziierte Partner von **KOMBiH** sind. Es gibt demnach einige Bildungsorganisationen, die zwar noch keine Qualifizierungen zu Batteriethematen anbieten, dies aber künftig tun möchten. Ihnen stehen die neu zu entwickelnden Qualifizierungskonzepte von **KOMBiH** dafür zur Verfügung.

Nr.	Anbieter	Ort
1	Handwerkskammer Berlin	Berlin
2	Handwerkskammer Cottbus	Cottbus
3	Handwerkskammer Frankfurt/Oder	Frankfurt/Oder
4	IHK Cottbus	Cottbus
5	IHK Frankfurt/Oder	Frankfurt/Oder
6	IHK Potsdam	Potsdam
7	LEAG	Lübbenau
8	TAH Technische Akademie Hennigsdorf	Hennigsdorf
9	ZAL	Ludwigsfelde

Tabelle 3: Bildungsorganisationen und assoziierte Partner von KOMBiH (vgl. Abb. 6)

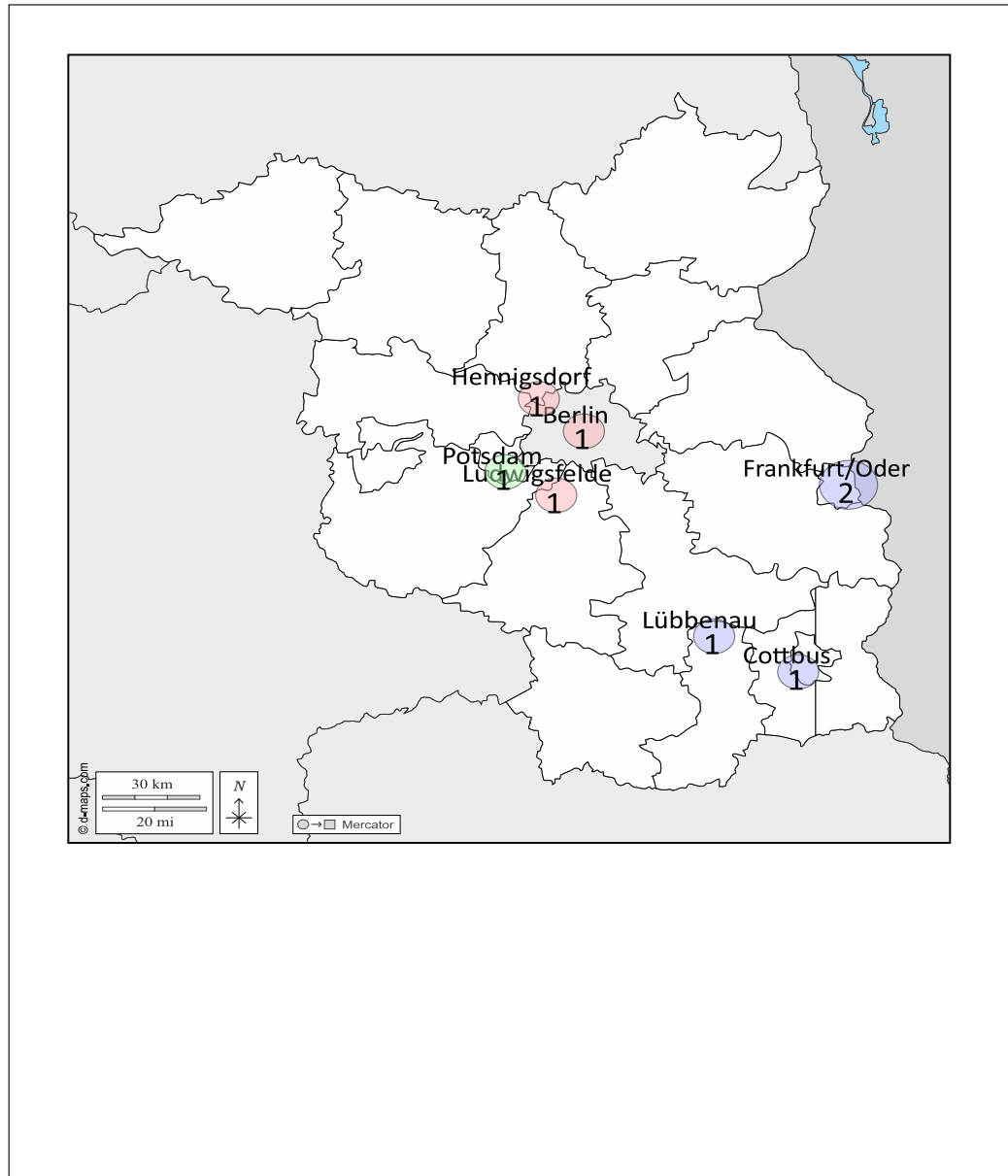


Abbildung 6: Assoziierte Partner und Unterstützer von KOMBiH im Bildungsbereich (vgl. Tabelle 3)

Wenig überrascht die Korrelation der Standorte mit den Ballungszentren. Dies ist dem Umstand geschuldet, dass dort diese Anbieter ihren Hauptsitz bzw. Niederlassungen haben. Ob deren Angebote (bei entsprechender Nachfrage) auch in Unternehmen, also an anderen Orten und zu welchen Teilen sie auch digital und damit sogar ortsunabhängig durchgeführt werden können, bleibt offen. Sicher ist, dass bei einer betrieblichen Bildungsbegleitung und Praxisanteilen in Unternehmen eine enge Verzahnung von Qualifizierung und Betriebsstätten gegeben sein muss.

Legt man die Daten übereinander, so erhält man eine recht hohe Dichte von Anbietenden und Nachfragenden, gewissermaßen eine Gesamtdarstellung des „Batterie-Ökosystems“, wie sie andernorts bereits erfolgt ist [18].

Ebenso überrascht wenig die Nähe der meisten Anbietenden zu den industriellen Zentren bzw. den Zentren der Automobilindustrie. Die Hauptstadtregion schneidet in dieser Untersuchung nicht eben schlecht ab, wenngleich die Visualisierung unter dem Vorbehalt einer gewissen myopischen Verzerrung betrachtet werden muss. In jedem Fall gilt: Der Markt an Qualifizierungsanbietern erscheint funktionierend in dem Sinne hinreichender Konkurrenz und Diversifikation.

Auch wenn sicherlich nicht alle Anbieter technische Themen bzw. Batteriethemata anbieten werden, so ist doch deutlich: Sowohl die Nachfrage nach als auch das Angebot an Qualifizierungen zu Batteriethemata steht unmittelbar vor einer sehr steilen Expansion. Gut vorbereitete Lehrinhalte und gut vorbereitete Lehrende müssen dazu vorgehalten werden.

4 Angebotene Batteriequalifizierungen

Sebastian RÖDL, Jan SUCHANEK

4.1 Methodik

Mit den Bildungsorganisationen, wie im vorherigen Abschnitt beschrieben, wurden zudem die im Zeitraum vom 4. Quartal 2023 bis 1. Quartal 2024 terminierten Qualifizierungsangebote erfasst. Insbesondere wurden Angebote erfasst, die

- a) vorgeschriebene Kenntnisse aufgrund geltender Gesetze und Verordnungen vermitteln, die für praktische Tätigkeiten mit Batterien und Batteriekomponenten erforderlich sind oder
- b) aufbauende Kompetenzen mit Bezug zur Batteriezellfertigung inkl. vor- und nachgelagerter Prozesse vermitteln und
- c) sich an eine der folgenden Berufsgruppen richten:
 - Fachkräfte in Industrie und Handwerk,
 - Beschäftigte in Forschung und Entwicklung,
 - Management (leitende Angestellte, Geschäftsführungen).

Diese Angebote wurden interpretativ im Vier-Augen-Prinzip den Wertschöpfungsbereichen nach Abschnitt 2 zugeordnet. Anschließend wurden die Ergebnisse der beruflichen Zielgruppe, der im Management Beschäftigten analysiert. Danach wurden die Fachkräfte in Industrie und Handwerk in den Blick genommen, gefolgt von Beschäftigten in Forschung und Entwicklung. Einige der untersuchten Angebote wenden sich an mehrere der genannten Zielgruppen. Folglich wurden diese Angebote hier mehrfach erfasst. Auch behandeln einige der Angebote mehrere Themen, auch hier kommt es also zu Mehrfachzählungen. Abschließend betrachteten wir Qualifizierungsformate auf globaler und europäischer Ebene schlaglichtartig (Abschnitt 4.7).

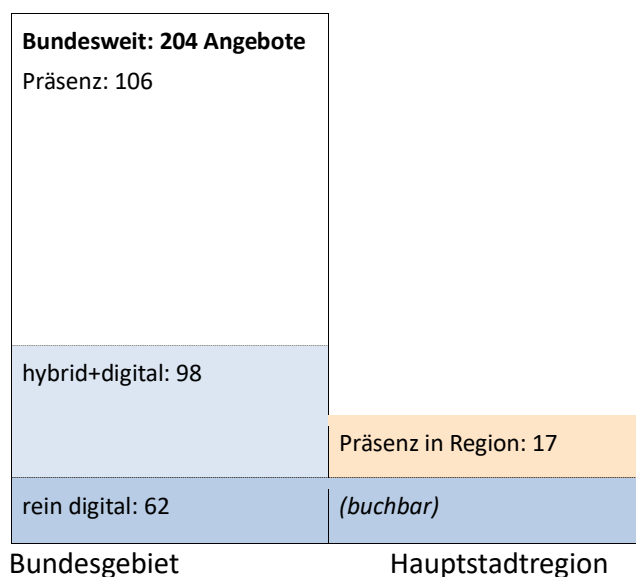


Abbildung 7: Format der Angebote im Bundesgebiet

4.2 Angebote im Bundesgebiet

Im Bundesgebiet (inklusive der Hauptstadtregion) konnten 204 Qualifizierungen identifiziert werden. Betriebsinterne Qualifizierungen, die nach Bedarf von den Unternehmen angefragt und entsprechen maßgeschneidert von den Bildungsorganisationen konzipiert und durchgeführt werden, konnten nicht erfasst werden. Ein Großteil der Unternehmen, die bereits an oder mit Batterien arbeiten, wird ihr Personal in dieser Form und mit hoher Wahrscheinlichkeit vor Ort im eigenen Betrieb weiterbilden lassen.

Eine digitale Komponente haben 98 der 204 erfassten Qualifizierungen. Davon sind 62 rein digitale Angebote. Entsprechend sind 106 reine Präsenzangebote und 36 Hybridangebote (Abb. 7).

Die Qualifizierungen unterscheiden sich erheblich in ihrer Länge (von 2 bis 480 Unterrichtseinheiten), ihren Kosten (von 250 bis 15.000 Euro) und in ihrem Abschlussniveau (zertifiziert bzw. nicht zertifiziert). Die Qualifizierungen bewegen sich vor allem im Bereich der DQR-Niveaus 4 bis 7.

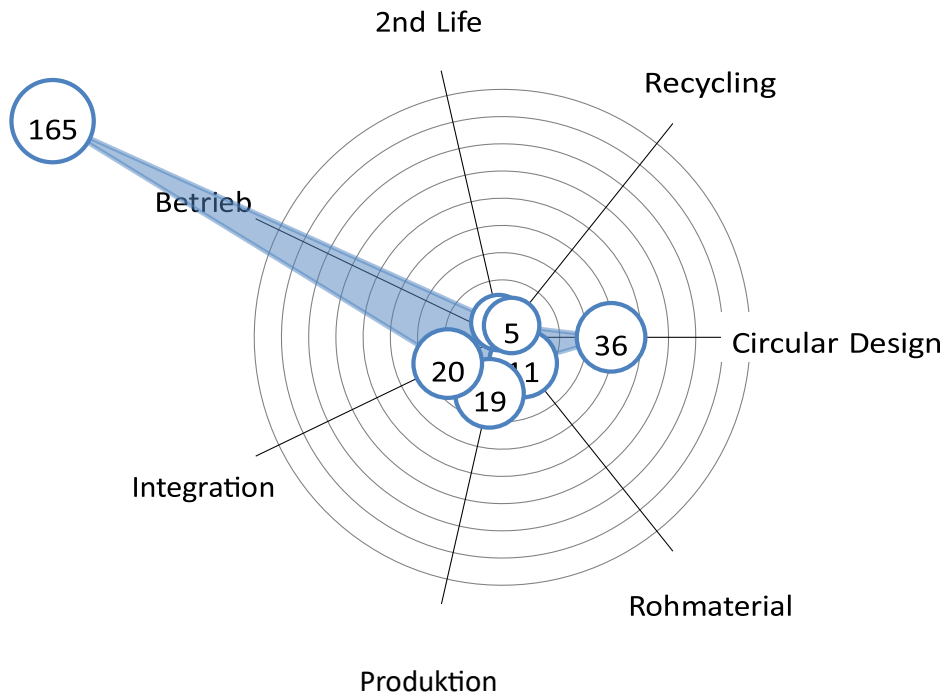


Abbildung 8: Netzdiagramm der 204 angebotenen Batterie-Qualifizierungen im Bundesgebiet

Abb. 8 zeigt, wie sich die bundesweiten Angebote auf die Teile der Wertschöpfungskette verteilen. Der weitaus größte Teil (165 von 204) behandelt den Betrieb von Batterien. Innerhalb dieser beschäftigen sich mit Infrastruktur 25, mit Logistik 22 und mit Sicherheit 17 (Abb. 9).

Von den 204 Angeboten schließen 65 mit einem Zertifikat ab; die übrigen Qualifikationen bieten nur eine Teilnahmebestätigung.

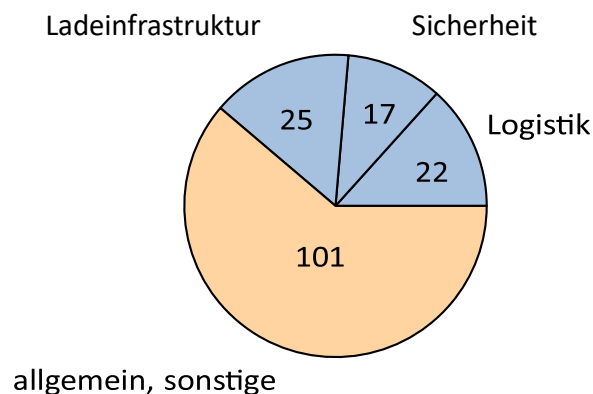


Abbildung 9: Themen der 165 Angebote zu „Betrieb“ im Bundesgebiet

4.3 Angebote für Beschäftigte im Management in der Region

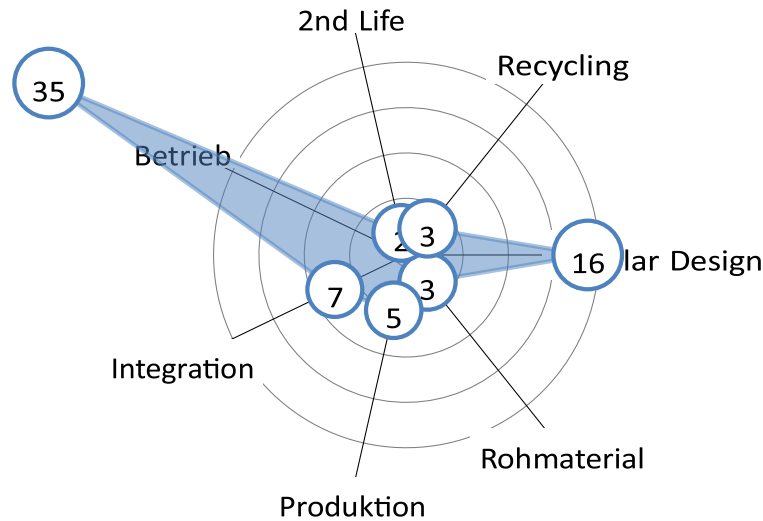


Abbildung 10: Wertschöpfungsbereiche der Angebote für Beschäftigte im Management in der Hauptstadtregion

Abb. 10 zeigt das Profil der in der Hauptstadtregion verfügbaren Angebote für Beschäftigte im Management (leitende Angestellte, Geschäftsführungen). Auffällig ist, dass von den insgesamt 53 Angeboten sich Zweidrittel (66.04%) mit dem Bereich *Betrieb* beschäftigen. Immerhin gut 30 Prozent (30.19%) behandeln *Design*. Einzelne Angebote konnten gleichwohl mehreren Wertschöpfungsbereichen zugeordnet werden.

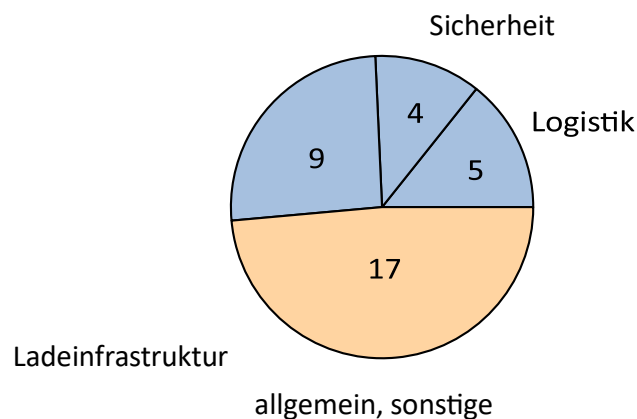


Abbildung 11: Themen der 35 Angebote zu Betrieb für den Bereich Management

Das Themenspektrum für Beschäftigte im Management ist insgesamt recht breit: Zu allen Teilen der Wertschöpfungskette gibt es bereits Angebote, wobei solche zu *Betrieb* überwiegen.

Abb. 11 zeigt, wie sich diese Angebote an Beschäftigte im Management zu *Betrieb* auf die Bereiche: Infrastruktur, Sicherheit, Logistik und sonstige Themen aufteilen. Es gibt mehr Angebote zur Infrastruktur innerhalb von *Betrieb* (9) als zu den übrigen einzelnen Wertschöpfungsbereichen (vgl. Abb. 10). Auch Angebote zu Themen wie Sicherheit (4) und Logistik (5) werden diesen Zielgruppen angeboten. Qualifizierungsangebote für im Management Beschäftigte zeichnen sich durch inhaltliche Breite aus.

Der weitaus größte Teil der Qualifizierungen sind digitale Angebote (teils mit Präsenzterminen in anderen Bundesländern). Präsenzangebote in der Hauptstadtregion gibt es nur 2 (Abb. 12).

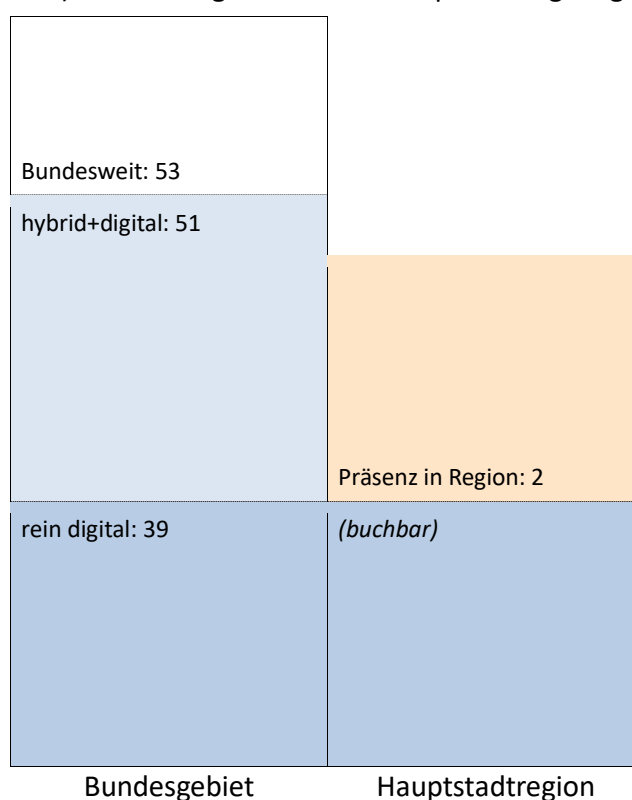


Abbildung 12: Form der Angebote im Bereich Management

4.4 Angebote für Fachkräfte in Industrie und Handwerk in der Region

Abb. 13 zeigt das Profil der in der Hauptstadtregion verfügbaren Angebote an Fachkräfte in Industrie und Handwerk. Auffällig ist, dass sich von den insgesamt 68 Angeboten die meisten (88.24%) mit *Betrieb* beschäftigen. Immerhin fast 12 Prozent (11.76%) behandeln *Design*. Einzelne Angebote konnten gleichwohl mehreren Wertschöpfungsbereichen zugeordnet werden.

