

Netzwerk Qualifizierung Elektromobilität

Projektabschlussbericht

> Akademische Qualifizierung





Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
Kernergebnisse im Überblick.....	4
1 Das Projekt NQuE	5
1.1 Verbundpartner.....	5
1.2 Aufgabenstellung und Ziele	7
1.2.1 Arbeitspakete	7
1.2.2 Vernetzung	8
1.3 Projektumfeld	9
2 Arbeitsergebnisse	12
2.1 Akademische Qualifizierung.....	12
2.1.1 Methodische Vorgehensweise	14
2.1.2 Bestandsanalyse	15
2.1.2.1 Strukturen der akademischen Qualifizierung.....	15
2.1.2.2 Studiengänge.....	20
2.1.2.3 Vertiefungen und Module	30
2.1.2.4 Sonstige Bildungsangebote	35
2.1.2.5 Thematische Zuordnung.....	40
2.1.2.6 Promotionsangebote und Forschung.....	51
2.1.2.7 Schaufensterprojekte	58
2.1.2.8 Internationale Qualifizierung	66
2.1.3 Bedarfsanalyse	72
2.1.3.1 Voranalyse Qualifizierungsbedarfe	73
2.1.3.2 Voranalyse Stellenausschreibungen.....	81
2.1.3.3 Unternehmensbefragung	87
2.1.3.4 Workshops.....	89
2.1.4 Handlungsempfehlungen	105
2.2 Berufliche Qualifizierung	110
2.3 Dokumentation der Projektergebnisse	112
3 Zusammenfassung und Ausblick	114
Abbildungsverzeichnis.....	116
Tabellenverzeichnis	117
Abkürzungsverzeichnis	118
Literaturverzeichnis.....	119
Anhang	123

Vorwort

Mit dem Regierungsprogramm Elektromobilität hat die Bundesregierung das Ziel ausgerufen, Deutschland als Leitmarkt und Leitanbieter für Elektromobilität zu positionieren. Eine wesentliche Voraussetzung dafür ist eine breite Basis an hervorragend qualifizierten Fachkräften, die optimal auf die technologischen und wirtschaftlichen Herausforderungen neuer Antriebs- und Mobilitätskonzepte vorbereitet sind.

Dem zufolge war eine der Arbeitsgruppen der Nationalen Plattform Elektromobilität die *AG5 Ausbildung und Qualifizierung* (ehemals AG6), die Themen der beruflichen und akademischen Bildung bündelt. In der Kompetenz-Roadmap der AG6 von 2012 wird der Bedarf formuliert, die verschiedenen Projektaktivitäten zu identifizieren und transparent zu machen, wobei „die Umsetzung der Maßnahmenpakete für die akademische und für die berufliche Bildung in geeigneter Form koordiniert werden“ soll.¹ Vor diesem Hintergrund wurde mit dem Netzwerk Qualifizierung Elektromobilität (NQuE) ein Projekt durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung initiiert, das beide Bildungsbereiche miteinander verzahnt.

An die Fach- und Führungskräfte werden zukünftig dahingehend neue Kompetenzanforderungen gestellt, dass mit der Elektromobilität generell eine größere Interdisziplinarität, ein Verständnis des Gesamtsystems sowie ein Denken über Unternehmens-, Fakultäts- und Gewerkegrenzen hinweg gefragt sind. Wie die akademische und berufliche Ausbildung und Qualifizierung dafür zu gestalten sind, fokussiert das Netzwerk Qualifizierung Elektromobilität.

Im vorliegenden Bericht werden insbesondere der aktuelle Stand der Ergebnisse zur akademischen sowie ein kurzer Überblick zur beruflichen Aus- und Weiterbildung dargestellt, jeweils zur Bestandsaufnahme der elektromobilitätsbezogenen Qualifizierungsangebote im Arbeitspaket 1 (AP1) und zur Analyse zukünftiger Qualifizierungsbedarfe (AP2). Die Ableitung von Handlungsempfehlungen (AP3) auf Basis eines Abgleichs der Resultate aus Bestands- und Bedarfsanalyse gehört außerdem zu den Zielsetzungen von NQuE. Die Dokumentation der Projektergebnisse (AP4) erfolgt parallel zu den chronologisch aufeinander aufbauenden Arbeitspaketen 1 bis 3 und wird übergreifend für den akademischen und berufsbildenden Bereich gemeinsam in einem Kapitel zusammengefasst.

Der Fokus der Analysen im Rahmen des Projektes NQuE liegt auf der Aus- und Weiterbildung und somit der Lehre. Dabei sollte nicht unberücksichtigt bleiben, dass auch die Aktivitäten von Hochschulen in den Bereichen Forschung und Entwicklung einen entscheidenden Einfluss auf die wissenschaftsorientierte postgraduale Qualifizierung von Fachkräften haben. Dies drückt sich insbesondere durch die Tätigkeiten von wissenschaftlichen Mitarbeitern und Doktoranden an einer Vielzahl renommierter, mit Wirtschaft und Industrie vernetzten Instituten und Lehrstühlen aus.

¹ Nationale Plattform Elektromobilität (2012)

Kernergebnisse im Überblick

Zum Ende des Projektes ergeben sich vielfältige Erkenntnisse hinsichtlich des Angebotes elektromobilitätsbezogener Qualifizierungsmaßnahmen und der zukünftigen Handlungsbedarfe. Die wesentlichen Punkte sind im Folgenden zusammengefasst.

- > Das Thema Elektromobilität erfährt bei den Hochschulen und Universitäten in Deutschland eine ausgesprochen hohe Bedeutung. Dies ist insbesondere daran ersichtlich, dass für ein derart inhaltlich fokussiertes Fachgebiet gegenwärtig bereits über 20 Studiengänge angeboten werden, die direkt auf Elektromobilität ausgerichtet sind. Allgemein zeichnet sich die deutsche Hochschullandschaft durch eine starke Ausrichtung auf den Automobilsektor aus.
- > Bei der konzeptionellen Gestaltung von Qualifizierungsangeboten zeigen sich erhebliche Unterschiede zwischen den Universitäten und den Hochschulen für angewandte Wissenschaften. Während an letzteren vermehrt reine Elektromobilitätsstudiengänge angeboten werden, erweitern die Universitäten ihr Portfolio insbesondere durch eine Vielzahl von hochspezialisierten Fachmodulen, die häufig auch Themen aus den jeweiligen Forschungsaktivitäten aufgreifen. An den Hochschulen für angewandte Wissenschaften werden vergleichsweise deutlich mehr Weiterbildungsstudiengänge (mit berufs begleitender Ausrichtung) angeboten, außerdem finden sich hierbei häufiger Kooperationen mehrerer Hochschulen mit gemeinsam konzipierten Angeboten.
- > Die inhaltliche Ausrichtung der Studiengänge zur Elektromobilität offenbart eine erhebliche Breite an Themenfeldern. Den größten Anteil haben hierbei Lehrinhalte aus dem Handlungsfeld „Fahrzeugtechnik“. Der in der Berufsbildung stark ausgeprägte Bereich „Fahrzeugservice und -handel“ spielt dagegen in der akademischen Qualifizierung keine wesentliche Rolle.
- > Im internationalen Vergleich lassen sich nur wenige Studiengänge mit direktem Fokus auf Elektromobilität feststellen. Die entsprechenden Inhalte werden aber sehr wohl, ähnlich wie auch in Deutschland, in bestehende Angebote integriert (beispielsweise im „Automotive Engineering“).
- > Die Schaufensterprojekte tragen einen wesentlichen Teil zur Qualifizierung in der Elektromobilität bei. Dies gilt sowohl für die Konzeption und Durchführung konkreter Studiengänge oder Weiterbildungsbausteine, als auch für konzeptionelle Themen. Insbesondere zeichnen sich die verschiedenen Vorhaben durch innovative Ansätze aus, etwa durch die Verbindung von Maßnahmen zur Durchlässigkeit und Anrechnung mit den Inhalten der Elektromobilität.
- > Die von Unternehmensseite geäußerten Qualifizierungsbedarfe lassen unter anderem die Notwendigkeit flexibel gestalteter Weiterbildungsmodule erkennen. Angesichts des besonderen Innovationscharakters der Elektromobilität ist dabei vor allem die Integration aktueller Forschungsergebnisse von Bedeutung.
- > Die Integration aktueller Ergebnisse der anwendungsnahen Forschung ist ein essentieller Bestandteil der akademischen Lehre. Eine umfassende technische Laborausstattung der Hochschulen ist dafür die entscheidende Grundlage.

1 Das Projekt NQuE

Das Netzwerk Qualifizierung Elektromobilität analysiert die elektromobilitätsbezogene Aus- und Weiterbildung im akademischen und berufsbildenden Bereich. Vor der Darstellung der Projektergebnisse werden in diesem Kapitel des Berichtes zunächst die Hintergründe und Rahmenbedingungen des Vorhabens erläutert. Dies umfasst die Zusammenarbeit der unterschiedlichen Beteiligten im Verbundprojekt, dessen Zielsetzung und die Einbindung in das Projektumfeld.

1.1 Verbundpartner

An der Durchführung des Projektes sind insgesamt drei Verbundpartner beteiligt. Die berufliche Aus- und Weiterbildung liegt dabei in der Verantwortung des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB), während im Bereich der akademischen Qualifizierung die RWTH Aachen für die Universitäten und die Technische Hochschule Ingolstadt (THI) für die Hochschulen für angewandte Wissenschaften zuständig ist. Zusätzlich nimmt das BIBB auch die Rolle des Verbundkoordinators ein. Das Projekt NQuE ist an der RWTH dem Institut für Kraftfahrzeuge (ika) bzw. dem Institut für Akademische Weiterbildung (IAW) an der THI zugeordnet.

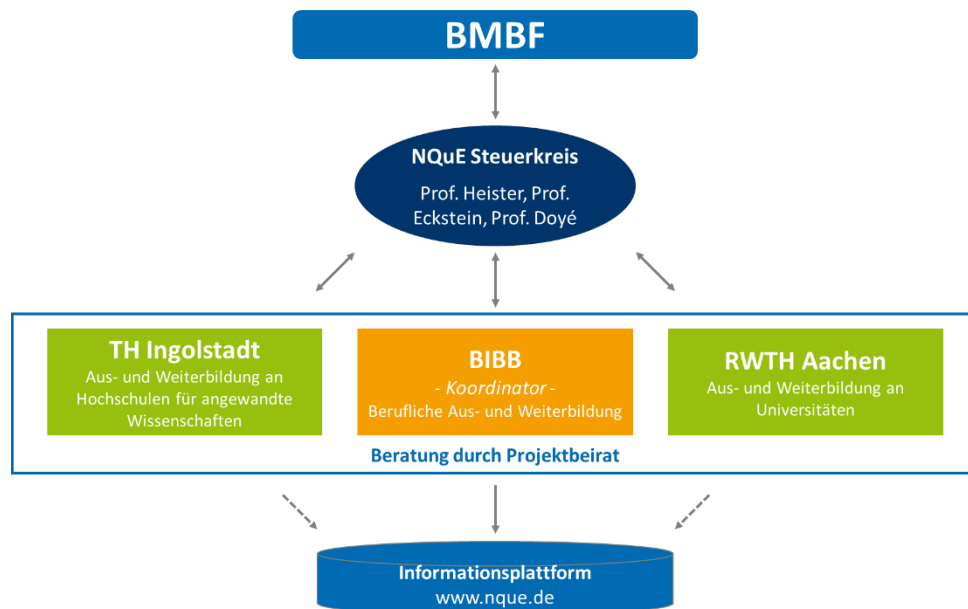


Abbildung 1: NQuE-Projektkonstellation

Aus der Konstellation des Zusammenwirkens der Verbundpartner ergeben sich, abhängig von den Zielsetzungen im jeweiligen Arbeitspaket, unterschiedlich starke Überschneidungen bei der Durchführung der Tätigkeiten. Grundsätzlich wird so weit wie möglich ein Gleichlauf der beruflichen und akademischen Bildung verfolgt. Aufgrund der oftmals sehr unterschiedlichen



Strukturen der beiden Bereiche, gibt es jedoch teilweise methodische Unterschiede. Innerhalb der Hochschulen ist hingegen ein weitgehend paralleles Vorgehen hinsichtlich der Methodik möglich, wenngleich sich in Bezug auf die Analyseergebnisse durchaus Unterschiede zwischen Universitäten und Hochschulen für angewandte Wissenschaften ablesen lassen.

Begleitet wird die Arbeit von NQuE durch den Projektbeirat, der sich aus Vertretern aus Wissenschaft, Unternehmen und Verbänden zusammensetzt. Diese beraten und unterstützen die Verbundpartner im Rahmen regelmäßiger Sitzungen. Der NQuE-Projektbeirat repräsentiert den systemischen Ansatz der Querschnittstechnologie Elektromobilität mit ihren relevanten Branchen ebenso, wie z. B. die verschiedenen Lernorte in den Bereichen berufliche und akademische Bildung. Seine Mitglieder unterstützen die Arbeiten fachlich-methodisch, schaffen – sofern erforderlich – den Zugang zu den Branchen und multiplizieren Projektergebnisse in ihrem jeweiligen Wirkungsfeld. Damit tragen sie auch zur Vernetzung der relevanten Akteure im Feld bei.

Die Dokumentation von Projektergebnissen auf der gemeinsamen Informationsplattform (www.nque.de) wird im entsprechenden Kapitel ausführlich beschrieben.

1.2 Aufgabenstellung und Ziele

Im Rahmen des Projektes NQuE wurden die elektromobilitätsbezogenen Qualifizierungsinitiativen der relevanten Akteure identifiziert, die bestehenden Bedarfe hinsichtlich der zukünftigen Aus- und Weiterbildung ermittelt und daraus Handlungsempfehlungen abgeleitet. Dabei sollte der Erfahrungsaustausch und die Abstimmung der beteiligten Bildungsakteure unterstützt und insbesondere die Ergebnisse aus den Schaufenstern Elektromobilität eingebunden werden.

Dieser Aufgabenstellung folgend ist das Projekt in vier Arbeitspakete (AP) gegliedert, die sowohl für die akademische als auch die berufliche Qualifizierung zutreffen sind.

1.2.1 Arbeitspakete

Die Arbeitspakete 1 bis 3 wurden in chronologischer Abfolge bearbeitet, während die Anforderungen aus dem vierten Arbeitspaket parallel verlaufend umgesetzt wurden.

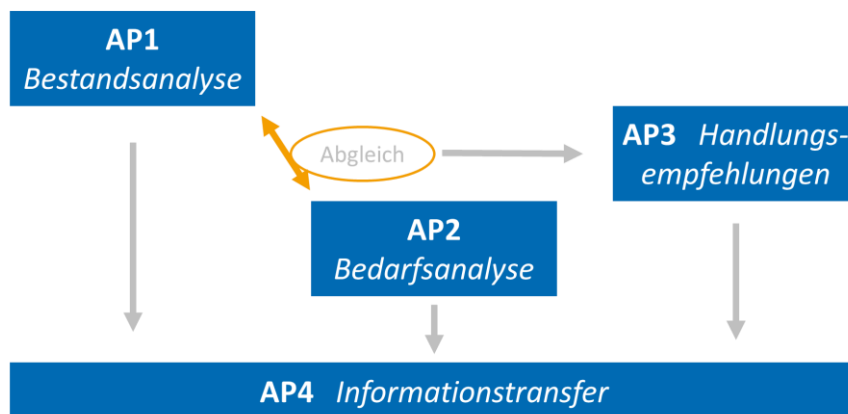


Abbildung 2: Arbeitspakete NQuE

Zunächst erfolgte eine Erhebung des gegenwärtig bestehenden elektromobilitätsbezogenen Qualifizierungsgeschehens in Deutschland – sowohl im Bereich der akademischen als auch in der beruflichen Aus- und Weiterbildung. Dabei sollte ein möglichst umfassendes Bild zu sämtlichen momentan vorhandenen Qualifizierungsangeboten entstehen. Diese wurden hinsichtlich ihrer Struktur und des inhaltlichen Aufbaus analysiert, wobei die Auswertung auf Basis eines Kriterien-Kataloges erfolgte, der es ermöglicht Best-Practice Beispiele zu identifizieren.

In einem zweiten Schritt (AP 2) ermittelte NQuE Qualifizierungsbedarfe in den unterschiedlichen Handlungsfeldern der Elektromobilität. Dabei standen die Einschätzungen aus Sicht von Unternehmen im Vordergrund, für die Elektromobilität eine wichtige Rolle spielt. Im Anschluss daran wurden die Bedarfe an den erhobenen Bildungsangeboten aus der IST-Analyse im Rahmen des Arbeitspaketes 1 gespiegelt und sich ergebende Abweichungen ermittelt. Die daraus resultierenden Erkenntnisse zeigen im Bereich der beruflichen und der akademischen Aus- und Weiterbildung den Handlungsbedarf für die Weiterentwicklung der Qualifizierungsangebote in Deutschland auf (AP 3). Der kontinuierliche Transfer der Projektergebnisse (AP 4) er-

folgte über die Projekt-Website, im Rahmen von Kongressen/Konferenzen und anderen Veranstaltungen, über die jährlichen Zwischenberichte, den vorliegenden Abschlussbericht und die NQuE-Abschlussveranstaltungen.

1.2.2 Vernetzung

Der Onlineauftritt des Projektes unter www.nque.de ist die zentrale Informationsplattform für das Bildungsgeschehen im Bereich Elektromobilität. Dort wurden Informationen über Qualifizierungsangebote, Ergebnisse der Projekte aus den Schaufenstern, die Veranstaltungsdokumentation der Nationalen Bildungskonferenz Elektromobilität und weitere Hintergrundthemen zusammengeführt.

Darüber hinaus wurde die Vernetzung der relevanten Akteure folgendermaßen unterstützt:

- > Teilnahme an Kongressen und Veranstaltungen
- > Projektbegehungen in den Schaufenstern Elektromobilität
- > Veranstaltung von Unternehmensworkshops und NQuE-Konferenz
- > Zwischen- und Abschlussberichte des Projektes

Im Rahmen der Nationalen Bildungskonferenz vom 23./24. Februar 2015 erfolgte die erste öffentliche Präsentation von Projektergebnissen. Mit besonderem Fokus auf Themen der Qualifizierung wurde außerdem die Ergebniskonferenz der Schaufenster im April 2016 unterstützt, die zentral von der Begleit- und Wirkungsforschung ausgerichtet wurde. Dies eröffnete die Möglichkeit, die Resultate von Schaufensterprojekten in den Kontext der gesamten Bildungslandschaft, auf Basis der Analysen aus NQuE, einzuordnen.

Im Verlauf des Projektes konnten darüber hinaus weitere Anknüpfungspunkte zu den Schaufenstern zur Vernetzung und Verbreitung der Arbeitsinhalte gefunden werden. So bestand die Möglichkeit eines Beitrages in einer Ausgabe der Schriftenreihe der Lernwelt Elektromobilität Berlin, die unmittelbar auf Themen der Qualifizierung für Elektromobilität ausgerichtet ist.² Dabei wurden die Rahmenbedingungen von NQuE erläutert und auf verschiedene Analyseergebnisse hingewiesen.

Der gesamte Text dieser Veröffentlichung ist im Anhang dieses Berichtes nachzulesen.

² Lernwelt Elektromobilität Berlin (2015)

1.3 Projektumfeld

Im Feld der Qualifizierung rund um die Elektromobilität ist NQuE nur einer unter einer Vielzahl an Akteuren. Zu Beginn des Projektes bestand daher die Notwendigkeit diese zu identifizieren und ihre jeweilige Rolle von den eigenen Tätigkeiten abzugrenzen.

Im Folgenden werden die wichtigsten Anknüpfungspunkte kurz dargestellt.

Nationale Plattform Elektromobilität (NPE)

Das 2010 auf Initiative der Bundesregierung gegründete Beratungsgremium soll den Aufbau des Leitmarktes koordinieren, erfolgskritische Themen für Forschung und Entwicklung identifizieren sowie nationale und internationale Aktivitäten auf dem Feld der Elektromobilität auswerten. Vor diesem Hintergrund erarbeitete die AG5 Ausbildung und Qualifizierung eine Kompetenz-Roadmap zur aktuellen Entwicklung und trug zu den regelmäßigen Fortschrittsberichten der NPE bei. Beide Veröffentlichungen wurden durch die Verbundpartner von NQuE inhaltlich unterstützt.

Ebenfalls auf die Empfehlungen der Nationalen Plattform Elektromobilität geht die Einrichtung der Schaufenster Elektromobilität zurück.

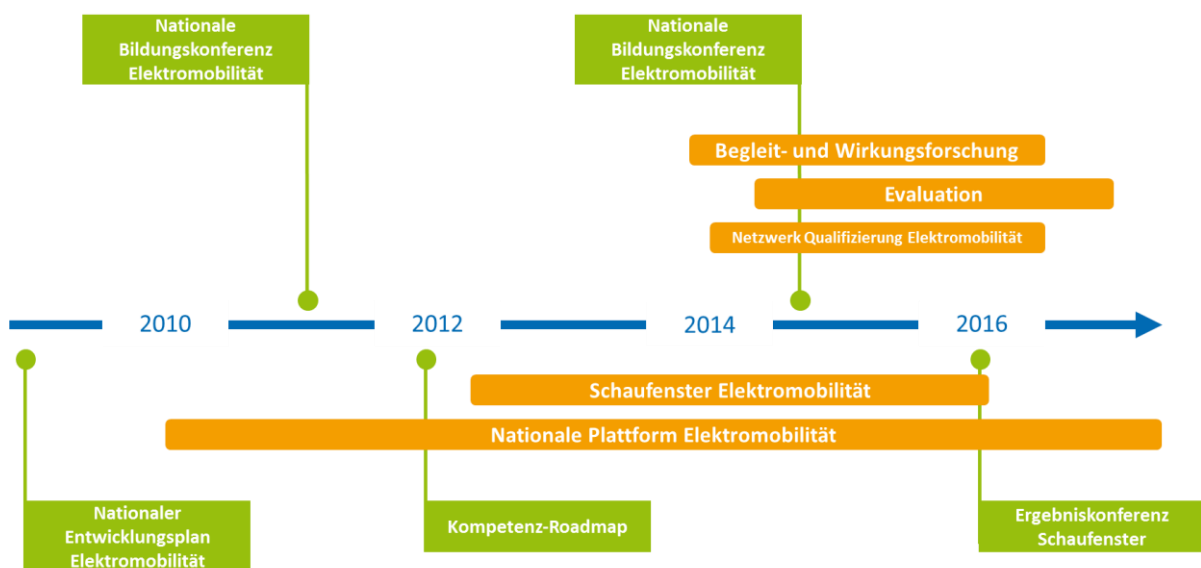


Abbildung 3: Projektumfeld

Schaufenster Elektromobilität

Bei den Schaufenstern Elektromobilität handelt es sich um groß angelegte regionale Demonstrationen, in denen die innovativsten Elemente der Elektromobilität an der Schnittstelle von Energiesystem, Fahrzeug und Verkehrssystem sichtbar gemacht werden. In den vier ausgewählten Regionen „LivingLab BW^e mobil“ (Baden-Württemberg), „Internationales Schaufenster Elektromobilität Berlin-Brandenburg“, „Unsere Pferdestärken werden

elektrisch“ (Niedersachsen) sowie „ELEKTROMOBILITÄT VERBINDET“ (Bayern/Sachsen) werden vielfältige Demonstrations- und Pilotvorhaben umgesetzt. Die Schaufenster Elektromobilität sind Erprobungsraum und Versuchslabor, um offene Fragestellungen zu beantworten. Zugleich sind sie Werkstatt, in der Werkzeuge und Technologiekompetenz getestet, demonstriert und auf ihre Zweckmäßigkeit, Nutzerakzeptanz und Umweltwirkung getestet werden. Die Förderung der Maßnahmen mit 180 Mio. Euro steuern die vier Bundesministerien für Wirtschaft und Energie (BMWi), Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), Umwelt und Bauen (BMUB) sowie Bildung und Forschung (BMBF). Unter den verschiedenen Themenfeldern des Schaufensterprogramms befinden sich auch diverse Projekte zur Aus- und Weiterbildung.

Begleit- und Wirkungsforschung

Mit dem Ziel, die Erkenntnisse und Erfahrungen aus den Schaufensterprojekten übergreifend verfügbar zu machen, hat die Bundesregierung eine schaufensterübergreifende Begleit- und Wirkungsforschung (BuW) beauftragt. Dabei setzt sich das Konsortium der BuW aus der Deutsches Dialog Institut GmbH (Gesamtkoordination und Öffentlichkeitsarbeit), dem Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V., und der BridgingIT GmbH zusammen. Hauptanliegen der Begleit- und Wirkungsforschung ist es, einen effektiven Wissenstransfer zwischen den Projekten und der Fachöffentlichkeit zu gestalten und so zur stetigen Verbesserung der Schaufenster und zur Weiterentwicklung des Elektromobilitätsstandorts Deutschland insgesamt beizutragen.³

Das Netzwerk Qualifizierung Elektromobilität ergänzt die Begleitforschung der BuW im Themenfeld Ausbildung und Qualifizierung. Dies gilt beispielweise auch für die Vorbereitung des entsprechenden Fachforums im Rahmen der für April 2016 veranstalteten Ergebniskonferenz zu den Schaufenstern Elektromobilität.

Evaluation

Als Unterauftragnehmer der Begleit- und Wirkungsforschung sind das Wuppertal Institut, Ernst Basler + Partner AG und HiTec Marketing dafür zuständig, die volkswirtschaftliche Hebelwirkung und die Wirtschaftlichkeit der Schaufensterprojekte zu evaluieren. Da es sich hierbei auch um eine Bewertung des Schaufensterprogramms als Gesamtinstrument handelt, schließt die Evaluation auch die Projekte aus dem Themenfeld Ausbildung und Qualifizierung mit ein. Mit dem Ziel der gegenseitigen Abstimmung war deshalb auch NQuE beim Auftakttermin bzw. der Konzeptpräsentation der Evaluation anwesend. Das weitere Vorgehen von Evaluation und NQuE erfolgt demnach unabhängig voneinander.

³ Begleit- und Wirkungsforschung (2015)

Projektträger

Innerhalb der Projektkonstellation von NQuE ist das Bundesinstitut für Berufsbildung direkt über eine Verwaltungsvereinbarung mit dem BMBF verbunden. Sowohl bei der RWTH als auch bei der THI erfolgt die Projektförderung über den Projektträger VDI/VDE-IT. Dieser fungiert gleichzeitig auch als Projektträger für die Schaufensterprojekte, gemeinsam mit dem TÜV Rheinland. Durch die unmittelbare Zusammenarbeit wird der Informationsaustausch unterstützt. So ist es beispielsweise NQuE möglich auf die Datenplattform der Projektträger zuzugreifen, die Zwischen- und Abschlussberichte der Schaufenster Elektromobilität enthält.

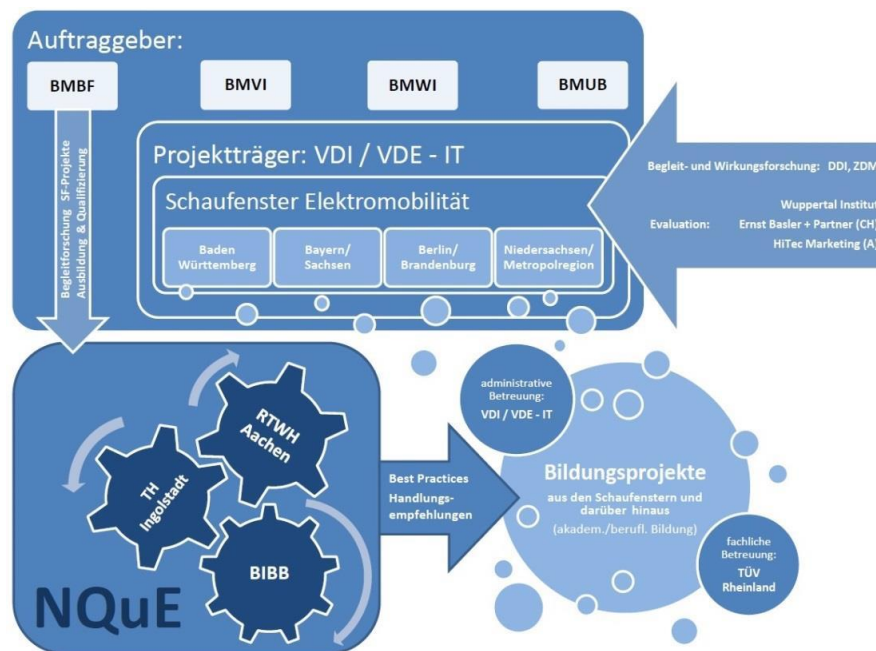


Abbildung 4: Einordnung Verbundprojekt

2 Arbeitsergebnisse

Im Mittelpunkt des vorliegenden Abschlussberichtes steht die akademische Qualifizierung, der Aufgabenbereich der Verbundpartner RWTH Aachen und TH Ingolstadt im Projekt NQuE. Eine inhaltliche Trennung der Berichtsstruktur nach Universitäten und Hochschulen für angewandte Wissenschaften wird an dieser Stelle nicht vorgenommen, da die Herangehensweise weitgehend parallel verläuft und eine intensive Abstimmung der Tätigkeiten über die gesamte Projektlaufzeit hinweg erfolgte. Die Analysen der Berufsbildung durch das BIBB werden dagegen in einem separaten Bericht dargestellt. Eine kurze Erläuterung der Schnittstellen zur beruflichen Bildung wird in diesem Kapitel im Anschluss an die Ergebnisse zur akademischen Qualifizierung vorgenommen.

2.1 Akademische Qualifizierung

Die Darstellung in Form dieses Berichtes erfolgt analog zu den Arbeitspaketen, die dem Projekt NQuE zugrunde liegen. Zunächst wird auf die Analyse der bestehenden Qualifizierungsangebote eingegangen, anschließend auf die insbesondere von Unternehmen geäußerten Bildungsbedarfe. Aus dem Abgleich der jeweiligen Ergebnisse können daraufhin Handlungsempfehlungen abgeleitet werden. Bei der Analyse der Qualifizierungsangebote werden sowohl konzeptionelle Aspekte, wie zeitliche Dauer oder akademischer Abschlussgrad, als auch inhaltliche Kriterien betrachtet. Zur systematischen Erfassung der thematischen Inhalte wird auf die Handlungsfelder Elektromobilität zurückgegriffen, wie sie im Rahmen der Kompetenz-Roadmap der Nationalen Plattform Elektromobilität definiert wurden.⁴ Dabei handelt es sich um die in Abbildung 5 dargestellten sechs verschiedenen Felder (Infrastruktur Stationen, Infrastruktur Netze, Fahrzeugtechnik eCar, Produktionstechnik, Systemdienstleistungen, Fahrzeugservice/-handel).