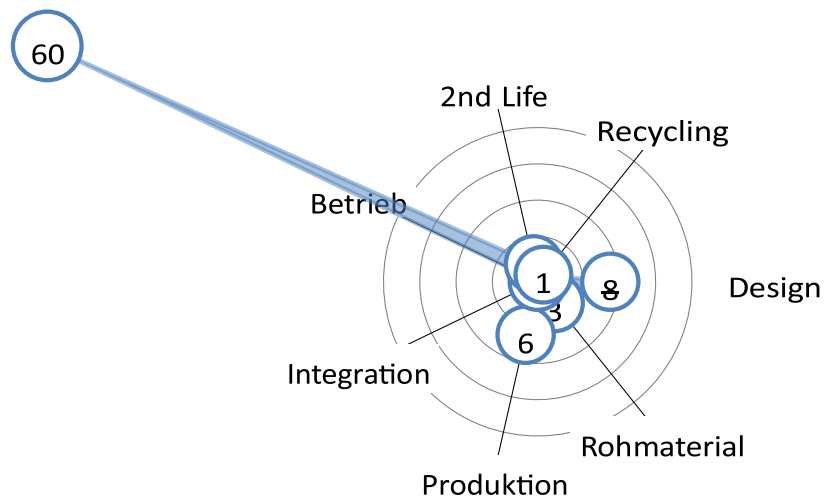


Abbildung 13: Wertschöpfungsbereiche der 68 Angebote für Fachkräfte in Industrie und Handwerk in B-BB

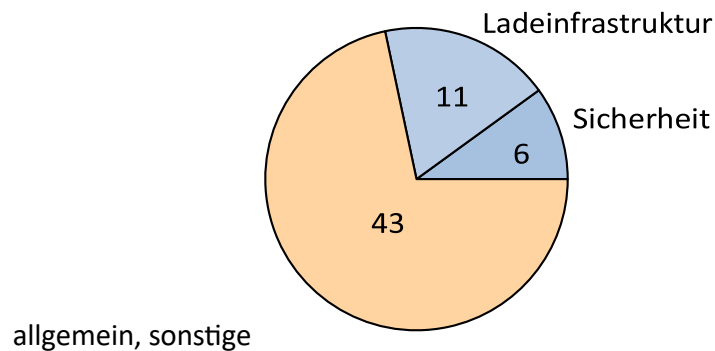


Abbildung 14: Themen der 60 Angebote zu Betrieb für Fachkräfte in Industrie und Handwerk in B-BB

Abb. 14 zeigt, wie sich diese Angebote zu Betrieb an Fachkräfte in Industrie und Handwerk auf die Bereiche Infrastruktur, Sicherheit, Logistik und sonstige Themen aufteilen. Es zeigt sich ein sehr umfangreiches Angebot für Fachkräfte zum *Betrieb* von Batterien allgemein. Diese hohe Zahl kommt auch dadurch zustande, dass gesetzlich vorgeschriebene Qualifizierungen in den Bereichen Hochvolt, Gefahrguttransport, Ladeinfrastruktur und Arbeitsschutz im Allgemeinen hier miterfasst wurden. Der weitaus größte Teil der Qualifizierungen sind digitale Angebote (teils mit Präsenzterminen in anderen Bundesländern). Präsenztermine in der Hauptstadtregion selbst sind nur 13 vorhanden (Abb. 15). Das sind immerhin mehr als für die übrigen untersuchten Gruppen. Das ist insofern nicht erstaunlich, da gerade mit Blick auf die Tätigkeitsfelder von Fachkräften in Industrie und Handwerk eine Wissensvermittlung in Form von praktischem Lernen mit bzw. an der Batterie erfolgen muss.

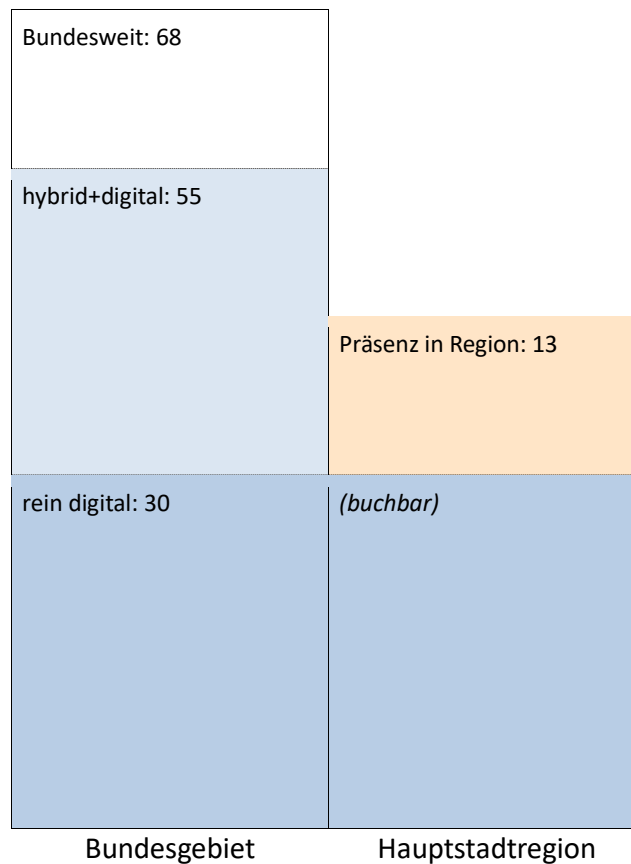


Abbildung 15: Form der Angebote für Fachkräfte in Industrie und Handwerk

4.5 Angebote für Beschäftigte in Forschung und Entwicklung in der Region

Abb. 16 zeigt das Profil der in der Hauptstadtregion verfügbaren Angebote für Beschäftigte in den Bereichen Forschung und Entwicklung. Von den insgesamt 41 Angeboten behandeln knapp Zweidrittel (63.41%) den *Betrieb* von Batterien. Etwa die Hälfte (51.22%) behandeln Design.

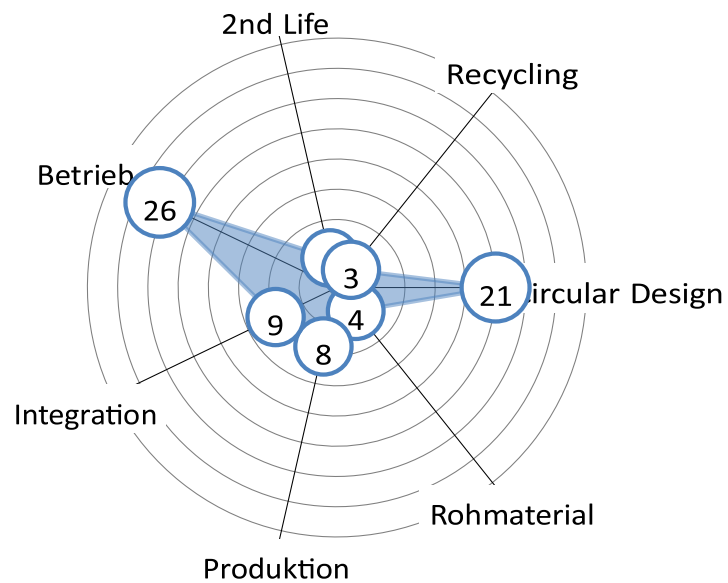
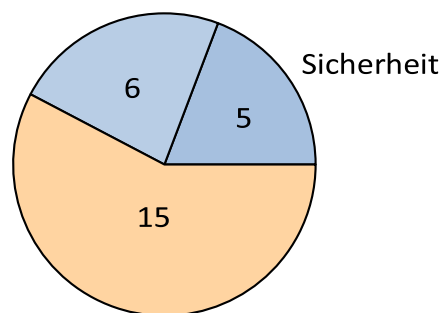


Abbildung 16: Wertschöpfungsbereiche der 41 Angebote für Fachkräfte in Forschung und Entwicklung in B-BB

Einzelne Angebote konnten gleichwohl mehreren Wertschöpfungsbereichen zugeordnet werden. Insgesamt zeigt sich, dass die Angebote an Beschäftigte in Forschung und Entwicklung ein breiteres Spektrum an Themen abdecken bzw. dass zu allen einzelnen Teilen der Wertschöpfungskette mehrere Angebote vorliegen.

Ladeinfrastruktur



allgemein, sonstige

Abbildung 17: Themen der 26 Angebote zu Betrieb für Fachkräfte in Forschung und Entwicklung

Abb. 17 zeigt, wie sich diese Angebote zu Betrieb an Fachkräfte in Forschung und Entwicklung auf die Bereiche Infrastruktur, Sicherheit und sonstige Themen aufteilen. Dem Bereich Logistik ließ sich keine Qualifizierung zuordnen. Der weitaus größte Teil der Qualifizierungen sind digitale Angebote (teils mit Präsenzterminen in anderen Bundesländern). Präsenztermine in der Hauptstadtregion selbst gibt es nur 4 (Abb. 18).

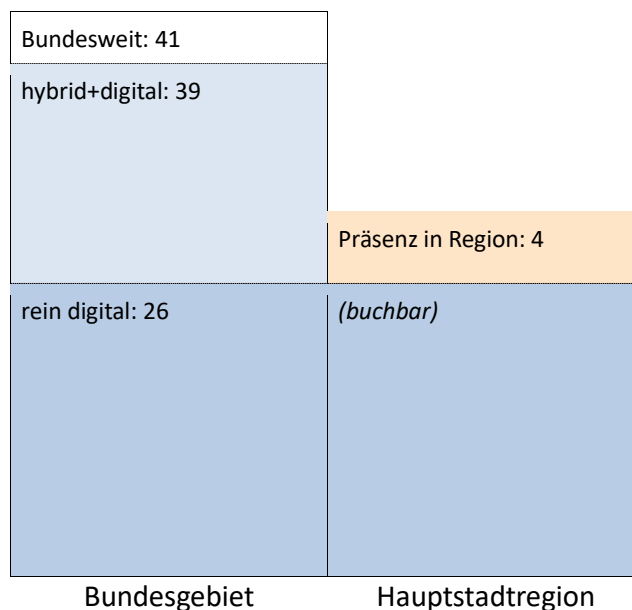


Abbildung 18: Form der Angebote für Fachkräfte in Forschung und Entwicklung

4.6 Fokus Präsenzangebote in der Region

Das Arbeiten mit Batterien oder integrierten Batteriesystemen kann Fachkräften in Industrie und Handwerk nur sehr eingeschränkt in Onlineformaten nähergebracht werden. Nicht zuletzt deshalb, da zwingend arbeitssicherheitsrelevante Standards einzuhalten sind. Welche Bildungsorganisationen bieten Präsenz-Qualifizierungen in der Hauptstadtregion an, die Batterie-Kompetenzen vermitteln? Im Untersuchungszeitraum wurden 17 Qualifizierungen im Präsenzformat mit Batteriebezug in Berlin und Brandenburg gefunden. Diese waren mehrfach auf die genannten Berufsgruppen zuordenbar. Erfasst wurden alle Angebote, die in einem Bildungsprogramm im Internet veröffentlicht und damit einsehbar waren. Folgende Bildungsorganisationen hatten entsprechende Angebote veröffentlicht:

TÜV-Gesellschaften, DEKRA, Kfz-Innung Berlin, Handwerkskammer Potsdam und VDI Wissensforum.

Abb. 19 zeigt die Verteilung der Präsenzangebote der Hauptstadtregion auf die Teile der Wertschöpfungskette. Auch hier überwiegt wieder der Betrieb von Batterien allgemein, mit besonderem Fokus auf Ladeinfrastruktur und Sicherheit (Abb. 20).

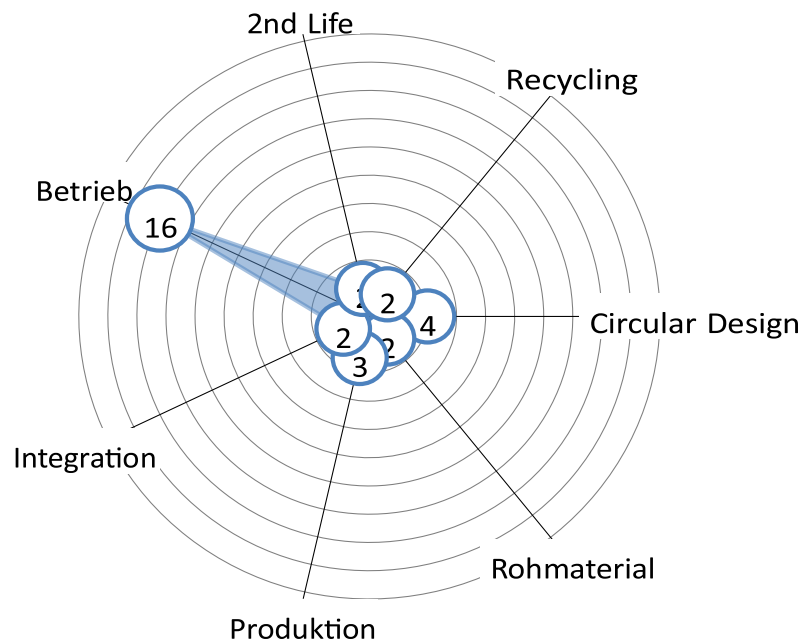


Abbildung 19: Wertschöpfungsbereiche der 17 Angebote in Präsenz in der Hauptstadtregion

Damit wurde „Infrastruktur“ häufiger genannt (5 Nennungen) als beispielsweise „Design“ (4 Nennungen). Viele dieser Qualifizierungen werden öfter angeboten, so befinden sich i.d.R. mehrere Schulungstermine hinter einem Titel. Die **DEKRA** Akademie führt in ihrem Bildungsprogramm beispielsweise die Qualifizierung „Fachkundige Person für Hochvoltsysteme (FHV) Stufe 3S“ und bot diese fünfmal als Präsenz-Qualifizierung in Berlin an, etwa vom 7. bis 9.11.2023 und vom 29. bis 31.1.2024. Insgesamt gab es 48 in Bildungsprogrammen veröffentlichte Termine mit Präsenzanteilen im Zeitraum vom 4. Quartal 2023 bis 1. Quartal 2024.

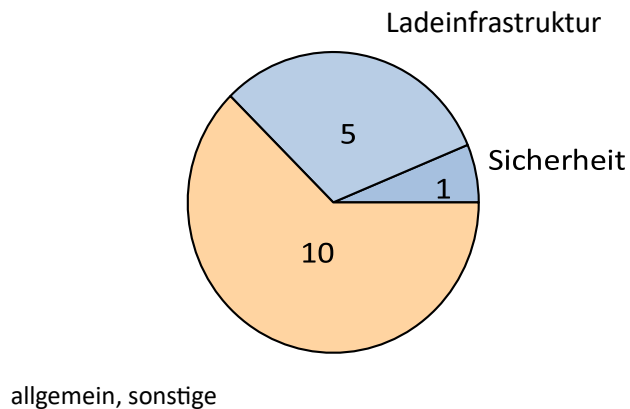


Abbildung 20: Themen der 16 Präsenzangebote zu Betrieb in der Hauptstadtregion

Die verschiedenen **TÜV-Gesellschaften** bieten neun Präsenz-Qualifizierungen im Bereich Hochvolt, Infrastruktur, Arbeitssicherheit und Logistik an. 24 Präsenz-Qualifizierungen in drei Berliner Standorten werden von der **DEKRA Akademie** im Bereich Hochvolt, Logistik und Infrastruktur aufgeführt. Im Bereich Hochvolt bietet die **Kfz-Innung Berlin** vier Präsenzqualifizierungen an Standorten in Berlin und Bernau durch. Die **Handwerkskammer Potsdam** und die **Handwerkskammer Cottbus** listen sechs bzw. eine Präsenzqualifizierung(en) in ihren Bildungsprogrammen, ebenfalls im Bereich Hochvolt. Als einziger privatwirtschaftlich organisierter Bildungsanbieter bietet das **VDI Wissensforum** vier Qualifizierungen im Präsenzformat an, jeweils in Zusammenhang mit den Fachingenieur-Lehrgängen „Elektromobilität“ und „Batterien“ in Berlin. Mit Ausnahme von **VDI** konnten keine terminierten, damit offenen Präsenzqualifizierungen in der Hauptstadtregion ermittelt werden, die Batteriekompetenzen über diese Grundlagen hinaus abbilden.

Dieser Befund muss allerdings unter Vorbehalt betrachtet werden. So scheinen Berlin und Brandenburg auf den ersten Blick spärlich abgedeckt mit Präsenzformaten im Bereich aufbauender Batteriekompetenzen für die untersuchten beruflichen Zielgruppen. Das könnte auf eine Qualifizierungslücke in diesen Segmenten hinweisen. Allerdings werden – so die Erfahrung aus der Bildungspraxis – Unternehmen mit akutem Qualifizierungsbedarf in der Regel die Variante der Inhouse-Schulung anderen, offenen Formaten vorziehen. Regional verankerte Bildungsorganisationen wie die **TAH** in Hennigsdorf sind hierfür mit ihrem inhaltlich breit aufgestellten Batteriebildungsprogramm der natürliche Ansprechpartner für die Unternehmen.

Gleichwohl zeigt die Analyse, dass es eine hohe Dichte an Qualifizierungen in der Hauptstadtregion gibt, die gesetzlich vorgeschriebene Kenntnisse in den Bereichen Hochvolt, Ladeinfrastruktur und Logistik vermitteln – also schwerpunktmäßig zum Arbeitsschutz. Zu nennen ist hier als stärkste Anbieter im Hochvolt-Bereich allen voran die **DEKRA Akademie** sowie die **TÜV Gesellschaften**. Insofern lässt sich für diesen Bereich, der Fachkräften erst das Arbeiten an bzw. mit Batterien überhaupt ermöglicht, ein positive Bildungssituation konstatieren.

4.7 Internationale Angebote

Europa- und weltweit gibt es bereits zahlreiche Angebote, unter anderem von der **European Battery Alliance** und dem Institut **InnoEnergy** [19]. Auch im Rahmen des, von der Europäischen Kommission als „Blue-Print“ geförderten Projektes **ALBATS** wurden Qualifizierungsangebote und dazugehörige Materialien erarbeitet [1].

Im Austausch mit diesen internationalen Kolleg:innen wurde jedoch auch deutlich, dass für die betriebliche Bildungsarbeit Übersetzungen dieser Materialien in die lokale Sprache nötig aber auch schwierig sind, bspw. wenn diese Materialien keine offenen Formate sind, mit Lizenzen belegt, oder nur im Ganzen (z.B. als Moodle-Kurs) buchbar, heruntergeladen und übersetzt werden können. Das gilt auch und insbesondere für (beschriftetes) Bildmaterial.

In großen Konzernen sind daher zweisprachige Angebote und Sprachkurse oftmals Standard. Denn in den internationalen Konzernen wird zumeist auch zweisprachig gearbeitet, und dies immer mehr auch auf den niedrigeren Hierarchieebenen. Oft wird die Fähigkeit, technische Anleitungen und Anweisungen auch auf Englisch verstehen und auf Englisch kommunizieren zu können, als Schlüsselkompetenz gesehen.

Da sich die Technologie im Batteriebereich aktuell rasant entwickelt, liegen oft keine standardisierten Begriffe und keine standardisierten Übersetzungen vor. Dies stellt Unternehmen und Bildungsorganisationen natürlich vor große Herausforderungen. In der Praxis erzeugen diese sprachlichen Unsicherheiten auch Risiken. Zudem sind außerhalb der großen Ballungszentren Sprachbarrieren auch Zuzugsbarrieren.

Daraus folgt, dass hier durch Förderung von Sprachkursen und Übersetzungsleistungen ein großes Potential gehoben werden kann. Es ist abzusehen, dass die Hochtechnologiewirtschaft bald, wie heute schon z.B. die IT-Wirtschaft, vollständig zweisprachig werden wird - mit einer Priorisierung des Englischen. So ist z.B. das gesamte Werk von **Northvolt** in Schweden anglophon - komplett mit anglophonen bzw. bilingualen Kindergärten.

Die erheblichen Kapazitäten zur Batteriezellfertigung im Ausland lassen vermuten, dass es dort auch Qualifizierungsangebote in den jeweiligen regionalen Sprachen gibt. Diese konnten wir nicht erfassen. Aber auch hier gibt es sicher ein großes Potential für Übersetzungen, zumal solche durch den technischen Fortschritt einfacher werden.

Inhalte, die bereits einmal von einer Sprache in eine andere transferiert wurden, sind oft aufgrund der damit einhergehenden Verbesserung der Vorlagen einfacher in weitere Sprachen - also bspw. ins Deutsche - übertragbar. Daher lohnt besonders in den kleineren Nachbarländern nach den Quellen der dort verwendeten Bildungsangebote zu forschen.

Ein besonderes Augenmerk legen wir künftig zudem auch auf Österreich und die Schweiz, deren Angebote hier noch nicht erfasst wurden, weil sie bislang über keine (bekannte) eigene Zellproduktion verfügen.

5 Unternehmen mit Bezug zu Batterien

Matthias GEISTHARDT, Sebastian RÖDL

5.1 Methodik

Um den Stand der bestehenden Kompetenz- und Qualifizierungsbedarfe von Beschäftigten für die Hauptstadtregion abbilden zu können, wurden zunächst die verfügbaren Datenbanken der Konsortialpartner nach Unternehmen gesichtet, die sich den Bereichen der Wertschöpfung (siehe Abb. 4) zuordnen lassen. Mit Vertreter:innen der identifizierten Unternehmen erfolgten Unternehmensbefragungen anhand von leitfadengestützten Interviews im Zeitraum Juni und Juli 2023. Befragt wurden Vertreter:innen der in Tabelle 4 aufgeführten 15 Unternehmen. Der Fokus der Gespräche lag darauf zu erfahren, welche betrieblichen Qualifizierungen bereits stattfinden und welche perspektivisch für einen Kompetenzaufbau der Beschäftigten benötigt werden.

Hierfür wurden die von **ALBATTs** entwickelten als sogenannte „Skills-Cards“ beschriebenen Berufsprofile verwendet (siehe Abb. 29), da für jedes Profil spezifische Kompetenzmodelle hinterlegt worden sind. Die insgesamt 26 Profile wurden den Befragten in numerischer Reihenfolge nacheinander vorgelegt. Die Interviewenden fragten zunächst, ob die jeweiligen Batteriekompetenzen aus Sicht der Unternehmensvertreter:innen grundsätzlich benötigt bzw. nicht benötigt werden. Bei all jenen Berufsprofilen, welche die Interviewten als relevant für ihr Unternehmen nannten, wurde nach der Dringlichkeit des Kompetenzbedarfs gefragt (sofort/zukünftig). Für jedes Unternehmen konnte so eine Übersicht der aktuellen bzw. perspektivischen Batterie-Kompetenzbedarfe erstellt werden.

Anzumerken ist, dass mit einigen, der bereits in der Batterie-Wertschöpfungskette aktiven Unternehmen noch keine Interviews durchgeführt wurden. Es gibt zudem Unternehmen, die in der Hauptstadtregion planen im Batteriebereich tätig zu werden bzw. deren Engagement sich noch in einer sehr frühen Phase befindet (Tabelle 12). Diese ebenfalls zu erfassen, ist Ziel der Ausarbeitung dieser Studie. Allerdings treten fortwährend neue Unternehmen hinzu, sodass dieser „Backlog“ methodisch bedingt niemals vollständig leer sein kann. Die Liste der hier noch nicht erfassten Unternehmen (Tabelle 12) kann als Indikator für das Wachstum der Branche gelesen werden - sowohl von den Tätigkeitsfeldern als auch von Standorten und Mitarbeitern. Darauf wird in Abschnitt 5.10 näher eingegangen.

Tabelle 4: Die befragten Unternehmen

Nr.	Name	Batteriebezug	Ort	MA
1	Tesla Manufacturing Brandenburg	Design, Produktion, Integration	Grünheide	11.000
2	Lausitz Energie Kraftwerke	Betrieb	Cottbus	6.570
3	IAV	Design Integration	Berlin	1.700
4	Mercedes Benz AG VD Berlin	Betrieb	Berlin	1.200
5	Renault Retail Group	Betrieb	Berlin	200
6	Daimler Truck AG Nutzfahrzeugzentrum	Betrieb	Berlin	170
7	Forster System- Montage-Technik	Recycling, Produktion	Forst	100
8	Microvast	Produktion	Ludwigsfelde	90
9	IBAR Systemtechnik	Design	Cottbus	50
10	CONSTIN design + innovation	Design	Berlin	32
11	Havel metal foam	Integration	Brandenburg	30
12	Betteries AMPS	Design, Produktion	Berlin	25
13	Theion	Design, Rohmaterial Produktion	Berlin	20
14	ABCircular	Recycling	Berlin	10
15	Circular	Recycling, Design	Berlin	10
			P	21.207

Nennungen: Design 7; Rohmaterial 1; Produktion 5; Integration 3; Betrieb 4; 2nd Life 0, Recycling 3;

5.2 Verortung in den Wertschöpfungsreichen

Bei den Interviewpartner:innen handelte es sich um Beschäftigte aus unterschiedlichen Unternehmensbereichen. Befragt wurden Geschäftsführungen, Beschäftigte im Management, Personalverantwortliche, Betriebsräte und Verantwortliche für Entwicklung und Qualifizierung (Abb. 21).

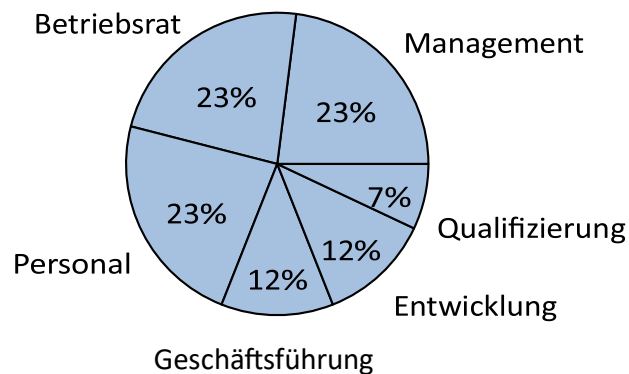


Abbildung 21: Interviewpartner:innen

Die Unternehmensvertreter:innen wurden zuerst direkt gefragt:

- In welchem Teil der Wertschöpfung sind Sie (besonders) aktiv?
- Für welchen Teil der Wertschöpfung erwarten Sie besonders starken Kompetenzbedarf?

Die Selbsteinschätzung zur Position in der Wertschöpfung zeigt Tabelle 4; wie häufig welche Qualifizierungsbedarfe genannt wurden zeigt Abb. 23 (Mehrfachnennungen waren möglich). Die Ergebnisse zeigen die Netzdiagramme Abb. 22 und Abb. 23.

Die befragten Unternehmen operieren in allen Wertschöpfungsreichen (Abb. 4) des Batterieökosystems – mit Ausnahme des (noch wenig aktuellen) Bereichs *Second Life* (Abb. 22). Besonders stark vertreten sind momentan die Bereiche *Design, Produktion, Integration* und *Betrieb*.

Bei den Kompetenzbedarfen wurden die Bereiche *Design, Produktion, Integration* und *Betrieb* am häufigsten genannt (Abb. 23). Der Batteriesektor wird demnach als ein zukunftssträchtiger Sektor erkannt, der mit einem Kompetenzaufbau einhergehen wird bzw. muss.

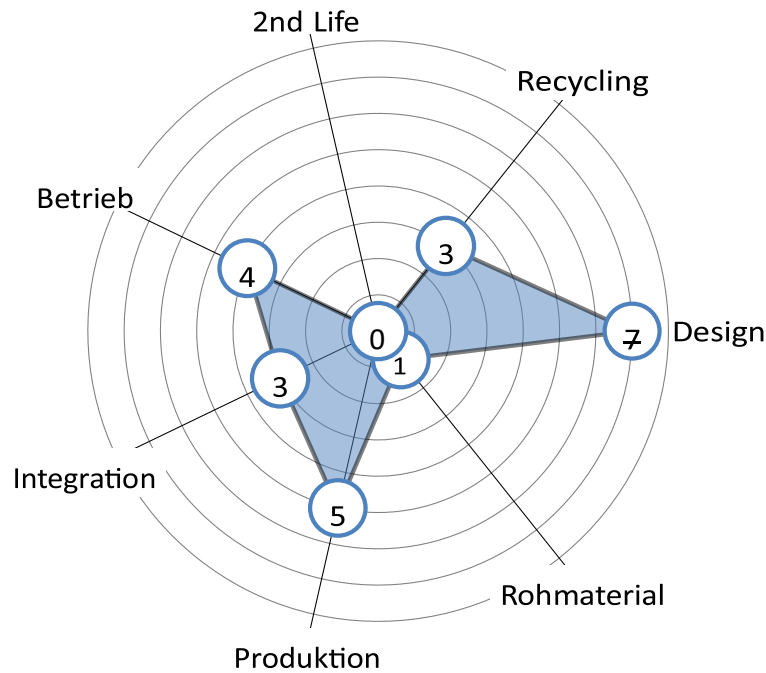


Abbildung 22: Aktivität der Unternehmen innerhalb der Batterie-Wertschöpfungsbereiche

Die Unternehmensvertreter:innen wurden zudem gefragt, in welchen Bereichen weitere Wertschöpfung geplant ist. Deutlich wurde, dass entlang der bestehenden Wertschöpfungskette beschäftigungswirksame Investitionen erwartet werden. So rechnet die Hälfte der Unternehmen mit einem Beschäftigungsaufwuchs in den nächsten Jahren. Allerdings können ein Drittel der befragten Unternehmen keine verlässliche Aussage treffen, ob es im Rahmen der Transformationsprozesse zu mehr oder weniger Beschäftigung am Standort kommen wird.

Es lässt sich festhalten: Der Batteriecluster in der Hauptstadtregion wächst, Unternehmen investieren und stellen sich in allen Batterie-Wertschöpfungs-Bereichen auf. Momentan bewegen sich die Unternehmen v.a. noch in den Bereichen *Design*, *Produktion* und *Betrieb*. Es werden aber - das lässt sich den Aussagen der Interviewpartner:innen entnehmen - nach und nach die vor- und nachgelagerten Wertschöpfungsbereiche strategisch erschlossen.

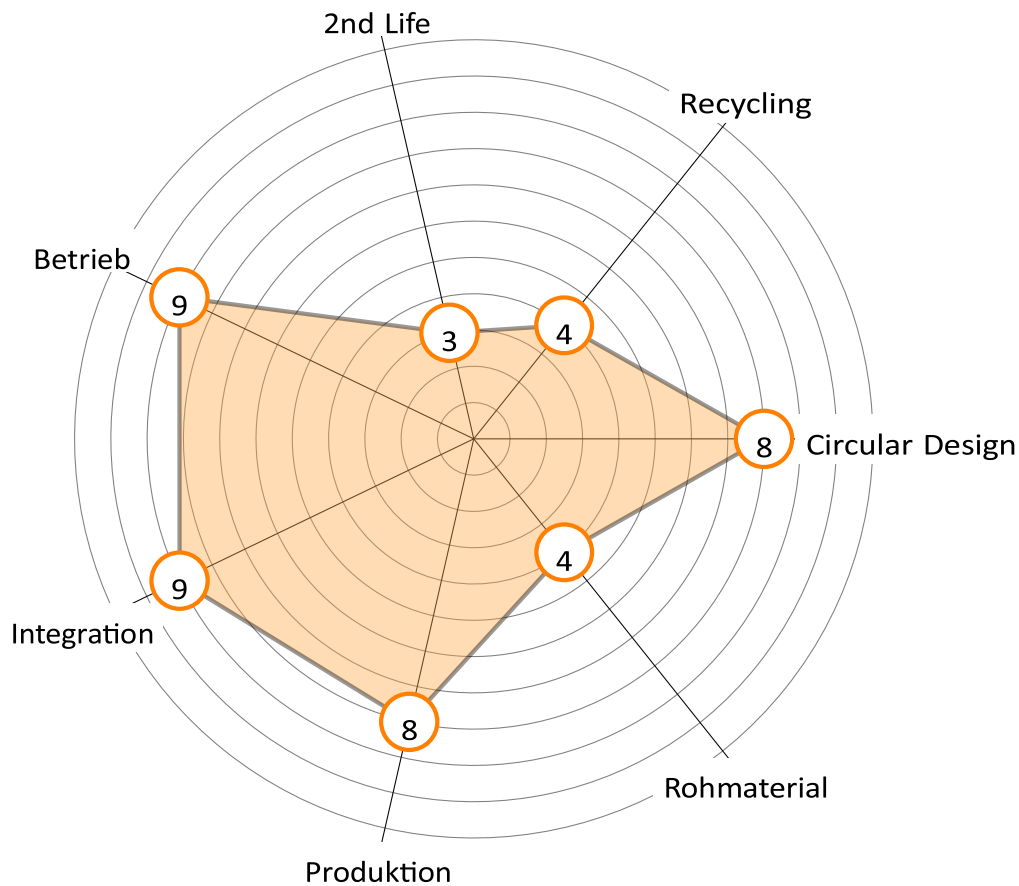


Abbildung 23: Von den Unternehmen benannte Wertschöpfungsbereiche mit perspektivischem Kompetenzbedarf

5.3 Unterstützungsbedarfe

Das Projekt **KOMBiH** hat den Anspruch und die Aufgabe den erforderlichen Kompetenzaufbau der Beschäftigten in den Batterie-Wertschöpfungsbereichen in der Hauptstadtregion mitzugestalten. Die Unternehmensvertreter:innen wurden daher auch gefragt, welche Erwartungen ihrerseits an das Projekt bestehen. Die Antworten (Tabelle 5) zeigen, dass insbesondere Bedarfe an Analysen und Qualifizierungsmaßnahmen bestehen sowie die Teilnahme an Fachveranstaltungen einen hohen Stellenwert haben.

Diese Befunde überraschen insofern nicht, da der Batterie-Sektor ausgesprochen dynamisch ist und aktuelle Informationen zur Entwicklung des Batterie-Ökosystems bei unternehmerischen Entscheidungen einbezogen werden. Wollen Unternehmen ihre Aktivitäten im Batterie-Sektor intensivieren, muss - wie bereits ausgeführt - Personal entsprechend qualifiziert werden.

Tabelle 5: Unterstützungswünsche

Nr.	Unterstützungswunsch	Häufigkeit
1	Analysen zur Batterie-Wertschöpfungskette	
2	Qualifizierungsmaßnahmen	
3	Teilnahme an Fachveranstaltungen	
4	Kooperationen mit Universitäten	
5	Information über aktuelle Entwicklungen	
6	Vernetzung mit Batterie-Akteuren	
7	Einflussnahme auf Rahmenbedingungen (Lobbyarbeit)	
8	Zugang zu Expert:innenpool	
9	Fachkräftemangel entgegenwirken	

Dass ein akuter Bedarf an Qualifizierungsmaßnahmen besteht, ist somit schlüssig. Relevant für die Unternehmen ist zudem die Teilnahme an Fachveranstaltungen. Hier dürfte, neben dem Interesse an der wissenschaftlich-technischen Batterieentwicklung, die Möglichkeit der Vernetzung und Kundenakquise im Vordergrund stehen.

5.4 Geografische Verteilung

Betrachtet man die räumliche Verteilung von Unternehmen mit Batteriezellproduktion oder unmittelbarem Bezug dazu in der Region (Abb. 24), so fällt auf, dass die Produktionsstätten *nicht* in den großen Ballungszentren liegen. Das ist insofern nicht verwunderlich, als es sich um industrielle Anlagen handelt, für die Flächen, Energiebezug und Verkehrsanbindung wesentlich sind. In der Vergangenheit haben sich neu ansiedelnde Unternehmen explizit die Versorgung mit Energie aus erneuerbaren Quellen als Ansiedlungsgrund genannt - wie auch die Versorgung mit gut ausgebildeten Fachkräften.

Abb. 25 visualisiert die Anzahl der an den jeweiligen Standorten Beschäftigten, die sich teilweise nur schätzen lässt. Neben den von uns explizit erfassten und interviewten Unternehmen, die in den beiden Karten Abb. 24 und Abb. 25 abgebildet sind, gibt es natürlich noch einige weitere und vor allem einige, die ihre Standorte angekündigt haben und gerade erst aufbauen. Diese behandeln wir in Abschnitt 5.4.

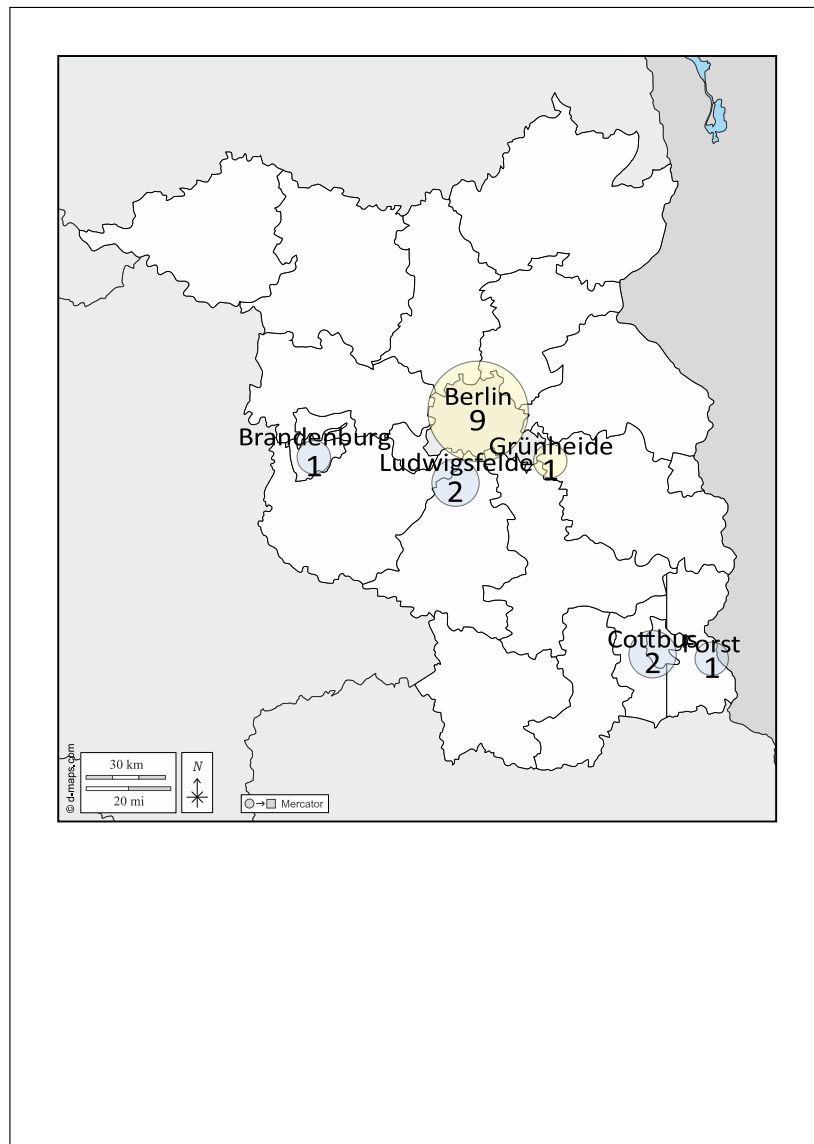


Abbildung 24: Befragte Batterieunternehmen in der Region

5.5 Fachkräftegewinnung

Die Unternehmen rekrutieren ihre Fachkräfte zumindest gegenwärtig zu 47% regional und nur zu 11% bundesweit (Abb. 26). Es wird offenbar meist vorausgesetzt, dass die gesuchten Mitarbeiter:innen bereits in der Region wohnen. Dabei ist nicht differenziert, ob diese potenziellen Mitarbeitenden nun Berufsanfänger:innen oder Umsteiger:innen sind oder sogar solche, die - beispielsweise aus dem Ausland - herziehen und hier Arbeit suchen.

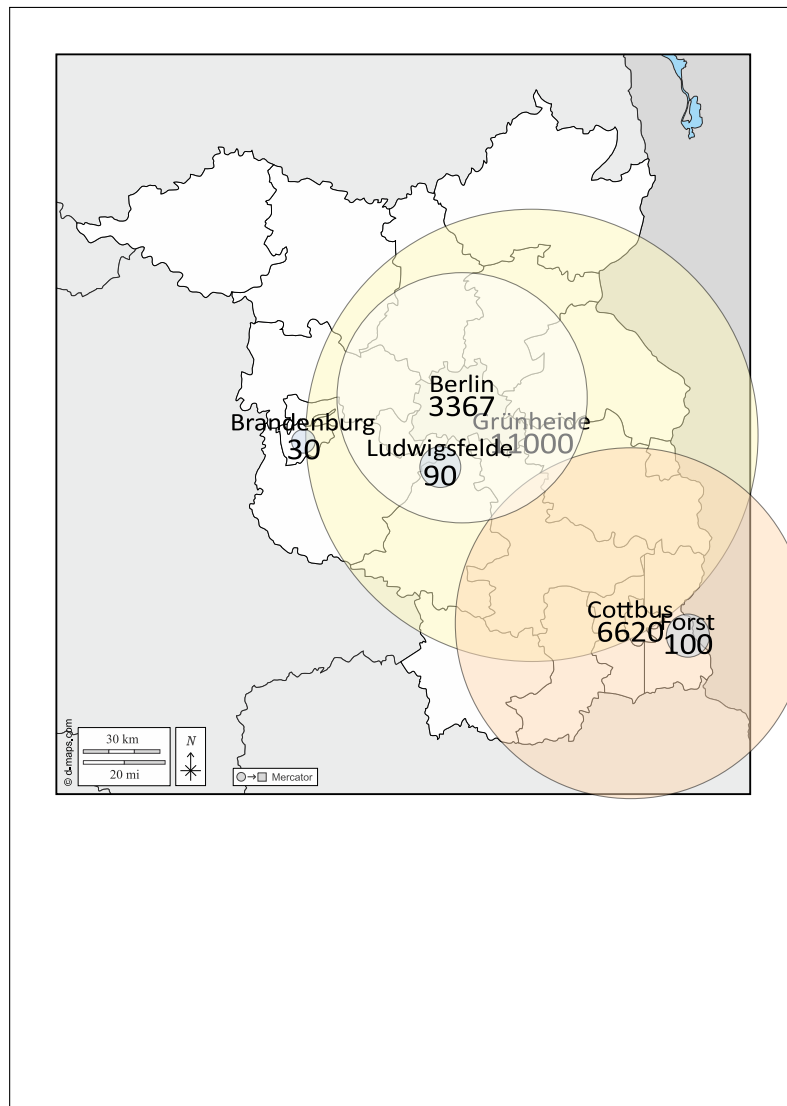


Abbildung 25: Beschäftigte an den Standorten

Dazu ist anzumerken, dass Qualifizierungsangebote auf Englisch in Deutschland kaum angeboten werden. Andererseits gibt es weniger offen zugängliche Lehrmaterialien auf Deutsch als wünschenswert. Zugleich wird in den großen Fabriken (auch außerhalb der Region) zweisprachig gearbeitet, nämlich stets in der Regionalsprache (was bei uns Deutsch wäre) und Englisch. Ein großer Teil der nachgefragten Qualifikationen in Bezug auf *Green Skills* lt. *ESCO* sind „Kommunikation, Zusammenarbeit und Kreativität“ [10], so ist ein steigender Bedarf nach sprachlicher und kommunikativer Weiterbildung zu erwarten.

Tabelle 6: Mitarbeitende in Unternehmen mit Batteriebezug an Standorten in der Region

Ort	Unternehmen	Beschäftigte (ca.)
Grünheide	Tesla	11.000
Cottbus	LEAG	6.620
Berlin	diverse	3.367
Ludwigsfelde	Microvast, Mercedes	90
Forst	Forster	100
Brandenburg	Havel metal foam	30

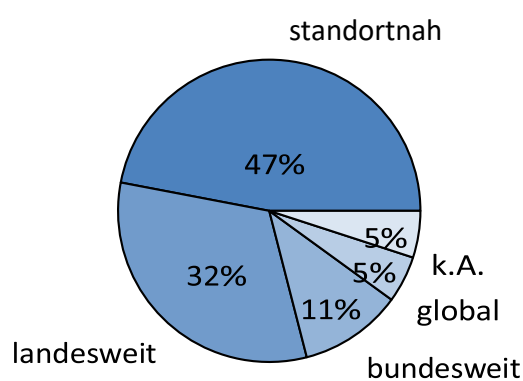


Abbildung 26: Wo werden Fachkräfte gewonnen?