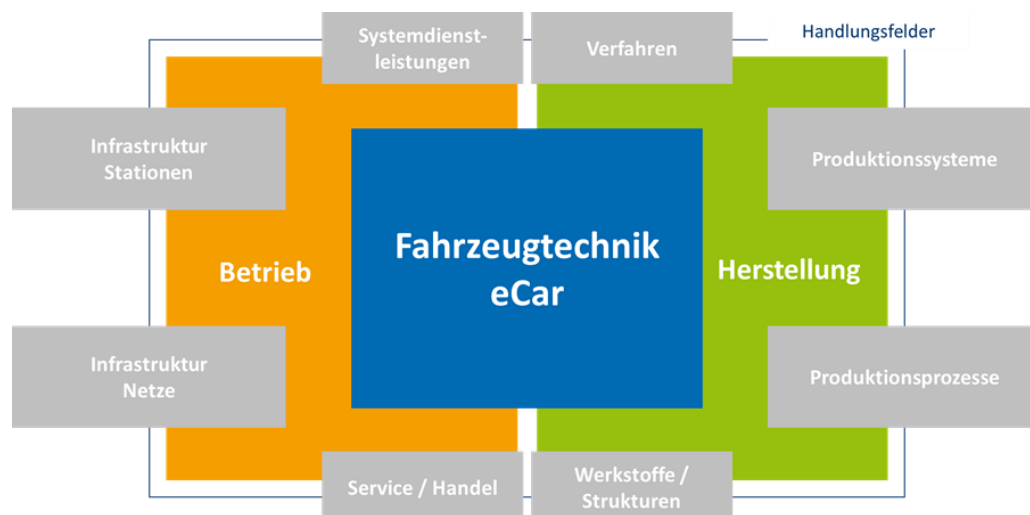


Abbildung 5: Handlungsfelder Elektromobilität

⁴ Nationale Plattform Elektromobilität (2012)

In Abschnitt 2.1.2 Bestandsanalyse werden detailliert die verschiedenen Ausprägungen der Qualifizierungsangebote erläutert. Auf den Umfang der Berücksichtigung von Elektromobilitätsthemen in der Lehre einer Hochschule haben unterschiedliche Faktoren einen Einfluss:

- > Ausrichtung bzw. Portfolio der Hochschule
- > Nachfrage seitens der Studierenden (und Unternehmen)
- > (Wahrgenommene) Bedeutung der Thematik
- > Verfügbarkeit von Dozenten

Für Tätigkeiten im Themenfeld der Elektromobilität lassen sich, im akademischen wie auch im berufsbildenden Bereich, verschiedene Berufsfelder identifizieren. Im Kontext akademisch qualifizierter Mitarbeiter steht hierbei der Entwicklungsingenieur im Mittelpunkt, dessen Aufgabengebiet auf die Entwicklung technischer Komponenten bzw. deren Integration in ein Gesamtprodukt fokussiert ist. Solche Komponenten sind beispielsweise der Elektromotor oder die Traktionsbatterie als Bestandteile eines Elektrofahrzeuges. Eine klare Zuordnung des Berufsbildes eines Entwicklungsingenieurs kann dabei nur sehr eingeschränkt einer bestimmten Wertschöpfungsstufe zugeordnet werden. Aufgrund der gegenwärtig äußerst unterschiedlich ausgeprägten Wertschöpfungstiefe in der Fahrzeugentwicklung, können vergleichbare Tätigkeiten sowohl bei einem Automobilzulieferer, einem Entwicklungsdienstleister oder bei einem Fahrzeughersteller (OEM) selbst anfallen. Vor diesem Hintergrund ist die akademische Qualifizierung in der Regel nicht auf bestimmte Unternehmenskategorien ausgerichtet, sondern orientiert sich ausschließlich an den fachlichen Inhalten.

Auch können die an den Hochschulen angebotenen Fachrichtungen nur bedingt unmittelbar einem bestimmten Berufsbild zugeordnet werden. So arbeiten etwa bei der Entwicklung des elektrischen Antriebsstrangs eines Fahrzeuges sowohl Elektrotechniker als auch Maschinenbauer und Fahrzeugtechniker zusammen. Gleichzeitig findet der Elektrotechniker seine Aufgaben als Entwicklungsingenieur für Fahrzeuge ebenso wie für die erforderliche Ladeinfrastruktur. In wie weit daher eine breite fachliche Qualifizierung im Gegensatz zu einer verstärkten thematischen Spezialisierung zu favorisieren ist, war daher eine der Leitfragen im Projekt NQuE.

2.1.1 Methodische Vorgehensweise

Bevor in den anschließenden Kapiteln die Ergebnisse bzw. der aktuelle Umsetzungsstand ausführlich beschrieben werden, erfolgt an dieser Stelle zunächst eine Erläuterung der methodischen Vorgehensweise hinsichtlich der Bedarfs- und Bestandsanalysen im Rahmen des Projektes NQuE. Die übergeordnete Logik, nach der die einzelnen Arbeitspakete zusammenhängen, gestaltet sich wie folgt. An die chronologische Durchführung der Analyse von Bildungsangeboten (AP1) und Qualifizierungsbedarfen (AP2) schließt sich ein Abgleich der jeweiligen Ergebnisse an, auf dessen Basis allgemeingültige Handlungsempfehlungen abgeleitet werden können.

Bestandsanalyse

Die Erhebung von Qualifizierungsangeboten erfolgte parallel über zwei Ansätze. Zum einen wurde, analog zur Vorgehensweise der Berufsbildung, eine Online-Befragung der relevanten Hochschulen durchgeführt. Zur Vervollständigung der Daten wurden zum anderen die Bildungsangebote über eigene Recherchen ermittelt.

Außerdem wurden die Projekte zur Aus- und Weiterbildung in den Schaufenstern Elektromobilität in die Analyse einbezogen. Für ein umfassendes Bild des gegenwärtigen Bildungsgeschehens sind sowohl inhaltliche als auch konzeptionelle Kriterien bei der Analyse zu berücksichtigen. Unter konzeptionellen Aspekten werden dabei die charakteristischen Merkmale akademischer Qualifizierungsangebote, insbesondere in Bezug auf Studiengänge, verstanden. Diese umfassen unter anderem die Dauer (Anzahl Semester), Abschluss (Bachelor/Master) oder Studienform (berufsbegleitend/dual). Die inhaltlichen Kriterien leiten sich aus den in Kapitel 2.1 dargestellten Handlungsfeldern Elektromobilität ab.

Bedarfsanalyse

Die Analyse der Qualifizierungsbedarfe stützt sich auf drei unterschiedliche Methoden der Datenerhebung. Zum einen wurden durch umfangreiche Voranalysen jene Forderungen und Empfehlungen ausgewertet, die bereits von Unternehmen, Hochschulen und Verbänden bei Fachveranstaltungen, wie den Nationalen Bildungskonferenzen, geäußert bzw. in entsprechenden Studien veröffentlicht worden sind. Zudem bieten aktuelle Stellenausschreibungen erste Anhaltspunkte für die derzeit benötigten Qualifizierungen. Eine direkte Erhebung der Einschätzungen durch Unternehmen erfolgte mit der Durchführung einer schriftlichen Unternehmensbefragung und der Veranstaltung von Unternehmensworkshops.

Ergebnisdokumentation

Für NQuE bestand die Anforderung, die Ergebnisse des Vorhabens nicht allein zu dokumentieren, sondern diese auch während der Projektlaufzeit der Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Dies bezieht sich insbesondere auf die erhobenen Qualifizierungsangebote im Rahmen der Bestandsanalyse. Zur Darstellung in der Online-Datenbank wurde auf die Erhebungskriterien aus AP1 zurückgegriffen. Die konkrete Gestaltung der Darstellungsweise erfolgte in Abstimmung mit dem BIBB, das für die technische Umsetzung verantwortlich war, und mit den Mitgliedern des NQuE-Projektbeirates.

2.1.2 Bestandsanalyse

Das Ziel der Bestandsanalyse ist ein möglichst vollständiger Überblick zu den akademischen Qualifizierungsangeboten mit direkter oder partieller Ausrichtung auf Elektromobilität. Dabei sind insbesondere Studiengänge, Vertiefungsrichtungen und Module relevant.

2.1.2.1 Strukturen der akademischen Qualifizierung

Den Hochschulen kommt in Deutschland allgemein die Aufgabe „der Pflege der Wissenschaften und Künste durch Forschung, Lehre, Studium und Weiterbildung“⁵ zu. Das Studium und die akademische Lehre allgemein sollen „den Studenten auf ein berufliches Tätigkeitsfeld vorbereiten und ihm die dafür erforderlichen Kenntnisse, Fähigkeiten und Methoden entsprechend so vermitteln, dass er zu wissenschaftlicher oder künstlerischer Arbeit und zu verantwortlichem Handeln [...] befähigt wird“⁶.

Zur Wahrnehmung dieser Aufgaben haben sich in der deutschen Hochschullandschaft Universitäten und Hochschulen für angewandte Wissenschaften (HAWs) als eigenständige Hochschulformen etabliert. Traditionell kommt den Universitäten mit Promotionsrecht durch eine stärkere Forschungs- und Grundlagenorientierung die Qualifizierung des wissenschaftlichen Nachwuchses zu, während die Hochschulen für angewandte Wissenschaften (HAWs) durch einen höheren Anwendungsbezug tendenziell bestrebt sind, sich stärker an den berufspraktischen Anforderungen aus Industrie und Wirtschaft zu orientieren. Nach den Bologna-Reformen sind die Abschlüsse beider Hochschularten formal gleichgestellt. Obwohl die Hochschullandschaft in Deutschland weiterhin von Einrichtungen in staatlicher Trägerschaft dominiert wird, existieren ebenso eine Reihe privater Hochschulen. Auch ihre Abschlüsse sind – wenn die private Hochschule staatlich anerkannt ist – äquivalent.⁷

Die Abbildungen 6 und 7 zeigen die Verteilung der Hochschulen in Deutschland, welche aufgrund ihrer Ausrichtungen auf ingenieurwissenschaftliche und angrenzende Disziplinen grundsätzlich zur elektromobilitätsbezogenen akademischen Qualifizierung beitragen können. Im Rahmen dieser Untersuchungen werden Hochschulen als grundsätzlich relevant klassifiziert, welche Studiengänge in den Bereichen Maschinenbau – Elektrotechnik – Informationstechnik – Wirtschaftsingenieurwesen anbieten. Ausnahmen sind Hochschulen, die aus dem genannten Fächerkanon lediglich ein Informatikstudium anbieten. Hier wird angenommen, dass aufgrund des fehlenden ingenieurwissenschaftlichen Bezuges die Querschnittsdisziplin Elektromobilität nicht adäquat adressiert werden kann.

⁵ Hochschulrahmengesetz §1 (2015)

⁶ Hochschulrahmengesetz §7 (2015)

⁷ Kirchliche Hochschulen sind aufgrund ihres Profils im Rahmen von NQuE nicht relevant

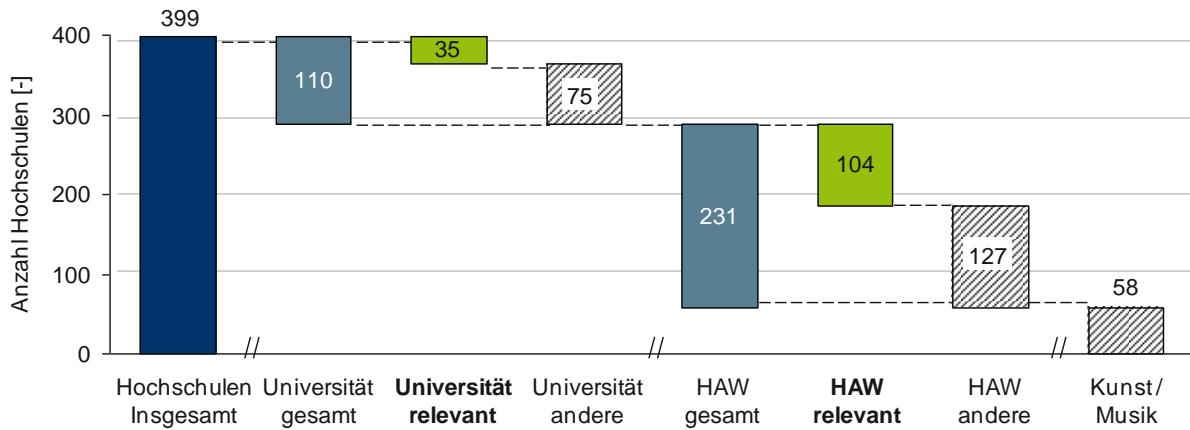


Abbildung 6: Auswahl Hochschulen

Die Gesamtheit der 399 Hochschulen in Deutschland teilt sich in 110 Universitäten (28%), 231 HAWs (58 %) und 58 (14 %) Hochschulen für Kunst und Musik auf. Darunter finden sich schließlich 139 potentiell relevante Hochschulen – 35 Universitäten (25 %) und 104 HAWs (75 %).⁸ Es zeigt sich, dass entsprechende Hochschulen überwiegend an den klassischen Standorten der Automobilindustrie ansässig sind, wie Baden-Württemberg, Bayern, Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen (vgl. Abbildung 7).

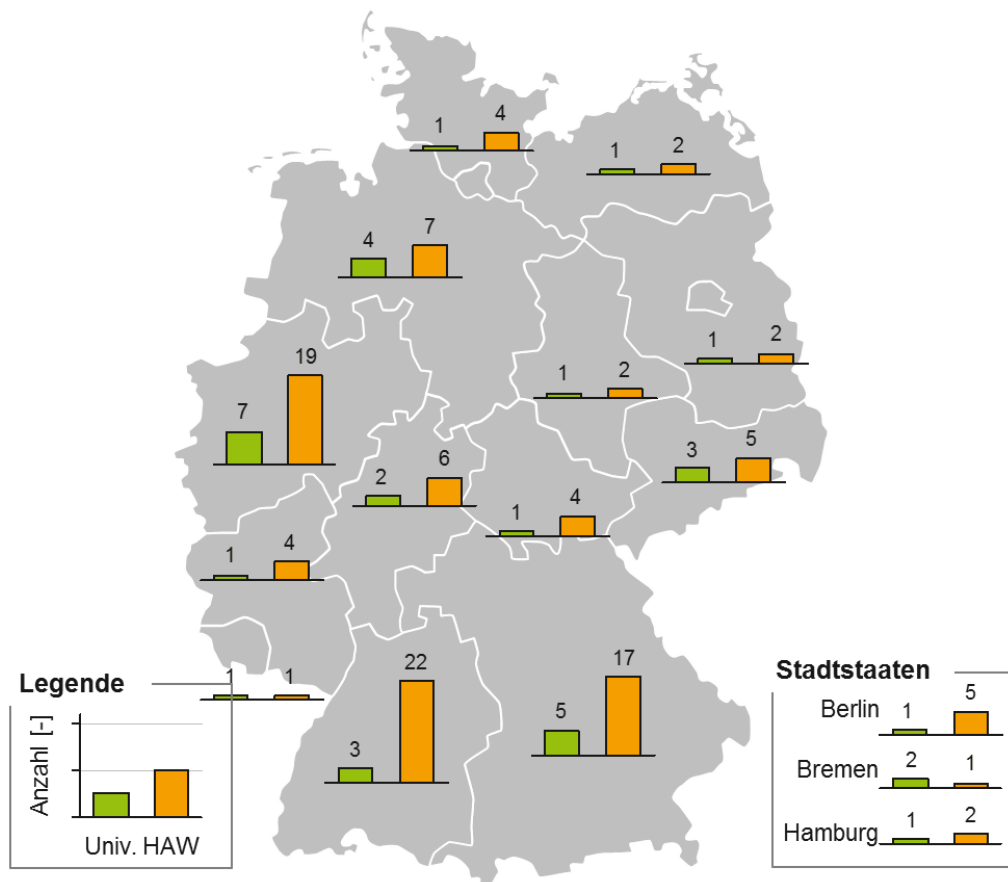


Abbildung 7: Hochschulen regionale Verteilung

⁸ Hochschulkompass (2015)

Über das eingangs zitierte Hochschulrahmengesetz hinaus existieren auf Bundesebene weitere Regelungen bezüglich des generischen Qualifikationsrahmens für deutsche Hochschulabschlüsse⁹ sowie ländergemeinsame Strukturvorgaben für die Akkreditierung von Bachelor- und Masterstudiengängen.¹⁰ Eine explizite, vereinheitlichte Zuordnung von zu erwerbenden Kompetenzen zu Studiengängen oder eine vereinheitlichte Benennung derselben ist jedoch nicht vorgesehen. Gleichzeitig garantiert die Freiheit der Lehre die Eigenständigkeit der Lehrveranstaltungen hinsichtlich Inhalten und Methoden.¹¹

Folglich ist ein breit gefächertes Portfolio von Qualifizierungsangeboten auch im Bereich der Elektromobilität zu erwarten, welches zur Identifikation von Gemeinsamkeiten und Differenzierungsmerkmalen auf einer erhöhten Aggregationsebene zu kategorisieren und analysieren ist. Zu diesem Zweck werden im Weiteren die grundsätzlichen Wege, in denen elektromobilitätsrelevante Kompetenzen im Verlauf einer akademischen Ausbildung vermittelt werden können, definiert und beschrieben. Universitäten und HAWs unterscheiden sich dabei hinsichtlich der Qualifizierungsansätze, bis auf die Möglichkeiten zur postgradualen Weiterbildung, nicht grundsätzlich.

Im Rahmen des klassischen Studiums wird zwischen Bachelor- und Masterstudiengängen unterschieden. Der Bachelor-Studiengang führt dabei nach drei bis vier Jahren Regelstudienzeit zu einem ersten berufsqualifizierenden Abschluss und ist generell Voraussetzung zur Aufnahme eines Master-Studiums, welches im Allgemeinen der wissenschaftlichen Vertiefung dient. Ein konsekutiver Master-Studiengang baut dabei auf ein einem speziellen Bachelor-Studiengang fachlich auf. Als weiterbildende Master-Studiengänge werden in der Regel Studiengänge bezeichnet, für die eine längere berufliche Tätigkeit im relevanten Bereich Voraussetzung ist. Außerdem werden im Bereich der Weiterbildung zunehmend berufsbegleitende Bachelor-Studiengänge angeboten, die sich auch an beruflich Qualifizierte ohne Abitur richten.

Bachelor- und Masterstudiengänge sind im Allgemeinen in Modulen strukturiert, wobei unter einem Modul generell die Zusammenfassung einer oder mehrerer Lehrveranstaltungen zu einem Lernziel verstanden wird. Die betreffenden Lehrveranstaltungen können unterschiedliche Ausprägungen aufweisen, etwa als Vorlesungen, Übungen, Praktika oder onlinebasierte Lehreinheiten. Studiengänge unterscheiden sich dabei hinsichtlich der Freiheit zur Wahl der absolvierten Module sehr stark. Die restriktivste Form eines Studiengangs stellt dabei die feste Vorgabe zu absolvierender Module und Lehrveranstaltungen dar, eine sehr freie Auslegung ergibt sich hingegen durch die eigenverantwortliche Wahl und Zusammenstellung von Modulen und Veranstaltungen aus einem sehr großen Katalog durch die Studierenden selbst. Mischformen daraus werden von den Hochschulen oftmals durch „Vertiefungsrichtungen“, „Berufsfelder“ o.ä. definiert, mit welchen den Studierenden mehrere alternative und in sich jeweils schlüssige Bündel von Modulen zur Auswahl gestellt werden. Diese schließen sich im Studien-

⁹ KMK (2005)

¹⁰ KMK (2003)

¹¹ Hochschulrahmengesetz §4 (2015)

verlauf in der Regel zeitlich an eine fest vorgegebene Modulabfolge in den ersten Studiensemestern an und tragen zur Spezialisierung gemäß den Neigungen und Interessen der Studierenden bei.

Entsprechend dieser Aufgliederung können in unterschiedlichen Elementen elektromobilitätsbezogene Inhalte in das Studium eingebracht werden:

- > Ausrichtung des ganzen Studiengangs auf Elektromobilität (Kapitel 2.1.2.2)
- > Angebot spezifischer Vertiefungsrichtungen bezüglich Elektromobilität (Kapitel 2.1.2.3)
- > Angebot einzelner Wahl- oder Pflichtmodule bzw. -veranstaltungen bezüglich Elektromobilität (Kapitel 2.1.2.3)

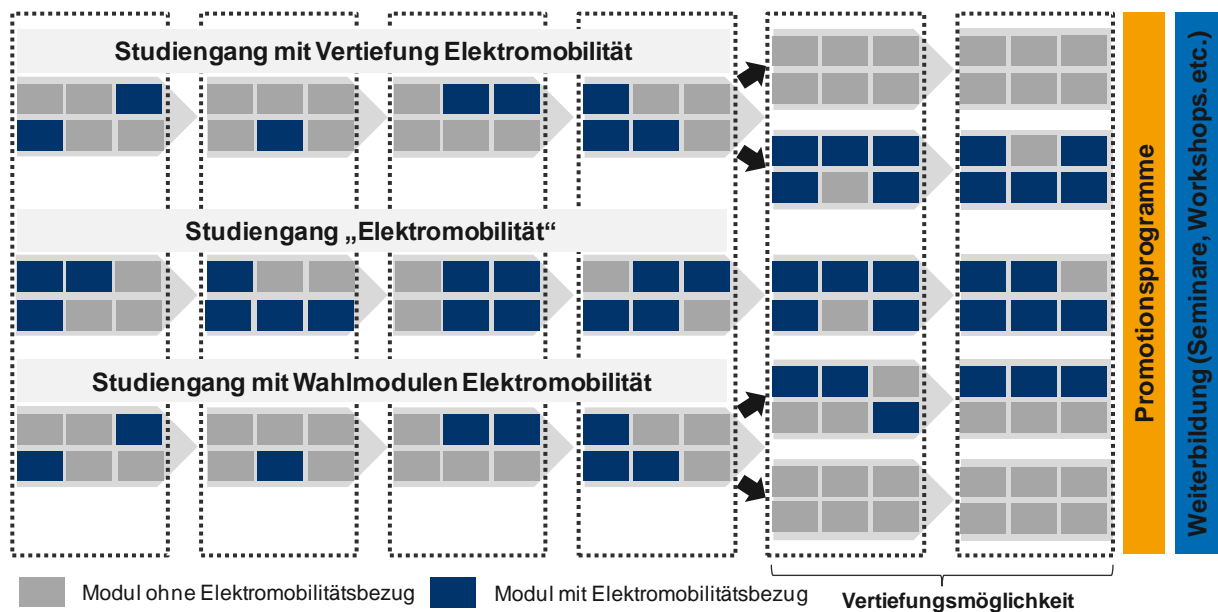


Abbildung 8: Struktur Qualifizierungsangebote

Mit einer Promotion kann postgradual eine weitergehende wissenschaftliche Qualifizierung erfolgen, z.B. im Rahmen von Doktorandenstellen oder Promotionsstipendien. Zwar handelt es sich hier nicht um Bildungs-„Angebote“ im engeren Sinne, jedoch kann durch Schaffung entsprechender Rahmenbedingungen (z.B. Vernetzung, Promotionsprogramme) die wissenschaftliche Qualifizierung entscheidend unterstützt werden (Kapitel 2.1.2.6).

Auch nach Abschluss des Studiums, ggfs. inklusive vertiefender Promotion, kann während des sich anschließenden Erwerbslebens für Fach- und Führungskräfte Bedarf zur Weiterbildung im Bereich Elektromobilität bestehen. Akademische Weiterbildung umfasst im Rahmen dieser Untersuchung generell Weiterbildung auf akademischem Niveau – sowohl an öffentlichen

Hochschulen als auch bei privaten Bildungsanbietern.¹² Diese Form der akademischen Qualifizierung richtet sich im Allgemeinen an Fach- oder Führungskräfte mit Berufserfahrung und kann in Vollzeit oder auch berufsbegleitend stattfinden. Alternativ zu vollständigen Studiengängen (vgl. Kapitel 2.1.2.4) können an akademischen Bildungseinrichtungen auch für sich allein stehende Seminare und Workshops stattfinden, welche ggfs. den Teilnehmern mit einem Zertifikat bescheinigt werden.

Darüber hinaus existiert eine Reihe weiterer Ansätze, welche begleitend zur Vermittlung von Kompetenzen im Bereich Elektromobilität beitragen können. Sie werden in Kapitel 2.1.2.4 näher behandelt.

¹² In Abgrenzung zu Bildungsangeboten, welche sich zwar u.a. an Akademiker richten können, aber hinsichtlich Inhalt und Aufbau keinen akademischen Ansprüchen genügen.

2.1.2.2 Studiengänge

An dieser Stelle erfolgt zunächst eine quantitative Auswertung der verschiedenen Studiengänge, die einen Bezug zur Qualifizierung von Absolventen für eine Tätigkeit im Bereich der Elektromobilität aufweisen. Einerseits werden die Angebote mit direktem Fokus auf Elektromobilität betrachtet. Darüber hinaus erfolgt die Analyse der klassischen Studiengänge (z.B. Maschinenbau, Elektrotechnik), die sich durch eine allgemeinere Ausrichtung auszeichnen.

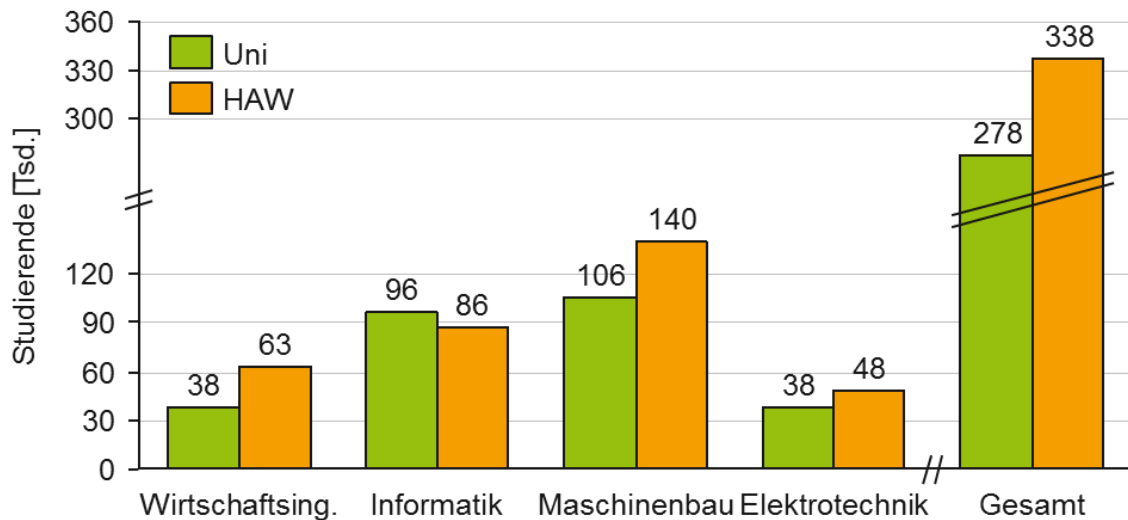


Abbildung 9: Anzahl Studierende

Die folgenden Grafiken zeigen die Verteilung der elektromobilitätsrelevanten Studiengänge an den vorausgewählten HAWs und Universitäten. An den Universitäten konnten insgesamt 357 relevante Studiengänge ermittelt werden, welche grundsätzlich Kenntnisse im Bereich der Elektromobilität vermitteln, ohne diese jedoch zwingend durch Schaffung speziell ausgerichteter Studienangebote explizit zu adressieren. Die deutschen Universitäten sind in breiter Linie in den klassischen ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen sowie der Informatik aufgestellt, hinzu kommen Querschnittsangebote mit Konzentration auf das Wirtschaftsingenieurwesen sowie in jüngerer Zeit im Bereich Verkehr und Mobilität. Spezifische Automotive-Angebote sind zumeist als Fahrzeugtechnik-Studiengänge dem Maschinenbau zuzurechnen. Hier finden sich auch vier Studiengänge mit einem expliziten Fokus auf Elektromobilität.

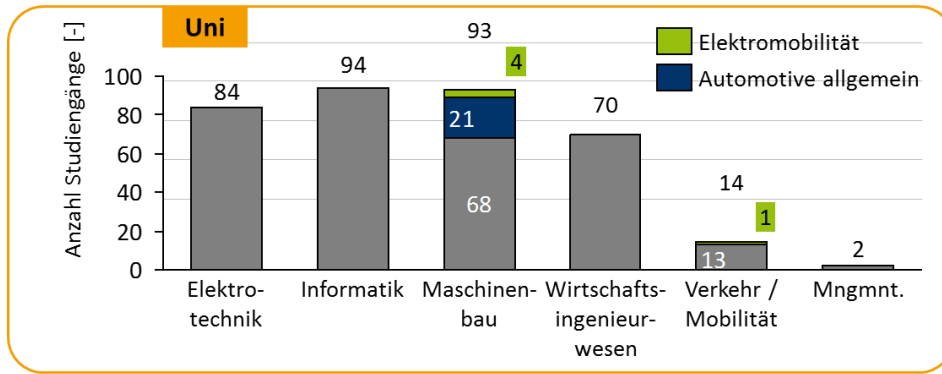


Abbildung 10: Fachbereiche Universitäten

An den HAWs bietet sich eine etwas abweichende, stärker spezialisierte Zuordnung der Studiengänge an. Hier lässt sich ein deutlicher Schwerpunkt bei Elektrotechnik-Studiengängen identifizieren, wobei im Gegensatz zu den Universitäten vergleichsweise viele spezialisierte Elektromobilitätsstudiengänge angeboten werden. Aufgrund der stärkeren Fokussierung der Studiengänge erfolgt die Darstellung bei den HAWs im Gegensatz zu den Universitäten nach Themenfeldern, nicht jedoch nach Fakultätszugehörigkeit.

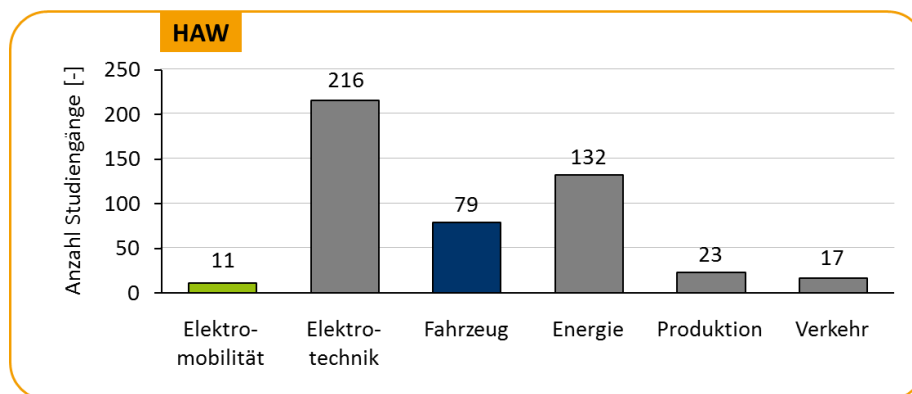


Abbildung 11: Themenbereiche HAW

Aktuell werden bereits 16 unterschiedliche Studiengänge angeboten, die unmittelbar auf Elektromobilität ausgerichtet und entsprechend benannt sind. Berücksichtigt man die Anzahl der Hochschulen, die zur Konzeption eines Studiengangs zu Kooperationen zusammengeschlossen haben, liegt die Zahl bei 22 Anbietern. Diese Vorgehensweise findet sich ausschließlich bei Hochschulen für angewandte Wissenschaften wieder. Diese sind in der Regel deutlich kleiner als die Technischen Universitäten, weshalb es sinnvoll sein kann die Kompetenzen mehrerer Hochschulen zu einem gemeinsamen Qualifizierungsangebot zu bündeln. In Tabelle 1 sind sämtliche Studiengänge mit der Bezeichnung „Elektromobilität“ aufgeführt, die gegenwärtig in Deutschland angeboten werden. Im Folgenden sind diese hinsichtlich der jeweiligen Hochschulart, des Abschlussgrades und der Studienform dargestellt.