5.6 Hochschul- und Forschungszusammenarbeit

Viele der befragten Unternehmen kooperieren bereits mit den Hochschulen und den Forschungsakteuren in Berlin und Brandenburg. Darüber hinaus existieren überregionale Kooperationen mit Hochschulen und Forschungsakteuren, insbesondere mit sächsischen (Tabelle 7). Diese starke Orientierung nach Sachsen erklärt sich dadurch, dass die Lausitz auch Teile von Sachsen umfasst - Dresden ist für Lausitzer Unternehmen näher als Berlin. Aber auch die wirtschaftliche Stärke des südlichen Nachbarlandes als traditioneller Industriestandort spielt eine Rolle. Sowohl die Einwohnerzahl als auch das Bruttoinlandsprodukt Sachsens ist etwa das 1,6-fache dessen von Brandenburg. Dies zeigt aber auch, dass die „Hauptstadtregion“ über die Grenzen Brandenburgs hinausreicht. Einige Verbindungen bestehen in andere Bundesländer, etwa nach Sachsen-Anhalt mit der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, nach Baden-Württemberg mit der Universität Stuttgart oder nach Niedersachsen mit der Hochschule Wolfenbüttel. Die größeren Unternehmen mit nationaler und internationaler Präsenz arbeiten mit weiteren F&E-Partnern zusammen.

Tabelle 7: **Forschungs- und Hochschulpartner in der Region**

Nr.	Institution (alphabetisch)
1	Berliner Hochschule für Technik
2	Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg
3	Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
4	Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin
5	SRH Berlin University of Applied Sciences
6	Technische Hochschule Brandenburg
7	Technische Hochschule Wildau
8	Technische Universität Berlin
9	Fraunhofer-Institut f. Produktionsanlagen u. Konstruktionstechnik (Berlin)
10	Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung (Potsdam)
11	Hasso-Plattner-Institut Potsdam
12	Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (Berlin)

Tabelle 8: **Forschungs- und Hochschulpartner außerhalb der Region**

Nr.	Institution (alphabetisch)
1	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt Stuttgart
2	Hochschule Zittau/Görlitz
3	Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften Wolfenbüttel
4	TU Bergakademie Freiberg
5	Technische Universität Chemnitz
6	Technische Universität Dresden
7	Technische Universität Graz
8	Technische Universität Magdeburg
9	Universität Stuttgart
10	Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik u. Angewandte Materialforschung Dresden
11	Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik (Dresden)
12	Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden

Bildungspartner und konzerneigene Bildungseinrichtungen

Tabelle 9: Bildungspartner der befragten Unternehmen

Nr.	Bildungspartner
1	AFK-International Berlin
2	bbw Hochschule Berlin
3	IHK Cottbus
4	OSZ Forst / Spree-Neiße
5	QualifizierungsCENTRUM der Wirtschaft (QCW) Eisenhüttenstadt
6	LEAG / QLEE
7	TÜV Süd Akademie
8	Berufliches Schulzentrum Weißwasser
9	SKZ – Das Kunststoff-Zentrum Halle
10	TC-Kleben Übach-Palenberg (NRW)

Eine Reihe von Unternehmen kooperiert bereits mit regionalen und überregionalen Bildungsträgern bzw. -projekten (Tabelle 9). Diese Netzwerke mit Bildungsträgern sind relevant für die Durchführung von Qualifizierungsmaßnahmen für Beschäftigte, Ausbildung und Verbundausbildung. Unternehmen, die zu Konzernen gehören, führen in der Regel Qualifizierungen in konzerneigenen Bildungsinstituten durch. Gerade die neu entstehenden „Gigafactories“ werden voraussichtlich auch eigene Trainingszentren aufbauen. Konzerne mit internationaler Präsenz besitzen eigene Konzepte zur Einarbeitung, und zur Anschluss- oder Umqualifizierung, die vor allem an bestehenden Standorten stattfindet. Es wäre nur folgerichtig, wenn solche Unternehmen neben den neuen Fertigungsstätten auch Trainingszentren errichten würden. Dies kann eben auch in konzernübergreifenden Kooperationen, etwa im Rahmen von Weiterbildungsverbänden, geschehen.

Ein Beispiel aus dem Europäischen Ausland ist das Batterietrainingszentrum von **NOVO**, einer Joint Venture von **VOLVO** und **Northvolt**, das im Zusammenhang mit der GigaFactory bei Göteborg entsteht [25]. In Berlin und Brandenburg gibt es aktuell noch **kein** solches Trainingszentrum. Im Rahmen von **QuW-Lib** entsteht ein solches in Itzehoe in Schleswig-Holstein; hier sind die Partner **Northvolt** und **CustomCells**, das **Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie (ISIT)**, das **Branchennetzwerk Erneuerbare Energien Hamburg (EEHH)** und das Weiterbildungsunternehmen **Heinze Akademie**. Träger des Projekts ist die **VDI/VDE Innovation + Technik GmbH**. [24]

5.7 Qualifizierungsmaßnahmen der Unternehmen

„Qualifizierung der Beschäftigten muss als originäre Aufgabe des Managements verstanden werden.“ – Ein Betriebsrat in einem unserer Interviews

Die Unternehmen bieten ihren Beschäftigten geregelte Fortbildungen an. Dabei handelt es sich u.a. um Hochvolt-Schulungen als Grundlage für das Arbeiten mit Batterien. Zudem werden von einigen Unternehmen Fortbildungen zur Qualifizierung als Techniker:in und Meister:in auch berufsbegleitend durchgeführt. Diese Fortbildungen erreichen das DQR-Level 6 (Tabelle 10).

Tabelle 10: **Geregelte Fortbildungen**

Nr.	Bezeichnung
1.	EFFT-Elektrofachkraft-Qualifizierung
2.	Hochvolt-Schulungen
3.	Leichtbauingenieur:inausbildung
4.	Meister:inausbildung
5.	Service-Techniker:in-Qualifizierung
6.	Techniker:inausbildung

Die Schulung „Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten“ (EFFT) ist ein HV-Advanced Seminar (HV-2E-B). Mitarbeitende mit elektrotechnischen Vorkenntnissen werden zu möglichen Gefahren an elektrifizierten Fahrzeugen und Komponenten ausgebildet. In der Weiterbildung werden die Kenntnisse der Elektrotechnik vermittelt, die für das sichere und fachgerechte Durchführen dieser Tätigkeiten erforderlich sind. Teilnehmen können Mitarbeitende mit Tätigkeiten nach DGUV Information 209-093, Stufe 2 mit elektrotechnischer Vorkenntnis [7].

Tabelle 11: **Ausbildungsgänge**

Nr.	Bezeichnung
1.	Anlagenführer:in
2.	Chemielaborant:in
3.	Elektrotechniker:in / Elektroniker:in für Betriebstechnik
4.	Fachkraft für Lagerlogistik / Berufskraftfahrer:in
5.	Fachinformatiker:in für Systemintegration / für spezifische Anwendungen
6.	Industriemechaniker:in
7.	Karosserie- und Fahrzeugbaumechaniker:in
8.	Mechatroniker:in / Kfz-Mechatroniker:in
9.	Verfahrensmechaniker:in Kunststoff- und Kautschuktechnik

Jedes zweite Unternehmen bietet Ausbildungsgänge mit potenziellem Bezug zur Batteriewertschöpfung an (Tabelle 11). Zwei Unternehmen ermöglichen duale Studiengänge. Dabei handelt es sich um die MINT- und Ingenieurs-Studiengänge *Elektrotechnik, ausbildungsintegriert* und *Green Engineering* von der **BHT**. Dabei gab ein Unternehmen an, dass es duale Studiengänge bereits seit 20 Jahren erfolgreich anbietet. In Bezug auf die Fachkräftegewinnung sind bei den Themen Ausbildung und duales Studieren erhebliche Potenziale festzustellen.

5.8 Best Practice-Beispiele

Aus der Analyse der durchgeführten Interviews lassen sich bereits eine Reihe positiver Beispiele nennen, wie Unternehmen gute Rahmenbedingungen für Qualifizierungen schaffen.

Regionale Netzwerke mit Hochschulen, IHK, HWK, Bildungsträgern und FuE-Akteuren - Eine gute regionale Vernetzung mit Hochschulen, IHK, HWK, Bildungsträgern, Forschungs- und Entwicklungsakteuren wirkt sich positiv für Unternehmen aus. Das lässt sich aus den Befragungen ablesen. Kooperationen mit Hochschulen und FuE-Akteuren unterstützen sie dabei, zumindest in Teilen auf dem aktuellen Forschungs- und Entwicklungsstand zu sein. Kooperationen mit Bildungsträgern, IHK und HWK helfen bei Ansätzen zur Qualifizierung der Beschäftigten.

Weiterbildung im Verbund Das BMWK-geförderte Projekt **QLEE** baut einen Verbund von Unternehmen mit Bezug zu Erneuerbaren Energien in der Lausitz auf, um gemeinsam Qualifizierungen durchzuführen für eine gelingende Transformation der Region. Hier arbeiten Unternehmen unterschiedlicher Größe zusammen, identifizieren gemeinsame Qualifizierungsbedarfe und organisieren die dazu passenden Angebote lokal. Die Bündelung wirkt kostensenkend und ermöglicht Angebote vor Ort. Initiatoren sind das **Institut für Betriebliche Bildung IBBF**, der **Bundesverband für Erneuerbare Energien BEE** und die **LEAG**.

Einsatz betrieblicher „Batterie-Teams“ Für Unternehmen in der Transformation, können „Batterie-Teams“ den Prozess begleiten. In den Batterie-Teams wirken Mitarbeitende abteilungsübergreifend zusammen, qualifizieren sich und tauschen sich aus. Dadurch wird das Unternehmen in die Lage versetzt, die Herausforderungen der Transformation zu meistern.

Betriebliche und tarifliche Regelungen Betriebliche Regelungen für Weiterbildungsbudgets schaffen einen klaren und transparenten Rahmen für die Kosten von Qualifizierungen und Weiterbildungen.

Tarifvertragliche Regelungen zur Qualifizierungszeit und -budget können einen verlässlichen und transparenten Rahmen schaffen, damit die Beschäftigten die für Weiterbildung notwendige Zeit nutzen können. Zum Beispiel haben die Sozialpartner eines Unternehmens in einem Zukunftstarifvertrag ein Qualifizierungszeitbudget festgelegt. Dieser sieht vor, dass bei einer 38-Stundenwoche 2 Wochenstunden für Qualifizierung eingeplant werden.

Einsatz von Weiterbildungsmentor:innen Der Einsatz von Weiterbildungsmentor:innen kann die Beschäftigten auf ihrem Weg zur passenden Qualifizierung unterstützen. Diese sollen die Beschäftigten ermutigen, sich weiterzubilden und Beratung zu inner- und außerbetrieblichen Weiterbildungsangeboten leisten. Des Weiteren können Weiterbildungsmentor:innen die Unternehmen bei der Planung und Umsetzung betrieblicher Weiterbildungsprojekte unterstützen.

Intergenerationale Lerntandems Viele größere Unternehmen haben inzwischen Tandemprogramme integriert, bei denen jüngere und ältere Mitarbeitende zusammenkommen. Dabei kommt es vor allem zu einem Austausch von digitalen Fertigkeiten und Erfahrungswissen.

5.9 Perspektiven: Neuansiedlungen

Jan SUCHANEK

Unsere Stichprobe erfasst nicht alle Unternehmen, die aktuell bereits in Berlin und Brandenburg „mit Batterien zu tun haben“. Viele weitere haben einen eher indirekten Batteriebezug, beispielsweise seien genannt Netzbetreiber und Energiehändler, aber auch Hersteller von Bei- und Vorprodukten wie Verpackungen. Diese sind nicht Gegenstand dieser Untersuchung. Jedoch gibt es auch solche mit unmittelbarem Bezug zur Batterie(zell)produktion, die bislang nicht betrachtet wurden:

1. solche, die bereits aktiv sind, aber mit denen wir noch keine Interviews haben führen konnten (darunter BASF in Schwarzheide),
2. solche, die Investitionsabsichten in der Region bekundet haben, aber deren Aktivitäten noch in einer frühen Phase sind.

Tabelle 12 listet einige davon, die hier nicht unerwähnt bleiben dürfen - auch wenn in jüngster Zeit die tatsächliche Realisierung dieser Vorhaben aus verschiedenen Gründen fraglich wird [6]. Heraus sticht die angekündigte Investition von SVOLT in Schwarzheide: hier müssen hunderte Mitarbeitende im Bereich Produktion eingestellt und qualifiziert werden.

Unsere geografischen Darstellungen aus Abschnitt 5.4 lassen sich für ein vollständigeres, allerdings auch eher optimistisches „prognostisches“ Bild um diese ergänzen. Abb. 27 verzeichnet diese nicht erfassten und neuen Standorte auf der Karte der Region zusätzlich zu den erfassten; Abb. 28 stellt die geschätzte bzw. angekündigte Beschäftigtenzahl dar.

Tabelle 12: **Noch nicht erfasste Unternehmen mit zukünftigen MA**

Nr	Name	Status	Bezug	Ort	MA (ca.)
1	BASF	in Betrieb	Design Produktion	Schwarzheide	2.176
2	Mercedes	in Betrieb	Integration Betrieb	Ludwigsfelde	240
3	Alstom	in Betrieb	Design Produktion Integration Betrieb	Hennigsdorf	100
4	SVOLT	angekündigt	Produktion	Schwarzheide	1.000
5	Rock Tech	angekündigt	Rohmaterial	Guben	170
6	Botree	angekündigt	Recycling	Guben	150
7	Altech	angekündigt	Produktion	Schwarze Pumpe	50
					P 3.886
Nennungen: Design 2; Rohmaterial 1; Produktion 4; Integration 2; Betrieb 2; 2nd Life 0 Recycling 1					

Auffällig ist vor allem, dass sich die Neuansiedlungen in den Grenzregionen ballen, und zwar zu Sachsen, insbesondere in den traditionellen Lausitzer Industriestandorten Schwarzheide und Schwarze Pumpe. Aber auch in Guben an der Grenze zu Polen (Woiwodschaft Lebus) kommt es zu Investitionen. Anzumerken ist auch, dass die große Beschäftigtenzahl in Cottbus die Mitarbeitendenzahl der LEAG abbildet. Nun ist zumindest aktuell nur ein kleiner Teil dieser Unternehmensmitarbeitenden tatsächlich im Batteriebereich tätig; insofern ist die Darstellung leicht irreführend. In Zukunft, nach der vollzogenen Abkehr von der Kohle, kann aber diese Zahl durchaus realistisch sein, indem immer mehr Mitarbeitende in die Bereiche der Erneuerbaren Energien und vergleichbarer Technologien, also auch in den Batteriesektor, wechseln. Es ist nicht zu übersehen, dass sehr schnell sehr viele Arbeitsplätze geschaffen werden können - und damit auch ein sprunghafter Bedarf nach Qualifizierungen entsteht. Im gegenwärtigen Ausbaustand der Wertschöpfungskette liegen diese dann vor allem im Bereich der Produktion (und nicht z.B. im Batterierecycling).

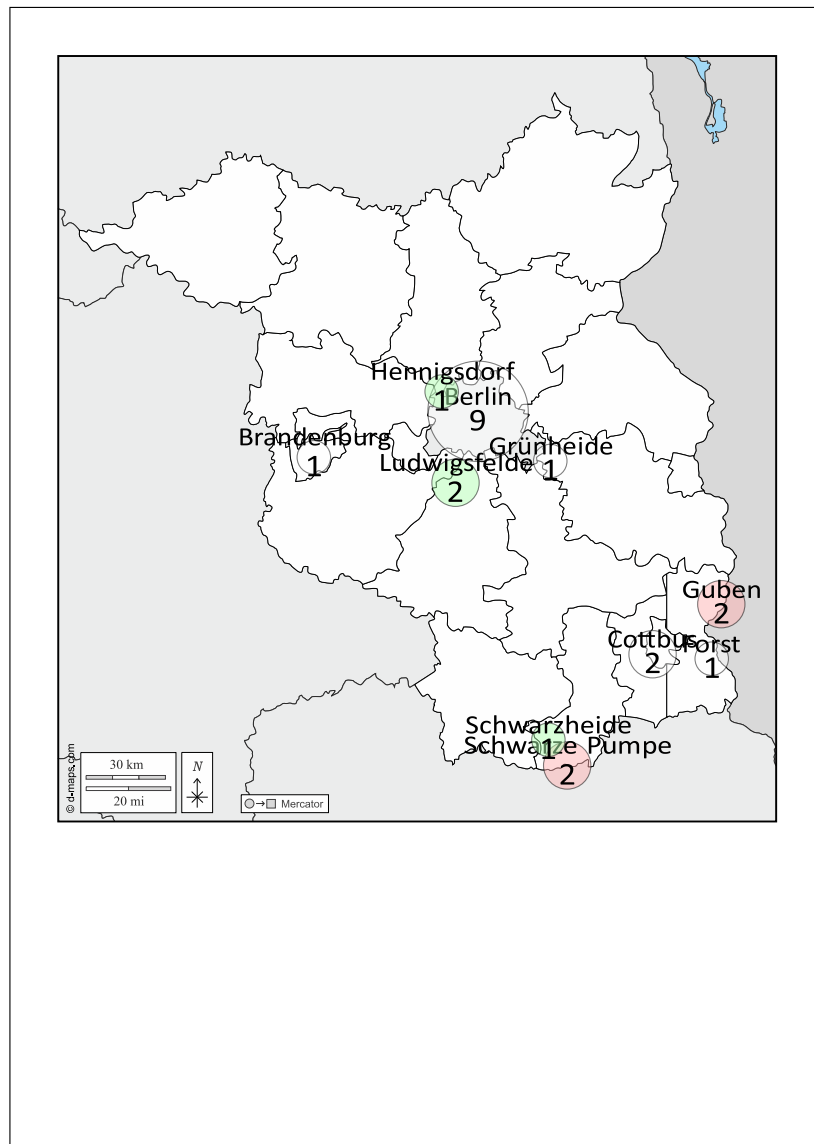


Abbildung 27: Neuansiedlungen in Schwarzheide und Schwarze Pumpe

Führt man sich dagegen die Wertschöpfung (Abb. 4) vor Augen, so wird deutlich, dass nach Erreichen einer gewissen Ausstattung mit Personal der Batteriezellfertigung eine ähnliche Entwicklung in den übrigen Bereichen stattfinden wird. Es gilt also auch für diese Bereiche Qualifizierungspläne auszuarbeiten und Personal idealerweise zu qualifizieren, *bevor* die entsprechenden Produktionsstätten in Bau gehen (vgl. Abschnitt 1). Auffällig ist in Abb. 27 eine gewisse Häufung um Berlin einerseits, aber auch in der Lausitz als Energierevier. Gerade hier lohnt es sich, den Begriff der „Hauptstadtregion“ größer zu fassen und über die Grenzen der Bundesländer hinweg zu schauen (und zu planen).

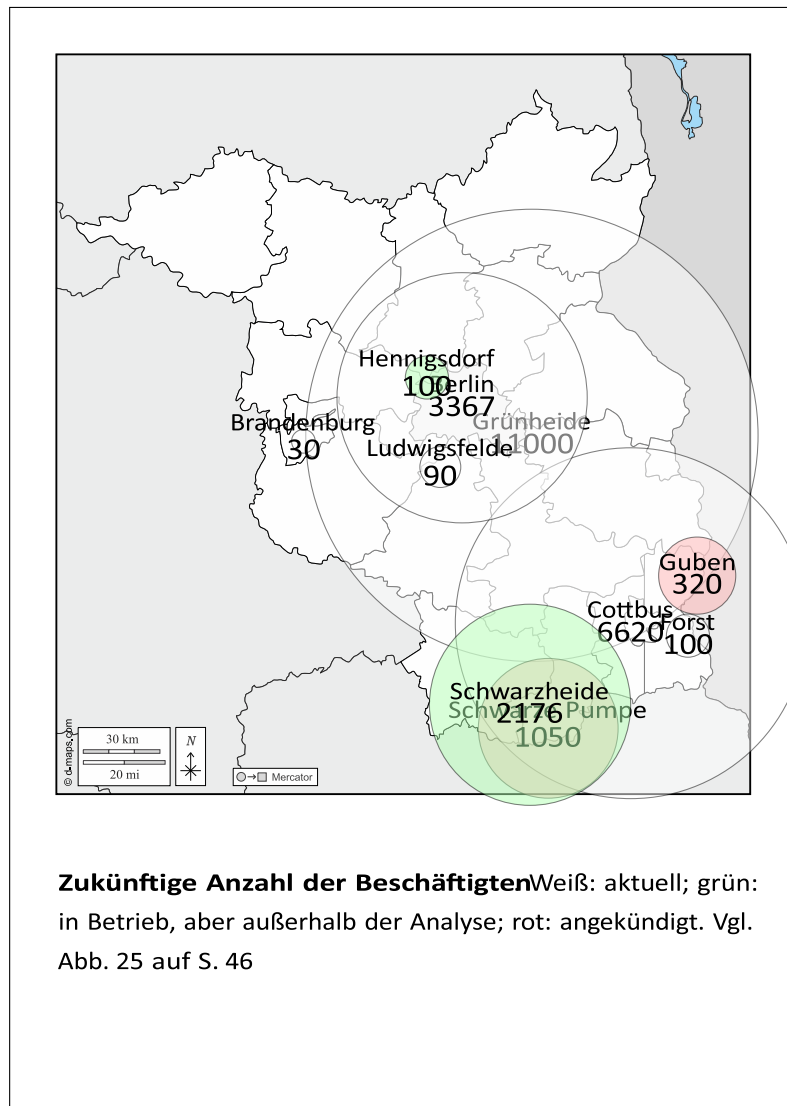


Abbildung 28: Beschäftigte an den Standorten und angekündigte neue Werke.

So befindet sich der Industriepark „Schwarze Pumpe“ unmittelbar *auf* der Landesgrenze zu Sachsen. Dort hat auch die **LEAG** den aktuell größten Batteriespeicher „Big Battery“ in Betrieb genommen. Mit **BASF**, **SVOLT** und anderen scheint sich gerade in der Lausitz ein sehr großer Batteriecluster zu entwickeln. Es sollte sich also lohnen, zumindest diesen Standort immer weiter mit einzubeziehen und mitzubetrachten - und dies auch zusammen mit Sachsen, Polen und Tschechien zu tun. Unsere Karten verzeichnen keine größeren Trainingszentren, weil es solche in der Region nicht gibt. Es wäre begrüßenswert, wenn solche Orte entstehen würden. Vorbilder gibt es dafür in Europa- und weltweit.

Ein Blick in die Nachbarländer In Polen gibt es in Biskupice Podgórne nahe Wrocław (Breslau) mit dem Werk von **LG Energy Solution (LGES, eine Tochter von LG Chem)** eine laufende Gigafactory für Batterien mit über 7000 Beschäftigten [22]. In Nysa (Neisse) ist eine weitere Fabrik von **IONWAY** angekündigt, ein Joint Venture von **Umicore** und **PowerCo** und damit Teil des **Volkswagen**-Konzerns [21], der unter anderem in Tschechien (Mladá Boleslav) Elektrofahrzeuge produziert. **Mercedes** betreibt eine Batteriefabrik in Jawor, Polen mit über 800 Beschäftigten [23].

6 Gesuchte Berufe/Fähigkeiten

Sebastian RÖDL, Jan SUCHANEK

6.1 Methodik

ALBATTs Skills Cards Im EU-Projekt *Alliance for Batteries Technology, Training and Skills (ALBATTs)* wurden Stellenanzeigen im Europäischen Raum gesammelt, analysiert und gebündelt, um charakteristische Aufgaben- bzw. Stellenbeschreibungen zu identifizieren. Daraus wurden 26 typische Kompetenzbeschreibungen abgeleitet und die jeweiligen dazugehörigen Aufgaben gelistet. Für jede dieser „Skills Card“ genannten Kurzbeschreibungen wurde eine Karteikarte erzeugt (Abb. 29).

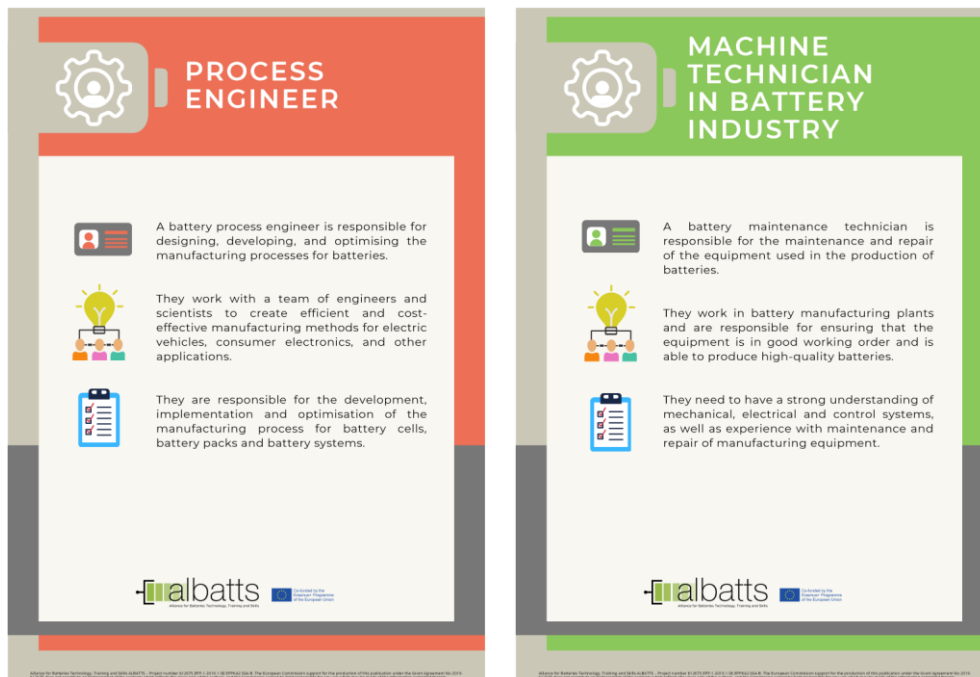


Abbildung 29: Skills Cards 10 und 23 (Summaries)

Es handelt sich um konzise Beschreibungen von den (zukünftig) benötigten Kompetenzen für die Batterieproduktion, E-Mobilität sowie stationäre Batteriespeicherung [27]. Jeder dieser „Skills-Cards“ entspricht einem abgegrenzten erforderlichen Kompetenzbereich einer ausführlichen Liste von insgesamt benötigten Fähigkeiten. Diese Beschreibungen werden aktuell in die ESCO-Nomenklatur der Europäischen Kommission übernommen.

Von den 26 Kompetenzkarten („Skills Cards“) lassen sich 15 dem „Higher Education“ HE-Bereich zuordnen, erfordern mithin ein Studium, während elf Berufsbilder dem Facharbeiter:innen-Level („Vocational Education and Training“, VET) zuzuordnen sind.

Nach dem gleichen Prinzip wie **ALBATTs** wurden hiesige Stellenanzeigen gesichtet. Ziel der Erhebung war es, einen Eindruck davon zu erlangen, welche Kompetenzanforderungen seitens der Unternehmen an Beschäftigte – genauer: an Bewerber:innen – bestehen.

In den Blick genommen wurden Job-Annoncen von Unternehmen, die als Akteure der Batterie-Wertschöpfung nach dem beschriebenen Zuordnungsverfahren identifiziert wurden. Ergänzt wurden diese um die, in der i-vector-Studie [18] aufgeführten Unternehmen in Berlin und Brandenburg. Die Stellenanzeigen wurden per Desk Research im Zeitraum von Juni bis September 2023 von den unternehmenseigenen Homepages bzw. Jobportalen abgerufen. Die Recherche ergab insgesamt 106 Stellenanzeigen, die in den beschriebenen Tätigkeitsbildern Batteriebezüge aufwiesen.

Festgehalten wurden die Stellenbezeichnungen sowie die Qualifikationsanforderungen und die Aufgabenbeschreibungen. Wie zuvor bei den Unternehmensbefragungen sind erneut die Skills-Cards-Profile als Kompetenzreferenz herangezogen worden. Die Stellenanzeigen ließen sich interpretativ zuordnen, teilweise mehrfach, allerdings in unterschiedlich starker Ausprägung. Insgesamt konnten 158 Zuordnungen zwischen den Kompetenzanforderungen der Stellenanzeigen und den Skills-Cards-Profilen getroffen werden. Es gab keine Skills Card, die nicht zugeordnet werden konnte.

Hierbei kann es sich nur um eine Momentaufnahme handeln, wie im Untertitel dieser Arbeit angezeigt, zumal mit eingeschränkter Aussagekraft. Dennoch liefern die aggregierten Daten eine Basis, um die gegenwärtigen und perspektivischen Batterie-Kompetenzbedarfe der Unternehmen darzustellen.

6.2 Kompetenzbedarfe (nach ALBATTs)

Zusammenführung der Ergebnisse In einem weiteren Analyseschritt sind die unternehmensspezifischen Daten der Befragungen mit den Werten des Matchings von Stellenanzeigen und Skills-Cards zusammengeführt worden. Die kumulierten Daten ergaben ein Abbild der derzeitigen und zeitnah benötigten Batterie-Kompetenzbedarfe der Unternehmen in der Hauptstadtregion. Das Ergebnis zeigt Tabelle 13, auch wenn die meisten, der von ALBATTs übernommenen Berufsbezeichnungen so in Deutschland nicht gibt (in GRAU).

Tabelle 13: Top 10 gefragte Berufe HE+VET

Rang	LEV	Nr.	Deutsch	Häufigkeit
1.	VET	23	Batteriewartungstechniker:in	
2.	HE	10	Verfahrenstechniker:in	
3.	HE	7	BMS-Ingenieur:in	
4.	HE	12	Qualitätssichernde:r	
5.	VET	18	Techniker:in für die Montage von Batteriemodulen	
6.	HE	3	Batteriesystemingenieur:in	
7.	HE	1	Batteriezell-Modul-Ingenieur:in	
8.	HE	11	Ingenieur:in für Batterieproduktion	
9.	HE	2	Ingenieur:in für Batteriematerialien	
10.	HE	13	Simulationsingenieur:in	

Im Ranking fällt auf: **8 von 10 der am meisten nachgefragten Profile erfordern eine akademische Ausbildung.** Dennoch ist mit gutem Abstand ein nicht-akademischer „Beruf“ führend, nämlich der/die *Batteriewartungstechniker:in*. Insgesamt wurden die akademischen Profile der Skills Cards Nr. 1-15 (vgl. Tabelle 24 auf S. 85), deutlich häufiger genannt als die nicht-akademischen. Blickt man auf die absoluten Zahlen, so wurden sowohl in den Interviews als auch in den Anzeigen akademische Profile **fast doppelt so oft genannt** wie solche ohne akademische Ausbildung. Daraus folgt eine besondere Rolle der Hochschulen für die Entwicklung von Qualifizierungsangeboten in diesem Bereich.

Die Liste wird von den fünf Profilen angeführt, die hier mit den Kurzbeschreibungen von **ALBATTS** in eigener Übersetzung wiedergeben wurden. Folgerichtig sollten Qualifizierungsangebote für diese Tätigkeitsbeschreibungen entwickelt werden.

Platz 1: *Batteriewartungstechniker:in* engl. *Maintenance Technician in Battery Industry*

Batteriewartungstechniker:innen sind zuständig für den Unterhalt und Wartung der Maschinen zur Batterieproduktion. Sie arbeiten in Batteriefabriken und sind dafür zuständig, dass die Geräte und Maschinen stets in bester Verfassung sind und damit Batterien höchster Qualität hergestellt werden können. Sie brauchen ein gutes Verständnis von Mechanik und Elektrik sowie von den Kontrollsystemen, Erfahrung in der Wartung und Reparatur von Produktionsmitteln.

Platz **2: Verfahrenstechniker:in** engl. *Process Engineer*

Verfahrenstechniker:innen sind zuständig für das Entwerfen, Entwickeln und Optimieren des Produktionsprozesses für Batterien. Sie arbeiten im Team mit Ingenieuren und Wissenschaftlern an kosteneffizienten Herstellungsweisen für Elektrofahrzeuge, Unterhaltungselektronik und weitere Anwendungen. Sie sind zuständig für die Entwicklung, Implementierung und Optimierung des Herstellungsprozesses von Batteriezellen, Battery Packs und Batteriesystemen.

Platz **3: BMS-Ingenieur:in** engl. *BMS Engineer*

b. BMS-Ingenieur:innen sind zuständig für das Design, die Entwicklung und das Testen von Embedded Systems, also Computersystemen, die in anderen Geräten oder Produkten integriert sind. Sie arbeiten im Team mit Ingenieuren und Wissenschaftlern an effektiven Lösungen für verschiedene Anwendungen, darunter Elektrofahrzeuge, Unterhaltungselektronik, industrielle Kontrollsysteme und weitere. Sie brauchen ein tiefes Verständnis von Elektrotechnik, Informatik und Software Engineering sowie Erfahrung mit Mikrocontrollern, Embedded Operating Systems und Programmiersprachen.

“BMS „Battery Management System“

Platz **4: Qualitätssichernde:r** engl. *Quality Engineer*

Qualitätssichernde:r sind verantwortlich für die Sicherstellung der Qualität von Batterien und Batteriesystemen während der Entwicklungs- und Produktionsphasen. Sie arbeiten in einem Team mit Ingenieuren und Wissenschaftlern an der Etablierung und Aufrechterhaltung von Qualitätsstandards und Prozeduren für das Design, die Entwicklung und Produktion von Batterien und Batteriesystemen. Sie sind auch zuständig dafür Defekte in den Batterien und Systemen zu identifizieren, zu analysieren und ihnen vorzubeugen, außerdem für die Implementation von Qualitätskontrollen um sicherzustellen, dass die Produkten den erforderlichen Ansprüchen genügen.

Platz 5: **Techniker:in für die Montage von Batteriemodulen** engl. *Battery Module Assembly Technician*

Techniker:in für die Montage von Batteriemodulen sind verantwortlich für den Zusammenbau von Batteriemodulen in einer Batteriefabrik. Sie arbeiten in einem Team mit Ingenieuren und Wissenschaftlern am Zusammenbau, am Testen und am Verpacken von Batteriemodulen für verschiedene Anwendungen, darunter Elektrofahrzeuge, Unterhaltungselektronik und Netzspeicherung. Sie sind verantwortlich für den Zusammenbau verschiedener Komponenten der Batteriemodule, darunter Batteriezellen, Verdrahtung und Housing. Sie stellen außerdem sicher, dass die zusammengebauten Module den erforderlichen Qualitätsstandards und Performance-Spezifikationen genügen.

Profile im VET-Bereich Die entlang der ALBATTs Skills Cards erfolgte Auswertung aus der Unternehmensbefragung und der Stellenanzeigen ergibt hier ein analoges Bild. So rangieren die *Batteriewartungstechniker:in - Techniker:in für die Montage von Batteriemodulen - EKfZ Reparatur- und Wartungspersonal* an den obersten Stellen. Mit der/dem *Maschinenführer:in in der Batterieproduktion* und *Batterieherstellungstechniker:in* wurden zudem häufig Profile mit unmittelbarem Bezug zu Produktionsprozessen genannt (Tabelle 14). Skills-Cards-Profile, die diesem Bereich zuordenbar sind, werden unserer Auswertung nach noch nicht in dieser Intensität nachgefragt. Dies betrifft *Batteriequalitätssicherer:in*, *Batteriematerialhandhaber:in* und *Batterierecyclingtechniker:in*.

Profile mit akademischer Ausbildung Eine stabile Nachfrage nach Produktionspersonal wird auch für **Fachkräfte mit akademischer Ausbildung** im Bereich Produktions- und Verfahrenstechnik prognostiziert. Die aus den Unternehmensbefragungen und Stellenanzeigen herausgearbeiteten Profile deuten auf einen vergleichbaren Kompetenzzuschnitt hin. Die Rangliste unserer Analyse wird durch den/die *Verfahrenstechniker:in* angeführt, im oberen Drittel befindet sich zum noch *Ingenieur:in für Batterieproduktion*.

Tabelle 14: Profile auf EQR-Level 4-5 (VET) mit >5 Nennungen

Rang	Nr.	Bezeichnung	Häufigkeit
1.	23	Batteriewartungstechniker:in	
2.	18	Techniker:in für die Montage von Batteriemodulen	
3.	16	EKFZ Reparatur- und Wartungspersonal	
4.	21	Maschinenführer:in in der Batterieproduktion	
5.	17	Batterieherstellungstechniker:in	
6.	25	Batterie-Qualitätssichernde	
7.	26	Schichtleitende	

Tabelle 15: Akademische Profile (HE) mit >5 Nennungen

Rang	Nr.	Bezeichnung	Häufigkeit
1.	10	Verfahrenstechniker:in	
2.	7	b. BMS-Ingenieur:in	
3.	12	Qualitätssichernde:r	
4.	3	Batteriesystemingenieur:in	
5.	1	Batteriezell-Modul-Ingenieur:in	
6.	11	Ingenieur:in für Batterieproduktion	
7.	2	Ingenieur:in für Batteriematerialien	
8.	13	Simulationsingenieur:in	
9.	9	Batterie-Maschinenbauingenieur:in	
10.	5	Steuerungssystemingenieur:in	
11.	8	Instandhaltungstechniker:in	
12.	14	Software-Entwickler:in	
13.	4	Ingenieur:in für Batterithermiksysteme	
14.	6	Ingenieur:in der Elektrotechnik	
15.	15	Batterietest- und Validierungsingenieur:in	

Bedarf an akademisch ausgebildetem Personal wird prognostiziert vor allem für den Bereich der Werkstoff-/Materialwissenschaft. So finden sich in der oberen Hälfte der Rangliste *Qualitätssichernde:r* und *Ingenieur:in für Batteriematerialien*. Benötigte Fachkräfte gäbe es zudem in der Produktions- und Verfahrenstechnik.

6.3 Vergleich mit der Batterie-Fachkräfte-Studie von VDI/VDE IT

Mit der „Bestandsaufnahme zur Fachkräftesituation in der Batterieindustrie in Deutschland“ [2] liegt eine aktuelle Studie der Wissenschaftlichen Begleitung zur Fördermaßnahme Batteriezellfertigung vor, die zur kritischen Überprüfung der erhobenen Daten herangezogen wurde. Darin [2] wird, vor dem Hintergrund eines prognostizierten Wachstums der Batteriezellfertigung, der voraussichtlich steigende Fachkräftebedarf ermittelt. Als Grundlage dienten hierfür ebenfalls ausgewertete Stellenanzeigen, geführte Interviews und gesichtete Studien. Anzumerken ist, dass der Fokus hierbei auf dem Bedarf an Fachkräften im Bereich des Produktionspersonals und der Forschung und Entwicklung lag. Die Studie [2] skizziert, dass der jährliche Bedarf insbesondere an Fachkräften der Mechanik als hoch eingeschätzt wird. Nachfrage bestünde ebenso bei Personal aus den Fachrichtungen Elektronik und Mechatronik.

Anhand der vorliegenden ALBATTs Skills-Cards war es möglich, die identifizierten Kompetenzbedarfe konkreten Tätigkeiten zuzuordnen und diese mit den Befunden der oben genannten Studie abzugleichen. Unsere Ergebnisse stimmen nicht in allen Punkten mit den Voraussagen der VDI/VDE-Studie überein [2], der zufolge vor allem die naturwissenschaftlichen Ausbildungsberufe *Chemiker:in* und *Laborant:in* gesucht würden. Allerdings sind diese beiden Berufe Besonderheiten des deutschen dualen Ausbildungssystems, da diese Kompetenzen in anderen europäischen Bildungssystemen im Rahmen von akademischen Ausbildungen vermittelt werden. Eine passgenaue Zuordnung zu einer der ALBATTs Skills Cards-Profile war daher für Stellenanzeigen mit diesen Berufsbezeichnungen nicht präzise möglich bzw. erfolgte von uns interpretativ; die entsprechenden Kompetenzen finden sich im VET-Bereich in den Berufsbildern *Batteriematerialhandhaber:in* und *Batterie-Recyclingtechniker:in* sowie für den HE-Bereich bei der/dem *Ingenieur:in für Batteriematerialien*.

6.4 Zusätzliche Schwerpunkt-Berufsfelder

Schwerpunkt Logistik Im Zuge der Auswertung der Stellenanzeigen konnte eine Beschäftigtengruppe identifiziert werden, die als verbindendes Element zwischen den einzelnen betriebliche Wertschöpfungsprozesse fungiert: Jene Beschäftigten, die logistische Aufgaben wie Transport, Lagerung, Bereitstellung und Beschaffung von Rohmaterialien, einzelnen Batteriezellkomponenten oder kompletten Batteriemodulen organisieren. Diese Aufgaben wahrzunehmen, setzt voraus, diverse Gefahrgut-Lehrgänge – je nach Anwendungsbereich – absolviert zu haben.

Logistik-Fachkräfte mit diesem spezifischen Kompetenzprofil wurden von Unternehmen aus nahezu allen Batterie-Wertschöpfungsbereichen gesucht. Diese Kompetenzprofile wurden nicht von **ALBATTs** miteinbezogen und definiert, entsprechend bilden keine Skills-Cards diese ab.

Ziel muss es sein, ein möglichst vollständiges Bild zu erhalten, welche Fachkräfte mit welchen Kompetenzen auf dem Batterie-Arbeitsmarkt benötigt werden. Als Spezialist:innen im Umgang mit dem Wirtschaftsgut Batterie sollten Logistik-Fachkräfte daher – ergänzend zu den von **ALBATTs** erstellten Skill-Card-Profilen – als weitere Beschäftigtengruppe mit spezifischen Batterie-Kompetenzen definiert werden.

Schwerpunkt Sicherheit Ein weiterer Befund der Stellenausschreibungsanalyse ist, dass eine Vielzahl von Stellenanzeigen als Qualifikationsanforderung Kenntnisse über die Verordnungen im Arbeitsschutz, teilweise auch Brand- und Umweltschutz, voraussetzen. Insbesondere betrifft dies ausgeschriebene Stellen in Arbeitsbereichen, die Batterie-Rohmaterialien be- oder verarbeiten sowie der Produktion und Montage. Die hohe Relevanz erklärt sich durch das Risiko, dass im Schadensfall hochgiftige und -entzündliche Gefahrstoffe austreten können [8].

Diese Kompetenzen - mit unterschiedlicher Gewichtung - werden erwartet bei ausgeschriebenen Stellen für *Chemikant:innen* und *Laborant:innen*, *Beschäftigten in leitender Funktion* in den Bereichen Batteriezellentwicklung, Produktion und Montage von Batteriemodulen bzw. Batterien. Gängige Arbeitssicherheitsvorschriften beim *Produktions- und Montagepersonal* „in der Linie“ werden genannt aber nicht zwingend vorausgesetzt. Sie sind aber für Bewerber:innen, die über dieses Wissen verfügen, sicherlich vorteilhaft im Auswahlverfahren.