	Studiengang	Hochschule	Abschluss	Studienform
Universitäten	Elektromobilität	TU Braunschweig	■	●
	Elektromobilität	TU Chemnitz	□	●
	Elektromobilität	TU Chemnitz	■	●
	Elektromobilität	U Stuttgart	■	●
	Green Mobility	KIT	■	○
Hochschulen für angewandte Wissenschaften	Elektromobilität	HS: Aalen, Esslingen, Heilbronn, Mannheim, Ravensburg-Weingarten	■	○
	Elektromobilität	HS Bochum	■	●
	Elektromobilität	TH Ingolstadt, WH Zwickau	□	○
	Elektromobilität	TH Ingolstadt, WH Zwickau	■	○
	Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität	HS Hannover	■	●
	Elektromobilität und Fahrzeugelektrifizierung	TH Ingolstadt	■	○
	Elektrotechnik und Elektromobilität	TH Ingolstadt	□	●
	Elektrotechnik - Elektromobilität	HS München	□	●
	Elektromobilität und Energiemanagement	HS Ravensburg-Weingarten	□	●
	Elektromobilität und Energienetze	OTH Regensburg	■	●
	Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität	HS Ulm	■	●

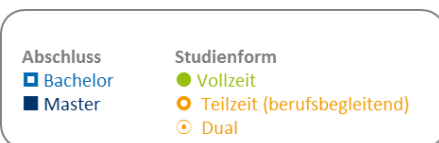


Tabelle 1: Studiengänge Elektromobilität (direkt)

Den fünf Bachelorstudiengängen stehen derzeit elf Master gegenüber. Während lediglich ein Studiengang als berufsbegleitender Bachelor konzipiert ist, gibt es vier entsprechende Angebote auf Masterniveau. In Summe betrachtet überwiegt der Master als Vollzeitstudium.

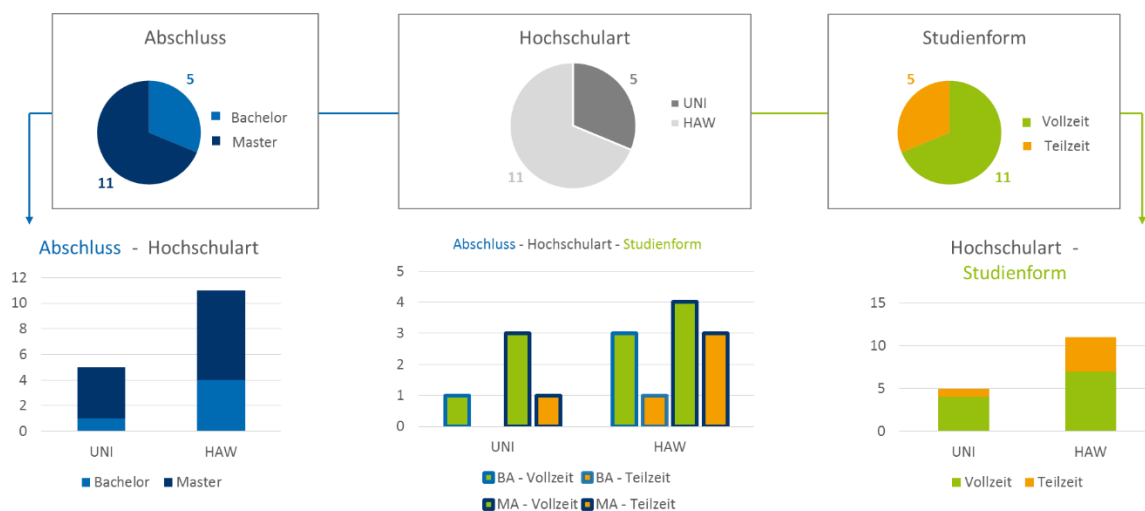


Abbildung 12: Auswertung Studiengänge Elektromobilität

Neben Aufbau und Struktur der Studiengänge präsentiert sich auch deren regionale Verteilung sehr unterschiedlich. Die Schwerpunkte liegen dabei deutlich erkennbar auf jenen Bundesländern, die den Status einer Schaufensterregion besitzen. Gleichzeitig sind, mit Ausnahme von Berlin/Brandenburg, dort auch die Zentren der Automobilproduktion. Bayern ist momentan das Bundesland mit den meisten Studiengängen „Elektromobilität“, wobei diese, im Gegensatz zu anderen Regionen, ausschließlich von Hochschulen für angewandte Wissenschaften angeboten werden.

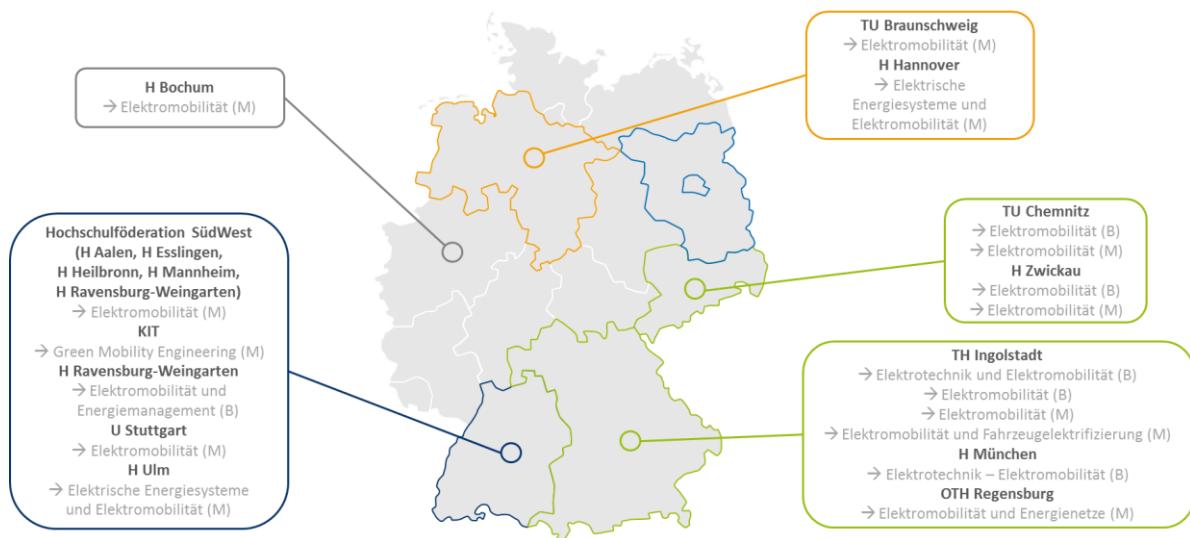


Abbildung 13: Regionale Verteilung Studiengänge Elektromobilität

Der Ansatz, alleine von der Namensgebung auf die Inhalte eines Studiengangs zu schließen, ist hier jedoch nur begrenzt zielführend. Auch ohne die Bezeichnung „Elektromobilität“ greifen viele Studiengänge die einzelnen Handlungsfelder in vergleichbarer Tiefe auf. Dabei handelt es sich überwiegend um Masterstudiengänge, die in der Regel stärker auf spezifische Themen ausgerichtet werden als ein Bachelor. Das Angebot berufsbegleitender bzw. dualer Studiengänge ist dabei etwas geringer als bei reinen Elektromobilitätsstudiengängen.

	Studiengang	Hochschule	Abschluss	Studienform
Universitäten	Fahrzeugtechnik	RWTH Aachen	■	●
	Kraftfahrzeugtechnik	TU Braunschweig	■	●
	Fahrzeugtechnik	TU München	■	●
	Nachhaltige elektrische Energieversorgung	U Stuttgart	■	●
	Elektrotechnik, Informationstechnik & Technische Informatik	RWTH Aachen	■	●
	Energietechnik	KIT	■	●
	Automotive Systems	TU Berlin	■	●
Hochschulen für angewandte Wissenschaften	Automotive Systems Engineering	DHBW Stuttgart	■	⊙
	Fahrzeugentwicklung und Produktionsplanung	HS RheinMain	■	●
	Leistungs- und Mikroelektronik	HS Reutlingen	■	●
	Dezentrale Energiesysteme und Energieeffizienz	HS Reutlingen	■	●
	Alternative Antriebe in der Fahrzeugtechnik	Ostfalia HS	■	○
	Automotive Electronics	TH Deggendorf, OTH Regensburg	■	○
	Intelligente Mobilität und Energiesysteme	Ostfalia HS	■	●

Abschluss Studienform

■ Bachelor ● Vollzeit

■ Master ○ Teilzeit (berufsbegleitend)

 ⊙ Dual

Tabelle 2: Studiengänge Elektromobilität (indirekt)

Sämtliche in den Tabellen 1 und 2 dargestellte Studienangebote sind auch in der Datenbank unter nque.de aufgeführt. Sie wurden einerseits über die Hochschulumfrage, andererseits durch die eigenen Recherchen erhoben. Während die reinen Elektromobilitätsstudiengänge vollständig erfasst wurden, gibt es bei den allgemeinen Studiengängen noch weitere Angebote mit Inhalten zur Elektromobilität, die jedoch nicht zwingend in der Datenbank enthalten sind.

Die vergleichsweise hohe Anzahl an spezifischen Elektromobilitätsstudiengängen bestätigt die große Aufmerksamkeit hinsichtlich des Themas auf Seiten der deutschen Hochschulen. Quantitativ betrachtet findet die Qualifizierung für Tätigkeiten im Kontext der Elektromobilität jedoch weiterhin überwiegend in den klassischen Studienfächern statt. So lag die Anzahl an Studierenden im Wintersemester 2014/2015 im Maschinenbau bei knapp 120.000, in der Elektrotechnik bei etwa 70.000.¹³

Insbesondere in den Master- bzw. berufsbegleitenden Studiengängen zur Elektromobilität liegt die Zahl der eingeschriebenen Studierenden mit üblicherweise zehn bis 40 Personen je Semester auf einem vergleichsweise geringen Niveau.

Neben den typischen Gestaltungsmerkmalen der akademischen Lehre wie Hochschulart, Abschlussgrad und Studienform wurden unter anderem auch Studiendauer und die Vergabe von Leistungspunkten betrachtet.

¹³ Statista (2015)

Nach dem European Credit Transfer System werden auch für berufsbegleitende Elektromobilitätsstudiengänge Leistungspunkte vergeben. Im Master liegen diese hier stets bei 90 ECTS.

Die zeitliche Gestaltung unterscheidet sich dagegen geringfügig. Grundsätzlich sind die meisten Angebote auf eine Regelstudienzeit von vier Semestern ausgelegt. Dies schließt teilweise jedoch eine Anrechnung von Leistungen ein, für die entsprechende Leistungspunkte vergeben werden können. Gerade im Bachelor gilt dies auch für einschlägige Praxiserfahrung.

Studiengang	Hochschule	
Green Mobility (M)	KIT	Keine Angabe
Elektromobilität (M)	HS Aalen, Esslingen, Heilbronn, Mannheim, Ravensburg-Weingarten	Praxis + schriftliche Abhandlung oder zus. Prüfungsleistungen
Elektromobilität (B)	TH Ingolstadt, WH Zwickau	ECTS keine Voraussetzung für Bachelor-Studium
Elektromobilität (M)	TH Ingolstadt, WH Zwickau	Anrechnung von Praxiserfahrung
Elektromobilität und Fahrzeugelektrifizierung (M)	TH Ingolstadt	Anrechnung von Praxiserfahrung
Automotive Systems Engineering (M)	DHBW Stuttgart	Zusätzliche Anpassungsmodule
Alternative Antriebe in der Fahrzeugtechnik (M)	Ostfalia HS	Zusätzliches Semester mit Zertifikat
Automotive Electronics (M)	TH Deggendorf, OTH Regensburg	ECTS aus grundständigem Studienangebot

(B) Bachelor (M) Master

Abbildung 14: Ausgleich ECTS

Bei der Aufnahme eines Masterstudiums verfügen Bewerber oft über unterschiedlich viele ECTS. So bringen Bachelorabsolventen z.B. 210 oder nur 180 Leistungspunkte mit. Um im zweiten Fall während des Masters die erforderlichen 300 ECTS zu erreichen, gibt es bei den berufsbegleiteten Studiengängen diverse Optionen.

So können die zusätzlichen Leistungspunkte entweder durch eine Anrechnung von Praxiserfahrung oder durch ergänzende Studienleistungen erbracht werden. Diese reichen vom Belegen bestimmter Anpassungsmodule bis zu einem weiteren Fachsemester.

Bewertungskriterien

Wie in Kapitel 2.1.1 beschrieben, erfolgt auch die Erhebung von Studiengängen unter Einbeziehung des definierten Kriterienkataloges, auf dessen Basis Best Practice Beispiele identifiziert werden können. Vor diesem Hintergrund werden im Folgenden drei ausgewählte Studiengänge im Detail vorgestellt, die in den Bereichen *Kooperation*, *Zielgruppe* und *Modulumfang* besondere Merkmale aufweisen.

> Master Elektromobilität

Anbieter: Hochschulförderung SüdWest

Studienform: Teilzeit, berufsbegleitend

Regelstudienzeit: 4 Semester

ECTS: 90

Best Practice Kriterium: **Kooperation**

Der Studiengang wird gemeinsam von den Hochschulen in Aalen, Esslingen, Heilbronn, Mannheim und Ravensburg-Weingarten angeboten, die sich zur Durchführung ihrer Weiterbildungsangebote zur Hochschulförderung SüdWest zusammengeschlossen haben. Damit werden die unterschiedlichen Kompetenzen der beteiligten Verbundpartner in einem Studiengang gebündelt. Die Vorlesungen finden überwiegend an der Hochschule Esslingen statt, die verschiedenen Laborveranstaltungen sind auf die Standorte der anderen beteiligten Hochschulen verteilt. Während die Studienprüfungsordnung von der Hochschule Mannheim erlassen wurde, ist die Weiterbildungsakademie der Hochschule Aalen für die Zulassung und den Studienvertrag zuständig.

Die Zusammenarbeit verschiedener Hochschulen ist im Bereich der Elektromobilität mehrfach zu finden, vom gemeinsamen Angebot von Wahlpflichtmodulen bis hin zu vollständigen Studiengängen. Die Hochschulförderung SüdWest stellt dabei den Verbund mit der größten Anzahl an beteiligten Hochschulen dar.

> Bachelor Elektromobilität

Anbieter: Technische Hochschule Ingolstadt, Westsächsische Hochschule Zwickau
(Schaufenster Elektromobilität)

Studienform: Teilzeit, berufsbegleitend

Regelstudienzeit: 7 Semester (mit Anrechnung)

ECTS: 210

Best Practice Kriterium: **Zielgruppe**

Die übliche Voraussetzung für die Aufnahme eines Hochschulstudiums in Deutschland ist die Allgemeine oder fachgebundene Hochschulreife bzw. Fachhochschulreife. Dem entsprechend sind auch die meisten Studienangebote im Bereich Elektromobilität ausgerichtet. Im Rahmen

des Schaufensterprojektes „Akademische Bildungsinitiative Elektromobilität Bayern-Sachsen“ ist dagegen ein Bachelor Elektromobilität konzipiert worden, der sich explizit auch an weitere Zielgruppen richtet. Dies sind einerseits eine erfolgreich absolvierte berufliche Aufstiegsfortbildung (Meister, Techniker und Fachwirt), zum anderen eine Berufsausbildung in einem fachlich verwandten Bereichen mit daran anschließender in der Regel mindestens dreijähriger hauptberuflicher Berufspraxis. In beiden Fällen findet zusätzlich vor der Aufnahme des Studiums ein individuelles Beratungsgespräch an der Hochschule statt.

Generell bietet ein berufsbegleitendes Studium im Bereich der Elektromobilität den Vorteil, dass Mitarbeiter, die bereits seit längerem im Unternehmen tätig sind, die Erfahrungen aus dem Studium direkt in die betriebliche Praxis übertragen können. Bei einem grundständigen Bachelorstudium und anschließendem Master können dagegen viele Jahre vergehen, bis das Erlernte auch tatsächlich im Unternehmen angewendet wird.

> Master Elektromobilität

Anbieter: Universität Stuttgart

Studienform: Vollzeit, konsekutiv

Regelstudienzeit: 4 Semester

ECTS: 120

Best Practice Kriterium: **Modulumfang**

Konzeptionell unterscheiden sich die Studiengänge zur Elektromobilität teilweise erheblich. Dies gilt sowohl für die inhaltliche Ausrichtung (vgl. Kapitel 2.1.2.5), als auch für den Umfang der angebotenen bzw. auszuwählenden Fachthemen. Während bei einigen Hochschulen jedes zu belegende Modul genau vorgegeben ist, bieten andere ein ausgesprochen umfangreiches Portfolio an Wahlmöglichkeiten an. Besonders deutlich wird dies am Beispiel des Masterstudiengangs der Universität Stuttgart. Das Studium enthält neben sechs Auflagenmodulen die Möglichkeit einen von drei Schwerpunkten auszuwählen. Dazu zählen *Assistenzsysteme*, *elektrischer Antrieb* und *Infrastruktur*, wobei jeweils ein Angebot von 52, 44 bzw. 42 Wahlmodulen besteht und im begrenzten Umfang auch Module aus den anderen Schwerpunkten zur Verfügung stehen. Ergänzt wird der Studiengang durch neun praktische Übungen im Labor.

Über die beschriebenen Studiengänge hinaus wurde im Rahmen der Hochschulbefragung eine Vielzahl von weiteren Aspekten ermittelt, die akademische Bildung im Kontext der Elektromobilität auszeichnen. Dazu zählt insbesondere die technische Ausstattung von Laboren, die eine essentielle Grundlage für die Forschungsarbeiten im Rahmen von Seminar- und Abschlussarbeiten einerseits, sowie für die praxisnahe Anwendung der Theorieinhalte andererseits, darstellt. Diese umfasst an den Hochschulen häufig verschiedene Arten von Prüfständen für Fahrzeuge und Batterie. Außerdem Ladesäulen, Versuchsfahrzeuge (BEV oder Hybrid) bis hin zu vollständigen Teststrecken und Crash-Anlagen. Hinsichtlich der verwendeten Lehrmethoden lässt sich insbesondere im Bereich der Weiterbildung eine Zunahme von E-Learning verzeichnen, wobei hier vor dem Hintergrund der Elektromobilität keine verstärkten Maßnahmen gegenüber der allgemeinen Hochschullehre erkennbar sind. Gleiches gilt für Qualitätsaspekte,

die im Wesentlichen durch die Vorgaben aus Studiengang- bzw. Teilsystemakkreditierung flankiert werden. Bezüglich des Kriteriums der Handlungsorientierung ist der generelle Praxisbezug, insbesondere durch fest integrierte Praxissemester an den HAWs, hervorzuheben. Die meisten Studiengänge zeichnen sich außerdem durch umfangreiche Praxisprojekte aus, beispielsweise durch den Aufbau des Simulationsmodells eines Hybridfahrzeuges. Innovative Ansätze können zum Beispiel in den häufigen Kooperationen verschiedener Hochschulen untereinander oder mit Unternehmen gesehen werden. So besteht etwa für Studierende die Möglichkeit ausgewählte Module zu Elektromobilitätsthemen an benachbarten HAWs bzw. Universitäten zu belegen und sich dies anrechnen zu lassen. In Bezug auf unterschiedliche Zielgruppen kommt der Aufnahme eines Studiums ohne Abitur eine wachsende Bedeutung zu. Insbesondere in den Schaufenstern Elektromobilität steht dieser Aspekt im Fokus.

Über die Sinnhaftigkeit eines Angebotes von reinen Elektromobilitätsstudiengängen gehen die Meinungen der Vertreter von Hochschulen gegenwärtig noch stark auseinander. Um die kontroversen Argumente im Rahmen von NQuE zu identifizieren, wurden einerseits direkte Gespräche mit Studiengangverantwortlichen an verschiedenen Hochschulen geführt, andererseits wurden entsprechende Stellungnahmen in Publikationen recherchiert.

Befürworter solcher Konzepte betonen vor allem die Bedeutung eines systemübergreifenden Ansatzes bei der Qualifizierung. Demnach erfordert die Elektromobilität das Verständnis eines Gesamtsystems aus Energieversorgung, Fahrzeug und Mobilitätsinfrastruktur.

Angesichts der großen Aufmerksamkeit für das Thema Elektromobilität in der öffentlichen Wahrnehmung, kann die Bezeichnung Elektromobilität außerdem dazu beitragen mehr potentielle Studierende für die Aufnahme eines entsprechenden Studiums zu gewinnen.

Als kritisch wird hingegen gesehen, dass es für Unternehmen nicht eindeutig nachvollziehbar ist, welche fachlichen Kompetenzen ein Bewerber mitbringt, der Absolvent eines Studiengangs Elektromobilität ist. Verfügt dieser jedoch beispielsweise über einen Abschluss der Elektrotechnik, sind die zu erwartenden Lehrumfänge wesentlich besser einzuschätzen.

Zudem sehen sich Hochschulen in der Verantwortung erst dann Studierende für ein derart spezialisiertes Themenfeld auszubilden, wenn auch eine ausreichende Nachfrage am Arbeitsmarkt abzusehen ist. Aufgrund des momentan noch verhaltenen Markthochlaufes in Deutschland, zeigen sich vermutlich einige Entscheider bisher zögerlich hinsichtlich des Angebotes entsprechender Studiengänge.

„Noch gibt es keinen eigenen interdisziplinären Studiengang zum Thema Neue Mobilität. Im Bachelor-Studium ergibt das meiner Meinung nach auch keinen Sinn. Dieser ist primär als Grundlagenstudium zu verstehen – hier bedarf es noch keiner Spezialisierung“

*Prof. Dr.-Ing. Markus Lienkamp, TU München*¹⁴

„Vermitteln die bestehenden Studiengänge das notwendige Wissen oder ist vielleicht ein eigener Studiengang für Elektromobilität nötig?“ – „Wir haben das diskutiert, aber davon Abstand genommen. Für unser Konzept gibt es noch keinen Markt, sodass wir jetzt dafür einen Studiengang aufbauen könnten, der wirklich auf Mobilität abzielt“

*Prof. Dr.-Ing. Christine Ahrend, TU Berlin*¹⁵

¹⁴ Lernwelt Elektromobilität Berlin (2015)

¹⁵ Lernwelt Elektromobilität Berlin (2015)

2.1.2.3 Vertiefungen und Module

Akademische Aus- und Weiterbildung im Bereich Elektromobilität ist in umfangreichster Form auf Basis entsprechender Studiengänge möglich. Auf untergeordneter Ebene finden sich vergleichbare Elektromobilitätsinhalte außerdem in Vertiefungsrichtungen und einzelnen Modulen innerhalb unterschiedlicher Studiengänge. Wie diese jeweils ausgestaltet werden obliegt den einzelnen Hochschulen bzw. Fakultäten, sodass es keine übergreifende Regelung dazu gibt, auf welcher Strukturebene (vgl. Kapitel 2.1.2.1) und in welcher Zusammensetzung die fachlichen Inhalte zur Elektromobilität vermittelt werden. Dementsprechend vielfältig verteilen sich diese Lehrinhalte auf die verschiedenen Qualifizierungsangebote.

In der Regel bieten die Hochschulen entweder einen Studiengang oder eine Vertiefungsrichtung Elektromobilität an. Lediglich zwei Hochschulen verfügen über beide Modelle in ihrem Portfolio. Auch spezifische Überblicksmodule zur Elektromobilität sind überwiegend bei Anbietern zu finden, die weder einen Studiengang noch eine Vertiefungsrichtung anbieten.

Der Vorteil von Vertiefungsrichtungen, gegenüber vollständigen Elektromobilitätsstudiengängen, liegt aus Sicht der Studierenden darin, dass eine Entscheidung für die weitere inhaltliche Ausrichtung des Studiums erst zu einem späteren Zeitpunkt getroffen werden muss. Dadurch besteht beispielsweise in den ersten zwei Semestern zunächst die Möglichkeit der Orientierung, bevor die Wahl der bevorzugten Vertiefung erfolgt. In Abbildung 15 sind die Studiengänge mit Vertiefungsrichtung zur Elektromobilität entsprechend deren Zuordnung zum jeweiligen Fachsemester dargestellt.

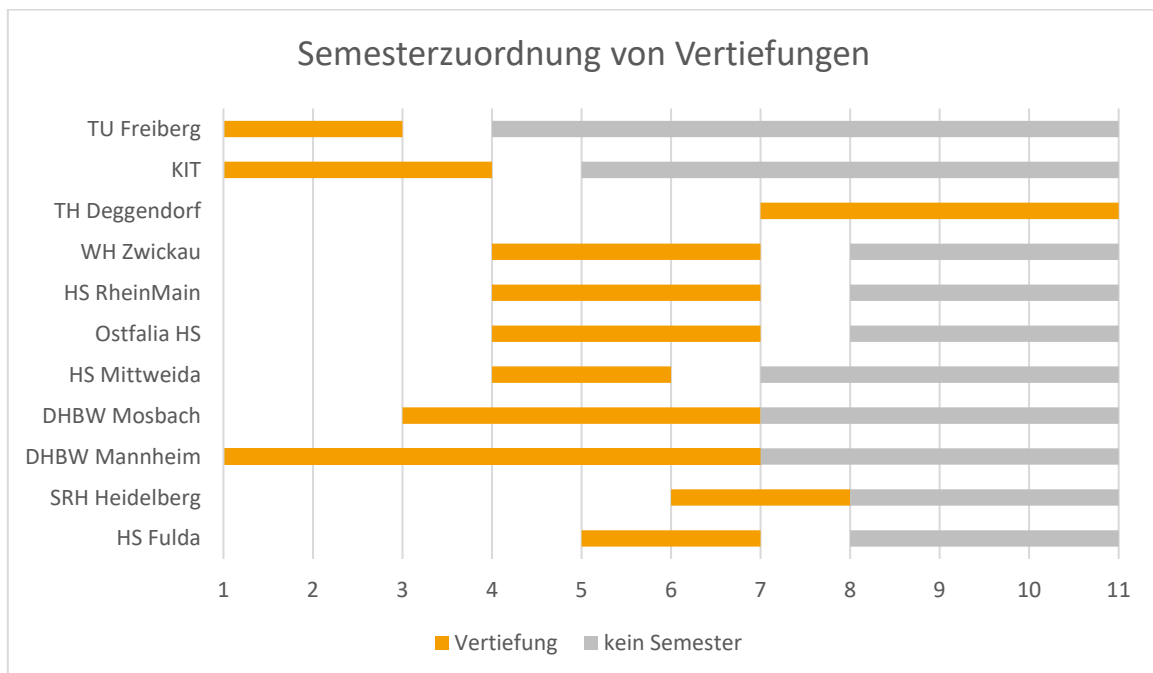


Abbildung 15: Vertiefungsrichtungen

Ein weiterer Vorteil von Vertiefungsrichtungen liegt darin, dass diese sinnvoll zusammengehörende Module bzw. Veranstaltungen bündeln. So hat der Studierende einerseits eine gewisse Wahlfreiheit. Andererseits wird aber sichergestellt, dass sein Qualifikationsprofil beim Studienabschluss in sich stimmig ist und eine klare Studienrichtung vorgegeben ist.

Entsprechend der in Kapitel 2.1.2.1 aufgezeigten Strukturebenen der akademischen Qualifizierung (vgl. Abbildung 8) werden im Folgenden die Merkmale und Besonderheiten von Vertiefungsrichtungen und Modulen dargestellt.

Vertiefungsrichtungen

Ähnlich den Studiengängen, werden auch auf Ebene der Vertiefungen Konzepte entwickelt, die unmittelbar auf Elektromobilität ausgerichtet sind.

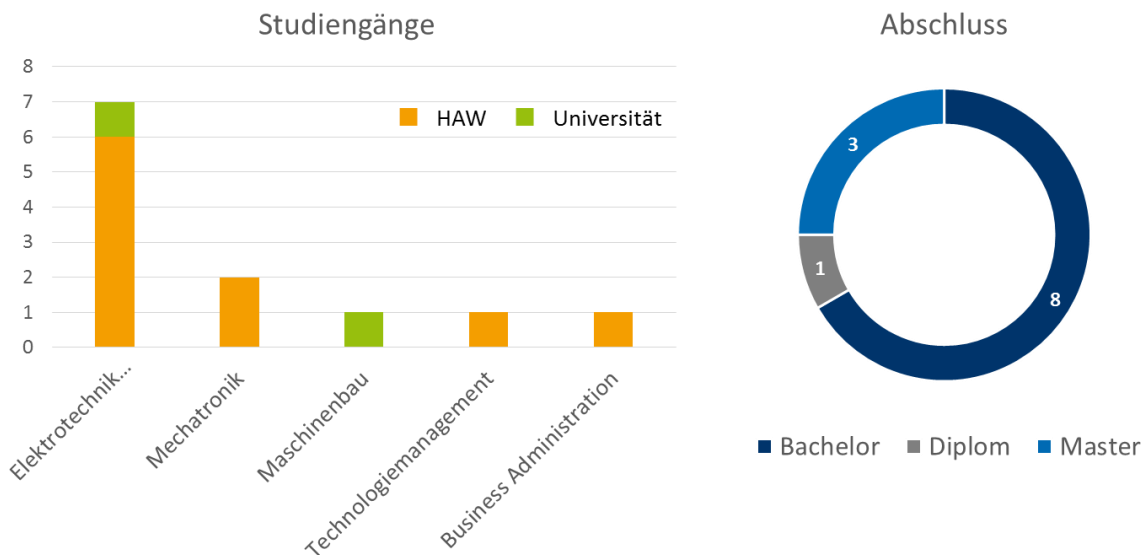


Abbildung 16: Zuordnung Vertiefung - Studiengang

Entsprechende Vertiefungsmöglichkeiten werden momentan überwiegend an Hochschulen für angewandte Wissenschaften angeboten, nur in zwei Fällen dagegen an einer Universität. Die insgesamt zwölf Vertiefungen sind dabei verschiedenen Studiengängen zugeordnet, wobei die Elektrotechnik bzw. Elektro- und Informationstechnik mit sieben Angeboten klar dominiert. Die Vertiefungen beschränkten sich allerdings nicht allein auf den technischen Bereich, sondern sind auch in wirtschaftlichen Fächern (Technologiemanagement, Business Administration) zu finden. Im Bachelorstudiengang Elektrotechnik hat sich die Vertiefungsmöglichkeit Elektromobilität mit gegenwärtig sechs Angeboten etabliert. Meist stehen zwei oder drei unterschiedliche Vertiefungsrichtungen zu Auswahl. Neben der Elektromobilität sind dies beispielsweise Kommunikationstechnik, Automation oder Energietechnik. Diese Konstellation

wird häufig von Hochschulen angeboten, die keine spezifischen Angebote in der Fahrzeugtechnik haben. Jene Hochschulen, die ohnehin auf diesem Gebiet aktiv sind, integrieren die Inhalte zur Elektromobilität dagegen stärker im fahrzeugtechnischen Bereich und weniger in der Elektrotechnik.