Der Themenkomplex „Sicherheit“ wird schon jetzt seitens der Unternehmen mitgedacht. Die analysierten Stellenausschreibungen zeigen, dass qualifizierte Fachkräfte, welche dieses Zusatzwissen mitbringen, bereits rekrutiert werden. Die gesichteten Stellenausschreibungen zweier batterieproduzierender Unternehmen, explizit gerichtet an eine *Fachkraft für Arbeitssicherheit* und einen *Environment-Health-Safety-Specialist* (kurz *EHF-Specialist*), unterstreichen dies exemplarisch. Zukünftige Qualifizierungsformate sollten die Themen Arbeits- und Gesundheitsschutz sowie Brand- und Umweltschutz in die Curricula integrieren, in ihrer Tiefe inhaltlich abgestimmt auf die jeweiligen Beschäftigtengruppen.

7 Forschungseinrichtungen

Dr. Wolfgang BREHM, Vivien GUTOWSKA,

Dr. Vivian SCHWEDT-BINKOWSKI

7.1 Methodik

Zur Identifizierung der Forschungseinrichtungen in der Region haben wir die Datenbanken unserer Konsortialpartner abgefragt und die Resultate mit [18] abgeglichen. Die Ergebnisse wurden anschließend nach Abschnitt 2 den Bereichen der Wertschöpfungsspirale zugeordnet.

Tabelle 16: Forschungseinrichtungen mit Batteriebezug in der Region

Abk.	Forschungseinrichtung
1	BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
2	BHT Berliner Hochschule für Technik
3	BTU Institut für Elektrische und Thermische Energiesysteme
4	BTU Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik
5	BTU Institut für Materialchemie
6	BTU Institut für Physik
7	BTU Institut für Verfahrenstechnik und Werkstoffe
8	FUB Freie Universität Berlin
9	HPI Hasso-Plattner-Institut Potsdam
10	HTW Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
11	HUB Institut für Chemie
12	HZB Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)
13	IAP Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung Potsdam
14	IPK Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik
15	IZM Fraunhofer IZM
16	RL Reiner Lemoine Institut
17	SRH SRH Berlin
18	THB Technische Hochschule Brandenburg
19	THW Technische Hochschule Wildau
20	TUB Fachgebiet Elektrische Energiespeichertechnik
21	TUB Fachgebiet Handhabungs- und Montagetechnik
22	TUB Institut für Energie und Automatisierungstechnik

23	TUB	Institut für Werkstoffwissenschaften und -technologien
24	TUB	Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb (IWF)
25	TUB	Keramische Werkstoffe / Hochleistungskeramik
26	UP	Universität Potsdam
27	ZIB	Zuse-Institut Berlin

Mitunter ist die Zählung schwierig, denn die Einrichtungen sind oft tief gegliedert (Institut-Fachbereich-Universität etc.). In jedem Fall ist die Hauptstadtregion - Berlin und Brandenburg - mit aktuell 27 (erfassten und gezählten) Forschungsinstituten mit Batteriebezug ein bedeutender Forschungsstandort.

Diese Institute beforschen hauptsächlich technische Aspekte. Zur Rolle von Batterien für die TWIN TRANSITION insgesamt wird auch an anderen, hier nicht gelisteten Fachbereichen und Instituten geforscht - etwa an wirtschaftswissenschaftlichen und anderen gesellschaftswissenschaftlichen Fakultäten sowie an solchen mit Bezug zu Energie und Mobilität. Diese sind hier außen vorgelassen. Die identifizierten Forschungsschwerpunkte lassen sich nach der in Abschnitt 2 dargelegten Methode den Bereichen der Wertschöpfung zuordnen (Tabelle 17, Tabelle 19, Tabelle 21).

Im Folgenden gehen wir zunächst auf die Arbeit der **TU Berlin** in Abschnitt 7.2 und der **BTU** in Abschnitt 7.3 als Konsortialpartner von **KOMBiH** näher ein. Anschließend betrachten wir in Abschnitt 7.4 die nicht-universitären Einrichtungen sowie anhand der in Abschnitt 2 dargelegten Wertschöpfung die Profile der TU, BTU und der sonstigen Forschungseinrichtungen insgesamt.

Ziel ist es, das Wissen um die Batterietechnik und die Technik zur Fertigung von Batteriezellen, welches aus solchen Forschungszusammenschlüssen gewonnen wird, über die Anbieter (Abschnitt 3) zu den verschiedenen Ebenen des Personals der Unternehmen (Abschnitt 5) zu transferieren. Zugleich müssen auch bestehende Lehrinhalte der Ingenieursausbildungen an den Hochschulen angepasst und praxisnahe Weiterbildungsangebote entwickelt werden (vgl. [26]).

Eine Übersicht über die Forschungseinrichtungen in Berlin und Brandenburg, die bereits als Kooperationspartner von den hier befragten Unternehmen genannt wurden, bietet Tabelle 7, wobei auch überregionale Kooperationen (vgl. Abschnitt 5) bestehen. Ein Beispiel dafür ist das ReLios-Netzwerk.

7.2 Batterieforschung an der TU Berlin

Die **TU Berlin** ist eine der treibenden Kräfte der Batterieforschung in der Hauptstadtregion (Tabelle 17).

Nr	Forschungseinrichtung	Schwerpunkt	Batteriebezug
1	Fachgebiet Elektrische Energiespeichertechnik	Zustandsbestimmung, Zellalterung, Second-Life	Integration Betrieb 2nd Life
2	Fachgebiet Handhabungs- und Montagetechnik	Zellfertigung bis Formierung	Design Produktion Integration Betrieb
3	Institut für Energie und Automatisierungstechnik	Zustandsbestimmung, Zellalterung, Second-Life	Integration Betrieb 2nd Life
4	Institut für Werkstoffwissenschaften und -technologien	Elektrodenfertigung (Materialforschung)	Design Rohmaterial Produktion
5	Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb (IWF)	Zellfertigung bis Formierung	Design Produktion
6	Keramische Werkstoffe / Hochleistungskeramik	Elektrodenfertigung (Materialforschung)	Design Rohmaterial Produktion
Recycling: 0; Design: 4; Rohmaterial: 2; Produktion: 4; Integration: 3; Betrieb: 3; 2nd Life: 2			

Das **Fachgebiet elektrische Energiespeichertechnik** der **TU Berlin** beschäftigt sich hauptsächlich mit der Modellierung und Simulation verschiedenster Batterietechnologien u.a. Lithium-Ionen-Batterien, Natrium-Ionen-Batterien, Metall-Luft-Batterien und Bleibatterien. Der Forschungsfokus bezieht sich dabei insbesondere auf die Identifikation von Alterungsprozessen, Second-Life Anwendungen und die damit verbundene Batteriezustandsbestimmung. Der Fokus der Modellierung am Fachgebiet liegt auf den verschiedenen Ebenen wie physikalische und chemische Modellierung, Zellmodellierung und Packmodellierung. Die zur Datenauswertung benötigten Messungen basieren unter anderem auf Lade- und Entladevorgängen, Puls-Relaxationsmessungen oder auch Impedanzspektroskopie oder auch open circuit voltage (OCV)- und Kapazitätsmessungen.

Weiterhin können am Fachgebiet *post mortem*-Untersuchungen durchgeführt werden, d.h. die Batteriezellen können geöffnet und beispielsweise mittels Laserscanning Mikroskopie unter Inertgasatmosphäre bezüglich der Elektrodenoberflächenstrukturen morphologisch untersucht werden. Aktivitäten bezüglich der Elektrodenherstellung werden am Fachgebiet *Keramische Werkstoffe und Hochleistungskeramik* durchgeführt mit dem Ziel neue nachhaltige, leistungsstarke Elektrodenmaterialien für verschiedene Batterietechnologien in Betracht auf eine spätere mögliche industrielle Verwendung zu untersuchen.

Das **Fachgebiet Handhabungs- und Montagetechnik** zielt auf Forschungen im Bereich der Batterieproduktionstechnik ab, insbesondere auf die Batterieassemblierung und Cobot-gestützte Batteriedemontage, auch im Hinblick auf die 2nd-Life-Remontage, für die Elektromobilität. Der derzeitige Fokus der Forschung liegt bei der Entwicklung von Technologien zur signifikanten Steigerung der Produktivität bei der Zellverbundherstellung. Dabei wurde ein neuartiges, hochproduktives Verfahren zur Zellverbundherstellung konzipiert und in einer vollformatigen Technikumsanlage erfolgreich implementiert, um einen kontinuierlichen Hochdurchsatzstapelprozess zu ermöglichen. Weiterhin wird an Verfahren zur beschädigungsfreien Handhabung von Elektrodenfolien bei hoher Bewegungsdynamik gearbeitet. Darüber hinaus wird die Infrastruktur am Standort des Fachgebiets zu einer Pilotfertigung von der Vereinzelung der Elektroden, über die Elektroden-Separator-Verbundherstellung bis zum Verpacken der Batteriezellen ausgebaut. Dies umfasst die Integration verschiedener Produktionsschritte und -technologien, um eine praxisnahe Umgebung für die Entwicklung und Optimierung von Batterieherstellungsprozessen zu schaffen.

Diese drei Fachgebiete stellen den Kern des **Battery Circuit** der TU Berlin (Tabelle 18) dar, welcher sich mit dem Ziel auseinandersetzt, die Wertschöpfungskette Batterie forschungsgemeinschaftlich abzudecken. Der **Battery Circuit** versucht dabei mit dem Ansatz mit einer gemeinsamen Forschungsagenda, gemeinsamen Kooperationen und Infrastrukturen gezielt an Projekten zusammenzuarbeiten. Die Forschung bezüglich Batterieproduktion und Recycling existiert dabei schon seit 2010. Forschungsfragen sind beispielsweise:

- Wie werden die Batteriezellen der Zukunft effizient produziert?
- Welche alternativen (nachhaltigen) Batterietechnologien mit Hinblick auf Natrium-Ionen-Batterien, Metall-Schwefelbatterien, Festkörperbatterien, Metall-Luft-Batterien oder Multivalente Ionen-Batterien sind erfolgsversprechend
- Wie wirkt sich die Elektrodenstruktur/-herstellung auf das Batterieverhalten aus? Wie lassen sich effektiv Alterungsmechanismen und der Gesundheits- bzw. Ladezustand einer Batterie oder eines Batteriepacks effizient ermitteln?

Tabelle 18: „Battery Circuit“ der TU Berlin

Institut	Fachgebiet	Leitung
Institut für Energie- und Automatisierungstechnik	Fachgebiet Elektrische Energiespeichertechnik	Prof. Dr.-Ing. Julia KOWAL
Institut für Werkstoffwissenschaften und -technologien	Fachgebiet Keramische Werkstoffe Hochleistungskeramik	Prof. Dr. Aleksander GURLO
Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb	Fachgebiet Handhabungs und Montagetechnik	Prof. Dr.-Ing. Franz DIETRICH
Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb	Fachgebiet Qualitätswissenschaft	Prof. Dr.-Ing. Roland JOCHEM
Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb	Fachgebiet Mikro- und Feingeräte	Prof. Dr.-Ing. Dirk OBERSCHMIDT

Die **TU Berlin** verfolgt im Bereich der Batterieforschung folgende Aktivitäten:

- Modellierung
 - physikalische/chemische Modellierung
 - Zellmodellierung
 - Packmodellierung
- Elektrodenfertigung – Mischen
 - Beschichten
 - Kalandern
 - Trocknen
- Zellfertigung
 - Verbundherstellung
 - Formation
 - Alterungsmechanismen
 - Post Mortem Analysen
- Batteriesystemfertigung
 - Kontaktierung
 - Prüfung
 - Laden/Entladen/End of Life
 - Batteriemanagementsysteme

- Lokale, regionale und internationale Zusammenarbeit mit Unternehmen und Forschungseinrichtungen in unterschiedlichen Formaten
- Teilnahme und Organisation von Konferenzen oder Tagungen
- Durchführung von Praktika und Lehrveranstaltungen für Studenten inklusive Arbeiten an Inertgasboxen mit Bau von Laborzellen

7.3 Batterieforschung an der BTU

Auch an der **BTU** wird zu Batterien geforscht (Tabelle 20), wobei sowohl das Fachgebiet **ABWL, insbesondere Personalwesen und Managementlehre** als auch das **Zentrum für wissenschaftliche Weiterbildung (ZWW)** als Konsortialpartner von **KOMBiH** einen besonderen Schwerpunkt auf die nicht-technischen Aspekte legt. Daher gehen wir hier auf diese Einrichtungen besonders ein.

Die wissenschaftliche Weiterbildung des **ZWW** umfasst Angebote, die dem Erhalt, der Vertiefung oder Ergänzung der wissenschaftlichen Qualifikation, der beruflichen Weiterentwicklung und der interessenbezogenen Weiterbildung dienen. Sie vermittelt zwischen wissenschaftlichen Erkenntnissen und beruflicher Praxis und hat neben ihrer internen Wirkung einen starken Fokus auf das wirtschaftliche und gesellschaftliche Umfeld der Universität. Damit trägt sie zur Vernetzung mit der Region, aber auch darüber hinaus bei.

Tabelle 19: Schwerpunkte der Forschungseinrichtungen der BTU

Nr.	Forschungseinrichtung	Schwerpunkt	Batteriebezug
1	Institut für Elektrische und Thermische Energiesysteme	Hochspannungstechnik	Integration Betrieb
2	Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik	Mikroelektronik	Design Produktion Integration Betrieb
3	Institut für Materialchemie	Elektrodenherstellung & Recycling & Rohstoffgewinnung	Recycling Design Rohmaterial
4	Institut für Physik	Angewandte Physik und Halbleiterspektroskopie	Rohmaterial Produktion
5	Institut für Verfahrenstechnik und Werkstoffe	Prozess- und Anlagentechnik	Design Rohmaterial Produktion Integration 2nd Life

Nennungen: Design 3; Rohmaterial 3; Produktion 3; Integration 3; Betrieb 2; 2nd Life 1 Recycling 1;

Das **ZWW** besitzt als zentrale wissenschaftliche Einrichtung einen intensiven Forschungs- und Entwicklungsanteil. Es arbeitet in enger Abstimmung und Kooperation mit den Hochschulgremien, Fakultäten, Instituten, externen Kultur- und Sozialpartnern zusammen und wird von einem wissenschaftlichen Beirat begleitet.

Schwerpunkte der Forschungs- und Entwicklungsarbeit sind:

- Sicherstellung einer Begleitforschung und Beteiligung am wissenschaftlichen Diskurs
- Erprobung und Implementierung von neuen, auch digital unterstützten Lehr- und Lernszenarien.
- Lokale, regionale und internationale Zusammenarbeit und Vernetzung mit Akteuren in unterschiedlichen Formaten wie kollegialen Austausch, Konferenzen oder Tagungen. Handlungsfelder und Angebotsbereiche
- Administrative Unterstützung der Fachgebiete der **BTU** bei der Konzeption und dem Programmmanagement von berufsbegleitenden oder weiterbildenden Studiengängen und Zertifikatsprogrammen, Trainings und modularen Schulungsangeboten.
- Konzeption und Management von Weiterbildungsangeboten des **ZWW** nach Bedarf und Nachfrage.

Tabelle 20: Fachgebiete mit Batteriebezug der BTU

Institut	Fachbereich/Fachgebiet	Leitung
Institut für Physik	Fachgebiet Angewandte Physik und Halbleiterspektroskopie	Prof. Dr. Jan Ingo FLEGE
Institut für Elektrische und Thermische Energiesysteme	Hochspannungstechnik und Elektrische Anlagen	Prof. Dr.-Ing. Harald SCHWARZ
Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik	Mikroelektronik	Prof.Dr.-Ing. Dirk KILLAT
Institut für Materialchemie	Physikalische Chemie	Prof. Dr. Jörg ACKER
Institut für Verfahrenstechnik und Werkstoffe	Prozess-und Anlagentechnik	Prof.Dr.-Ing. Harvey ARELLANO-GARCIA

Die wissenschaftliche Weiterbildung des **ZWW** umfasst Angebote, die sowohl dem Erhalt, der Vertiefung oder Ergänzung der wissenschaftlichen Qualifikation, der beruflichen Weiterentwicklung und der interessenbezogenen Weiterbildung dienen. Es wird zwischen wissenschaftlichen Erkenntnissen und beruflicher Praxis vermittelt. Dabei liegt ein starker Fokus neben ihrer internen Wirkung auf dem wirtschaftlichen sowie gesellschaftliche Umfeld der Universität. Damit trägt das **ZWW** auch zur Vernetzung der Universität mit der Region, aber auch darüber hinaus, auf wirtschaftlicher, sozialer und kultureller Ebene bei.

Das **Fachgebiet Physikalische Chemie** beschäftigt sich insbesondere mit chemisch-physikalischen Fragestellungen der Material- und Werkstoffchemie in der Grundlagenforschung wie auch in der angewandten und industriellen Forschung. Inhaltliche Schwerpunkte sind neue Verfahren zur Rückgewinnung strategisch wichtiger und wertvoller Materialien aus komplexen Werkstoffverbänden, Lithiumionenbatterien, Katalysatoren oder Elektroschrott. Methodisch und instrumentell ist das Fachgebiet auf die Präzisionsanalytik im Bereich Element- und Elementspurenanalytik, sowie spektroskopische und mikroskopische Techniken spezialisiert und setzt diese für die Entwicklung chemischer Prozessschritte, zur Darstellung von Stoffströmen und Stoffbilanzen, zur Analyse von Verunreinigungs- oder Verlustquellen sowie zur Charakterisierung von Ausgangs-, Zwischen- und Endprodukten ein.

Neben Partnern an Universitäten und Forschungseinrichtungen arbeitet das Fachgebiet eng mit großen sowie klein- und mittelständischen Unternehmen in Brandenburg und Sachsen zusammen, die mit ihren Geschäftsfeldern in der Rohstoffversorgung (Kathodenmaterial, Rohstoffe, Anodengraphit), dem Recycling von Lithiumionenbatterien und der Rückgewinnung von Batteriechemikalien, dem Re-Use (Sekundäranwendung von End-of-life-Batterien als Stationärspeicher) und Anwendung von Lithiumionenbatterien in Flurförderfahrzeugen weite Bereiche der Wertschöpfungskette umfassen. Das Fachgebiet ist aktives Mitglied im Netzwerk **ReLiOS**, in dem Unternehmen verschiedener Branchen (Logistik, Maschinenbau, Messtechnik, Sicherheitstechnik usw.) vereint sind und sich neben den Themen Recycling und Re-Use auch der Fertigungstechnik, der Messtechnik und der Sicherheit widmen. Ein weiteres Ziel des Netzwerkes ist die Etablierung der Zusammenarbeit mit Unternehmen der Batteriebranche in Südkorea.

Seit 2011 werden kontinuierlich Projekte zum Recycling von Li-Ionenbatterien und zur Rückgewinnung funktionsfähiger Batteriematerialien aus Alt-Batterien für den Wiedereinsatz in Neu-Batterien bearbeitet. Diese widmen sich neben den Kathodenaktivmaterialien mittlerweile auch der Rückgewinnung von sphärischen Graphiten aus Anoden von Li-Ionen-Traktionsakkus und deren Aufbereitung für den Wiedereinsatz. Weitere, an der BTU tätige Lehrstühle und Fachgebiete, die sich mit dem Thema Batterie unter verschiedenen Gesichtspunkten beschäftigen sind:

Das **Fachgebiet Prozess- und Anlagentechnik** beschäftigt sich mit den steigenden Anforderungen bezüglich der schnell wechselnden Marktanforderungen und der Umweltverträglichkeit in der chemischen Industrie und dem damit steigenden Bedarf an flexibleren und wirksamen Produktionsanlagen. Neben der Entwicklung nachhaltiger Prozesse mit Hilfe eines optimalen Entwurfs sind auch intelligente Betriebskonzepte und eine dynamische Verbindung von Verfahrens- und Energietechnik notwendig. Mit dem Drittmittel- und Forschungsprojekt: „ReAGraph - Rückgewinnung von sphärischen Graphiten aus Anoden von Li-Ionen-Akkus und Aufbereitung zum Wiedereinsatz in Recyclingzellen und weiteren Anwendungen wird ebenfalls auf dem Bereich des Recyclings von Batteriezellen geforscht. Ebenfalls der Batterieforschung zuzuordnen ist das **Fachgebiet Angewandte Physik**. Das Fachgebiet beschäftigt sich im Wesentlichen mit spektroskopische, mikroskopische und spektromikroskopische Untersuchungen an Materialien, deren elektronische und strukturelle Eigenschaften aufgeklärt werden sollen. Weiterhin werden Materialcharakterisierungen z.B. im Bereich *Chemische Zusammensetzung, Atomare Struktur, Elektronische und elektrische Eigenschaften* durchgeführt.

Der **Lehrstuhl Energieverteilung und Hochspannungstechnik** beschäftigt sich zum einen mit Hochspannungstechnik und -geräten, Netzplanung, -betrieb und -schutz sowie elektromagnetischer Verträglichkeit. Zum anderen werden dort Themen mit Fragestellungen aus den Bereichen der Klimaprüfung an Hochspannungsgeräten, der Netzintegration Erneuerbarer Energien, der Elektromobilität und der elektromagnetischen Verträglichkeit für E-Fahrzeuge bearbeitet.

7.4 Sonstige Forschungseinrichtungen und Vergleich

Neben der **TUB** und der **BTU** gibt es in der Region noch eine große Anzahl an weiteren, nicht in diesen Universitäten organisierten Forschungseinrichtungen. Dazu gehören Institute der **Humboldt-Universität zu Berlin (HUB)**, **Freie Universität Berlin (FUB)** und **Universität Potsdam**, die hier jeweils einfach nur gezählt wurden; die **Fraunhofer-Institute**, aber auch die **Technischen Hochschulen**, Bundeseinrichtungen wie die **Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung** sowie eine ganze Reihe privatwirtschaftlicher Hochschulen und Institute. (Tabelle 21).

Aus Tabelle 18, Tabelle 20 und Tabelle 21 lassen sich jeweils Profile gewinnen und übereinanderlegen: Abb. 30 zeigt die Profile der **TUB**, der **BTU** und der sonstigen Forschungseinrichtungen. Dabei fällt auf, dass die nicht-universitären Einrichtungen sich stärker dem Betrieb widmen - angesichts einer häufig eher an der Praxis ausgerichteten Forschungspraxis nicht überraschend. Die Grafik zeigt auch, dass neben den naturgemäß stärker in der öffentlichen Wahrnehmung stehenden Universitäten eine beachtliche Zahl von Forschungseinrichtungen in der Region bestehen, die alle Bereiche abdecken. An Expertise mangelt es in der Hauptstadtregion also eindeutig nicht.

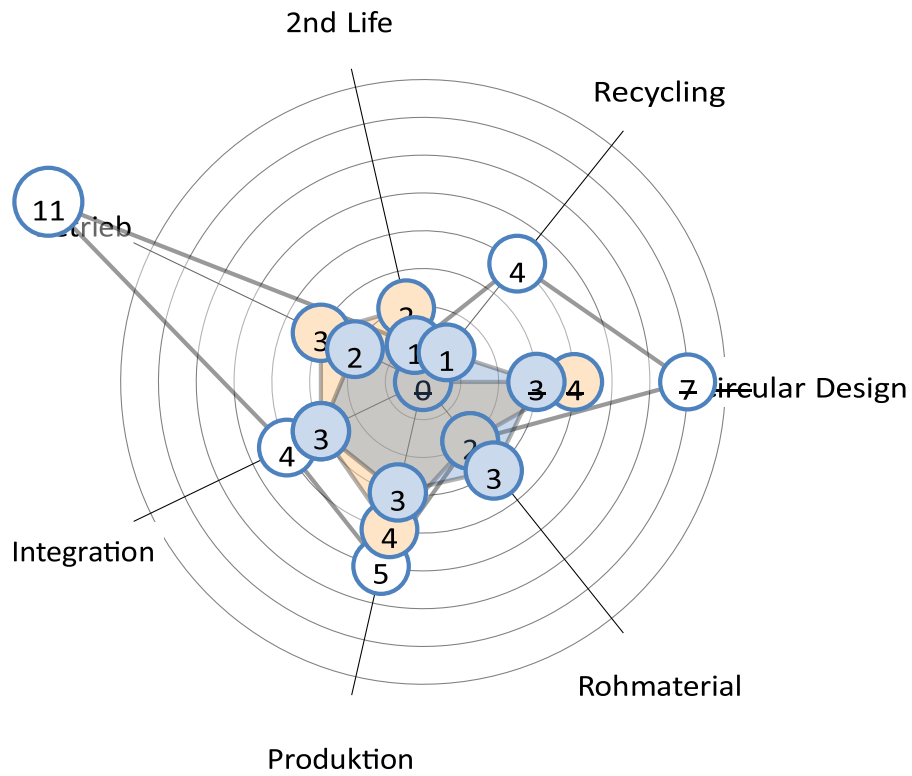
Die Schwerpunkte lassen sich wieder nach dem in Abschnitt 2 beschriebenen Verfahren den Wertschöpfungsbereichen zuordnen (Tabelle 21). Im Vergleich von TUB und BTU fällt auf, dass sich die BTU etwas mehr mit Rohstoffgewinnung und Recycling beschäftigt - aufgrund der Geschichte eines Teils der BTU als ehemalige Bergingenieurschule (Senftenberg) naheliegend.

Es fällt ebenfalls auf, dass sich die Profile der sonstigen Einrichtungen, von denen der TUB und der BTU unterscheidet. Zum einen gibt es hier eine nicht geringe Zahl von Instituten. Zum anderen wird anscheinend stärker zu *Betrieb*, aber auch zu *Recycling* und *Circular Design* geforscht.

Tabelle 21: Schwerpunkte der sonstigen Forschungseinrichtungen

Nr.	Forschungseinrichtung	Schwerpunkt	Batteriebezug
1	BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung	Elektrodenherstellung & Zellalterung & Sicherheit & Recycling	Recycling Design Produktion Betrieb
2	BHT Berliner Hochschule für Technik	Batterienutzung	Betrieb
3	FUB Freie Universität Berlin	Optimierung der Batteriekomponenten, Recycling	Recycling, Design
4	HPI Hasso-Plattner-Institut Potsdam	Batteriemanagementsystem	Integration Betrieb
5	HTW Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin	Batteriemanagementsystem	Integration Betrieb
6	HUB Institut für Chemie	Elektrodenherstellung, Zellherstellung, Materialcharakterisierung, Festelektrolyte, Flüssigelektrolyte,	Design Rohmaterial Produktion
7	HZB Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)	Materialcharakterisierung	Design Rohmaterial
8	IAP Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung Potsdam	Elektrolyt für Festkörperbatterien (Zellfertigung)	Design Produktion
9	IPK Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik	Recycling & Betrieb (Digitaler Zwilling)	Recycling, Betrieb
10	IZM Fraunhofer IZM	Zellherstellung, Batteriespeicher	Design Produktion Betrieb
11	RL Reiner Lemoine Institut	Batterienutzung	Betrieb
12	SRH Berlin	Recycling & Betrieb	Recycling, Betrieb
13	THB Technische Hochschule Brandenburg	Batteriemanagementsystem	Integration Betrieb
14	THW Technische Hochschule Wildau	Batteriemanagementsystem	Integration Betrieb
15	UP Universität Potsdam	Elektrodenfertigung, (Zellfertigung)	Design Produktion
16	ZIB Zuse-Institut Berlin	Batterienutzung	Betrieb 2nd Life

Nennungen: Design 7; Rohmaterial 2; Produktion 5; Integration 4; Betrieb 11; 2nd Life 1, Recycling 4;



Schwerpunkte sonstige

Schwerpunkte TUB

Schwerpunkte BTU

Abbildung 30: Schwerpunkte TUB, BTU, sonstige im Vergleich

8 Vergleiche und Fazit

Alle Autor:innen

8.1 Schwerpunkte der Forschungsinstitute und Bedarfe der Unternehmen

Nun ist es möglich, die Netzdiagramme zur Positionierung der Unternehmen aus Abb. 22 und ihrer Bedarfe an Qualifizierungen aus Abb. 23, auf ein aggregiertes Profil der Hochschulinstitute nach Abb. 30 zu legen, um als Gesamteindruck der Verhältnisse Abb. 31 zu erhalten.

Aus diesem Bild lässt sich schlussfolgern: Für jeden Bedarf eines Unternehmens in einem der Wertschöpfungsbereiche existieren mehrere F&E-Institute, die in diesem Bereich Forschung betreiben. Die beiden Flächen ähneln sich einigermaßen, aber es entsteht der Eindruck, dass sich Unternehmen offenbar etwas weniger für das *Design*, dafür aber sehr viel mehr für die *Integration* und auch mehr für das *Recycling* interessieren. In vielen Unternehmen geht es vorrangig um die Handhabung der (aktuellen) Batterien und die Kosten für die Materialien.

Abermals sei auf die Schwierigkeit einer eindeutigen Zuordnung von Themen zu den Bereichen und damit eine methodische Unschärfe hingewiesen und insbesondere darauf, dass das Thema „Batteriemanagementsysteme“ hier bei den Forschungsinstituten dem Bereich „*Betrieb*“ zugeordnet wurde, obwohl er auch zu anderen Bereichen gehört. Wir leiten unter anderem die Empfehlung ab, über die Verwendung dieser Wertschöpfungsbereiche, die Aspekte mitzubedenken, die scheinbar weniger in die Stofffluss-Betrachtungen zu passen scheinen. So ist das Batteriemagementsystem mit allen Teilen der Wertschöpfungskette verbunden. Dies spiegelt sich in der häufigen Nennung der Bezeichnung *b. BMS-Ingenieur:in* durch Unternehmen (vgl. Kurzbeschreibung). Informatikkompetenzen können einen großen Einfluss auf die Umsetzung der Wertschöpfungspotenziale haben. Gleiches gilt für die gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und juristischen Aspekte.

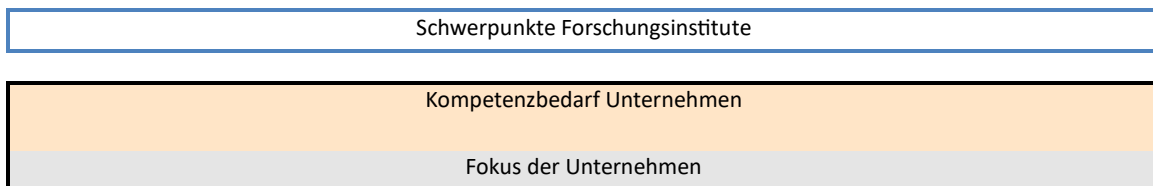
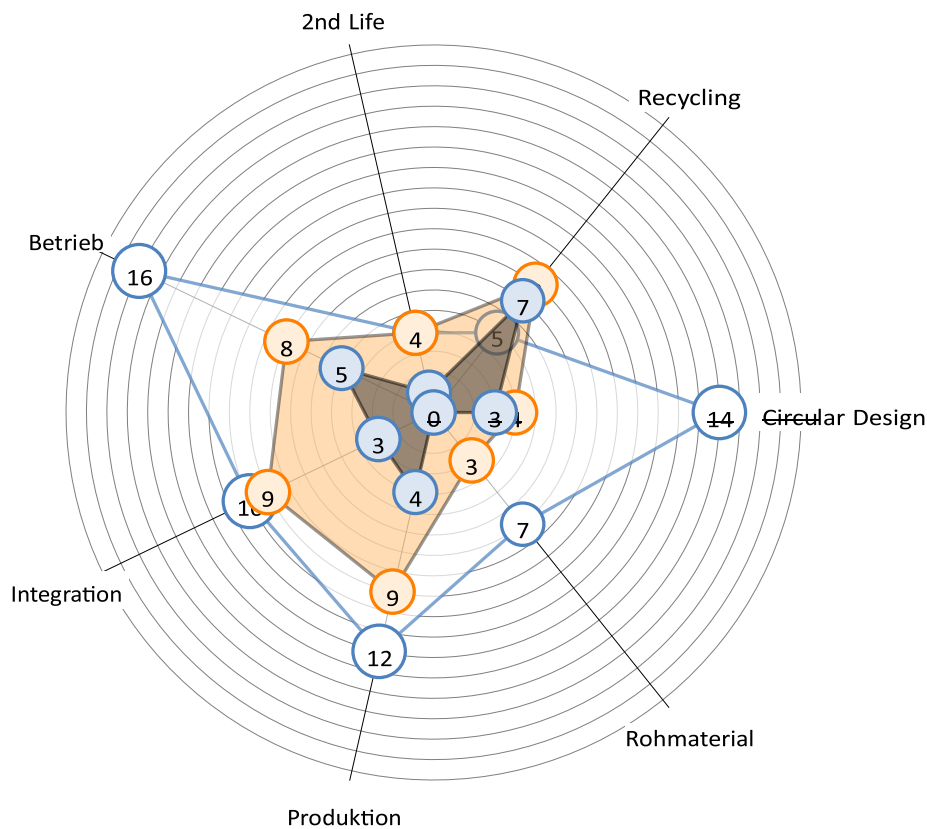


Abbildung 31: Netzdiagramme der Profile der Unternehmen, Bedarfe und Hochschulinstitute

8.2 Fazit

1. Die Hauptstadtregion hat das Potential zu einer führenden Region in der Batteriezellfertigung zu werden.
2. Ein starker Zuwachs an Nachfrage nach Qualifizierung für das dazu notwendige Personal ist daher abzusehen.
3. Diese Qualifizierungen müssen dem Hochfahren der eigentlichen Produktion vorlaufen.

4. Im weiteren Verlauf werden auch Qualifizierungen für die nachfolgenden Stufen im Wertschöpfungskreislauf nachgefragt werden.
5. Diese künftigen Wertschöpfungsbereiche müssen daher heute schon vorbereitet werden.
6. Qualifizierungsangebote sind nicht nur Folge von Unternehmensgründungen, sondern auch relevant für die Standortentscheidungen von Unternehmen, die bislang noch nicht in der Region angesiedelt sind oder die es sogar noch nicht gibt.
7. Es gibt umfangreiche Qualifizierungsbedarfe bei Fach- und Führungskräften in Betrieben der Batterie-Wertschöpfungskette.
8. Kompetenzaufbau sollte - soweit möglich – aufgrund des notwendigen Praxisbezugs in arbeitsplatznahen Qualifizierungen im Präsenzformat erfolgen.
9. Qualifizierungsangebote, die gesetzlich vorgeschriebene Kenntnisse im Bereich Hochvolt, Logistik, Arbeitsschutz und Ladeinfrastruktur vermitteln, sind vorhanden und als Präsenz- oder Digitalformate für die untersuchten Berufsgruppen buchbar.
10. Qualifizierungsangebote, die *aufbauende* Batteriekompetenzen für die Batteriezellfertigung inkl. vor- oder nachgelagerten Prozesse vermitteln, sind in der Hauptstadtregion als Präsenzschulungen für die untersuchten Berufsgruppen noch kaum zu finden.
11. Ausgehend von dieser Bildungssituation in der Hauptstadtregion entwickelt **KOMBiH** Qualifizierungskonzepte.
12. Die assoziierten Partner in der Region werden hierbei eine Schlüsselrolle spielen.
13. Die Forschungsinstitute der Region decken alle Bereiche der Wertschöpfungskette ab.
14. Die Hauptzielgruppe sind aktuelle und künftige Beschäftigte auf allen Qualifikationsniveaus und Hierarchiestufen, aber ebenso betriebliches Lehrpersonal, Quereinsteigende sowie Fachkräfte aus der EU und weltweit.
15. Der Blick nach Sachsen und die Zusammenarbeit mit den Nachbarn wird wichtiger.
16. Besondere Bedarfe bestehen in den Bereichen Logistik und Sicherheit.
17. Ein regionales Trainingszentrum existiert nicht, wäre aber wünschenswert.
18. Das Projekt **KOMBiH** wird dabei helfen, diesen Qualifizierungsbedarf in der Hauptstadtregion zu decken: Mit qualitativ hochwertigen, zertifizierten und kostenfreien Präsenzqualifizierungen, die sich in Didaktik und Methodik an den Zielgruppen, in ihrem Umfang und inhaltlichem Zuschnitt an der betrieblichen Realität einerseits und dem aktuellen wissenschaftlich-technischem Forschungsstand andererseits orientieren.

Anhang

Tabelle 22: Die gefundenen Anbieter in Deutschland (Hauptsitze), siehe Abb. 5.

Nr	Anbieter	Ort
1	Kfz-Innung	Berlin
2	Fraunhofer IFAM	Bremen
3	Hoppecke	Brilon
4	IBB	Buxtehude
5	HWK	Cottbus
6	TÜV Hessen	Darmstadt
7	VDI	Düsseldorf
8	TÜV Thüringen	Erfurt
9	HDT	Essen
10	TAE	Esslingen
11	Heinze Akademie	Hamburg
12	Autoakademie	Hanau
13	TÜV Nord	Hannover
14	TAH	Hennigsdorf
15	alfatraining	Karlsruhe
16	TÜV Rheinland	Köln
17	KoSiV	Landsberg (Lech)
18	Herkert Akademie	Merching
19	Strober + Partner	Mühldorf (Inn)
20	TÜV Süd	München
21	bfw	Oldenburg
22	HWK	Potsdam
23	Eckert-Schulen	Regenstauf
24	Lohnakad	Sinsheim
25	DEKRA	Stuttgart
26	Etech Akademie	Stuttgart
27	TÜV Saarland	Sulzbach
28	WEKA	Wiesbaden
29	TWW	Wolfenbüttel
30	Vogel Akademie	Würzburg

Tabelle 23: Präsenz-Qualifizierungsangebote mit Batteriebezug in der Hauptstadtregion

In öffentlich einsehbaren Bildungsprogrammen veröffentlicht, Q4 2023 / Q1 2024

Nr	Anbieter	Angebot	Termine	Batteriebezug
1	DEKRA Akademie GmbH:	Fachkundige Person für Hochvoltsysteme (A)	3	Betrieb
2	DEKRA Akademie GmbH:	Verantwortliche Elektrofachkraft	3	Betrieb
3	DEKRA Akademie GmbH:	Fachkundige Person für Hochvoltsysteme (B)	5	Betrieb
4	DEKRA Akademie GmbH:	Fachkundige Person für Hochvoltsysteme (C)	13	Betrieb
5	Handwerkskammer Potsdam:	Elektromobilität und Infrastruktur	2	Betrieb
6	Handwerkskammer Potsdam:	Fachkundige/r für Arbeiten an HV-Systemen	4	Betrieb
7	Kfz-Innung Berlin KdÖR:	Fachkundige Person für Arbeiten an HV-Systemen	4	Betrieb
8	TÜV Rheinland AG:	Fachkundige Person Hochvolt für Arbeiten an Serienfahrzeugen	1	Betrieb
9	TÜV Rheinland AG:	Fachkundige Person Hochvolt in Forschung, Entwicklung und Produktion	1	Design Produktion
10	TÜV Rheinland AG:	Prüfung von E-Ladestation und Ladekabel in der Elektromobilität	2	Betrieb

11	TÜV Thüringen e.V.:	Fach- und normgerechte Prüfung von Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge	1	Betrieb
12	TÜV Thüringen e.V.:	Fachkundig unterwiesene Person für Arbeiten an Kraftfahrzeugen mit HV-Systemen	1	Betrieb
13	TÜV Thüringen e.V.:	Fachkundige Person für Arbeiten an HV-eigensicheren Fahrzeugen	1	Betrieb
14	TÜV Thüringen e.V.:	Fachkundige Person für Arbeiten an unter Spannung stehenden HV-Systemen	2	Betrieb
15	VDI Wissensforum GmbH:	Automotive Battery Testing - von der sicheren Batterieprüfung bis zur Planung eines Testlabors	1	Design, Betrieb
16	VDI Wissensforum GmbH:	Fachingenieur Elektromobilität VDI	1	Recycling, Design Rohmaterial, Produktion Integration, Betrieb, 2nd Life
17	VDI Wissensforum GmbH:	Fachingenieur Batterien VDI	3	Recycling, Design Rohmaterial Produktion Integration, Betrieb, 2nd Life

Gesamt: P **48**

Nennungen: Recycling 2; Design 4; Rohmaterial 2; Produktion 3; Integration 2; Betrieb 16; 2nd Life 2

Tabelle 24: Übersicht Skills Cards

LEV	Nr	Bezeichnung Englisch	Bezeichnung Deutsch
HE	1	Battery Cell Module Engineer	Batteriezell-Modul-Ingenieur:in
HE	2	Battery Material Engineer	Ingenieur:in für Batteriematerialien
HE	3	Battery Systems Engineer	Batteriesystemingenieur:in
HE	4	Battery Thermal Systems Engineer	Ingenieur:in für Batteriethermiksysteme
HE	5	Controls Engineer	Steuerungssystemingenieur:in
HE	6	Electrical Engineer	Ingenieur:in der Elektrotechnik
HE	7	a. Embedded Systems Engineer	a. Ingenieur:in für Embedded Systems
HE	7	b. BMS Engineer	b. BMS-Ingenieur:in
HE	8	Maintenance Engineer	Instandhaltungstechniker:in
HE	9	Mechanical Engineer	Batterie-Maschinenbauingenieur:in
HE	10	Process Engineer	Verfahrenstechniker:in
HE	11	Production and Manufacturing Engineer	Ingenieur:in für Batterieproduktion
HE	12	Quality Engineer	Qualitätssichernde:r
HE	13	Simulation Engineer	Simulationsingenieur:in
HE	14	Software Developer	Software-Entwickler:in
HE	15	Test and Validation Engineer	Batterietest- und Validierungsingenieur:in
VET	16	Automotive Repair and Inspection Personnel	EKFZ Reparatur- und Wartungspersonal
VET	17	Battery Manufacturing Technician	Batterieherstellungstechniker:in
VET	18	Battery Module Assembly Technician	Techniker:in für die Montage von Batteriemodulen
VET	19	Battery Recycling Technician	Batterie-Recyclingtechniker:in
VET	20	Cell Assembly Technician Downstream	Batteriezellen-Montagetechniker:in
VET	21	Machine Operator in Battery Industry	Maschinenführer:in in der Batterieproduktion
VET	22	Machine Operator in Upstream	Maschinenführer:in Upstream
VET	23	Maintenance Technician in Battery Industry	Batteriewartungstechniker:in
VET	24	Material Handler and Planner	Batteriematerialhandhaber:in
VET	25	Quality Technician	Batterie-Qualitätssichernde
VET	26	Shift Lead	Schichtleitende

Tabelle 25: **Konsortialpartner KOMBih**

Institut für Betriebliche Bildungsforschung
TU Berlin, iftp - bfw
Unternehmen für Bildung,
BTU Cottbus-Senftenberg
Cluster Energietechnik
Cluster Verkehr und Logistik