Mit Blick auf die jeweiligen Abschlussarten fällt der hohe Anteil des Bachelor auf, wohingegen nur in drei Fällen ein Master vorhanden ist. Hierbei ist einzuschränken, dass einer dieser Studiengänge (Master of Business Administration der Verwaltungs- und Wirtschaftsakademie Ostbayern) zum Zeitpunkt der Aktualisierung der Bestandsanalyse (November 2015) nicht mehr in dieser Form angeboten wird. Bei den weiteren Masterstudiengängen handelt es sich um Angebote der TU Freiberg sowie des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT). Das KIT ist gleichzeitig eine jener Hochschulen, die sowohl einen Studiengang als auch eine Vertiefungsrichtung zur Elektromobilität anbieten.

Über die direkten Vertiefungen in der Elektromobilität hinaus gibt es eine Vielzahl an weiteren Spezialisierungsmöglichkeiten zu einzelnen Themen, die zum Gesamtsystem der Elektromobilität zählen. So werden an der Fachhochschule Aachen und der Fachhochschule Schmalkalden (jeweils im Studiengang Elektrotechnik und Informationstechnik) beispielsweise Vertiefungsrichtungen zur Fahrzeugelektronik angeboten, die relevante Inhalte aus dem Handlungsfeld Fahrzeugtechnik eCar aufgreifen, nicht jedoch zur Elektromobilität als Gesamtsystem.

Hinsichtlich eines Best Practice Charakters ist eine Vertiefungsrichtung besonders hervorzuheben. Der Schwerpunkt Elektromobilität im Studiengang Technologiemanagement der Technischen Hochschule Deggendorf zeichnet sich durch eine übergreifende Zusammenarbeit zwischen den Bildungsbereichen aus, da eine Zusammenarbeit mit der Technikerschule für Elektromobilität Deggendorf stattfindet.¹⁶

Module

Im Zuge der Modularisierung des Studiums wurde das Modul als Bündel von Lehrveranstaltungen und Lernzeiten, die inhaltlich und/oder methodisch zusammen gehören und zeitlich begrenzt sind, einheitlich definiert.¹⁷

Hierbei ist zwischen Pflichtmodulen, Wahlpflichtmodulen und Wahlmodulen zu unterscheiden, je nachdem ob ein Modul verbindlich vorgeschrieben ist, aus einer Auswahl möglicher Module eine bestimmte Anzahl davon ausgewählt werden muss oder nach persönlichem Interesse zusätzliche Module belegt werden können. Die klaren Strukturvorgaben für die Darstellung von Studiengängen (Modulhandbuch, Lernergebnisse) unterstützen dabei die Möglichkeit der Analyse bzw. den Vergleich der angebotenen Module.

¹⁶ Staatliche Berufsschule I Deggendorf (2016)

¹⁷ Hochschulrektorenkonferenz (2016)

Für die inhaltliche Analyse von Modulen in Hinblick auf Themen der Elektromobilität bietet sich eine weitergehende Klassifizierung in drei verschiedene Modultypen an, die im Folgenden kurz erläutert werden.

> Grundlagenmodule

Sie dienen der Vermittlung von Basiswissen, insbesondere im technischen Bereich. Unter den drei Kategorien von Modulen stellen sie das häufigste Angebot dar. Grundlagenmodule sind insbesondere in Bachelorstudiengängen relevant, da deren Inhalte die Voraussetzung für das Verständnis der nachfolgenden Fachthemen sind. In der Regel sind die Grundlagenmodule daher nicht nur für Aspekte der Elektromobilität zutreffend, sondern sind in gleicher Form Bestandteil der meisten technischen Studiengänge.

Beispiele: Mathematik, Werkstoffkunde, Elektrotechnik, Projektmanagement

> Spezialisierungsmodule

Eine vertiefende Qualifizierung für spezifische Fachthemen findet in Spezialisierungsmodulen statt. Im Gegensatz zu den beiden anderen Modultypen sind diese stark anwendungsbezogen konzipiert und sind meist einem bestimmten Handlungsfeld zugeordnet. In der Regel ist ein fundiertes Vorwissen aus entsprechenden Grundlagenmodulen zum Verständnis der Lehrinhalte erforderlich.

Beispiele: Leistungselektronik, Energiespeicher, Energieversorgungssysteme

> Systemmodule

Vor dem Hintergrund der Elektromobilität kommt den Systemmodulen eine besondere Bedeutung zu, da diese einen Gesamtüberblick über verschiedene Handlungsfelder liefern, indem die zentralen Herausforderungen und Entwicklungen der Elektromobilität aufgezeigt werden. Bei den Studierenden wird somit ein Verständnis für eine aktuelle Thematik erzeugt, nicht jedoch die Qualifizierung für eine bestimmte Spezialisten-Tätigkeit im Bereich der Elektromobilität.

Beispiele: Elektromobilität, E-Mobility, Nachhaltige Mobilität

Die relevanten Spezialisierungsmodule sind überwiegend in den Studiengängen Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen, Mechatronik, Energie- und Elektrotechnik zu finden. Vereinzelt gibt es jedoch auch Berührungspunkte zu Elektromobilitätsthemen in eher untypischen Fachbereichen. An der Fachhochschule Potsdam werden beispielsweise Aspekte der Infrastruktur im Modul Verkehrswesen innerhalb des Studiengangs Bauingenieurwesen aufgegriffen.

Als ein typisches Systemmodul zur Elektromobilität kann das Angebot der Hochschule Rosenheim betrachtet werden. Das Wahlpflichtmodul „Elektromobilität“ wird in verschiedenen Bachelorstudiengängen angeboten (Wirtschaftsingenieurwesen, Energie- und Gebäudetechnologie, Angewandte Forschung und Entwicklung). Dabei werden Themen aus den verschiedenen Handlungsfeldern zusammengeführt und mit Hintergrundinformationen verknüpft:

- > Geschichte und Rahmenbedingungen der Elektromobilität
- > Alternative Antriebe und Elektromobilität
- > Fahrzeugkonzepte, Marktentwicklung und Wettbewerbsanalyse
- > Energiespeichertechnologien
- > Ladetechnologien und Ladeinfrastruktur
- > Total Cost of Ownership Bewertung für Elektrofahrzeuge (TCO Analyse)
- > Wertschöpfungskette der Elektromobilität und Implikationen für die Automobilindustrie und die Energiewirtschaft
- > Neue Geschäftsmodelle und Player der Elektromobilität
- > Analyse ausgewählter Elektromobilitäts-Strategien einzelner Automobilhersteller

Insbesondere die Systemmodule zur Elektromobilität werden häufig als Wahlpflichtmodule angeboten, wobei jeweils unterschiedlich viele ECTS-Punkte vergeben werden. Gegenüber den umfangreicheren Vertiefungen bieten einzelne Systemmodule in allgemeinen Studiengängen den Vorteil eines Überblicks zur Elektromobilität, bei gleichzeitig hoher Flexibilität für die spätere berufliche Ausrichtung. Gerade im Bachelor kann dadurch auch das Interesse geweckt werden, sich gegebenenfalls in einem anschließenden Masterstudium auf Themen der Elektromobilität zu spezialisieren. Eine ausführliche Liste der Vertiefungsrichtungen und Module bzw. der zugeordneten Hochschulen befindet sich im Anhang.

2.1.2.4 Sonstige Bildungsangebote

Neben klassischen akademischen Bildungsangeboten in Form von Studiengängen (bzw. Elementen daraus) und entsprechenden Weiterbildungsangeboten können Kompetenzen im Bereich Elektromobilität auch in weiteren Bildungsangeboten erworben werden. Diese umfassen z.B. studentische Wettbewerbe oder Initiativen zur Vernetzung und Förderung der Kooperation und können grundsätzlich auf verschiedene Aspekte der Aus- und Weiterbildung abzielen. Die wichtigsten Angebote und Initiativen werden im Folgenden vorgestellt und anhand von Beispielen diskutiert.

- > Konstruktionswettbewerbe am Beispiel der Formula Student Germany
- > Förderprogramme am Beispiel des DRIVE-E Programms
- > Summer Schools
- > Ideenwettbewerbe
- > Kooperationsprojekte am Beispiel Learning e-Mobility Plus

An Studenten gerichtete Konstruktionswettbewerbe haben sich in vielerlei Hinsicht als hervorzuhebende Qualifizierungs-„Angebote“ im weiteren Sinne etabliert. Stellvertretend für die Vielzahl an existierenden Wettbewerben soll dieses Konzept an dieser Stelle am Beispiel der Formula Student Germany¹⁸ diskutiert werden. Die im weiteren Verlauf genannten Vorteile und Entwicklungspotentiale gelten in gleichem Maße für ähnliche Konstruktionswettbewerbe wie den Shell Eco-Marathon.¹⁹

Ziel der Formula Student ist die eigenverantwortliche Entwicklung und Fertigung eines Rennwagens, welcher in Anlehnung an Formel-Rennserien einem definierten Satz technischer Anforderungen und Rahmenbedingungen genügen muss. Wettbewerbe diesen Musters gehen letztlich auf die Formula SAE in den USA zurück und werden nun in etlichen Ländern ausgerichtet. Die deutsche Formula Student wendet sich auch explizit an internationale Teilnehmer und wird zu diesem Zweck in englischer Sprache abgehalten. Seit 2010 bildet die Formula Student mit einer elektrischen Fahrzeugklasse den Trend zur Elektromobilität in der Automobilindustrie ab.

Der eigentliche Wettbewerb setzt sich aus einer Reihe von Wertungsprüfungen sowohl im technischen als auch im wirtschaftlichen Bereich zusammen. Technische Aufgabenstellungen umfassen dabei Fahrzeugparameter wie Beschleunigung, Handling oder Reichweite. Wirtschaftliche Themen werden in Prüfungen zu Kostenanalysen und Projektvorstellungen adressiert. Die Gesamtbewertung setzt sich aus erreichten Punkten aller Prüfungen zusammen.

Aufgrund seiner Konzeption wird mit der Formula Student ein vielfacher Nutzen für die Studierenden und sekundär über den Arbeitsmarkt auch für Arbeitgeber erzielt. So erlangen die Studierenden umfangreiche Kompetenzen und Kenntnisse in verschiedensten Bereichen:

¹⁸ Formula Student (2016)

¹⁹ Shell (2015)

- > Praktische Anwendung der theoretischen Inhalte der einzelnen Fachdisziplinen
- > Projektmanagement im Zuge des komplexen Fahrzeugentwicklungsprozesses unter Einhaltung von technischen, wirtschaftlichen und zeitlichen Restriktionen
- > Interdisziplinäre Zusammenarbeit: Zur Entwicklung des Gesamtfahrzeuges muss das Know-How verschiedener Fachbereiche (z.B. Maschinenbau inkl. Entwicklung und Konstruktion, Elektrotechnik, Informationstechnik, Wirtschaftswissenschaften) einfließen.
- > Interkulturelle Kompetenz aufgrund der Internationalität der Veranstaltung
- > Eigenverantwortung und Engagement
- > Öffentlichkeitsarbeit zur Gewinnung neuer Mitglieder und der Akquisition von Sponsoren
- > Netzwerkbildung zu Unternehmen der Automobilbranche

Entsprechend dieser Vorteile schätzen auch Unternehmen die Formula Student der Automobilbranche im Hinblick auf die Qualifikationen potentieller späterer Mitarbeiter, unterstützen den Wettbewerb und bringen sich bei den jährlichen Veranstaltungen ein.²⁰ Zudem steht die Formula Student unter der Schirmherrschaft des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI).

Im Hinblick auf die Motivation der Studierenden zur Teilnahme an diesen und ähnlichen Wettbewerben wäre eine Anrechnung des zeitintensiven Engagements im Studium zu begrüßen. Bei einer Befragung unter 81 teilnehmenden Formula Student-Teams ergab sich bei 43 Rückläufern jedoch, dass 58 % aller Teams ihre Leistungen an ihren Hochschulen nicht anrechnen lassen können – die übrigen 42 % haben diese Möglichkeit, wobei sich hier große Unterschiede ergeben. Relativ oft können Leistungen als Studien- oder Projektarbeit anerkannt werden (8 Nennungen). Dies ist mit der vergleichsweise hohen Wahlfreiheit der zu behandelnden Themen in dieser Lehrform zu begründen. Jeweils vier Nennungen entfallen auf eine Anrechnung als Praktikumsleistung zur Abdeckung eines bestimmten Anteils der im Rahmen des Studiums zu leistenden Pflicht- oder Vorpraktika und auf eine Anrechnung als Wahlpflichtfach mit fachlichem Bezug, z.B. hinsichtlich Fahrzeugtechnik. Ebenfalls vier Nennungen betreffen die Anrechenbarkeit als Wahlpflichtfach im Bereich der Softskills, mit welchem dem Erwerb sozialer Kompetenzen Rechnung getragen werden soll.

²⁰ Staufenbiel (2015)

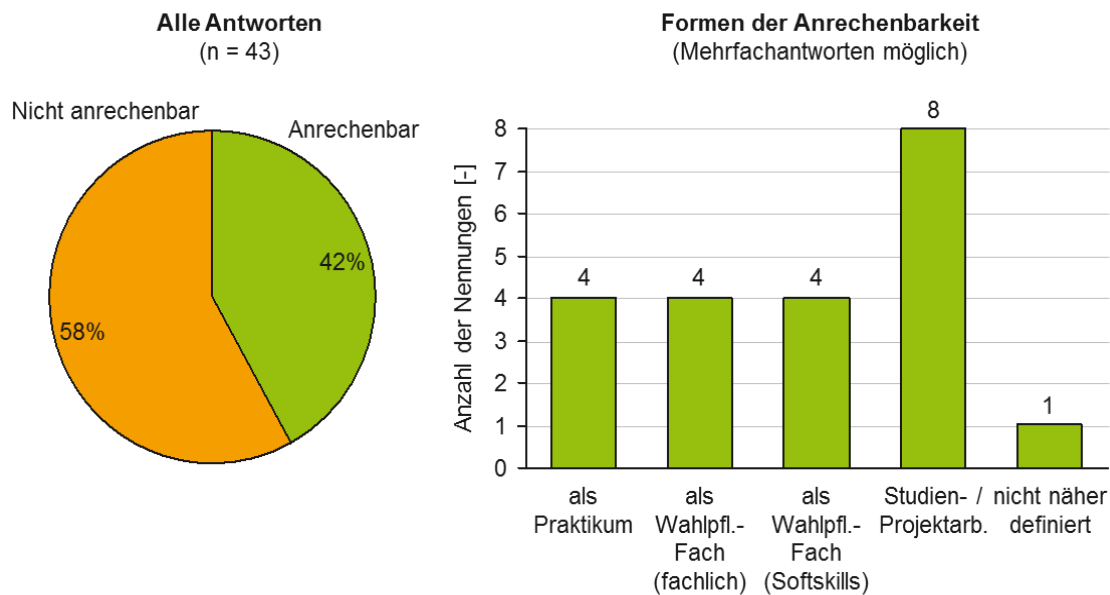


Abbildung 17: Anrechnung Formula Student

Zusammenfassend kann demnach festgestellt werden, dass grundsätzlich Anrechnungsmechanismen existieren und diese auch in der Praxis umgesetzt werden, sich diese bislang jedoch nur an knapp an der Hälfte der Hochschulen etablieren konnten. Diesbezüglich kann grundsätzlich noch Entwicklungspotential an einigen Hochschulen identifiziert werden, um die Leistungen der Studierenden in diesem sehr praxisnahen und vielfältigen Qualifizierungsangebot motivationsfördernd zu honorieren.

Förderprogramme sollen talentierten und interessierten Studierenden einen tiefergehenden Einblick in das Themenfeld Elektromobilität bieten, Kompetenzen stärken und die Vernetzung unterstützen. Ausgeprägte Stipendienprogramme sind dabei wie im entsprechenden Kapitel beschrieben vorwiegend im Bereich der Promotionen zu finden. Für Bachelor- und Masterstudierende ist hingegen besonders das DRIVE-E Programm hervorzuheben. Es wird jährlich durch das BMBF und die Fraunhofer-Gesellschaft an wechselnden gastgebenden Hochschulen ausgerichtet und setzt sich aus der eigentlichen DRIVE-E Academy und dem DRIVE-E Studienpreis zusammen, schließt aber ferner ein DRIVE-E-Alumniprogramm für ehemalige Teilnehmer ein.²¹ Es richtet sich generell an alle Studierenden deutscher Hochschulen. Die Teilnahme ist grundsätzlich kostenlos, über die Auswahl der jährlich 50 Teilnehmer entscheidet eine Jury nach Prüfung der eingegangenen Bewerbungen. Die Veranstaltung richtet sich vorrangig an Studierende in technischen, naturwissenschaftlichen oder wirtschaftswissenschaftlichen Bereichen, erfordert in jedem Fall jedoch eine nachweisbare aktive Auseinandersetzung der Teilnehmer mit dem Themenbereich Elektromobilität, wodurch eine durchweg hohe Eignung der Teilnehmer erreicht werden kann.

Die DRIVE-E Academy bildet den Kern der Veranstaltung. Das einwöchige Programm umfasst Expertenvorträge und anschließende Fachdiskussionen, Workshops, Gruppenarbeiten sowie

²¹ DRIVE-E (2016)

Exkursionen. Thematisch werden verschiedene Handlungsfelder der Elektromobilität erschlossen, z.B. neue Fahrzeugkonzepte, elektrische Antriebe, Batteriespeicherkonzepte, Netzintegration oder die Rolle des Elektrofahrzeugs in zukünftigen ganzheitlichen Mobilitätssystemen. Auf diese Weise gewinnen die Studierenden einen umfassenden forschungs- und industrienahen Überblick über relevante Entwicklungen im Bereich der Elektromobilität und der zukünftigen Mobilitätssysteme. Weitere gewinnbringende Effekte der Veranstaltung betreffen die Vernetzung der Teilnehmer untereinander sowie mit den teilnehmenden Experten aus Industrie und Forschung. Ein weiterer wesentlicher Bestandteil des DRIVE-E Programms stellt der DRIVE-E Studienpreis dar. Studierende bzw. Absolventen der relevanten Fachrichtungen haben die Möglichkeit, ihre Studien- oder Abschlussarbeiten mit innovativem Charakter in den Themengebieten der Elektromobilität einzureichen. Eine Jury aus Fachexperten bewertet die Arbeiten und zeichnet die besten mit Geldpreisen aus. Zusammenfassend trägt das DRIVE-E Programm dazu bei, die Beschäftigung der Studierenden mit dem Bereich Elektromobilität zu fördern, ihre Kompetenzen darin zu stärken sowie ihre Vernetzung zu fördern.

Darüber hinaus veranstaltet eine Vielzahl von Hochschulen eigene Projektwochen oder Summer Schools. Oftmals werden die Summer Schools hinsichtlich des Teilnehmerkreises, in der Regel etwa 30 Studierende in fortgeschrittenen Fachsemestern, bewusst international gehalten, sodass begleitend interkulturelle Kompetenzen gestärkt werden. Aktuelle Beispiele finden sich unter anderem in Stuttgart²², Ingolstadt²³, Oldenburg²⁴, Iserlohn²⁵ und Aachen²⁶. Neben kostenlosen Summer Schools sind in einigen Fällen hohe Teilnahmegebühren von mehr als 1.000 € zu entrichten, was den möglichen Teilnehmerkreis deutlich einschränken kann. Die behandelten Inhalte und die Qualität des Programms richten sich vielfach nach den vor Ort vorhandenen Kompetenzen und Ressourcen und sind daher nicht pauschal zu beurteilen.

Unternehmen der Automobilbranche nutzen vielfach Ideen-Wettbewerbe mit Studenten, um kreative Lösungsansätze insbesondere für zukunftsgerichtete Fragestellungen zu erhalten, aber auch ihre Attraktivität und Bekanntheit als potentieller zukünftiger Arbeitgeber bei den Studierenden zu erhöhen. Beispiele lassen sich unter anderem bei den Automobilzulieferern Valeo²⁷ und Magna²⁸ finden. Diesen Wettbewerben ist gemein, dass sie die Studierenden in ihrer Beschäftigung mit dem Themenbereich Elektromobilität motivieren sowie potentiell Berufsperspektiven aufzeigen und zur Vernetzung beitragen. Eine standardisierte Bewertung der teilweise nur einmalig stattfindenden Wettbewerbe kann jedoch nicht vorgenommen werden.

Neben den Aktivitäten in den Schaufenstern Elektromobilität finden sich weitere Kooperationsprojekte, die eine zukunftsorientierte Qualifizierung mit innovativen Ansätzen angehen. Als Beispiel dafür kann das Projekt Learning e-Mobility Plus angesehen werden, da es eine internationale Zusammenarbeit mit Themen der Durchlässigkeit zwischen beruflicher und

²² FKFS (2016)

²³ THI (2016)

²⁴ Universität Oldenburg (2016)

²⁵ BITS (2016)

²⁶ IDEA League (2016)

²⁷ Valeo (2016)

²⁸ Magna (2016)

akademischer Bildung verknüpft. Dabei kooperieren insgesamt 9 Partner aus Deutschland, Polen und Italien miteinander. Zielsetzung ist der Aufbau einer Wissenspartnerschaft, bei der Berufsschulen, Wissenschaft bzw. Forschung und unternehmerische Praxis ihre jeweiligen Kompetenzen einbringen. Dem entsprechend handelt es sich bei den Projektbeteiligten um Berufsbildungszentren (San Gaetano, Posen) und Hochschulen (TU Posen, HTW Berlin) sowie um die Innung des Kraftfahrzeuggewerbes, den Handwerkerverband Vicenza und die Handwerkskammer Posen. Die Rolle des Koordinators liegt bei der Berliner Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit mbH.

Das Projekt wird durch das Programm Erasmus+ der Europäischen Union gefördert und arbeitet direkt mit der Berliner Agentur für Elektromobilität eMO als assoziiertem Partner zusammen, wodurch eine enge Vernetzung mit dem Internationalen Schaufenster Elektromobilität Berlin-Brandenburg erreicht wird.

Die Tätigkeiten im Laufe des Projektes setzen sich im Wesentlichen aus vier Bausteinen zusammen. Zunächst erfolgt eine Analyse der aktuellen Lehrsysteme in den verschiedenen Ländern, um Unterschiede und damit verbundene Herausforderungen zu identifizieren, was sowohl die Berufsausbildung selbst als auch das gemeinsame Lernen mit Studierenden an den Hochschulen einbezieht. Anschließend werden Lehrsysteme konzipiert, für deren Umsetzung Lehrmaterialien von den Studierenden entwickelt und den Auszubildenden getestet werden. Diese finden daraufhin Anwendung im Unterricht der beteiligten Berufsschulen. Zudem finden Verbreitungsaktivitäten (Seminare, Konferenzen) für diese Konzepte statt und es wird ein Leitfaden zur Umsetzung erstellt.²⁹

²⁹ Learning e-Mobility Plus (2016)

2.1.2.5 Thematische Zuordnung

Allgemeine Auswertungen

Gegenwärtig ist zu beobachten, dass Hochschulen und Universitäten vermehrt Studiengänge mit direkter Ausrichtung auf Themen der Elektromobilität konzipieren und anbieten. Diese Bildungsangebote sind inhaltlich wie beschrieben nicht normiert, zur genaueren Untersuchung werden deshalb die offiziell von der NPE definierten Handlungsfelder Elektromobilität herangezogen. Zur operativen Umsetzung existiert zudem eine weitere Unterteilung in spezifischere Felder, z.B. Batteriesysteme innerhalb der Fahrzeugtechnik. Um die inhaltliche Ausrichtung und Struktur der zuvor beschriebenen Bildungsangebote näher zu beleuchten, werden die Ergebnisse der entsprechenden Unterkapitel an dieser Stelle erneut aufgegriffen.

Allgemein wird die Elektromobilität als Querschnittsthema interpretiert, deckt also mehrere Themen unterschiedlicher Handlungsfelder ab und vernetzt diese miteinander. In diesem Zusammenhang spricht man auch von „Interdisziplinarität“. Im Extremfall deckt ein Bildungsangebot alle Handlungsfelder in ähnlichem Umfang ab und vernetzt diese miteinander. Das Gegenteil dazu bildet eine spezialisierte Qualifizierung in einem einzelnen Handlungsfeld oder Fachgebiet desselben. Die Unterscheidung „spezialisiert“ gegenüber „interdisziplinär“ lässt sich dabei auf allen Ebenen der Qualifizierung finden – bei Studiengängen, in Vertiefungsrichtungen, aber auch in einzelnen Modulen bzw. Einzelveranstaltungen. Ein spezialisiertes Qualifizierungsangebot kann dabei nicht pauschal besser oder schlechter bewertet werden als ein interdisziplinäres – es hängt letztlich von den angestrebten Kompetenzen des Absolventen des Bildungsangebotes ab, welche Ausrichtung im Einzelfall zu bevorzugen ist. Gleiches gilt grundsätzlich aus Unternehmenssicht, wo beispielsweise auf Managementebene ein höherer Grad an Interdisziplinarität gefragt sein kann als auf operativer Ebene.

Die in Kapitel 2.1.2.2 beschriebenen Elektromobilitätsstudiengänge decken, wie in Abbildung 18 gezeigt, oft mehrere Handlungsfelder ab, wobei insgesamt die Fahrzeugtechnik deutlich im Vordergrund steht. Insbesondere in den weiterführenden Master-Studiengängen findet darüber hinaus eine Aufweitung hin zu angrenzenden Handlungsfeldern statt. Auffällig ist, dass das Handlungsfeld „Service / Handel“ in akademischen Bildungsangeboten nicht abgedeckt wird.

Grundsätzlich zeigen sich bei der aggregierten Betrachtung keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der inhaltlichen Ausrichtung der Bildungsangebote an Universitäten und HAWs. Der Unterschied in der absoluten Anzahl der Bildungsangebote ist jedoch ersichtlich: An HAWs werden deutlich mehr explizite Elektromobilitätsstudiengänge angeboten als an Universitäten.

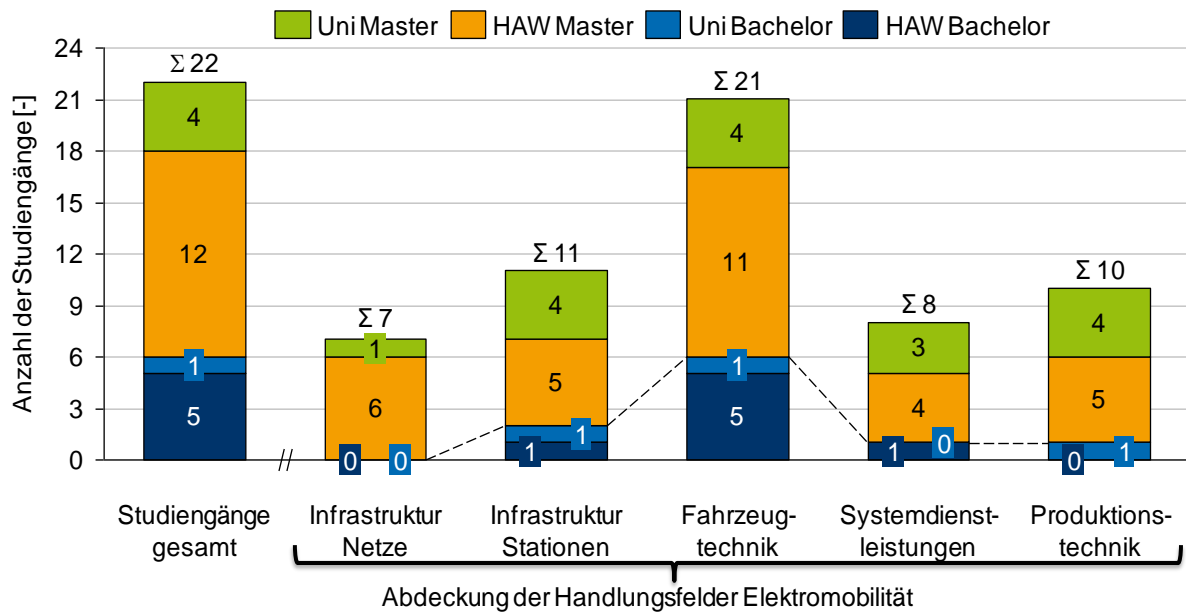


Abbildung 18: Zuordnung Studiengänge - Handlungsfelder

Spezifische Analysen der Universitäten

Universitäten bieten grundsätzlich weniger gesonderte Elektromobilitätsstudiengänge an. Jedoch werden auch an Hochschulen, welche keinen gesonderten Studiengang anbieten, Elektromobilitätsinhalte anderer Fachrichtungen in konventionelle Studiengänge integriert. Der besondere Schwerpunkt liegt im Bereich Maschinenbau und Elektrotechnik, die Informatik ist nur zweitrangig an der Elektromobilität beteiligt, wie Abbildung 19 zeigt. Den spezifischen Elektromobilitätsstudiengängen ist jedoch vielfach die ausdrückliche Integration in das Gesamtsystem Verkehr / Mobilität / Elektromobilität gemein, dieser inhaltliche Aspekt wird von konventionellen Studiengängen in der Regel nicht abgedeckt.

Universität	Eigenständiger Studiengang EMOB	Konventionelle Studiengänge																						
		Maschinenbau inkl. Fahrzeugtechnik				Elektrotechnik				Informations-technik				Wirtschafts-ingenieur				Mobilität und Verkehr						
RWTH Aachen	kein Angebot	x	x	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-	x	x	x	-	-	x	-	x			
KIT Karlsruhe	x	x	x	x	x	x	-	-	x	x	x	-	x	x	x	-	x	x	-	-	x	x	-	x
TU Berlin	kein Angebot	x	x	x	-	x	x	x	-	-	x	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x			
TU Braunschweig	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	x	x	x	-	-	-	-	-				
TU Dresden	kein Angebot	noch unvollständig								-	-	-	-	x	x	-	-	kein Angebot						
Uni Hannover	kein Angebot	x	x	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	kein Angebot						
TU München	kein Angebot	x	x	x	-	x	x	-	-	-	-	-	-	noch unvollständig				kein Angebot						
TU Darmstadt	kein Angebot	x	x	-	-	x	x	-	-	-	-	x	-	x	x	x	-	x	-	x	-			
Uni Stuttgart	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	kein Angebot				x	x	-	x				

Emob-spezifische Maschinenbau-Inhalte	Emob-spezifische Elektrotechnik-Inhalte	Emob-spezifische Informations-technik-Inhalte	Emob-spezifische System-Inhalte
---------------------------------------	---	---	---------------------------------

Abbildung 19: Integration von E-Mob-Inhalten in konventionelle Studiengänge

Die vielfach geforderte Interdisziplinarität lässt sich indikativ durch den Grad der Abdeckung der einzelnen Handlungsfelder beschreiben. Eine Untersuchung der grundsätzlich elektromobilitätsrelevanten Studiengängen an den TU9 zeigt, wie viele Bildungsangebote eine gewisse Abdeckung der Handlungsfelder inklusive der einzelnen Subkategorien erreichen, vgl. Abbildung 20. Es zeigt sich, dass ein Großteil der Qualifizierungsangebote bis zu 30 % der Kategorien abdecken. Wenige Angebote erreichen bis etwa 45 % Abdeckung, ein einzelnes Angebot erreicht beinahe 60 %.

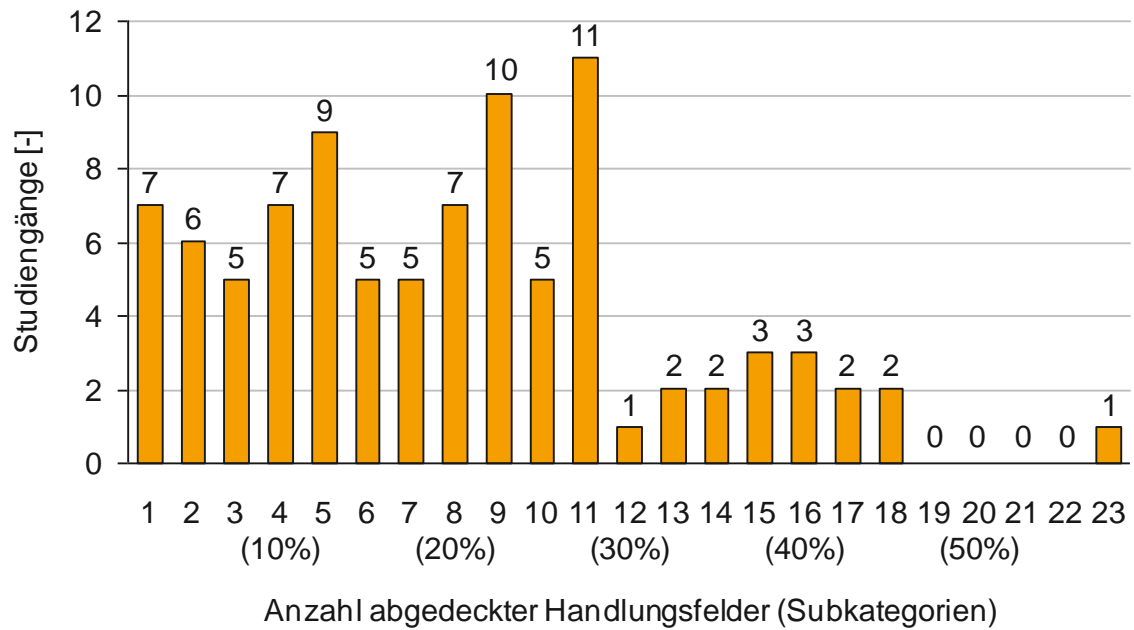


Abbildung 20: Aggregierte Abdeckung der Handlungsfelder

Eine nähere Interpretation ist möglich, wenn eine Aufschlüsselung nach den zugrundeliegenden Studiengängen erfolgt. Tatsächlich sind explizite Elektromobilitätsstudiengänge inhaltlich am breitesten aufgestellt; sie decken durchschnittlich 18 einzelne Elektromobilitätsthemen ab – oftmals in einem breiten Spektrum von der Fahrzeugtechnik bis hin zu Dienstleistungsthemen. Spitzenreiter ist der Elektromobilitätsstudiengang (Master) der Universität Stuttgart mit 23 Themen. Dahinter fallen herkömmliche Studiengänge der Elektrotechnik und des Maschinenbaus mit acht bis zehn Themen deutlich ab. Die geringste Breite weisen in dieser Untersuchung die Informatikstudiengänge auf, die oftmals nur einzelne, wenige Bereiche der Elektromobilität behandeln.

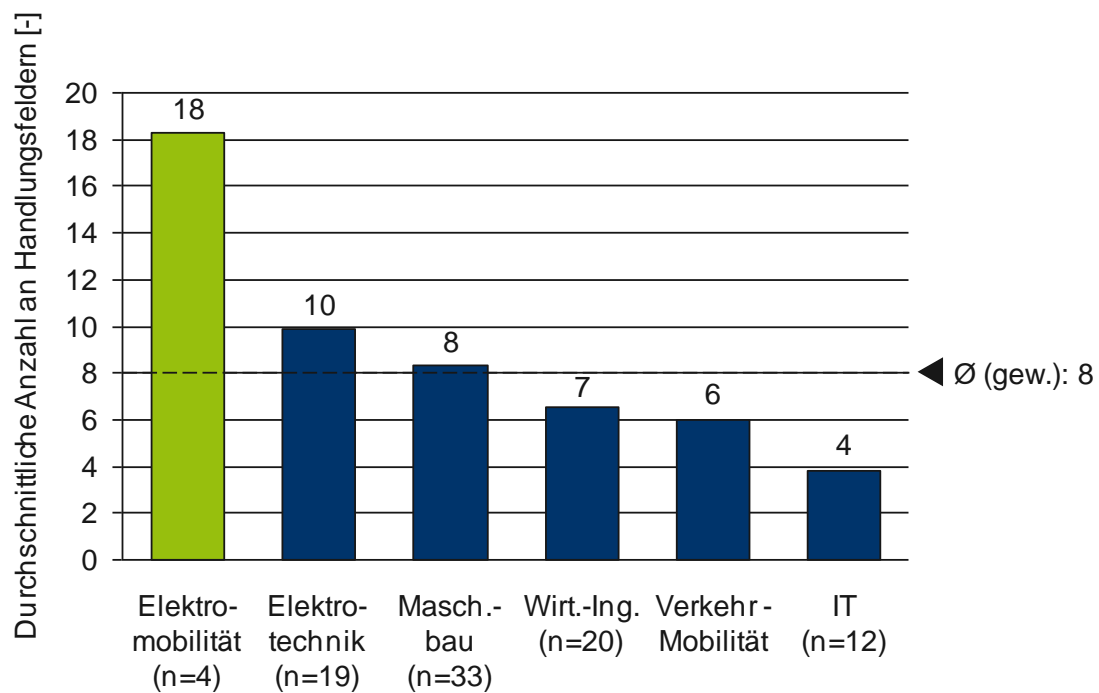


Abbildung 21: Anzahl Unterkategorien Handlungsfelder

Spezifische Analysen der HAWs

Wie beschrieben stehen mittlerweile insbesondere an den HAWs eine ganze Reihe interdisziplinärer Elektromobilitätsstudiengänge zur Verfügung. Von grundlegender Bedeutung bleiben aber weiterhin vor allem die klassischen Studiengänge im technischen Bereich, die einer breiten Basis an Studierenden elektromobilitätsbezogene Lehrinhalte vermitteln. Dabei stehen insbesondere die folgenden Studiengänge im Fokus:

- > Fahrzeugtechnik
- > Elektrotechnik
- > Maschinenbau
- > Informatik

Mit dem Ziel, die Handlungsbedarfe aus der Gegenüberstellung von Studiengängen und Handlungsfeldern der Elektromobilität zu priorisieren, wurde 2011 eine ABC-Analyse durchgeführt. Demnach erfolgt eine Unterteilung in drei Stufen (grün, gelb, rot). Die Handlungsbedarfe werden hierbei wie folgt definiert.

Als Ansatzpunkte für die größten Handlungsbedarfe wurden die Studiengänge Fahrzeugtechnik und Elektrotechnik identifiziert. Jeweils zwei Themengebiete sind hier der rot gekennzeichneten Kategorie A zugeordnet. In beiden Fachbereichen wird der Bedarf an Inhalten zu Elektromotor, Leistungselektronik, Hybridsysteme etc. gesehen. In der Fahrzeugtechnik zudem hinsichtlich Fahrzeug- und Kommunikationssystemen, bei Studiengängen der Elektrotechnik dagegen im Bereich Hochvolt-/Bordnetz und Sicherheits-/Diagnosesysteme.

Handlungsfelder	Infrastruktur Stationen			Infrastruktur Netze			Fahrzeug-technik				di	
Themencuster - Qualifikationsanforderungen - Kompetenzbündel Analyse Handlungsbedarf Maßnahmen	Stromtankstellen, öffentl. u. priv. Aufladestationen	Netzanschluss/-integration/-rückspeisung, Abrechnungsgeräte/Stromzähler	Ladegeräte/Lademangement, Batteriehandlung, Steuerungstechnik/Leistungselektronik	Batterie-Wechselstation (smart change), Automations-, Roboter- u. Lagersysteme	EE-Stromerzeugung/Stromverteilung, Transformatoren, Umrichter, Schaltanlagen, Netzkupplung/Netzqualität	Intelligente Stromnetze (smart grids), integrierte Kommunikations- und Datenetze	Energiemanagement, Leit- u. Steuerungstechnik, intelligente Zähler (smart metering)	Batteriesysteme, Module/Zellen/ Hochvolt/elektr./BM-System/Kühlsystem, Ladeelektronik, Bi-Direktionalität	Elektromotor, Inverter, Motorsteuerung, Leistungselektronik, Antriebsregelung, Hybridsysteme, Range-Extender	Hochvolt/Netz/Bordnetz/Ladewandler, Subsysteme, Diagnosesysteme	Fahrerassistenz-systeme, Kommunikationssysteme (smart metering)	Stromtankstellen-Infrastruktur, Supply Chain Management, Hochleistungs...
2.) Handlungsbedarf / Priorisierung (ABC-Analyse) - Lehrstühle - Studiengänge/Postgrad WB - Studieninhalte/-module												
Summe Fahrzeugtechnik	C	C	C	C	C	C	B	A	B	A	C	C
Summe Maschinenbau	C	C	B	C	C	C	B	B	B	B	C	C
Summe Informatik	C	C	C	C	B	B	B	B	B	C	C	C
Summe Elektrotechnik	B	B	B	B	B	B	B	A	A	B	B	B

Abbildung 22: ABC-Analyse NPE

Im Rahmen des Projektes NQuE werden an dieser Stelle die durch die NPE identifizierten dringlichen Handlungsbedarfe überprüft, indem die inhaltliche Ausgestaltung der Studiengänge Fahrzeugtechnik und Elektrotechnik auf Modulebene betrachtet wird. Daraus lässt sich ableitend, ob die 2011 identifizierten Defizite zum aktuellen Zeitpunkt weiterhin bestehen, bzw. welche Entwicklung die betreffenden Studieninhalte zwischenzeitlich erfahren haben.

Dabei werden zunächst nur die nach Anzahl an Studierenden 30 größten Hochschulen³⁰ für angewandte Wissenschaften in Deutschland in die Analyse einbezogen, die in Abbildung 23 aufgelistet sind. Eine Erweiterung auf die Gesamtheit aller Hochschulen kann bei Bedarf zu einem späteren Zeitpunkt ergänzt werden.

³⁰ Hochschulkompass (2015)



Abbildung 23: HAWs nach Anzahl Studierender

Im Mittelpunkt dieser Betrachtung steht die Frage, in wie weit die folgenden, für die elektromobilitätsbezogene Qualifizierung relevanten, Themencluster Eingang in die Curricula der Hochschulen gefunden haben:

Themencluster	Fachbereich	Fahrzeugtechnik	Elektrotechnik
elektrische Antriebstechnik (kurz: Antrieb)		X	X
Hochvolt- und Bordnetze (kurz: Bordnetz)			X
Fahrerassistenzsysteme (kurz: FAS)		X	

Tabelle 3: Zuordnung Themencluster - Fachbereich

Der Analyse liegt folgende Vorgehensweise zugrunde. Zunächst wird ermittelt, ob die jeweilige Hochschule in ihrem Portfolio die Studiengänge Fahrzeugtechnik bzw. Elektrotechnik aufweisen kann, wobei zwischen Bachelor- und Masterabschlüssen unterschieden wird. Wenn dies der Fall ist, werden die auf den Hochschulauftritten veröffentlichten Modulhandbücher im Detail durchgesehen. Anschließend erfolgt die Einstufung danach, ob entsprechende Inhalte vorhanden sind oder nicht. Präzisiert wird dies durch eine zweistufige Unterscheidung nach dem Umfang der Behandlung der Themencluster.

Einerseits kann die Einbindung der Themen auf der Ebene eines spezifischen Fachmoduls stattfinden. Dabei kann es sich sowohl um Pflicht- als auch um Wahlmodule handeln. Voraussetzung für die Einstufung ist, dass entsprechende Module regelmäßig (jedes Jahr/Semester) angeboten werden. Es wird demnach nicht berücksichtigt, wenn ein Themengebiet beispielsweise in einem Studienseminar behandelt wird, dessen Aufgabenstellung im darauf folgenden Semester wechselt.

Andererseits werden die Themencluster auch in der Auswertung berücksichtigt, wenn diese nur als Teilinhalte in einem übergeordneten Studienmodul integriert sind.

Wird im Folgenden von den Studiengängen „Fahrzeugtechnik“ bzw. „Elektrotechnik“ gesprochen, handelt es sich jeweils um Angebote der beiden Fachdisziplinen, die jedoch nicht durchgängig dieselbe Bezeichnung führen. So schließt die Analyse auch „Fahrzeugbau“, „Fahrzeug- und Antriebstechnik“ oder „Automotive Engineering“, bzw. „Electrical Engineering“ oder „Elektro- und Informationstechnik“ ein.

Während von den betrachteten Hochschulen nur an einer einzigen kein Studiengang der Elektrotechnik angeboten wird, hat über die Hälfte der 30 größten Hochschulen keine Fahrzeugtechnik in ihrem Portfolio. Betrachtet man hingegen ausschließlich die 15 Hochschulen mit der höchsten Studierendenzahl, liegt der Anteil an Studiengängen der Fahrzeugtechnik bei zwei Dritteln.

In der Elektrotechnik sind die Studienangebote mit Bachelorabschluss (29) deutlich stärker vertreten als die Master (19). Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, dass im Anschluss auf ein grundständiges Elektrotechnikstudium mit allgemeiner Ausrichtung vielfach ein spezialisierender Master beispielsweise in Energie-, Automatisierungs- oder Kommunikationstechnik angestrebt wird.

Im Falle der Fahrzeugtechnik, die inhaltlich bereits stärker spezialisiert ist als die Elektrotechnik, überwiegt dagegen die Anzahl der Masterstudiengänge geringfügig. Außerdem gilt es zu berücksichtigen, dass häufig eine Kombination aus Elektro- und Informationstechnik angeboten wird.

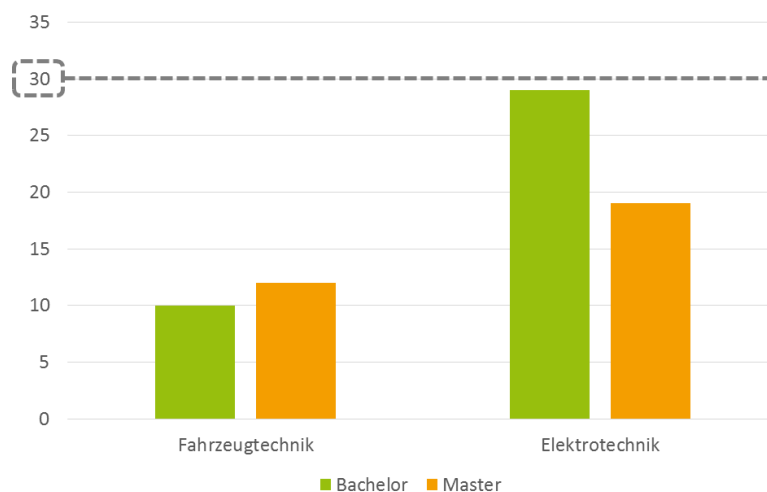


Abbildung 24: Elektromobilität in Fahrzeug-/Elektrotechnik

Fahrzeugtechnik: Antrieb

Die Studiengänge der Fahrzeugtechnik wurden hinsichtlich relevanter Inhalte zu den Themenclustern Antrieb und Fahrerassistenz überprüft, wobei in der Auswertung eine Unterscheidung zwischen Bachelor- und Masterabschlüssen vorgenommen wurde.

Die Analyse zeigt, dass im Bereich Antrieb häufig Module wie „Elektrische Antriebe“, „Alternative Antriebe und Kraftstoffe“, „E-Mobility und Antriebskonzepte“ oder „Hybridkonstruktion“ angeboten werden.

Im direkten Vergleich kann in den Masterstudiengängen eine höhere Anzahl an spezifischen Modulen zu elektrischen Antrieben als im Bachelor festgestellt werden. Teilweise werden die Vorlesungen als Wahlpflichtmodule angeboten, sodass die Entscheidung einer inhaltlichen Vertiefung von Elektromobilitätsthemen den Studierenden selbst überlassen bleibt.

Unabhängig vom jeweiligen Abschluss ist festzustellen, dass das Thema elektrische Antriebe mehrheitlich in Form eigener Module dargestellt wird und weniger als Teilinhalte in einem übergreifenden Kontext.

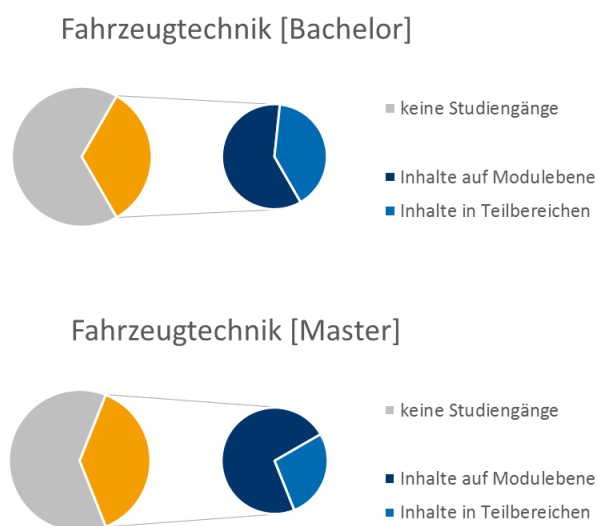


Abbildung 25: Elektromobilität in der Fahrzeugtechnik

Fahrzeugtechnik: Fahrerassistenz

Bei der Gegenüberstellung der Inhalte zu elektrischen Antrieben einerseits und Fahrerassistenz-Systemen andererseits, lassen sich deutliche Unterschiede in der Ausprägung der Integration in fahrzeugtechnische Studiengänge feststellen.

Während das Themencluster Antrieb in jedem der analysierten Studiengänge zumindest teilweise vorhanden ist, wird Fahrerassistenz im Bachelor in sechs von zehn Fällen nicht explizit vermittelt. Im Master liegt dieser Anteil bei einem Drittel. Zusammenfassend lässt sich somit sagen, dass in fahrzeugtechnischen Studiengängen wesentlich häufiger Inhalte zu elektrischen Antrieben als zu Fahrerassistenzsystemen finden.

Typischerweise werden in der Fahrzeugtechnik speziell Aspekte zu Fahrerassistenz-Systemen behandelt. Der stärker informationstechnische Bereich der Kommunikationssysteme ist dagegen weniger ausgeprägt.

Allgemein lässt sich damit feststellen, dass sich angesichts der stark zunehmenden Bedeutung von Fahrerassistenzsystemen auf dem Weg zur Vision des autonomen Fahrens die entsprechenden Lehrinhalte noch nicht in ausreichendem Umfang in den bestehenden Studiengängen widerspiegeln.

Elektrotechnik: Antrieb

Wie in den fahrzeugtechnischen Studiengängen auch, wird das Thema elektrische Antriebe ebenfalls in der Elektrotechnik untersucht.

Hierbei fallen, gegenüber der Fahrzeugtechnik, insbesondere deutliche Unterschiede zwischen den beiden Abschlussarten auf. Während im Bachelor fast vollständig Inhalte auf Modulebene zu elektrischen Antrieben vorhanden sind, liegt der Anteil im Master lediglich bei etwa einem Viertel. Mehr als die Hälfte der Studiengänge weißt überhaupt keine spezifische Behandlung der Thematik auf.

Zumindest teilweise könnte dies auf folgenden Sachverhalt zurückzuführen sein. In einem verhältnismäßig breit angelegten Bachelorstudium der Elektrotechnik besteht häufig die Möglichkeit zwischen verschiedenen Vertiefungsrichtungen zu wählen. Im Rahmen dieser Analyse werden dabei sämtliche Optionen berücksichtigt, sodass die Wahrscheinlichkeit zunimmt, in einer der Vertiefungen ein Modul mit Fokus auf elektrische Antriebe vorzufinden. Eine andere Erklärung wäre der Ansatz, dass die Grundlagen der Antriebstechnik bereits im Bachelor ausreichend gelehrt wurden und deshalb nicht erneut im Masterstudiengang aufgegriffen werden, zumal das Innovationspotential bei elektrischen Maschinen vergleichsweise gering ist, beispielweise im Gegensatz zu Technologien der Energiespeicherung.

Elektrotechnik: Bordnetz

Hinsichtlich der Aufnahme von Inhalten rund um das Bordnetz zeigen sich ebenfalls unterschiedliche Ausprägungen hinsichtlich Bachelor- und Masterstudiengängen, wobei in Ersteren das Thema umfangreicher adressiert wird.

Überwiegend erfolgt dies jedoch nur auf sehr eingeschränkter inhaltlicher Basis im Rahmen elektrotechnischer Grundlagen, da oftmals kein expliziter Automobilfokus vorhanden ist. Wenn dies dagegen der Fall ist, wird das Thema ausführlich auf Modulebene betrachtet, was bei Bachelorstudiengängen dreimal zutreffend ist, bei den Mastern viermal.

Insgesamt lässt sich somit feststellen, dass der Bereich Bordnetz in der Elektrotechnik lediglich eine untergeordnete Rolle spielt. Aufgrund des starken Automobilbezugs des Themas sind entsprechende Inhalte vorwiegend in Studiengängen der Fahrzeugtechnik zu finden.

Bei ausschließlicher Betrachtung der Fahrzeug- und Elektrotechnikstudiengänge muss jedoch berücksichtigt werden, dass manche Themen auch deshalb dort nicht berücksichtigt werden,

da es mittlerweile explizit auf Elektromobilität ausgerichtete Angebote gibt. So bietet beispielsweise die OTH Regensburg keinen Masterstudiengang Fahrzeugtechnik an, bildet die Inhalte aus diesem Bereich jedoch in den Studiengängen Automotive Electronics sowie Elektromobilität und Energienetze ab.

Anhand der durchgeführten Analyse lässt sich ein umfassendes Bild zu der quantitativen Berücksichtigung der Themencluster *elektrische Antriebstechnik, Hochvolt- und Bordnetze* sowie *Fahrerassistenzsysteme* zeichnen. Die Ableitung einer Aussage, in wie weit dieser IST-Stand den Anforderungen an eine passgenaue Qualifizierung von Bachelor- und Masterabsolventen gerecht wird, ist dabei von zentraler Bedeutung. Vor diesem Hintergrund werden die Daten der Auswertung in die weitere Bedarfsanalyse zur Bewertung durch Experten aus den Unternehmen eingebunden.

2.1.2.6 Promotionsangebote und Forschung

Den Hochschulen kommt in Deutschland neben der Ausbildung von Bachelor- und Masterstudenten die wichtige Rolle der Qualifizierung des wissenschaftlichen Nachwuchses zu. Auf diese Weise wird einerseits die Forschung und Entwicklung an den Hochschulen selbst gestärkt, andererseits kann die Nachfrage nach hochspezialisierten Arbeitskräften der Industrie und Wirtschaft gedeckt werden. Diese tragen entscheidend zur Entwicklung innovativer Prozesse, Verfahren, Funktionen und Produkte bei, auch im Bereich der Elektromobilität. Forschung und Qualifizierung im Bereich der Promotionen sind an Hochschulen demnach unmittelbar miteinander verbunden, eine rege Forschungstätigkeit und die Anfertigung entsprechender Promotionsschriften sind aneinander gekoppelt. Die öffentliche Diskussion bezüglich Forschungstätigkeiten fokussiert derzeit stark die Batterie(system)forschung. Darüber hinaus sind Themen wie die energetische Gesamtfahrzeugoptimierung, innovativer Leichtbau, die Netzintegration und weitere aktuell Gegenstand der Forschung.

Tendenziell sind Universitäten aufgrund ihrer generellen Ausrichtung hinsichtlich Forschungsinfrastruktur und sonstigen in der Forschung eingesetzten Ressourcen besser ausgestattet. Zunehmend positionieren sich jedoch auch HAWs in der anwendungsnahen Forschung – beispielsweise werden in Baden-Württemberg die Forschungsaktivitäten an den HAWs jeweils in einem „Institut für angewandte Forschung“ (IAF) zusammengefasst und koordiniert.³¹ Gemessen an den eingeworbenen Drittmitteln ist in den Ingenieurwissenschaften die Verzahnung der akademischen Forschung mit der Industrie und Wirtschaft grundsätzlich besonders ausgeprägt.

Mittlerweile haben praktisch alle Universitäten mit technischer Ausrichtung, sowie einige Hochschulen, Forschungsaktivitäten im Bereich der Elektromobilität aufgenommen. An einigen Universitäten stellen entsprechende Aktivitäten sogar einen besonderen Schwerpunkt dar, wie die Forschungslandkarte der Hochschulrektorenkonferenz dokumentiert, vgl. Tabelle 4. Ergänzend werden auch die HAWs aufgeführt, die sich in diesem Bereich entsprechend positionieren.

Hochschule	Schwerpunkt	Schlüsselwörter
RWTH Aachen	Energie, Chemie, Verfahrenstechnik	Elektromobilität, Energienetze und Infrastruktur, Energiewandlung
RWTH Aachen	Mobilität und Verkehr	Verkehrseffizienz, Fahrerassistenz- / -führungssysteme, Integriertes Verkehrssystem, Hybride Antriebstränge, Elektromobilität
BTU Cottbus-Senftenberg	Energie-Effizienz und Nachhaltigkeit	Energiespeicher, Elektromobilität
Uni Ulm	Energiewandlung und -speicherung	Elektromobilität, Batterien, Brennstoffzelle

³¹ Koordinierungsstelle Forschung (2014)

Universität Hannover	Festkörperchemie – Modellsystem, Funktionelle Materialien, Natürliche Feststoffe	Batteriematerialien
Uni Hannover	Forschung zur Transformation des Energiesystems	Energiespeicher, Intelligente Stromnetze, Elektromobilität
Helmut-Schmidt-Universität Hamburg	Nachhaltige Energieversorgung	Intelligente Netze, Energiespeicher, Elektromobilität
TU Berlin	Nachhaltige Nutzung von Ressourcen, nachhaltige Mobilität und Mega-Städte	Energieoptimierte und Schadstoffarme Antriebstechnik, Elektromobilität, urbane Infrastruktur und Mobilität
Uni Oldenburg	Erneuerbare Energie	Brennstoffzellen, Energiespeicher
Uni Braunschweig	Mobilität: Fahrzeugtechnik	Intelligentes Fahrzeug, Emissionsarmes Fahrzeug, Flexible Fahrzeugkonzepte und Fahrzeugproduktion, Mobilitätsmanagement
TU München	TUM Energy	Smart Grid, Energiespeicher, Mobilität, Mobilitätskonzepte,
Uni Augsburg	Materialdesign und Material-Ressourcenmanagement	Leichtbau, Faserverbundwerkstoffe,
Uni Paderborn	Leichtbau	Mobilität, Faserverbundwerkstoffe
TU Dresden	Energie und Umwelt	Mobilität, Energiespeicher
Hochschule Aalen	Advanced Materials and Manufacturing	Neue Materialien, Produktionstechnik, Erneuerbare Energie, Leichtbau, Ressourceneffizienz, Elektromobilität, Energiespeicher, Verbundwerkstoffe, Antriebstechnik
Hochschule Bochum	Elektromobilität - nachhaltige Mobilität	Produktionstechnik, Komponentenentwicklung und -test, Auslegung und Optimierung, Fahrtenmanager, Radnabenmotoren, Leistungselektronik, Fahrzeug Entwicklung und Fertigung, Fahrerassistenzsysteme, Elektrischer Antriebsstrang, Solarfahrzeuge
Hochschule Bochum	Nachhaltigkeit	Nachhaltige Mobilität, Technikfolgeabschätzung
Hochschule Esslingen Master Elektromobilität	Nachhaltige Entwicklung und Produktion	Energiesysteme, Mobilitätssysteme, Energiespeicher, Energiewandler, Produktion, Fertigungstechnik, Industrie 4.0
Hochschule Hannover	Energie- und Ressourceneffizienz	Energieeffizienz, Energiespeicherung, Rohstoffmanagement, Energiemanagement, Effiziente Antriebstechnik, Erneuerbare Energie, Elektromobilität,
Technische Hochschule Ingolstadt	Erneuerbare Energien	Energiesystemtechnik, Energieeffizienz, Energiespeicher
Technische Hochschule Ingolstadt	Fahrzeugsicherheit	Fahrzeugsicherheit, Sicherheit neuer Antriebskonzepte, Leichtbau
Technische Hochschule Ingolstadt	Innovative Mobilität und ressourcenschonende Antriebstechnologien	Antriebstechnik, Antriebsstrang, Motor, Elektromotor, Leistungselektronik, Energiespeicher, Batterie, Getriebe, Kupplungen, Wellen
Hochschule München	Automotive	Fahrdynamik / Lenksysteme, Fahrzeugantriebe, Leichtbau / Faserverbundwerkstoffe, Karosseriekonstruktion, Elektromobilität / Elektromobile Antriebs- und Getriebekonzepte,

Hochschule München	Energieeffizienz	Brennstoffzelle, Leistungselektronik / Energiewandlung,
Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg	Energie und Mobilität	Energieeffizienz, Energiespeicher, Energienetze, Smart Grids, Energiewirtschaft, (Elektro-)Mobilität, Antriebsstrang und Fahrdynamik, Fahrzeugelektrik und -elektronik,

Tabelle 4: Forschungslandkarte der Hochschulrektorenkonferenz

Auch außerhalb dieser Schwerpunkte finden Forschungstätigkeiten statt. Im Hinblick auf die Schlüsselrolle der technologischen wie wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit des Energiespeichers für die Elektromobilität hat sich mittlerweile diesbezüglich eine lebhaftere Forschungslandschaft entwickelt. Die Aktivitäten der Universitätsinstitute an den TU9 im Bereich der Batterien und Batteriesysteme haben sich verstärkt, entsprechend findet an deutschen Universitäten hier eine qualitativ starke und quantitativ umfangreiche Qualifizierung des wissenschaftlichen Nachwuchses statt (vgl. Anhang).

Hochschule	Fakultät / Fachbereich	Institut
RWTH Aachen	Maschinenwesen	Aachener Verfahrenstechnik (AVT)
		PEM - Lehrstuhl für Production Engineering of E-Mobility Components
		IKA - Institut für Kraftfahrzeuge
		Institut für Energie- und Klimaforschung Elektrochemische Verfahrenstechnik (IEK-3)
	Elektro- und Informationstechnik	Lehrstuhl und Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe (ISEA)
		Lehrstuhl und Institut für Hochspannungstechnik (IFHT)
TU Berlin	Elektrotechnik und Informatik	Institut für Energie und Automatisierungstechnik
TU Braunschweig	Maschinenbau	Institut für Partikeltechnik (iPAT)
		Institut für Energie- und Systemverfahrenstechnik (InES)
		Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (IWF)
		Institut für Füge- und Schweißtechnik (IFS)
	Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik	Institut für elektrische Maschinen, Antriebe und Bahnen
		Institut für Hochspannungsanlagen und elektrische Energietechnik (elenia)
	Institut für Regelungstechnik (IFR)	
TU Darmstadt	Naturwissenschaften	Fachgebiet Dünne Schichten
	Ingenieurwissenschaften	Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Fahrzeugantriebe (vkm)
TU Dresden	Verkehrswissenschaften	Institut für Automobiltechnik Fahrzeugmechatronik

Universität Hannover	Elektrotechnik und Informatik	Institut für Elektrische Energiesysteme (IfES)
Karlsruher Institut für Technologie	Elektrotechnik und Informationstechnik	Helmholtz-Institut Ulm (HIU)
		Institut für Angewandte Materialien - Werkstoffe der Elektrotechnik (IAM-WET)
		Institut für Angewandte Materialien - Energiespeichersysteme (IAM-ESS)
		Institut für Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik (IEH)
		Institut für Prozessdatenverarbeitung und Elektronik (IPE)
	Institut für Regelungs- und Steuerungssysteme (IRS)	
	Maschinenbau	Institut für Produktionstechnik (WBK)
TU München	Chemie	Lehrstuhl für Technische Elektrochemie
		Departement Chemie: Fachgebiet Synthese und Charakterisierung innovativer Materialien
	Elektrotechnik und Informationstechnik	Lehrstuhl für Elektrische Energiespeichertechnik – EES
	Maschinenwesen	Lehrstuhl für Betriebswissenschaften und Montagetechnik (iwb)
		Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik
Universität Stuttgart	Chemie	Institut für Materialwissenschaft, Lehrstuhl für Chemische Materialsynthese

Tabelle 5: Batterieforschung an den TU9

Die Elektromobilitätsforschung ist an den Universitäten durch einen hohen Vernetzungsgrad zwischen den einzelnen Instituten und Fakultäten gekennzeichnet. Zunehmend werden innerhalb der zum Thema Elektromobilität forschenden Universitäten Kompetenzzentren, Cluster und sonstige Zusammenschlüsse geschaffen. Diese können die Elektromobilitäts-Forschung organisieren und aufeinander abstimmen, oder die Elektromobilitäts-Kompetenz der Hochschule auch in der Außendarstellung sichtbar bündeln. Tabelle 5 zeigt eine Auswahl entsprechender Einrichtungen.

Hochschule	Bezeichnung
TU Berlin	Forschungs- und Studiennetzwerk Elektromobilität der TU Berlin
RWTH Aachen	Geschäftsstelle Elektromobilität
Bergische Universität Wuppertal	Fachbereich Elektromobilität
TU Chemnitz	Technologien der Elektromobilität
TU München	Wissenschaftszentrum Elektromobilität
TU Ilmenau	Thüringer Innovationszentrum Elektromobilität

Tabelle 6: Elektromobilitätszentren an deutschen Universitäten

Der Großteil des wissenschaftlichen Nachwuchses im Ingenieurbereich befindet sich in einem drittmittelfinanzierten Beschäftigungsverhältnis an den Hochschuleinrichtungen und erhält im Rahmen der Tätigkeit als Wissenschaftlicher Mitarbeiter die Gelegenheit zur Promotion. Die einzelnen Promotionsvorhaben können dabei gegebenenfalls über öffentlich finanzierte Projekte instituts- und hochschulübergreifend miteinander vernetzt sein, ein regelmäßiger wissenschaftlicher Austausch oder die Einbettung in einen größeren Themenzusammenhang findet jedoch nicht institutionalisierter Art und Weise statt.

Neben den beschriebenen Individualpromotionen existieren strukturierte Promotionsprogramme, Doktorandenprogramme, Graduiertenschulen, -kollegs und ähnliches. Sie sind in der Regel dadurch gekennzeichnet, dass für Doktoranden regelmäßige Seminare und andere Weiterbildungsprogramme für den wissenschaftlichen Austausch eingerichtet werden. Gegebenenfalls wird darüber hinaus in Anlehnung an einen Lehrplan der Besuch entsprechender Lehrveranstaltungen vorgeschrieben. Grundsätzlich bietet eine strukturierte Promotion den Vorteil einer intensiveren Betreuung, zusätzlicher Qualifizierungsmöglichkeiten und einem verstärkten interdisziplinären Austausch. Je nach Sichtweise ist es dabei nachteilig für die Promovenden, dass in vielen Fällen kein festes Arbeitsverhältnis vorliegt, sondern vielmehr die Finanzierung auf Stipendien beruht.

Die Finanzierung von strukturierten Promotionen erfolgt dabei mit Geldern von halböffentlichen oder öffentlichen Forschungsförderungsorganisationen (z.B. Deutsche Forschungsgemeinschaften), direkt aus Bundes- oder Landesmitteln oder der Privatwirtschaft. Abbildung 26 zeigt dabei eine Zusammenstellung aktueller Angebote zur strukturierten Promotion im Themenbereich der Elektromobilität.

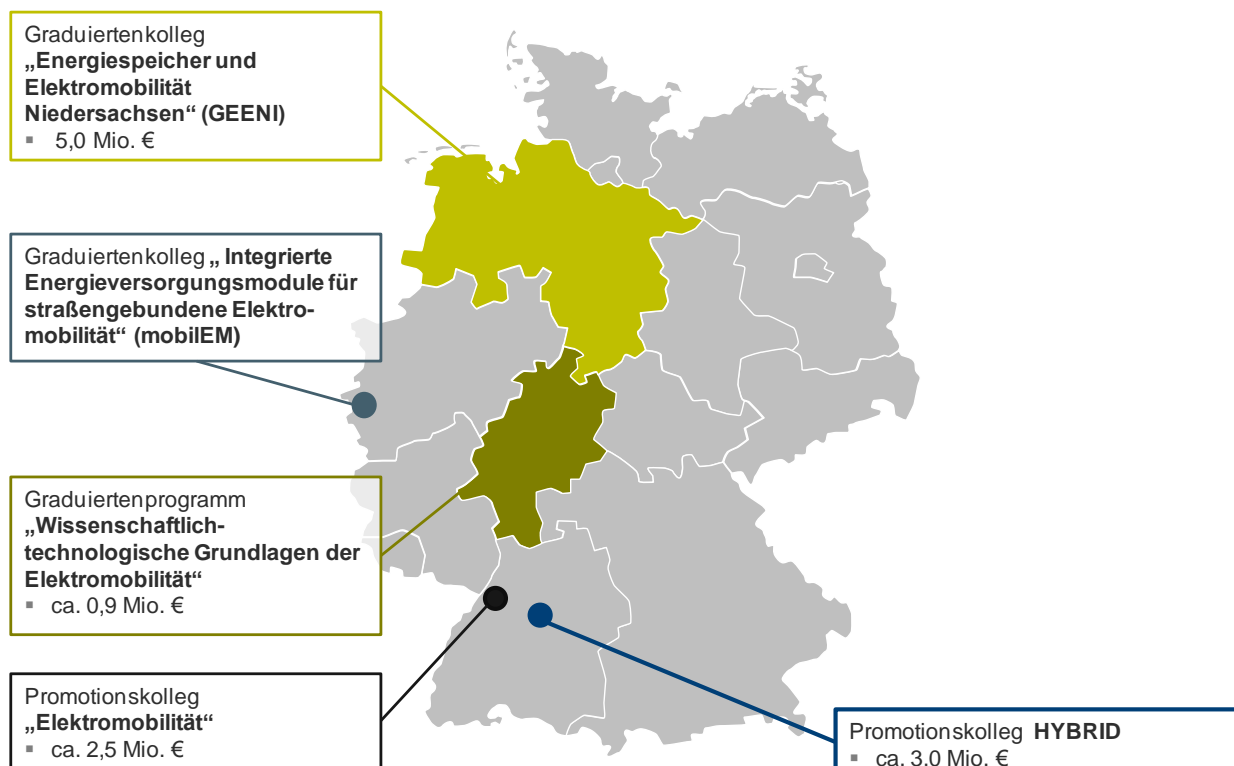


Abbildung 26: Strukturierte Promotionsprogramme

Die Vernetzung von Promovenden oder Nachwuchswissenschaftlern allgemein findet jedoch nicht nur in strukturierten Promotionsprogrammen, sondern auch bei Individualpromotionen im Rahmen wissenschaftlicher Konferenzen statt. In diesen Konferenzen wird den Promovenden die Möglichkeit zur Vorstellung und Diskussion ihrer Forschungsarbeiten mit weiteren Wissenschaftlern desselben und angrenzender Forschungsbereiche gegeben. Sie tragen somit sehr zur fachübergreifenden Vernetzung bei. Zudem sind sie meist sehr international gehalten, sodass auch der länderübergreifende Wissensaustausch gefördert wird. Nachteilig sind oftmals die vergleichsweise hohen Teilnahmegebühren der eher kommerziell ausgerichteten Konferenzen, welche den wissenschaftlichen Austausch hemmen können. Tabelle 6 zeigt einen Ausschnitt über regelmäßig stattfindende Konferenzen im Bereich Elektromobilität und beispielhaft behandelte Themenfelder.

Konferenz	Veranstalter	Ort	Themen (2014 / 2015)
Der Antrieb von morgen - MTZ Fachtagung	ATZ live	Wolfsburg	- Optimierung und Elektrifizierung - Antriebskonzepte und Steuerung - Energie- und Thermomanagement, Auslegung und Vernetzung
Electronics in Vehicles - ELIV	VDI Wissensforum	Baden-Baden	- E-Mobilität 2.0 - Automatisiertes Fahren und Fahrerassistenzsysteme - Connected Car
Internationales Stuttgarter Symposium	FKFS	Stuttgart	- Karosserietechnik und Leichtbau - Hybridtechnik, Elektroantriebe und Traktionsbatterien
VDA Technischer Kongress	VDA	Filderstadt	- Umwelt, Energie und Elektromobilität
Conference on Future Automotive Technology	Bayern Innovativ, TU München	Fürstenfeld	- Kunde und Markt: Fahrzeugkonzepte & Kundenanforderungen, Rahmenbedingungen & Markt, Wirtschaftlichkeit E-Mobilität - Ladetechnik & Ladeinfrastruktur,
International Conference on Energy Efficient Vehicles (ICEEV)	TU Dresden	Dresden	- Elektrifizierte Fahrzeugantriebe - PHEV - Ladeinfrastruktur - Batteriesysteme
Aachener Kolloquium Fahrzeug- und Motorentechnik	RWTH Aachen	Aachen	- Fahrzeugkonzepte - Hybridisierung

Tabelle 7: Fachkonferenzen Elektromobilität

Im Gesamtüberblick existiert in Deutschland bereits eine aktive Forschungslandschaft im Bereich der Elektromobilität, wobei auch zunehmend die Batterieforschung einen hohen Stellenwert einnimmt und innerhalb dessen eine hochwertige Qualifizierung von Nachwuchswissenschaftlern stattfindet. Wie in den Ingenieurwissenschaften findet die Qualifizierung in der



Regel über Individualpromotionen statt, wobei auch selektiv auf Elektromobilität ausgerichtete Angebote zur strukturierten Promotion bestehen. Zur fachbereichs- und länderübergreifenden Vernetzung tragen zudem zahlreiche wissenschaftliche Konferenzen bei.

2.1.2.7 Schaufensterprojekte

Die Analyse der elektromobilitätsbezogenen Aus- und Weiterbildung schließt auch die Aktivitäten innerhalb der Schaufenster Elektromobilität ein. Diese stellen eine zentrale Maßnahme des 2011 beschlossenen Regierungsprogramms Elektromobilität dar. Es ist das Ziel dieser Schaufenster, die vorhandenen Kompetenzen im Bereich der Elektromobilität in groß angelegten regionalen Demonstrations- und Pilotvorhaben systemübergreifend zu bündeln und zu erproben, wobei die Elektromobilität für die Öffentlichkeit sichtbar und erfahrbar gemacht werden soll.³²

In den vier ausgewählten Schaufensterregionen Baden-Württemberg, Bayern/Sachsen, Berlin/Brandenburg und Niedersachsen sind über 140 Projekte zusammengefasst. In Abhängigkeit ihrer jeweiligen thematischen Ausrichtung werden die Projekte von den Bundesministerien für Wirtschaft und Energie (BMWi), für Verkehr und Infrastruktur (BMVI), für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), für Bildung und Forschung (BMBF) und weiteren Fördermittelgebern unterstützt. Dabei stellen die vier Bundesministerien insgesamt etwa 180 Mio. Euro zur Verfügung.³³

Ergänzend zu den Vorhaben in den Schaufenstern wurde durch die beteiligten Ministerien eine zentrale Begleit- und Wirkungsforschung (BuW) beauftragt, um die Effektivität der Maßnahmen zu überprüfen und Erkenntnisse und Erfahrungen aus den Schaufensterprojekten übergreifend verfügbar zu machen. Dazu wurde eine Systematisierung des Schaufensterprogramms vorgenommen, indem die unterschiedlichen Projekte 13 Querschnittsthemen zugeordnet wurden. Einer dieser Themenbereiche ist die Aus- und Weiterbildung. Sämtliche Projekte werden auf der Netzpräsenz (www.schaufenster-elektromobilitaet.org) der BuW in Form von einheitlich aufgebauten Steckbriefen dargestellt. Das Thema Aus- und Weiterbildung wird im Rahmen der BuW jedoch nicht weitergehend betrachtet, da die entsprechenden Projekte Bestandteil der Begleitforschung von NQuE sind. Demnach unterscheiden sich BuW und NQuE dadurch, dass NQuE neben einem begrenzten Teilgebiet der Schaufenster die Gesamtheit der Qualifizierung im Bereich Elektromobilität analysiert und dabei die thematisch relevanten Schaufensterprojekte einschließt, während der Fokus der BuW ausschließlich auf den Schaufenstern liegt, dabei aber die Aus- und Weiterbildung ausspart.

In diesem Kapitel werden folglich die relevanten Projekte aus dem Themenfeld Aus- und Weiterbildung näher betrachtet, wobei zunächst eine Unterteilung entsprechend der Zielsetzung jedes Vorhabens erfolgt, die auch eine Differenzierung nach akademischen bzw. beruflichen Qualifizierung beinhaltet (vgl. Tabelle 8). Insgesamt umfasst das Thema Aus- und Weiterbildung 20 verschiedene Projekte über alle Schaufensterregionen hinweg.

³² BMUB (2011)

³³ BMBF (2014)

Insgesamt 20 Vorhaben befassen sich innerhalb der 4 Schaufensterregionen mit Themen der Qualifizierung.	akademische Qualifizierung	berufliche Qualifizierung	bereichsübergreifend	Nachwuchsgewinnung	Fahrausbildung	 <small>Eine Initiative der Bundesregierung</small>
Schauwerkstatt Elektromobilität			X			 <small>Unterstützt durch das Land Baden-Württemberg</small>
Mobiles Schulungszentrum Elektromobilität - MSE				X		
e-Fahrschule - Elektrofahrzeuge brauchen Elektrofahrer!					X	
Akad. Bildungsinitiative zur Elektromobilität Bayern - Sachsen	X					
Fort- und Weiterbildung für die Elektromobilität		X				
Fachkräfte-Quali-Kfz		X				
Lehrgangskonzept EMob		X				
Smart Advisor			X			
VV KompZ E-Mob		X				
StandardQualiKonzept		X				
Quali-Proz-E-Mob		X				
Jugend denkt Zukunft				X		
EFFF					X	
Learning eMobility		X				
LERNWELT ELEKTROMOBILITÄT Berlin	X	X	X	X		
Qualitätsmanagement Weiterbildung eMobilität	X					
Ziele		X				
Hochschuloffensive eMobilität - MOBIL4e	X					
Arbeitsplatzmonitoring Elektromobilität						
Weiterbildungspool Ingenieurwissenschaften - excellent mobil (assoziiertes Projekt)	X			X		

Tabelle 8: Schaufensterprojekte

Wie in Abbildung 27 dargestellt, befassen sich in Bayern und Sachsen neun Projekte mit diesem Themenbereich, gefolgt von Niedersachsen (5) und jeweils drei Vorhaben in Baden-Württemberg und Berlin/Brandenburg. Darunter befinden sich fünf Projekte mit direktem Bezug zur akademischen Qualifizierung, wobei es sich in einem Fall um ein assoziiertes Projekt handelt. Das Vorgehen, inhaltlich vergleichbare Projekte als assoziiert in den Kontext der Schaufenster zu stellen, um so deren Sichtbarkeit zu erhöhen, wird auch in den anderen Themenfeldern vollzogen. Es ist dabei zu beachten, dass die finanzielle Förderung hierbei nicht im Rahmen der Schaufenster erfolgt. Im Fall des betreffenden Projektes „Weiterbildungspool Ingenieurwissenschaften“ handelt es sich um ein BMBF-gefördertes Vorhaben aus dem Wettbewerb „Aufstieg durch Bildung: offene Hochschulen“.

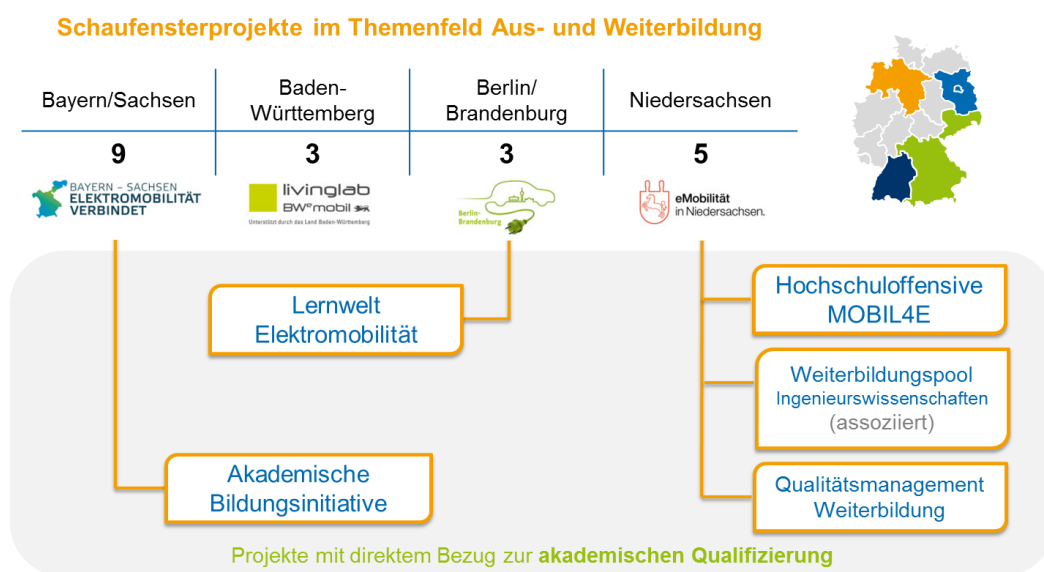


Abbildung 27: Projekte Aus- und Weiterbildung

Die Informationen zu den Tätigkeiten und Ergebnissen der einzelnen Projekte konnten durch NQuE auf verschiedenen Wegen erhoben werden. In der Regel verfügen diese über einen Internetauftritt auf der jeweiligen Seite der zuständigen Landesagentur der Schaufensterregionen. Außerdem besteht Zugang zu den Zwischen- und Abschlussberichten über die Plattform der Projektträger. Zusätzlich fand zu Beginn der Laufzeit von NQuE eine Kontaktaufnahme zum gegenseitigen Informationsaustausch statt, dem eine Teilnahme an zentralen Veranstaltungen (Fachtagungen, Seminare) folgte. Auf Basis dieser Daten werden nachfolgend die Zielsetzungen und Besonderheiten der vier Schaufensterprojekte mit akademischer Ausrichtung erläutert. Das assoziierte Projekt Weiterbildungspool wird aufgrund seiner Zugehörigkeit zu einem anderen Förderprogramm an dieser Stelle nicht explizit dargestellt. Ausführliche Informationen zu den Maßnahmen und Ergebnissen der einzelnen Projekte sind auch unter nque.de verfügbar.

Akademische Bildungsinitiative zur Elektromobilität Bayern - Sachsen

Schaufensterregion: ELEKTROMOBILITÄT VERBINDET

Verbundpartner: Technische Universität München (Konsortialführer), Technische Hochschule Ingolstadt, Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, Technische Universität Chemnitz, Technische Universität Dresden, Westsächsische Hochschule Zwickau

Fördermittelgeber: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Qualifizierungsangebote: Weiterbildungsstudiengänge, Lehrmodule für Vollzeitstudiengänge

Zielsetzung: Ergänzung der bestehenden Qualifizierungslandschaft durch passgenaue Angebote zur Elektromobilität auf Ebene von Studiengängen und einzelnen Modulen

Kurzbeschreibung:

Bei der Konzeption und Durchführung der Qualifizierungsmaßnahmen erarbeiten die beteiligten Universitäten Fachmodule, überwiegend im technischen Bereich. Die beiden berufsbegleitenden Studiengänge, auf Bachelor- und Masterniveau, liegen in der Zuständigkeit der HAWs. Auf Basis regelmäßiger Evaluationen werden sämtliche Qualifizierungsangebote fortlaufend überprüft und optimiert. Zu den jeweiligen Lernmodulen werden die relevanten Unterlagen zentral auf einer Online-Wissensplattform abgelegt, sodass alle Beteiligten Zugriff darauf haben.

Besonderheiten:

- > Bundesländerübergreifende Bündelung der Kompetenzen in akademischer Lehre
- > Spezifische Angebote für die Weiterbildung von Fach- und Führungskräften
- > Explizite Studienkonzepte für beruflich Vorqualifizierte
- > Verfügbarkeit der Projektergebnisse auf einer Online-Wissensplattform
- > Gegenseitige Abstimmung mit den Vorhaben aus dem niedersächsischen Schaufenster

Lernwelt Elektromobilität Berlin

Schaufensterregion: Internationales Schaufenster Elektromobilität Berlin-Brandenburg

Verbundpartner: Institut BBF – Vereinigung für Betriebliche Bildungsforschung e. V. Berlin (Konsortialführer), Landesinnungsverband der Elektrotechnischen Handwerke Berlin-Brandenburg, Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, Lernfabrik Neue Technologien Berlin gGmbH

Fördermittelgeber: Berliner Senatsverwaltung für Arbeit, Integration und Frauen

Qualifizierungsangebote: Studien- und Weiterbildungsmodul, Weiterbildungsbausteine

Zielsetzung: Konzeption neuer Aus- und Weiterbildungsangebote für unterschiedliche Zielgruppen entlang der Bildungskette

Kurzbeschreibung:

In ihrer Rolle als Hochschule im Projektverbund der Lernwelt Elektromobilität wurde durch die HTW Berlin ein Weiterbildungsmodul auf Bachelorniveau konzipiert. Dieses richtet sich sowohl an Studierende als auch an externe Interessenten, sowohl Alumni als auch Teilnehmer aus Unternehmen, die sich einen Überblick über die Themenfelder der Elektromobilität verschaffen möchten. Dabei sind neben technischen Aspekten zu Batterietechnologie auch übergreifende Themen wie politische Rahmenbedingungen enthalten.

Besonderheiten:

- > Zusammenarbeit von Partnern aus verschiedenen Segmenten der Bildungslandschaft
- > Abdeckung der gesamten Bildungskette von Berufsorientierung bis zu akademischer Weiterbildung
- > Starker Fokus auf Vernetzung und öffentliche Sichtbarkeit der Projektergebnisse
- > Orientierung an konkreten / individuellen Qualifizierungsbedarfen einzelner Unternehmen

Hochschuloffensive eMobilität - MOBIL4e

Schaufensterregion: Unsere Pferdestärken werden elektrisch

Verbundpartner: Leibniz Universität Hannover (Konsortialführung), Technische Universität Braunschweig, Ostfalia Hochschule, Technische Universität Clausthal, Hochschule für Bildende Künste Braunschweig, Hochschule Hannover

Fördermittelgeber: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Qualifizierungsangebote: Themenübergreifende modulare Weiterbildungsangebote

Zielsetzung: Entwicklung und Erprobung eines Weiterbildungskonzeptes auf Basis fachspezifischer Module für akademische Berufsfelder insbesondere Ingenieure

Kurzbeschreibung:

Innerhalb eines Weiterbildungskonzeptes werden einzelne Weiterbildungsmodule zu den Themen Ladeinfrastruktur, Batterie, E-Fahrzeug, Leistungselektronik & Antriebe und Mobilität & Geschäftsmodelle ausgearbeitet. Diese werden durch ein bereichsübergreifendes virtuelles Lernlabor ergänzt. Je nach Bedarf sollen die einzelnen Module entweder als Überblicksseminar für eine Gesamtbetrachtung der unterschiedlichen Facetten der Elektromobilität oder rein themenbezogene zur fachlichen Spezialisierung angeboten werden.

Besonderheiten:

- > Zusammenarbeit von Universitäten und Hochschulen für angewandte Wissenschaften

- > Virtuelles Lernlabor zur Unterstützung der Theorieinhalte
- > Themenübergreifende Gestaltung des Modulprogramms
- > Definition der inhaltlichen Anforderungen gemeinsam mit Industriepartnern

Qualitätsmanagement Weiterbildung eMobilität - QWeMob

Schaufensterregion: Unsere Pferdestärken werden elektrisch

Verbundpartner: Volkswagen AG (Konsortialführung), Continental AG, IAV GmbH, Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Technische Universität Braunschweig

Fördermittelgeber: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Qualifizierungsangebote: Weiterbildungsmodule

Zielsetzung: Entwicklung neuer Kriterien und Erfolgsgrößen für die akademische und unternehmerische Weiterbildung

Kurzbeschreibung:

Die Entwicklung von Bildungsangeboten (Module) steht hier im Hintergrund. Zentrales Ziel ist die Erstellung eines Qualitätsleitfadens als Rahmen für standardisierte Wissensbausteine. Damit soll der wissenschaftliche Austausch zwischen Unternehmen und Hochschulen und der Aufbau von Kooperationen gefördert werden. Bestandteile des Leitfadens sind kompetenzorientierte Beschreibungen von Weiterbildungsangeboten, Zielgruppen und Bedarfen.

Besonderheiten:


- > Zusammenarbeit von Industrieunternehmen und Hochschulen
- > Konzeptionelle Abstimmung mit anderen Schaufensterprojekten
- > Hochschulankennung berufsbegleitenden Weiterbildungsmodulen


Das Projekt QWeMob unterscheidet sich von den anderen Vorhaben, da nicht die Entwicklung von Qualifizierungsangeboten selbst, sondern vielmehr bildungsspezifische Hintergrundthemen im Mittelpunkt stehen. So sollen mit dem entwickelten Qualitätsleitfaden die Möglichkeiten der Anrechnung erbrachter Leistungen vereinheitlicht und optimiert werden. Dabei bildet QWeMob auch eine Schnittstelle zu den Projekten Akademische Bildungsinitiative und Hochschuloffensive eMobilität, indem die dort entstehenden Module überprüft werden. Die Gestaltungsparameter des Qualitätsleitfadens könnten auch über die Schaufenster hinaus als Grundlinien für die Konzeption weiterer Bildungsangebote im Bereich der Elektromobilität herangezogen werden.


Zur genaueren Betrachtung der entwickelten Qualifizierungsangebote wurden diese den Handlungsfeldern der Elektromobilität zugeordnet. Wie bei den Qualifizierungen außerhalb


der Schaufenster auch kommt dem Feld Fahrzeugservice und -handel im akademischen Bereich nur untergeordnete Bedeutung zu und wird nicht explizit berücksichtigt. Über sämtliche Bildungsangebote innerhalb eines Projektes hinweg adressieren die Module und Studiengänge der Akademischen Bildungsinitiative Bayern/Sachsen die meisten Handlungsfelder (vgl. Abbildung 28). Das assoziierte Projekt Weiterbildungspool Ingenieurwissenschaften nimmt hierbei eine Sonderstellung ein, da dessen Studiengang auf das Thema Mobilitätswirtschaft ausgerichtet ist und die Fachgebiete der Elektromobilität nur in geringem Umfang abgedeckt werden.


	Infrastruktur / Stationen	Infrastruktur / Netze	Fahrzeugtechnik	Systemdienstleistungen	Produktionstechnik	Fahrzeugservice und -handel	Qualifizierungsangebote	
Akademische Bildungsinitiative Bayern/Sachsen	✓	✓	✓	✓	✓		2	31
Hochschul-offensive eMobilität	✓		✓	✓			-	14
Lernwelt Elektromobilität Berlin	✓	✓	✓	✓			-	1
Weiterbildungspool Ingenieurwissenschaften (assoziiert)			✓	✓			1	-














Studiengänge

Module / Einzelveranstaltungen

Abbildung 28: Handlungsfelder Schaufensterprojekte

Bei der Analyse der in den Schaufensterprojekten entstandenen Qualifizierungsangeboten zeigt sich, dass diese im Vergleich mit den sonstigen Konzepten einen besonders innovativen Charakter aufweisen. Dies schließt insbesondere die Kooperation zwischen den verschiedenen Verbundpartnern ein. Diese erfolgt sowohl zwischen Universitäten und Hochschulen für angewandte Wissenschaften, teilweise sogar bundesländerübergreifend, als auch mit Unternehmen aus der Automobilbranche.

Die Schaufenster zeichnen sich außerdem durch eine starke Fokussierung auf die Weiterbildung von Fach- und Führungskräften aus. Sie stellen damit eine kurzfristig wirksame Ergänzung der bestehenden Qualifizierungslandschaft dar. Angesichts der Innovationskraft der Themenfelder rund um die Elektromobilität können auf diese Weise aktuelle Qualifizierungsbedarfe von Unternehmensmitarbeitern gedeckt werden. Dabei ergeben sich zusätzlich Anknüpfungspunkte zum Thema Durchlässigkeit. So ist beispielsweise der berufsbegleitende Bachelorstudiengang Elektromobilität der Westsächsischen Hochschule Zwickau und der Technischen Hochschule Ingolstadt (Projekt Akademische Bildungsinitiative) explizit auf beruflich Qualifizierte ausgerichtet. Dies bietet etwa Mitarbeitern mit einer Ausbildung im Bereich

Kraftfahrzeug-Mechatronik die Möglichkeit, Kompetenzen auf dem Gebiet der Fahrzeugelektrifizierung zu erwerben und sich damit für Tätigkeiten in der technischen Entwicklung zu qualifizieren.

Ein weiteres Thema ist die Anrechnung von Leistungen. So stellen die Verbundpartner in den einzelnen Projekten sicher, dass die von den jeweils anderen Hochschulen konzipierten Module angerechnet werden können. Darüber hinaus soll der Qualitätsleitfaden aus dem Projekt QWeMob eine Anrechenbarkeit der Module auch zwischen den verschiedenen Projekten bzw. Schaufensterregionen unterstützen.

Diese Besonderheiten in der Gestaltung von Studiengängen und anderen Qualifizierungsmöglichkeiten sind in ihrer praktischen Umsetzung häufig mit einem erheblich gesteigerten Koordinierungsaufwand verbunden. An dieser Stelle trägt die zusätzliche staatliche Förderung dazu bei, die benötigten Freiräume und Ressourcen für die Entwicklung solcher Bildungskonzepte bereitzustellen.

Neben den vier beschriebenen Vorhaben ist ein weiteres für die Analysen im Rahmen von NQuE relevant, das jedoch weder die Konzeption von Qualifizierungsangeboten als Zielsetzung hat noch einen direkten Bezug zur akademischen Bildung aufweist. Im dem niedersächsischen Projekt Arbeitsplatzmonitoring Elektromobilität, durchgeführt von der NORD LB (Konsortialführung) und dem CIMA Institut für Regionalwirtschaft, sollen die nachhaltigen Beschäftigungseffekte der Elektromobilität über einen Zeitraum von zwei Jahren untersucht werden. Vor diesem Hintergrund wird auf Basis einer Förderung durch das Niedersächsische Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr eine umfangreiche Unternehmensbefragung vorgenommen. Der Anknüpfungspunkt zu NQuE besteht darin, dass ein Teil der Fragestellungen das Thema Aus- und Weiterbildung adressiert. Dabei werden Informationen zum aktuellen Weiterbildungsbedarf und der zukünftigen Entwicklung der Weiterbildungsaktivitäten der Unternehmen erhoben. Außerdem wird explizit nach einer Einschätzung der Zufriedenheit mit dem derzeitigen Aus- und Weiterbildungsangebot gefragt. Die Resultate dieser Befragung werden in die weitere Bedarfsanalyse durch NQuE einbezogen.

Zusammenfassend lässt sich somit feststellen, dass die Konzeption und Erprobung akademischer Weiterbildungsangebote den Kern der Aktivitäten in den Qualifizierungsprojekten mit Hochschulbeteiligung bilden, überwiegend durch Module aber auch in Form berufsbegleitender Studiengänge.

Aus heutiger Sicht, zum Ende der Laufzeit der Schaufensterprojekte, ist der mittelfristige Erfolg der entstandenen Qualifizierungsangebote nur schwer abschätzbar. Entscheidend dafür wird vor allem die Nachfrage auf Teilnehmerseite sein, insbesondere deren Entwicklung sobald die Angebote nach Auslaufen der Förderdauer nicht länger kostenlos durchgeführt werden können. Hierbei ist gerade in der Weiterbildung die Bereitschaft der Unternehmen, ihre Mitarbeiter zusätzlich extern zu qualifizieren, ausschlaggebend. Folglich könnte auf die Hochschulen durchaus ein gesteigerter Aufwand für das Bewerben der Qualifizierungsangebote zukommen, um sie in den Fokus der jeweiligen Zielgruppen zu rücken.

2.1.2.8 Internationale Qualifizierung

Im Fokus der Analysen von NQuE steht der Status Quo der Bildungslandschaft in Deutschland. Um die Resultate bzw. die Zulänglichkeit der Integration von Elektromobilitätsthemen in die akademische Lehre besser einschätzen zu können, werden außerdem die Bildungsangebote im internationalen Kontext betrachtet. Anders als bei der Vollerhebung für Deutschland können die Hochschulen dabei jedoch nur stichprobenartig überprüft werden. Diese wurden hierbei nach folgenden Kriterien ausgewählt:

- > Einträge in Studiengangdatenbanken zum Suchbegriff „Elektromobilität“
- > Hochschulen mit besonderem Erfolg bei der Formula Student Electric
- > In Verbänden zusammenarbeitende Hochschulen (z.B. IDEA League)

Ähnlich den deutschen Hochschulen und Universitäten bietet sich im internationalen Kontext ein differenziertes Bild zur Einbindung von elektromobilitätsbezogenen Lehrinhalten.

Diese werden teilweise thematisch getrennt in verschiedenen klassischen Disziplinen aufgegriffen, beispielsweise im *Automotive Engineering* (elektrische und hybride Fahrzeugantriebe), *Electrical Engineering* (Smart Grid) und *Material Engineering* (Faserverbundwerkstoffe). Andererseits finden sich auch innerhalb eines Studiengangs unterschiedliche Vertiefungsrichtungen, die mehrere Handlungsfelder der Elektromobilität aufgreifen (z.B. Studiengang *Electrical Engineering* mit den Wahlmöglichkeiten *Transport* oder *Smart Grid*). Insbesondere das Portfolio von Automotive Studiengängen ist wesentlich geringer ausgeprägt als in Deutschland. Häufig werden fahrzeugbezogene Themen als ein Bestandteil von "Transportation" Studiengängen aufgenommen, die außerdem noch Inhalte zum Bahnverkehr und anderen Mobilitätsträgern enthalten.

Auch systemübergreifend ausgerichtete Studiengänge werden bereits angeboten, allerdings in sehr begrenztem Umfang. Hier werden Themen der Fahrzeugtechnik mit der Energieerzeugung und Energieverteilung kombiniert.

Unter den analysierten internationalen Studiengängen befinden sich zwei Angebote, die sich aufgrund ihrer inhaltlichen und konzeptionellen Ausrichtung als Best Practices auszeichnen. Dies betrifft zum einen den Kooperationsstudiengang „Nachhaltiger Transport und Elektrische Energiesysteme“, bei dem die Studierenden jedes der vier Semester in einem anderen europäischen Land verbringen, sowie den französischen Mastère Spécialisé im Bereich Ingenieurwissenschaften Elektrofahrzeuge, der eine Weiterbildung in Kooperation mit einem Automobilhersteller bzw. Energieversorger bietet.

Studiengang	Sustainable Transportation and Electrical Power Systems [Nachhaltiger Transport und Elektrische Energiesysteme]	Ingénierie des véhicules électriques [Ingenieurwissenschaften Elektrofahrzeuge]
Beteiligte Hochschulen	Universidad de Oviedo (ES) University of Nottingham (GB) Università di Roma (IT) Instituto Politécnico de Coimbra (PT)	ParisTech (FR)
Abschluss	Master	Mastère Spécialisé ³⁴
Studiendauer	4 Semester	2 Semester
ECTS	120	75
Vorlesungssprache	Englisch	Französisch
Kooperation	Erasmus Mundus (European Commission) Verbundleitung: Universidad de Oviedo	Arts et Métiers ParisTech, ENSTA ParisTech, Mines ParisTech
Vertiefungsrichtungen	- Nachhaltiger Transport - Elektrische Energiesysteme	
Inhaltliche Schwerpunkte	- Elektrotechnische Grundlagen - Elektro- und Hybridfahrzeuge - Erzeugung, Speicherung und Verteilung (elektrischer) Energie	- Elektrische und mechanische Fahrzeugarchitektur - Energieversorgung und -speicherung elektrischer Fahrzeuge - Steuerung globaler Wertschöpfungsketten - Projektmanagement
Weiterführende Informationen	http://www.emmcs-teps.eu/inicio	http://www.ensam.eu/Formation-Initiale/Masteres-Specialises-R/Ingenierie-des-vehicules-electriques

Tabelle 9: Internationale Qualifizierungsangebote

³⁴ weiterführender akademischer Abschluss mit Spezialisierung auf ein bestimmtes Fachgebiet

Neben der klassischen akademischen Qualifizierung, in Form von Studiengängen zur Elektromobilität, werden außerhalb Deutschlands ebenfalls Seminare angeboten, die den Teilnehmern in kurzer Zeit einen Überblick über die Gesamthematik verschaffen. Ein Beispiel hierfür ist das Programm „E-Mob-Train“ aus Österreich, das aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert wird. Im Verbund mit weiteren Projektbeteiligten bietet die Donau-Universität Krems das fünftägige Seminar an, um damit u.a. Zielgruppen wie Fuhrparkmanager, Bauingenieure, Betriebliche Ausbilder und Geschäftsführer von KMU zu erreichen. Neben Präsenzterminen werden die Themen auch durch E-Learning über eine Onlineplattform vermittelt. Inhaltlich setzt sich die Veranstaltung aus einem Basismodul, das Geschichte, Rahmenbedingungen und Pilotprojekte beinhaltet, und folgenden vier Spezialisierungsmodulen zusammen.³⁵

- > Technische und rechtliche Grundlagen von Elektrofahrzeugen und Batterien
- > Anwendungsbereiche und Flottenmanagement
- > Technische und planerische Grundlagen von Ladeinfrastruktur
- > Marketing, Vertrieb und Verkauf

Eine länderübergreifende Zusammenarbeit unter Einbezug deutscher Hochschulen ist momentan nur geringfügig ausgeprägt. Keiner der Studiengänge bzw. Vertiefungsrichtungen zur Elektromobilität umfasst gegenwärtig eine internationale Kooperation mit Fokus auf dieses Thema. In Projekten wie Learning E-Mobility Plus (vgl. Kapitel 2.1.2.7) erfolgt jedoch eine gemeinsame Qualifizierung mit Partnern aus verschiedenen europäischen Ländern.

Neben den Recherchen im Rahmen von NQuE kann zur Beurteilung der internationalen Qualifizierung auf Ergebnisse des Projektes „JobVehElec“ zurückgegriffen werden. Darin hatte ein von der RWTH Aachen geleitetes Arbeitspaket das Ziel, szenarienbasierte Job-profile im Kontext der zunehmenden Elektrifizierung zu definieren und diese den aktuellen Qualifizierungsmöglichkeiten an Hochschulen in der EU gegenüberzustellen. Dabei werden 42 Qualifizierungsangebote näher betrachtet, darunter 13 mit spezifischen Elektromobilitätsabschlüssen und 29 Angebote, die zu allgemeinen ingenieurwissenschaftlichen Abschlüssen führen, jedoch Elektromobilität in einzelnen Fächern berücksichtigen. Die verschiedenen Bewertungs- und Beschreibungskriterien umfassen beispielsweise das Betreuungsverhältnis oder die Höhe der Studiengebühren. Im Vergleich zu den Analysen von NQuE wurde hingegen weniger detailliert auf die jeweiligen fachlichen Lehrinhalte eingegangen. Als Ergebnis der Recherchen in e-gomotion kann generell bereits eine gute Eignung der betrachteten Qualifizierungsangebote auf die definierten Jobprofile hinsichtlich Inhalt und Qualifikation beobachtet werden.³⁶

³⁵ E-Mob-Train (2016)

³⁶ IKA (2011)

Die umfangreichste Initiative an der Schnittstelle von Qualifizierung und Elektromobilität ist derzeit in den USA vorzufinden. Auf Initiative des Staates Michigan haben sich Unternehmen der Automobilindustrie, Bildungsanbieter und weitere Akteure zur Michigan Alliance for Greater Mobility Advancement (MAGMA) zusammengeschlossen. Für den Bundesstaat Michigan, in dem die drei großen amerikanischen OEMs General Motors (Detroit), Ford (Dearborn) und Chrysler (Auburn Hills) ihren Hauptsitz haben, ist die Automobilindustrie traditionell von besonderer wirtschaftlicher Bedeutung. Gleichzeitig steht der Standort in einem intensiven Wettbewerb mit den südlichen Bundesstaaten, in denen beispielsweise europäische Hersteller (BMW – South Carolina, Mercedes-Benz – Alabama, Volkswagen – Tennessee) ihre Werke betreiben und jenen Bundesstaaten, in denen gegenwärtig neue Unternehmen expandieren (Tesla – Kalifornien/Nevada). Vor diesem Hintergrund ist es für den Wirtschaftsstandort Michigan von besonderer Bedeutung eine ausreichende Verfügbarkeit von Fachkräften zu gewährleisten, die auf die Anforderungen der Elektromobilität vorbereitet sind.

Im Rahmen der bei den Recherchen erhobenen internationalen Initiativen handelt es sich bei MAGMA um das Vorhaben, bei dem sich die größte Anzahl an Akteuren zusammengeschlossen hat, um gemeinsam die Qualifizierung explizit für Themen der Elektromobilität zu koordinieren. Im Folgenden werden deshalb Aufbau, Funktionsweise und Bildungsangebote von MAGMA als internationales Best practice Beispiel dargestellt.

Bereits 2009 haben sich unter Federführung der Workforce Development Agency (WDA) des Bundesstaates Michigan über 30 Akteure daran beteiligt die Koordination und Vernetzung in der Weiterbildung gemeinsam voranzutreiben. Dies umfasst Automobilhersteller (z.B. GM, Ford, Chrysler, Mitsubishi, Volkswagen) ebenso wie Zulieferer (z.B. Denso, Magna, LG Chemical), Universities und Colleges sowie Verbände (z.B. SAE International).

Bis 2012 wurden über 800 Teilnehmer qualifiziert, wobei die finanziellen Aufwendungen für die Weiterbildungsmaßnahmen einem Umfang von 4,3 Mio. \$ entsprechen.

Die Arbeitsweise, die MAGMA zugrunde liegt, erfolgt nach der in Abbildung 30 dargestellten Logik. Erkennt eines der beteiligten Unternehmen bei sich einen Qualifizierungsbedarf so wird dieser dem „Governing Board“ als zentralem Organ des Verbundes übermittelt. Nach Sammlung und Prüfung der geäußerten Bedarfe werden Angebotsaufforderungen (Requests for Proposal) formuliert und veröffentlicht, auf deren Basis die Bildungseinrichtungen ihre Qualifizierungskonzepte einreichen können.

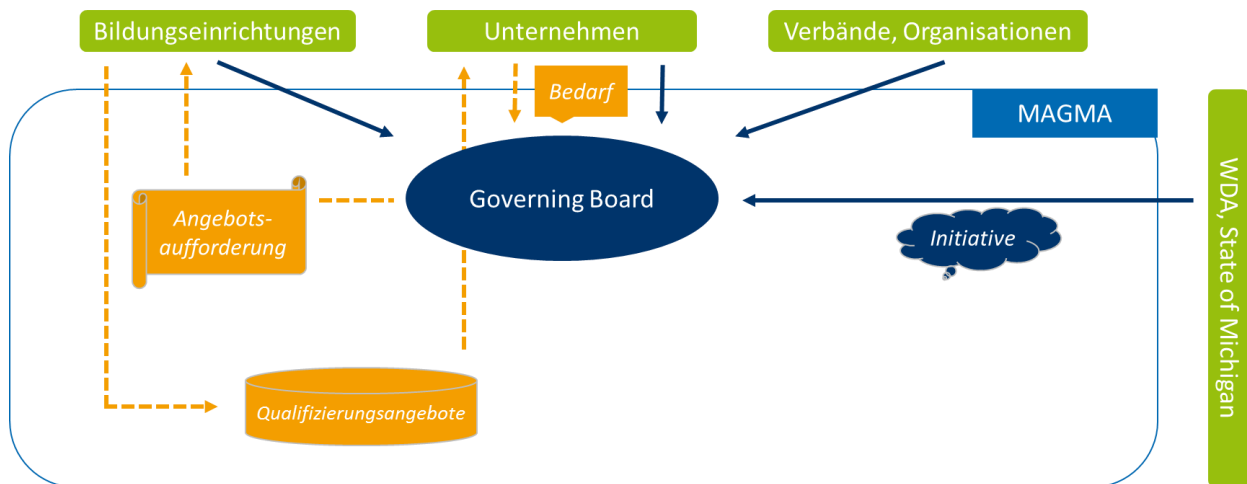


Abbildung 30: MAGMA Struktur

Das aktuelle Angebot umfasst sowohl Weiterbildungen, die eine Vergabe von „graduate credits“ beinhalten und so für eine Anrechnung im Falle eines weiterführenden Studiums geeignet sind, als auch Schulungen ohne Punktevergabe („non-credit“). Zum Zeitpunkt der Berichterstellung werden acht Weiterbildungen angeboten, die überwiegend auf Themen der Hybrid- und elektrischen Antriebe ausgerichtet sind. Zusätzlich sind drei weitere Lehrgänge zur Angebotsaufforderung ausgeschrieben. Grundsätzlich ist der thematische Umfang von MAGMA jedoch nicht auf die Elektromobilität begrenzt, sondern schließt auch die Bereiche Material- und Fertigungstechnologien, optimierte Verbrennungsmotoren, Treibstofftechnologien und Fahrzeugvernetzung ein.³⁷

³⁷ MAGMA (2016)

credits (Anrechnung)	non-credit	RFP (Requests for Proposals)
<p>> Michigan Technology University</p> <p><i>Hybrid Vehicle Engineering Certificate, 15-graduate credits</i></p>	<p>> Wayne State University</p> <p><i>Electric Drive Vehicles, Battery Systems, Motor Drives and Power Electronics for HEV/PHEV/BEV Applications, Automotive Direct Injection Engines</i></p>	<p>Advanced Compression Ignition Engineering Certificate</p>
<p>> University of Detroit Mercy</p> <p><i>Advanced Electric Vehicles Graduate Certificate, 15-graduate credits</i></p>	<p>> SAE International</p> <p><i>Introduction to Hybrid and Electric Vehicle Battery Systems, Safe Handling of High Voltage Battery Systems, Selective Catalytic Reduction for Diesel Engines, Gasoline Direct Injection Engines ...</i></p>	<p>Electric Vehicle Technician Certificate</p>
<p>> Wayne State University</p> <p><i>Graduate Certificate Program in Electric Drive Vehicle Engineering, 12-graduate credits</i></p>	<p>> A and D Technology</p> <p><i>Advanced Energy Storage Fundamentals of Battery Systems</i></p>	<p>Vehicle Electrification Engineering Certificate</p>
<p>> Macomb Community College</p> <p><i>One-year Certificate Program in Electric Vehicle Development Technology</i></p>	<p>> Hybrid Electric Vehicle Technology Center</p> <p><i>Hybrid Electric Vehicle Systems</i></p>	

Abbildung 31: Qualifizierungsangebote MAGMA

Der große Vorteil eines Ansatzes, wie er im Rahmen von MAGMA verfolgt wird, liegt in der institutionalisierten Vernetzung von Hochschulen und Unternehmen. Die Bedarfsanalysen von NQuE zeigen, dass die Unternehmen in Deutschland eine verbesserte Transparenz der Kompetenzfelder und Qualifizierungsangebote der Hochschulen begrüßen würden. Mit einer Allianz der deutschen Automobilindustrie nach dem Vorbild von MAGMA könnte eine solche Vernetzung unterstützt werden. Um einen derartigen Zusammenschluss von Hochschulen und Unternehmen erfolgreich über einen längeren Zeitraum zu etablieren, sind allerdings grundlegende Voraussetzungen unabdingbar. So muss ein umfangreicher Bedarf an akademischer Weiterbildung bestehen. In den Unternehmen müssen sowohl die notwendigen Ressourcen

bereitgestellt werden, um die Kooperation selbst durch regelmäßige Abstimmungstermine voranzubringen und den Mitarbeitern den zeitlichen Freiraum zur Teilnahme an Weiterbildungen einzuräumen. Zudem darf es keine Vorbehalte dagegen geben, die Mitarbeiter gemeinsam mit jenen anderer Unternehmen an einer Qualifizierungsmaßnahme teilnehmen zu lassen. Die Hochschulen müssen zudem die Flexibilität aufbringen in kurzer Zeit bedarfsgerechte Angebote zu konzipieren und diese thematisch den Anforderungen der Unternehmen anzupassen.

2.1.3 Bedarfsanalyse

Die Erkenntnisse zu bestehenden und zukünftigen Qualifizierungsbedarfen lassen sich nur sehr eingeschränkt über eigene Recherchen zielgerichtet ermitteln. Vielmehr sind die Einschätzungen durch die Nutzer, die Unternehmen also, für die bestimmte Qualifizierungsvoraussetzungen ihrer Mitarbeiter essentiell sind, von zentraler Bedeutung.

Ansatzweise lassen sich diese Informationen aus veröffentlichten Studien und den Dokumentationen von Konferenzen ableiten. Dazu wird im Projekt NQuE eine Voranalyse des entsprechenden Quellenmaterials vorgenommen und eine Auswertung relevanter Stellenausschreibung für Tätigkeiten im Kontext der Elektromobilität zur Seite gestellt.

Um jedoch anhand von Primärquellen einen vertieften Einblick in die Anforderungen aus Unternehmenssicht zu erhalten, werden außerdem eine schriftliche Unternehmensbefragung und Workshops durchgeführt und dokumentiert. Die genannten Arbeitsschritte werden in den folgenden Abschnitten im Detail erläutert.

2.1.3.1 Voranalyse Qualifizierungsbedarfe

Im Rahmen der Bedarfsanalyse (AP2) werden die Qualifizierungsbedarfe in den verschiedenen Handlungsfeldern der Elektromobilität erhoben. Als Vorbereitung und Ergänzung der Erkenntnisse aus den Unternehmensworkshops werden hier zunächst im Vorfeld bestehende Aussagen der Fachdiskussion der letzten Jahre zu Handlungsbedarfen im Kontext der akademischen Aus- und Weiterbildung im Themenfeld Elektromobilität zusammengefasst.

Zur anschließenden Auswertung werden die einzelnen Forderungen und Maßnahmen kategorisiert und Schwerpunkte identifiziert. Dabei wird auf folgende Quellen zurückgegriffen:

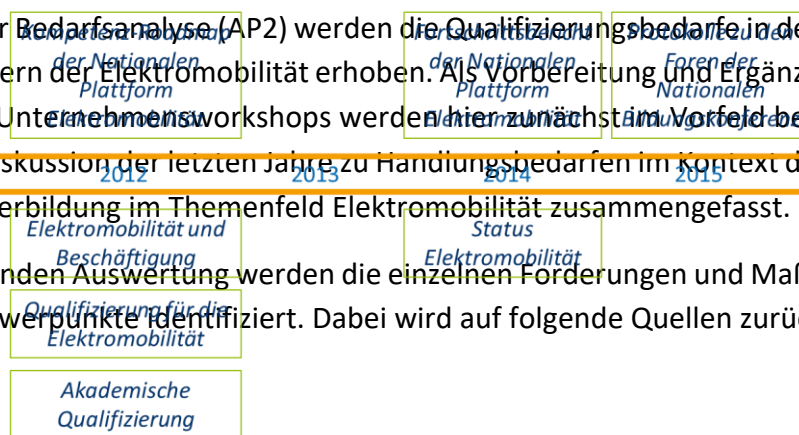


Abbildung 29: Zeitleiste Quellen Voranalyse

Im Hinblick auf eine strukturierte Auswertung der geäußerten Qualifizierungsbedarfe erfolgt im Rahmen der Voranalyse eine Verdichtung zu übergeordneten Themenkomplexen. Bei deren Beschreibung werden jeweils die einzelnen Quellen direkt im Text ergänzt, um eine direkte Zuordnung zu ermöglichen (vgl. Anhang, Abschnitt E). In den betrachteten Veröffentlichungen und Dokumenten finden sich überwiegend konkrete Empfehlungen und Maßnahmen, die im Folgenden den zehn definierten Themenkomplexen zugeordnet werden.

Hierbei ist anzumerken, dass im Rahmen der Voranalyse die verschiedenen Aussagen lediglich genannt und jeweiligen Hintergründe erläutert werden, dabei jedoch keine Bewertung der Relevanz oder Dringlichkeit einzelner Forderungen erfolgt.

Ergänzend lassen sich auch einige allgemeine Anforderungen an Arbeitskräfte finden, die für die Qualifizierung im Kontext der Elektromobilität eine lebenslange Lernbereitschaft (NBE4) und hohe Veränderungsbereitschaft der Beschäftigten voraussetzen. Es sei zudem für alle Beteiligten erforderlich ein neues Rollenverständnis für die verschiedenen Akteure (NBE1), auch außerhalb des eigentlichen Automobilssektors (NBE2), zu entwickeln. Außerdem kämen Kooperationsfähigkeit, Problemlösungskompetenzen (NBE18) und der Fähigkeit, sich schnell auf neue technische Herausforderungen einstellen zu können, eine zunehmende Bedeutung zu.

1. Studiengangskonzept

Für die Integration von Elektromobilitätsthemen in die akademische Lehre bestehen verschiedene Ansätze, die teilweise parallel zu einander verfolgt werden können. Einerseits besteht die Möglichkeit einer Neuentwicklung von Studiengängen, andererseits können klassische Studiengänge, wie beispielsweise Elektrotechnik, umgebaut und um Inhalte zur Elektromobilität ergänzt werden (NBE15, NBE33, QE1). Außerdem bestehen Forderungen diese auch in Form von alternativen Qualifizierungskonzepten, etwa Zertifikatslehrgängen, anzubieten. Die hierbei relevanten Themen werden in **3. Inhaltliche Neu-/Umgestaltung** nochmals detaillierter aufgegriffen.

2. Systemverständnis

In der Diskussion um die Elektromobilität wird häufig von einem Gesamtsystem gesprochen, dem das Verständnis eines übergreifenden Mobilitätskonzeptes zugrunde liegt. Neben Entwicklung und Produktion des elektrifizierten Antriebsstrangs der Fahrzeuge selbst, umfasst dieses ein durch intelligente Netze gekennzeichnetes Elektrizitätssystem unter Einbezug der elektrischen Energiespeicher der Elektrofahrzeuge sowie eine bedarfsgerechte Ladeinfrastruktur. Außerdem wird die Elektromobilität einen Einfluss auf die Tätigkeiten im Automobilhandel und in den Werkstätten haben. Als weiteres Handlungsfeld wurden Systemdienstleistungen identifiziert, etwa im Kontext von innovativen Nutzerkonzepten oder neuen Lösungen für die Abrechnung von öffentlichem Ladestrom.

Auch Aspekte wie Leichtbau oder Fahrzeugvernetzung, die nicht ausschließlich für die Elektromobilität von Relevanz sind, sondern ebenfalls bei konventionellen Fahrzeugen eine stark zunehmende Bedeutung verzeichnen, sind Bestandteile dieses Gesamtsystems. Zurückzuführen ist dies auf das besondere Potential dieser Technologiebereiche, durch einen gezielten Einsatz die spezifischen Nachteile heutiger Elektrofahrzeuge für den Nutzer zu relativieren, indem beispielsweise eine leichtere Karosserie bei gleicher Batteriekapazität eine höhere Reichweite ermöglichen kann.

Ein systemübergreifender Ansatz schließt demnach mehrere der in Kapitel 2.1.1 ausführlich erläuterten Handlungsfelder der Elektromobilität (Infrastruktur Stationen, Infrastruktur

Netze, Fahrzeugtechnik eCar, Systemdienstleistungen, Produktionstechnik eCar, Fahrzeugservice und -handel) ein.

Stellt man diese vielfältigen Handlungsfelder der Elektromobilität den etablierten Studienangeboten gegenüber zeigt sich, dass die entsprechenden Inhalte in unterschiedlichen Fachdisziplinen zu finden sind. Dazu zählen neben den klassischen Technik-Studiengängen wie Maschinenbau, Elektro- und Informationstechnik sowie Mechatronik auch spezialisierte Fächer wie Fahrzeug- oder Energietechnik. Für das Feld der Systemdienstleistungen, in dem etwa die Entwicklung innovativer Geschäftsmodelle im Mittelpunkt steht, weisen dagegen wirtschaftliche Studiengänge die fachlichen Inhalte auf.

Bei einer Konzeption von Qualifizierungsangeboten, die den Teilnehmenden ein Verständnis des Gesamtsystems Elektromobilität vermitteln sollen, ist demnach eine fakultätsübergreifende Zusammenarbeit an den Universitäten und Hochschulen erforderlich (KRM1, FB2).

In den analysierten Quellen wird der Bedarf an systemübergreifenden Angeboten sehr häufig geäußert. Dabei ist von der Notwendigkeit einer ganzheitlichen Sicht die Rede und einer interdisziplinären Ausrichtung der Lehre, die Systemwissen (NBE32) bzw. -kompetenzen vermitteln soll (NBE18, NBE24).

3. Inhaltliche Neu-/Umgestaltung

Unter den Maßnahmen zur optimalen Ausrichtung der elektromobilitätsbezogenen Qualifizierung befindet sich eine Vielzahl konkreter Empfehlungen zur fachlichen Gestaltung, in Bezug auf die Vermittlung bestimmter Lehrinhalte. Diese reichen von spezifischen Themen, insbesondere zur Fahrzeugtechnik, bis zu allgemeinen Fachrichtungen wie den Wirtschaftswissenschaften (NBE14). An dieser Stelle wird wiederum der systemübergreifende Charakter, vergleiche **2. Systemverständnis**, der Elektromobilität erkennbar.

Im technischen Bereich werden allgemein IKT-Kenntnisse und Digitalisierung, Batterieproduktion (SE1) und Faserverbundtechnologien (QE2, QE7) genannt. Ausgehend von bestehenden klassischen Studiengängen sollen Maschinenbau, Elektrotechnik, Mechatronik und Fahrzeugtechnik um Schwerpunkte zur Elektromobilität ergänzt werden (KRM5, QE6). Im Maschinenbau gilt dies insbesondere für Inhalte zur Produktion von Batterien und des großserientauglichen Leichtbaus (KRM6), in der Elektrotechnik für Leistungselektronik (QE5). Beide Studienrichtungen sollen außerdem die Themen Batteriesystemtechnik/Batterieintegration und elektrische Antriebe abdecken (QE4).

Neben den technischen Inhalten werden Nutzerperspektive von Verkehrsdienstleistungen und Nutzerintegration, Intermodalität, sowie betriebswirtschaftliche Themen wie Marketing (NBE26), insbesondere bezüglich neuen Geschäftsmodellen, Dienstleistungen (KRM2) und der

Vermarktung von Fahrzeugen gefordert (NBE21). In diesem Kontext wird auch darauf verwiesen, dass spezifische Elektromobilitätsthemen im Wirtschaftsingenieurwesen bislang weitgehend fehlen (NBE25).

Außerdem wird auf die Bedeutung von Kompetenzen im Projektmanagement (NBE24, NBE32), Schnittstellenmanagement und eine gesellschaftliche Verankerung der Elektromobilität verwiesen.

Mehrfach wird allerdings auch die Bedeutung des technischen Grundlagenwissens hervorgehoben (NBE22, NBE31). Dies offenbart eine zentrale Herausforderung bei der Definition von Lehrinhalten in Studiengängen bzw. Vertiefungsrichtungen zur Elektromobilität. Einerseits müssen insbesondere mathematisch anspruchsvolle elektrotechnische Grundlagen von den Studierenden beherrscht werden, darüber hinaus ist jedoch auch ein Systemverständnis gefragt, das betriebswirtschaftliche und sogar sozialwissenschaftliche Aspekte (NBE12) umfasst. Bei der Konzeption neuer bzw. Anpassung bestehender Bildungsangebote müssen die Hochschulen und Universitäten demnach eine bedarfsorientierte Abgrenzung der relevanten Themen finden, da sich nicht alle Bereiche der Elektromobilität, so bedeutsam diese auch sein mögen, in einen Studiengang integrieren lassen.

4. Internationalität

Hinsichtlich der unternehmensseitigen Anforderungen an Mitarbeiter werden neben den fachlichen Inhalten aus **3. Inhaltliche Neu-/Umgestaltung** weitere Kompetenzen gefordert. So sollen die Qualifizierungsangebote stärker international ausgerichtet und vermehrt interkulturelle Kompetenzen vermittelt werden, um den globalen Märkten und Produktionsnetzwerken der Unternehmen zu entsprechen (NBE19, NBE23).

5. Weiterbildung

In der Diskussion um eine bedarfsgerechte Qualifizierung findet sich auf konzeptioneller Seite sehr oft die Forderung nach einem Ausbau der akademischen Weiterbildung (NBE10, NBE14, FB1, AQ1), die sich sowohl auf berufsbegleitende Bachelor- (QE8) als auch Masterstudiengänge bezieht (NBE37). Insbesondere bei den Universitäten wird hier ein Handlungsbedarf bei praxisorientierten Angeboten gesehen (KRM7, FB4, QE9), die eine forschungsbasierte bzw. arbeitsprozessorientierte Ausrichtung vorweisen (NBE41, EB2). Gerade in der Weiterbildung kommt der in **7. Flexibilisierung** thematisierten Konzeption kleinerer Studieneinheiten auf Zertifikatsbasis eine zentrale Rolle zu (NBE40, QE10).

Die Einrichtungen für wissenschaftliche Weiterbildung der Hochschulen und Universitäten könnten zudem vermehrt als Kontaktstellen für die Industrie dienen (NBE39), um Qualifizierungsbedarfe zielgerichtet und zeitnah zu kommunizieren (NBE27).

6. Anrechnung und Durchlässigkeit

Ein grundlegendes Bildungspolitisches Thema, das vor dem Hintergrund der Elektromobilität besondere Aufmerksamkeit erfährt, ist die Durchlässigkeit des Bildungssystems und eine damit verbundene Möglichkeit der Anrechnung von (Prüfungs-)Leistungen.³⁸

Die spezifischen Anforderungen an eine verbesserte Durchlässigkeit gehen auf einen Ansatz zurück, demzufolge eine akademische Weiterbildung beruflich vorqualifizierter Mitarbeiter in Unternehmen benötigt wird, die sich kurzfristig mit geänderten Tätigkeitsprofilen im Zuge der Elektromobilität konfrontiert sehen.

Konkret beziehen sich die Forderungen nach einem Ausbau von Anrechnung und Durchlässigkeit sowohl auf eine Anrechnung hochschulischer Qualifizierung (NBE9) als auch eine Abstimmung der Inhalte zwischen beruflicher Ausbildung und akademischer Bildung (NBE20). Zudem wird ein Mangel bei Angeboten an der Schnittstelle zwischen beruflicher und hochschulischer Bildung gesehen (NBE38).

Mögliche Maßnahmen werden im Angebot von Weiterbildungszertifikaten und berufsbegleitenden Bachelorstudiengängen gesehen, wie in **1. Studiengangskonzept** genauer erläutert ist.

7. Flexibilisierung

Eine weitere Forderung konzeptioneller Art ist eine stärkere Flexibilisierung der akademischen Qualifizierung. Umfangreiche Studiengänge werden aufgrund der zeitlichen Dauer und eingeschränkter Wahlmöglichkeiten oft als zu starr angesehen. Deshalb wird das Angebot flexibler Module und Zertifikatslehrgänge als sinnvoll erachtet, die den Teilnehmenden aktuelle Themen mit einem starken Forschungsbezug näher bringen (QE3). Dies ermöglicht es, die neuesten Forschungsergebnisse der Hochschulen schneller in die Unternehmen einzubringen. Außerdem können die Unternehmen gezielt Lehrveranstaltungen auswählen, die für den jeweiligen Mitarbeiter in seiner Fachabteilung besonders relevant sind (QE10).

Darüber hinaus kann hierbei die Möglichkeit bestehen, sich entsprechende Module anrechnen zu lassen, beispielsweise im Rahmen eines späteren berufsbegleitenden Studiums (NBE40).

8. Vernetzung und Zusammenarbeit

Eine zielgerichtete Konzeption und Durchführung von Qualifizierungsangeboten kann durch eine enge Zusammenarbeit zwischen Hochschulen und Unternehmen sinnvoll unterstützt

³⁸ Hochschulrektorenkonferenz (2003)

werden (NBE36). Insbesondere die Kooperation mit der regionalen Industrie wird dabei als entscheidend für die zukünftige Fachkräfteentwicklung gesehen (NBE29, QE7). Dies gilt bereits für die Phase der Entwicklung von neuen bzw. der inhaltlichen Anpassung von bestehenden Angeboten.

9. **Transparenz**

Eine häufig genannte Forderung ist die Erhöhung der Transparenz des vorhandenen Qualifizierungsangebotes im Bereich Elektromobilität (AQ2). So wird angenommen, dass vielen Unternehmen nicht hinreichend bekannt sei, ob an Hochschulen entsprechende Studiengänge oder Schwerpunkte vorhanden sind und welche fachlichen Inhalte in diese abdecken (NBE28, NBE35). Um dies zu ändern, werden eine konzertierte und breite Öffentlichkeitskampagne (NBE30) und der Auf- und Ausbau von Transparenztools über bereits vorhandene Aus- und Weiterbildungsangebote (NBE34).

Diese Forderungen decken sich mit den Aussagen von Hochschulvertretern, wonach die Nachfrage nach spezifischen Elektromobilitätsangeboten derzeit hinter den Erwartungen zurück bleibt. Hier wird die weitere Entwicklung zu beobachten sein, um abschätzen zu können in wie weit auch die Zunahme der Verkaufs- bzw. Zulassungszahlen von Elektrofahrzeugen einen Einfluss auf die Nachfragesituation hat.

An dieser Stelle ergibt sich auch eine Verknüpfung zu **8. Vernetzung und Zusammenarbeit**. Wenn Hochschulen und Unternehmen bereits bei der Konzeption von Qualifizierungsangeboten in Dialog miteinander treten, wird deren Transparenz deutlich gesteigert und damit auch eine höhere Nachfrage erreicht (AQ3).

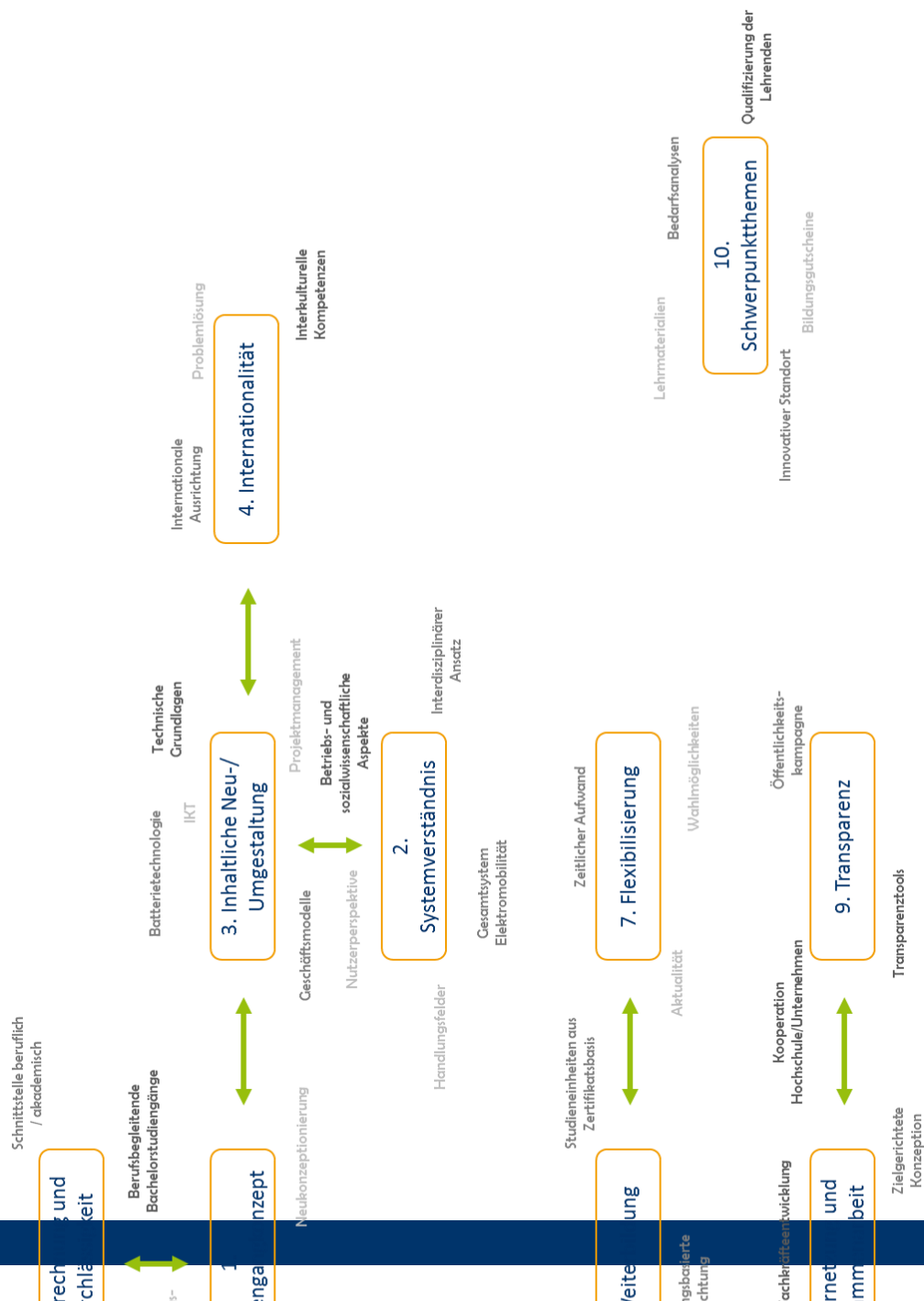
10. **Sonstige Forderungen**

Unter Schwerpunktthemen werden weitere konzeptionelle Aspekte der elektromobilitätsbezogenen Qualifizierung zusammengefasst, die nicht den zuvor aufgeführten neun Kategorien zugeordnet werden können.

- a. Es wird die Notwendigkeit formuliert, im Vorfeld der Konzeption von Weiterbildungsangeboten Bedarfsanalysen durchzuführen, die über eine informelle Expertenbefragung hinaus reichen. (NBE8)
- b. Eine verstärkte Qualifizierung für Themen der Elektromobilität wird auch für die Lehrenden selbst empfohlen. (NBE11)

- c. Die Attraktivität des Angebots von Weiterbildungsmaßnahmen könnte durch Veranstaltungen an innovativen Standorten mit umfangreichem Elektromobilitätsbezug gesteigert werden. (NBE16)
- d. Zur Interessenssteigerung könnten Bildungsgutscheine für Unternehmen ein mögliches Instrument darstellen, um mehr Studierende für die Elektromobilität zu gewinnen. (NBE17)
- e. Eine für Bildungsanbieter zugängliche Plattform für Lehr- und Lernmaterialien könnte sinnvolle Unterstützung darstellen. (NBE13)

Die zuvor im Einzelnen erläuterten Themenkomplexe werden abschließend in Abbildung 31 übersichtlich dargestellt, wobei die jeweils die wichtigsten Schlagworte zugeordnet sind. Da die meisten der zehn Themen sich überschneiden oder sich gegenseitige Schnittstellen aufweisen, sind außerdem die Verbindungen gekennzeichnet.



Im Rahmen dieser Voranalyse wurden die bisherigen Handlungsempfehlungen für eine optimale Ausrichtung der elektromobilitätsbezogenen akademischen Aus- und Weiterbildung auf die zehn wesentlichen Themenkomplexen komprimiert.

Damit ist für eine Bedarfsermittlung als Arbeitspaket 2 des Projektes NQuE eine erste Stufe erreicht, die mit einer Unternehmensbefragung und anschließender Workshops weiter fortgeführt wird.

Dabei werden auf Basis der Voranalyse die bisherigen Erkenntnisse zunächst sehr allgemein in der Befragung aufgegriffen, um diese quantitativ zu bewerten. In den Workshops werden die Qualifizierungsbedarfe dann in einem höheren Detaillierungsgrad zur Diskussion gestellt. Besonders soll dabei auf Aspekte eingegangen werden, zu denen gegenwärtig noch gegensätzliche Einschätzungen bestehen. Sämtliche Ergebnisse der mehrstufigen Bedarfsanalyse werden dann abschließend zusammengefasst und zu den einzelnen Themenkomplexen die relevanten Handlungsempfehlungen abgeleitet.



2.1.3.2 Voranalyse Stellenausschreibungen

Hardwareentwickler/-in im Bereich Ladeequipment/ Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge ×

Forschung / Entwicklung Berufserfahrene Ingolstadt Veröffentlicht am 14.12.2015

Zu besetzen ab:

Ab sofort

Jetzt bewerben!

Zu meinen Favoriten

Teilen

Drucken

Bei ähnlichen Stellen benachrichtigen

Ihr Arbeitsumfeld

Die E-Mobilität und die Digitalisierung sind die Innovationstreiber der Automobilindustrie. Audi stellt sich als innovatives Unternehmen diesen Herausforderungen. Das Laden von Elektro- und Plug-In-Hybrid-Fahrzeugen und in dem Zusammenhang die Vernetzung mit der Umwelt und dem eigenen Haus sind daher für unsere Kunden von zunehmender Bedeutung. Wir sind innerhalb der Technischen Entwicklung verantwortlich für die Konzeption, Entwicklung, Erprobung und Serieneinführung von Ladeequipment/ Ladeinfrastruktur für elektrifizierte Fahrzeuge. Der Anspruch innerhalb unserer Organisationseinheit ist die gezielte Umsetzung von Innovationen und Funktionen mit maximalem Kundennutzen bei gleichzeitiger Berücksichtigung höchster Qualitätsansprüche, Zuverlässigkeit und Kosteneffizienz. Wir suchen engagierte Kolleginnen und Kollegen, um gemeinsam diese spannenden Themen voranzutreiben.

Ihre Aufgaben

- ▶ Sie verantworten die Konzeption und Entwicklung intelligenter und innovativer Ledefunktionen im Zusammenspiel mit einem hoch vernetzten Fahrzeug und einem vernetzten Haus (z.B. Laden in Abhängigkeit des aktuell erzeugten Photovoltaikstromes oder der aktuellen Stromkosten)
- ▶ Dabei arbeiten Sie eng mit internen Fachabteilungen, im VW-Konzern und mit externen Entwicklungspartnern zusammen
- ▶ Die Tätigkeit umfasst den gesamten Produktentstehungsprozess von der Systemkonzeption bis zur Serieneinführung und Serienbetreuung
- ▶ Die Projektkoordination (Termin- und Ressourcenplanung) gehört auch zu Ihren Aufgaben
- ▶ Sie koordinieren die Tests und Validierung der Musterstände an Prüfständen, in Verbindung mit Erprobungsfahrzeugen und unter realen Bedingungen bei Erprobungsfahrten im In- und Ausland

Ihre Qualifikation

- ▶ Sie verfügen über ein abgeschlossenes Studium im Bereich Elektrotechnik oder Informatik
- ▶ Eine zusätzlich abgeschlossene Berufsausbildung zum Elektroniker (z.B. Automatisierungstechnik oder Energietechnik) ist von Vorteil
- ▶ Zudem haben Sie bereits berufliche Erfahrungen im Bereich der Hardwareentwicklung von Elektronikkomponenten
- ▶ Erfahrung im Bereich Haussteuerung/-vernetzung (Smart Home bzw. Home Energy Management) sind wünschenswert
- ▶ Sie verfügen über fundierte Kenntnisse der analogen und digitalen Schaltungstechnik, der Mikrocontrollertechnik und deren HW-Neuen-Software
- ▶ Eine engagierte, verantwortungsvolle sowie teamorientierte Arbeitsweise zeichnet Sie aus
- ▶ Abgerundet wird Ihr Profil von einer hohen Kommunikationsfähigkeit

Abbildung 31: Stellenausschreibung im Bereich Elektromobilität bei der AUDI AG

Stellenausschreibungen spiegeln den aktuellen Bedarf an Fach- und Führungskräften von Unternehmen wider. Dementsprechend können durch die Analyse von Stellenausschreibungen

im Themenfeld Elektromobilität Erkenntnisse über den diesbezüglichen Arbeitnehmerbedarf gesammelt werden. Bei einer tiefergehenden Analyse dieser Dokumente kann zudem ermittelt werden, welche spezifischen Qualifikations- und Kompetenzprofile für einzelne Bereiche besonders relevant sind. Abbildung 32 zeigt anhand einer Stellenausschreibung der AUDI AG die typischen Elemente einer Stellenausschreibung wie „Aufgaben“ und „Qualifikation“.

Als Datengrundlage dienen die Ende 2015 - Anfang 2016 öffentlich ausgeschriebenen Stellen von insgesamt 74 Unternehmen. Darunter befinden sich alle deutschen Volumen-Fahrzeughersteller (7), die 19 deutschen Unternehmen, welche in der Liste der 100 weltweit umsatzstärksten Automobilzulieferer des Jahres 2014 aufgeführt sind³⁹, die großen deutschen Energieversorger (4) sowie 44 weitere Unternehmen, die in den Kompetenzatlanten Elektromobilität der Bundesländer aufgeführt sind und einen direkten Bezug zur Elektromobilität aufweisen. Entwicklungsdienstleister werden dabei unter den Zulieferern kategorisiert. Insgesamt konnten 174 elektromobilitätsrelevante Stellenanzeigen identifiziert werden. Sie verteilen sich wie in Abbildung 33 dargestellt auf die Unternehmen.

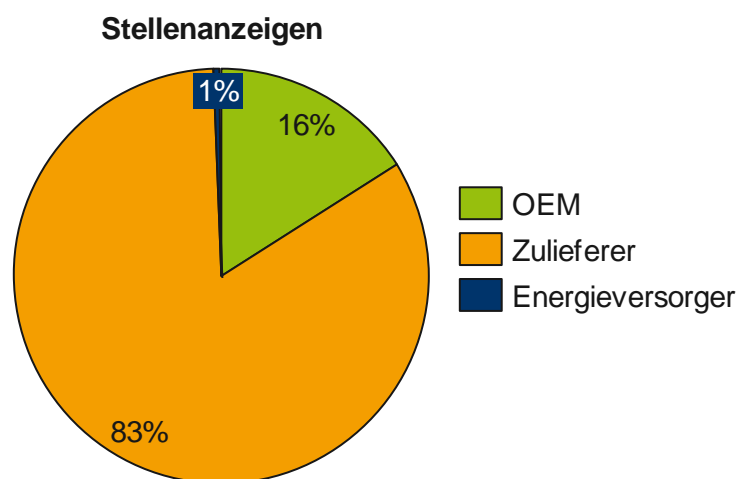


Abbildung 32: Auswertung Stellenausschreibung

Im Hinblick auf die Anzahl der identifizierten Stellen kann bereits ein vorhandenes Interesse an Mitarbeitern in Elektromobilitäts-Themenfeldern erkannt werden. Auch wenn dieses im Vergleich zur Anzahl jener Stellen, die sich auf den konventionellen Antriebsstrang konzentrieren, weiterhin gering ist, scheinen OEM und Zulieferer gleichermaßen bestrebt, zukunftsgerichtet relevante Kompetenzen in ihren Unternehmen aufzubauen.

Stellenanzeigen sind unternehmensabhängig sehr unterschiedlich aufgebaut und deshalb nicht durchgehend hinsichtlich bestimmter Merkmale statistisch auswertbar. Als Kerninformationen sind meist enthalten: Stellenbezeichnung (z.B. Entwicklungsingenieur), Sachbereich (z.B. Batteriesysteme), akademische Ausbildung (z.B. Studium der Elektrotechnik). Zusätzlich

³⁹ Berylls Strategy Advisors (2015)

werden Anforderungen genannt, die auf den Bereich der detaillierten bisherigen Berufserfahrung abzielen oder sogenannte Soft Skills beinhalten (z.B. „Teamfähigkeit“). Diese sind jedoch sehr stellenspezifisch und bleiben deshalb in dieser Analyse außen vor.

Bei einer thematischen Zuordnung gemäß den definierten aggregierten Handlungsfeldern zeigt sich, auch bedingt durch die Vorauswahl der Unternehmen, zunächst ein starker Schwerpunkt auf der Fahrzeugtechnik, vgl. Abbildung 34.

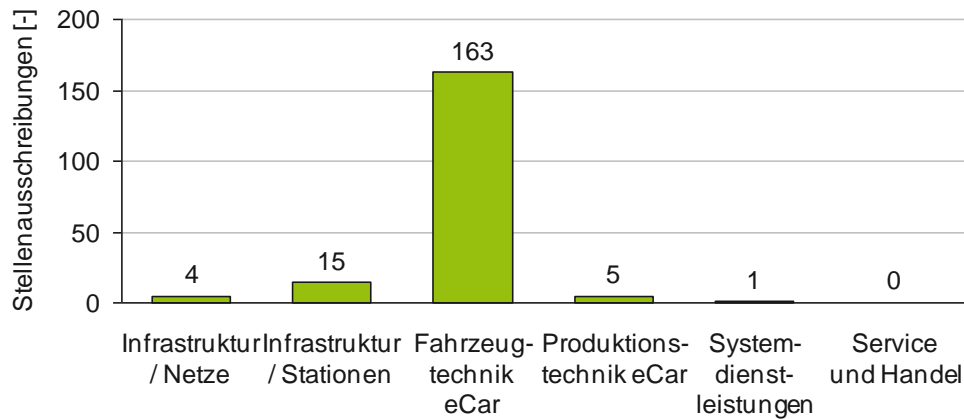


Abbildung 33: Handlungsfelder Stellenausschreibungen

Bei genauerer Untersuchung ist der überwiegende Anteil der Stellen den fahrzeugtechnischen Fachbereichen „Batterie“, „Antrieb“ und „Hybrid“ zuzuordnen. Weitere Schwerpunkte liegen in den Bereichen „Software“, „Elektronik“ sowie dem batterieelektrischen Gesamtfahrzeug. Umfeldthemen wie die Ladeinfrastruktur oder das Energiesystem sind ebenso von Bedeutung, werden aber etwas seltener genannt, vgl. Abbildung 35. Dies zeigt, dass weiterhin die fahrzeugtechnischen Themen im Fokus der Personalbedarfs stehen. Insbesondere wird die dynamische Entwicklung der Energiespeicher und des damit verbundenen Bedarfs an spezialisierten Fachkräften ersichtlich.



Abbildung 34: Fachbereiche Stellenausschreibungen

Abbildung 36 veranschaulicht die Verteilung der Stellenbezeichnung im Hinblick auf die jeweilige Tätigkeit. Aus der Analyse geht hervor, dass es sehr großen Bedarf nach Spezialisten in

den zuvor gezeigten Sachbereichen gibt – die weitaus überwiegende Anzahl der zum Stichtag veröffentlichten Stellenausschreibungen zielt auf die Gewinnung von Entwicklungsingenieuren ab. Übergeordnete Tätigkeiten, z.B. als Projektleiter mit vorwiegend managementnahen Aufgaben aber explizitem Bezug zur Elektromobilität, werden vergleichsweise selten gesucht.



Abbildung 35: Tätigkeitsprofile Stellenausschreibungen

Abbildung 37 zeigt die Verteilung der in den Stellenausschreibungen nachgefragten Studienrichtungen – Mehrfachnennungen werden hierbei berücksichtigt. Es zeigt sich, dass weiterhin die klassischen ingenieurwissenschaftlichen Studienrichtungen am häufigsten nachgefragt werden und oftmals innerhalb dieser Studienrichtungen keine besondere Spezialisierung explizit genannt wird. Ein Studium „Elektromobilität“ wird noch in keiner der Stellenanzeigen erwähnt. Am häufigsten wird ein Studienabschluss in der allgemeinen Elektrotechnik, davon häufig spezialisiert im Bereich Mechatronik, gefordert. Auch im Bereich Maschinenbau wird meist kein spezialisierter Abschluss verlangt, nur bei etwa einem Drittel wird Fahrzeugtechnik als Maschinenbau-Spezialisierung angegeben. Vergleichsweise selten wird ein Studienabschluss im Bereich der Informationstechnik, der Naturwissenschaften oder des Wirtschaftsingenieurwesens bzw. der Wirtschaftswissenschaften in den Stellenausschreibungen aufgeführt.

Darauf aufbauend wird bei genauer Betrachtung der einzelnen Stellenausschreibungen deutlich, dass die Anforderungen an den Studienabschluss der möglichen Bewerber eher allgemein gehalten werden, aber häufig eine deutliche Spezialisierung und entsprechende Erfahrungen über die bisherige Berufstätigkeit erwartet wird. Beispiele umfassen unter anderem „Erfahrung in der Entwicklung von Hochvolt-Komponenten“, „Erfahrungen in Herstellverfahren für Asynchronmaschinen“ oder allgemein „Berufserfahrung im Bereich Li-Ionen-Batterietechnik“. Seitens der Unternehmen wird offenbar von den Hochschulen eine grundlegende Ausbildung der Ingenieure erwartet, die dann durch Berufspraxis weiter ergänzt und vertieft werden kann. Dementsprechend richtet sich die weitaus überwiegende Anzahl der Stellenausschreibungen explizit an Bewerber mit einschlägigen Berufserfahrungen. Daraus ergibt sich bei innovativen Themenfeldern wie der Elektromobilität eine gewisse Herausforderung. Absolventen allgemeiner Studiengänge bringen noch nicht die einschlägige Praxiserfahrung mit. Deshalb ergibt sich eine zeitliche Verzögerung, bis ausreichend Fachkräfte auf dem Markt sind, um eine steigende Nachfrage zu bedienen.

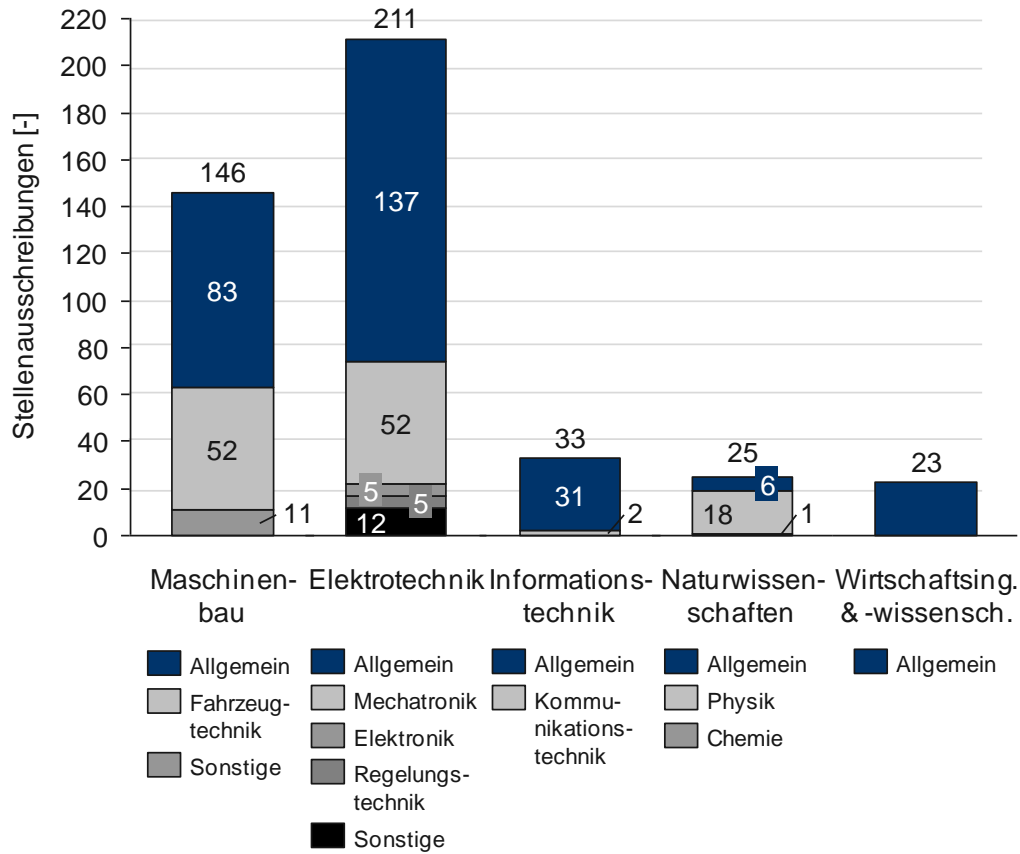


Abbildung 36: Zuordnung Fachbereiche

2.1.3.3 Unternehmensbefragung

Neben der Durchführung von Unternehmensworkshops stellt die schriftliche Befragung von Unternehmen ein ergänzendes Instrument zur Erhebung von Qualifizierungsbedarfen dar.

Methodische Vorgehensweise:

Es wurde ein Fragebogen konzipiert, der von Vertretern verschiedener Unternehmen, unabhängig von deren Größe oder thematischen Verankerung anhand der Handlungsfelder Elektromobilität, einfach zu beantworten ist.

Zeitlich betrachtet ist die Befragung den Unternehmensworkshops vorgeschaltet, sodass die erhobenen Informationen nicht allein als zusätzliche Ergebnisse verwertbar sind. Vielmehr erlauben die Einschätzungen auch eine Priorisierung der Themen bzw. Fragestellungen, die im Rahmen der anschließenden Workshops besonders tiefgehend diskutiert werden.

Ein weiterer Vorteil der schriftlichen Befragung liegt darin, den Kreis der Unternehmen zu erhöhen, die sich an der Bedarfsanalyse im Rahmen von NQuE beteiligen. Insbesondere bei kleineren Unternehmen bestehen häufig keine ausreichenden zeitlichen Ressourcen, um an einem der Workshops teilzunehmen. Um trotzdem auf deren wertvolle Beurteilung nicht verzichten zu müssen, können Qualifizierungsbedarfe und Handlungsempfehlungen in Form eines Fragebogens mit einem vertretbaren Aufwand erhoben werden.

Demnach ist ein zentrales Gestaltungskriterium bei der Erstellung des Fragebogens ist die Minimierung des Aufwands für die Unternehmen bei der Beantwortung, um eine möglichst hohe Anzahl an Rückläufern zu erreichen. Daher beschränkt sich der Fragebogen auf insgesamt neun Fragen, die teilweise offen aber auch anhand einer vorgegebenen Skala zu bearbeiten sind.

Als Ausgangspunkt für die Kontaktaufnahme mit den Unternehmen wurden die Kompetenzatlanten zur Elektromobilität