Tabelle 26: Übersicht Rechtsnormen

Rechtsnorm	Inhalt
ADR 2023	Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road
ArbSchG	§12 Unterweisung
BetrSichV	§12 Unterweisung und besondere Beauftragung von Beschäftigten
DGUV Information 209-093	Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltsystemen
DGUV Regel 103-011	Arbeiten unter Spannung an elektrischen Anlagen und Betriebsmittel
DGUV Vorschrift 1	Unfallverhütungsvorschrift - Grundsätze der Prävention
DGUV Vorschrift 3	Unfallverhütungsvorschrift - Elektrische Anlagen und Betriebsmittel
DIN EN 61140 VDE 0140-1:2016-11	Schutz gegen elektrischen Schlag
DIN EN IEC 61851-1 VDE 0122-1:2019-12	Konduktive Ladesysteme für Elektrofahrzeuge
DIN VDE 0100-600 VDE 0100-600:2017-06	Errichten von Niederspannungsanlagen
DIN VDE 0105-100 VDE 0105-100:2015-10	Betrieb von elektrischen Anlagen
E DIN VDE 0100-100 VDE 0100-100:2021-09	Errichten von Niederspannungsanlagen
Gefahrgutverordnung StraSse, Eisenbahn und Binnenschifffahrt	Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der StraSse, mit Eisenbahnen und auf Binnengewässern
ISO 21498-1:2021-01	Electrically propelled road vehicles
Intergovernmental Organisation for International Carriage by Rail	Regulations concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail - RID
International Air Transport Association	Lithium batteries guidance
International Civil Aviation Organization	Safe Transport of Dangerous Goods by Air
International Maritime Dangerous Goods Code	IMDG Code 2020
Ladesäulenverordnung	Verordnung über technische Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für elektrisch betriebene Fahrzeuge ¹
Luftfahrt-Bundesamt	Bekanntmachung über die Beförderung von gefährlichen Gütern im Luftverkehr und die Anforderungen an die Schulung der betroffenen Personen
TRBS 1203	Zur Prüfung befähigte Personen - Technische Regel für Betriebssicherheit

Organisationsregister

ABCircular, 40

ABWL, insbesondere Personalwesen und
Managementlehre, 71

AFK-International Berlin, 49

Agentur für Arbeit, 22

ALBATTs, 37, 39, 58–60, 65

alfatraining, 22, 82 Alstom, 54

Altech, 54

Autoakademie, 82

BAM, 66, 76

BASF, 53, 54, 56 Battery

Circuit, 69

bbw Hochschule Berlin, 49

BEE, 52

Berlin Partner, 10

Berliner Hochschule für Technik, 48, 66, 76

Berufliches Schulzentrum Weißwasser,
49 Betteries

AMPS, 40 bfw, 20, 82

BHT, 51, 66, 76

Botree, 54

Branchennetzwerk Erneuerbare Energien
Hamburg (EEHH), 50

Brandenburgische Technische Universität
Cottbus-Senftenberg, 48

BTU, 66, 67, 71–73, 75

BTU Cottbus-Senftenberg, 10 Bundesanstalt
für Materialforschung und

-prüfung, 66, 75, 76

Bundesverband für Erneuerbare Energien,
52

Circular, 40

Cluster Energietechnik, 10

Cluster Verkehr und Mobilität, 10

CONSTIN design + innovation, 40

CustomCells, 50

Daimler Truck AG Nutzfahrzeugzentrum,
40

DEKRA, 20, 35, 82

DEKRA Akademie, 36, 37

Deutsches Zentrum für Luft- und
Raumfahrt Stuttgart, 48 diverse,
47

Eckert-Schulen, 82

Etech Akademie, 21, 82

European Battery Alliance, 37

Fachgebiet Angewandte Physik, 74

Fachgebiet Angewandte Physik und
Halbleiterspektroskopie, 73

Fachgebiet Elektrische

Energiespeichertechnik, 66, 68,
70

Fachgebiet elektrische

Energiespeichertechnik, 68	Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie (ISIT), 50
Fachgebiet Handhabungs- und Montagetechnik, 66, 68–70	Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik (Dresden), 48
Fachgebiet Keramische Werkstoffe Hochleistungskeramik, 70	Fraunhofer-Institute, 75
Fachgebiet Mikro- und Feingeräte, 70	Freie Universität Berlin, 66, 75, 76
Fachgebiet Physikalische Chemie, 73	FUB, 66, 75, 76
Fachgebiet Prozess- und Anlagentechnik, 74	Handwerkskammer Berlin, 23
Fachgebiet Qualitätswissenschaft, 70	Handwerkskammer Cottbus, 23, 36
Forster, 47	Handwerkskammer Potsdam, 35, 36
Forster System-Montage-Technik, 40	Handwerkskammern, 20
Fraunhofer IZM, 66, 76	Hasso-Plattner-Institut Potsdam, 48, 66, 76
Fraunhofer IFAM, 82	Havel metal foam, 40, 47
Fraunhofer-Institut f. Produktionsanlagen u. Konstruktionstechnik (Berlin), 48	HDT, 21, 82
Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung (Potsdam), 48	Heinze Akademie, 22, 50, 82
Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung Potsdam, 66, 76	Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (Berlin), 48
Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung Dresden, 48	Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB), 66, 76
Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik, 66, 76	Herkert Akademie, 82
	Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, 66, 76
	Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, 48
	Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin, 48
	Hochschule Zittau/Görlitz, 48

-
- Hochspannungstechnik und Elektrische Anlagen, 73
 Hoppecke, 82
 HPI, 66, 76
 HTW, 66, 76
 HUB, 66, 75, 76
 Humboldt-Universität zu Berlin, 75
 HWK, 82
 HZB, 66, 76

 i-vector, 67
 IAP, 66, 76
 IAV, 40
 IBAR Systemtechnik, 40
 IBB, 21, 82
 IBBF, 10, 20, 52
 IFAM, 22 iftp im
 bfw, 10
 IHK Cottbus, 49
 IHK Potsdam, 23
 IHK+HWK Frankfurt/Oder, 23
 Innoenergy, 37
 Insitut für Chemie, 66, 76
 Insitut für Physik, 73
 Institut für Betriebliche Bildungsforschung,
 52
 Institut für Elektrische und Thermische
 Energiesysteme, 66, 72, 73
 Institut für Elektrotechnik und
 Informationstechnik, 66, 72, 73
 Institut für Energie und
 Automatisierungstechnik, 66, 68
 Institut für Energie- und
 Automatisierungstechnik, 70
 Institut für Materialchemie, 66, 72, 73
 Institut für Physik, 66, 72
 Institut für Verfahrenstechnik und
 Werkstoffe, 66, 72, 73
 Institut für Werkstoffwissenschaften und
 -technologien, 66, 68, 70
 Institut für Werkzeugmaschinen und
 Fabrikbetrieb, 70
 Institut für Werkzeugmaschinen und
 Fabrikbetrieb (IWF), 66, 68
 IONWAY, 57
 IPK, 66, 76
 IZM, 66, 76
 Keramische Werkstoffe /
 Hochleistungskeramik, 66, 68
 Kfz-Innung, 82
 Kfz-Innung Berlin, 35, 36
 Kfz-Innungen, 20
 KOMBiH, 10, 16, 23, 43, 67, 71, 80, 81,
 86 KoSiV,
 82
 Lausitz Energie Kraftwerke, 40

-
- LEAG, 46, 47, 52, 54, 56
- LEAG / QLEE, 23, 49
- Lehrstuhl Energieverteilung und
Hochspannungstechnik, 75
- Leibniz-Institut für Polymerforschung
Dresden, 48
- LG Chem, 57
- LG Energy Solution, 57
- LGES, 57
- Lohnakad, 82
- Mercedes, 54, 57
- Mercedes Benz AG VD Berlin, 40
- Microvast, 40
- Microvast, Mercedes, 47 Mikroelektronik,
73
- Northvolt, 13, 37, 50 NOVO,
50
- Ostfalia Hochschule für angewandte
Wissenschaften Wolfenbüttel, 48
- OSZ Forst / Spree-Neiße, 49
- Physikalische Chemie, 73
- PowerCo, 57
- Prozess-und Anlagentechnik, 73
- QLEE, 52
- QualifizierungsCENTRUM der Wirtschaft
(QCW) Eisenhüttenstadt, 49 QuW-
Lib, 50
- Reiner Lemoine Institut, 66, 76
- ReLiOS, 74
- Renault Retail Group, 40
- RL, 66, 76
- Rock Tech, 54
- SKZ – Das Kunststoff-Zentrum Halle, 49
- SRH, 66, 76
- SRH Berlin, 66, 76
- SRH Berlin University of Applied
Sciences, 48
- Strober + Partner, 82 SVOLT,
53, 54, 56
- TAE, 82
- TAH, 21, 23, 36, 82
- TAH Technische Akademie Hennigsdorf, 23
- TC-Kleben Übach-Palenberg (NRW), 49
- Technische Hochschule Brandenburg, 48,
66, 76
- Technische Hochschule Wildau, 48, 66,
76
- Technische Universität Berlin, 48
- Technische Universität Chemnitz, 48
- Technische Universität Dresden, 48
- Technische Universität Graz, 48
- Technische Universität Magdeburg, 48

-
- Technischen Hochschulen, 75
- Tesla, 47
- Tesla Manufacturing Brandenburg, 40
- THB, 66, 76
- Theion, 40
- THW, 66, 76
- TU Bergakademie Freiberg, 48
- TU Berlin, 10, 67, 68, 70
- TUB, 66, 68, 70, 75
- TWW, 82
- TÜV, 20
- TÜV Gesellschaften, 37
- TÜV Hessen, 82
- TÜV Nord, 82
- TÜV Rheinland, 82
- TÜV Saarland, 82
- TÜV Süd, 82
- Wirtschaftsförderung des Landes Berlin,
10
- ZAL, 23
- TÜV Süd Akademie, 49
- TÜV Thüringen, 82
- TÜV-Gesellschaften, 35, 36
- Umicore, 57
- Universität Potsdam, 66, 75, 76
- Universität Stuttgart, 48 UP,
66, 76
- VDI, 21, 36, 82
- VDI Wissensforum, 35, 36
- VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, 10,
50
- Vogel Akademie, 82
- Volkswagen, 57
- VOLVO, 50
- WEKA, 82
- Wirtschaftsförderung Brandenburg, 10
- Zentrum für wissenschaftliche
Weiterbildung, 71
- ZIB, 66, 76
- Zuse-Institut Berlin, 66, 76
- ZWW, 71–73

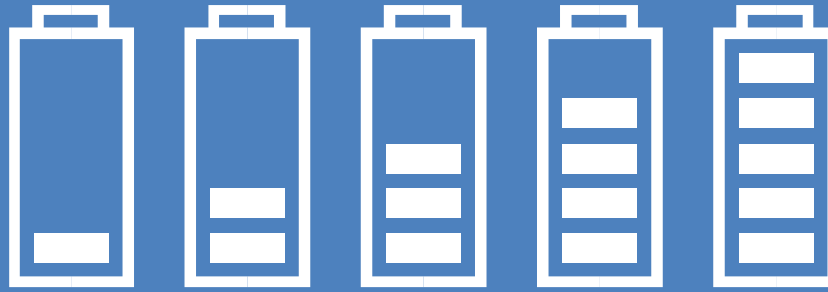
Literatur

- [1] *Allbatts courses*. <https://www.project-albatts.eu/en/courses>.
- [2] Arnold-Triangeli, Linda, Nadine Birner, Anne Busch-Heizmann, Doris Johnsen, Peggy Kelterborn, Mira Maschke und Christoph Sprung: *Eine Bestandsaufnahme zur Fachkräftesituation in der Batterieindustrie in Deutschland. Wie Unternehmen ihren Fachkräftebedarf durch die Förderung von Diversität sichern können.*, 2023. Zugriff 13.10.23, https://www.ipcei-batteries.eu/fileadmin/Images/accompanying-research/publications/2023-06-BZF_Studie_FachkraefteDiversitaet_DE_01.pdf.
- [3] Axel Thielmann, Christoph Neef, Tim Hettesheimer, Katharina Ahlbrecht und Sandra Ebert: *Future Expert Needs in the Battery Sector*, 2021. Fraunhofer, Zugriff 13.10.23, <https://eitrawmaterials.eu/wp-content/uploads/2021/03/EITRawMaterials-Fraunhofer-Report-Battery-Expert-Needs-March-2021.pdf>.
- [4] „*Batterieverordnung*“, *EU-Verordnung 2023/1542*, 2023. [url=https://eurlex.europa.eu/eli/reg/2023/1542/oj](https://eurlex.europa.eu/eli/reg/2023/1542/oj).
- [5] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), Nationale Plattform Zukunft der Mobilität, Arbeitsgruppe 4 „Sicherung des Mobilitäts- und Produktionsstandortes, Batteriezellproduktion, Rohstoffe und Recycling, Bildung und Qualifizierung“: *Batterieproduktion für Deutschland und Europa. Bericht der Fokusgruppe Wertschöpfung der AG 4 der NPM*, 2021. Zugriff am 16.10.2023, https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/wp-content/uploads/2021/10/NPM_AG4_Batteriezellproduktion.pdf.
- [6] B.Z./Michael Sauerbier: *Brandenburger Millionen-Projekten droht das Aus*, 18.2.2024. <https://www.bz-berlin.de/brandenburg/brandenburgermillionen-projekten-droht-das-aus>.
- [7] DGUV: *Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltssystemen*, 2021. Zugriff 28.10.2023, <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/3982>.
- [8] DGUV: *Fachbereich AKTUELL FBHM-124 Umgang mit Hochvoltspeichern*, 2022. Zugriff am 1.11.2023, https://www.dguv.de/medien/fb-holzundmetall/publikationen/infoblaetter/infobl_deutsch/2020-0005fbhm-124_umgang-mit-hochvoltspeichern_entwurf_2022-02-04.pdf.
- [9] *Berlin Weiterbildungsdatenbank*, 2023. Zugriff 21.10.2023, <https://start.wdbberlin.de/>.

-
- [10] European Commission: *Green skills and knowledge concepts: Labelling the esco classification*, 2022. Zugriff am 25.10.2023, <https://esco.ec.europa.eu/system/files/2023-07/Green%20Skills%20and%20Knowledge%20%20Labelling%20ESCO.pdf>.
- [11] European Commission: *Communication from the commission to the european parliament, the european council, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions: A green deal industrial plan for the net-zero age*, Zugriff 16.10.2023, https://commission.europa.eu/system/files/202302/COM_2023_62_2_EN_ACT_A%20Green%20Deal%20Industrial%20Plan%20for%20the%20Net-Zero%20Age.pdf.
- [12] European Commission: *The european green deal*, 2023. Zentrale Website, Zugriff 16.10.2023, https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en.
- [13] European Parliament: *Circular economy: definition, importance and benefits*, 2023. <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/economy/20151201STO05603/circular-economy-definition-importanceand-benefits>.
- [14] European Parliament / EPRS | European Parliament Research Service: *New eu regulatory framework for batteries. setting sustainability requirements. briefing*, 2023. Zugriff 16.10.2023, [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/689337/EPRS_BRI\(2021\)689337_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/689337/EPRS_BRI(2021)689337_EN.pdf).
- [15] Europäische Kommission: *Pressemitteilung der Europäischen Kommission: „Fit für 55“: Rat nimmt Verordnung über CO₂-Emissionen für neue Personenkraftwagen und leichte Nutzfahrzeuge an*, 2023. <https://www.consilium.europa.eu/de/press/pressreleases/2023/03/28/fit-for-55-council-adopts-regulation-on-co2emissions-for-new-cars-and-vans/>.
- [16] Geissdoerfer, Martin, Marina Pieroni, Daniela Pigosso und Khaled Soufani: *Circular business models: A review*. Journal of cleaner production, 2020, ISSN 0959-6526.
- [17] Gregoir, Lisbet und Karel van Acker: *Metals for Clean Energy: Pathways to solving Europe's raw material challenge*, 2022. <https://eurometaux.eu/media/jmxf2qm0/metals-for-clean-energy.pdf>.
- [18] i-vector innovations management gmbh: *Studie „Batteriekompetenzen in und um Brandenburg“. Befunde und Analyseergebnisse. Studie im Auftrag der Wirtschaftsförderung Land Brandenburg GmbH (WFBB)*, 2023. Zugriff 13.10.23, https://energietechnik-bb.de/sites/default/files/2023-03/ivector_Studie_Batteriekompetenzen_Brandenburg_2023_03_21.pdf.

-
- [19] Innoenergy. <https://www.innoenergy.com/skillsinstitute/introductionto-batteries/>.
- [20] Institut für Betriebliche Bildungsforschung, Karla Sorgato, Nikolas Hubel und Christine Schmidt: *Systemwissen für die vernetzte Energie- und Mobilitätswende*. Vereinigung für Betriebliche Bildungsforschung e.V., Institut für Betriebliche Bildungsforschung, Berlin, 2. aktualisierte Auflage Auflage, 2022, ISBN 978-3-9816861-8-0. OCLC: 1339086623. Zugriff 25.10.2022, [https://ibbf.berlin/assets/images/Dokumente/220627_IBBF_Kompendium_2022_WEB_final%20\(1\).pdf](https://ibbf.berlin/assets/images/Dokumente/220627_IBBF_Kompendium_2022_WEB_final%20(1).pdf).
- [21] IONWAY: *Ionway – the umicore/powerco jv – to locate its first production plant in nysa, poland*, 2023. <https://www.unicore.de/de/presse/news/ionway-ersteproduktionsstatte-in-nysa/>.
- [22] LGEN: *Website*, 2024. <https://lgensol.pl/en/about-us/>.
- [23] Mercedes: *Mercedes-benzmanufacturing poland sp. zo. o., jawor*, 2024. <https://group.mercedes-benz.com/careers/about-us/locations/locationdetail-page-5199.html>.
- [24] Münster Journal und Ute Schmitz: *Mit Expertise in die elektrische Zukunft: Bund fördert Ausbildungszentrum für Batterie-Fachkräfte in Itzehoe mit 20 Millionen Euro*, 2023. <https://muenster-journal.de/mit-expertise-in-die-elektrische-zukunft-bund-foerdert-ausbildungszentrum-fuer-batterie-fachkraeftein-itzehoe-mit-20-millionen-euro/>.
- [25] northvolt: *Volvo Cars and Northvolt accelerate shift to electrification with new 3,000-job battery plant in Gothenburg, Sweden*, 2022. <https://northvolt.com/articles/northvolt-volvo-gigafactory/>.
- [26] Prognos AG, Alice Greschcow, Johanna Jurgeleit, Christian Kluge, Sören Mohr, Claudia Münch und Lauritz Wandhoff: *Fachkräfte für die Dekarbonisierung der Industrie: Qualifizierungsbedarf und Handlungsempfehlungen*, 2023. Zugriff 19.10.23, https://www.cluster-dekarbonisierung.de/files/standard/upload/downloads/0000/CDI_Studie_Fachkraefte%20f%C3%BCr%20die%20Dekarbonisierung%20der%20Industrie_Executive%20Summary.pdf.
- [27] Projet Albatts: *Skills cards*, 2023. Zugriff 25.10.2023, <https://www.projectalbatts.eu/en/skillscards>.

-
- [28] Rizos, Vasileios, Katja Tuokko und Arno Behrens: *The circular economy. a review of definitions, processes and impacts*, 2017. Zugriff am 25.10.2023, https://aei.pitt.edu/85892/1/RR2017%2D08_CircularEconomy_0.pdf.
- [29] Stöhr, M. und A. Jagwitz: *Erschließung des volkswirtschaftlichen Potentials und Umweltnutzens von 2nd-Life-Batterie-Energiespeichersystemen durch Bereitstellung von Systemdienstleistungen für das Energiesystem*. In: *Systemwissen für die vernetzte Energie- und Mobilitätswende*, Seiten 76–83. Institut für Betriebliche Bildungsforschung, 2022.
- [30] Suchanek, Jan: *Circular Economy - Spiral*, 2023. <https://tikz.net/circulareconomy-spiral/>.
- [31] VDI/VDE-IT (Hrsg.) *Nachhaltigkeit der Batteriezellfertigung in Europa. Wie nachhaltig sind Batterien und Elektromobilität wirklich?* 2021. Seite 4. Letzter Zugriff: 10.03.2024. https://vdivde-it.de/sites/default/files/document/Studie_Nachhaltigkeit-der-Batteriezellfertigung-in-Europa.pdf
- [32] VDI/VDE-IT, Aiko Bünting, Hannah Lickert und Sarah Vogl: *Market Analysis Update Q2 2023: Build-up of the Battery Industry in Europe - Status Quo and Challenges*, 2023. https://www.ipcei-batteries.eu/fileadmin/Images/accompanying-research/market-updates/2023-07BZF_Kurzinfo_Marktanalyse_Q2-ENG.pdf.
- [33] Wirtschaftsförderung Brandenburg: *Pressemitteilung: Studie: Brandenburg wird Zentrum für Batterieindustrie. Bereits fast 10.000 Arbeitsplätze in 33 Unternehmen im Land*, 2023. Zugriff 13.10.23, https://www.wfbb.de/sites/wfbb.de/files/202303/PM_230307_Batteriestudie.pdf.



Dank

Wir danken an dieser Stelle ausdrücklich allen Unternehmen, Institutionen und Personen, die sich an den Erhebungen beteiligt bzw. diese unterstützt haben.

Herausgeber:in

Vereinigung für Betriebliche Bildungsforschung e.V. c/o
Institut für Betriebliche Bildungsforschung IBBF
Gubener Straße 47
10243 Berlin

info@ibbf.berlin
www.ibbf.berlin

Autor:innen, Mitwirkende im Projekt Kompetenzaufbau für Batteriezellfertigung in der Hauptstadtregion (KOMBiH)

Dr. Wolfgang Brehm, Matthias Geisthardt, Vivien Gutowska, Sebastian Rödl, Christine Schmidt, Jan Suchanek, Vivian Schwedt-Binkowski

Layout, Datenanalyse und Datenvisualisierung Jan Suchanek, Christoph Wolter

Redaktion Christine Schmidt, Jan Suchanek



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages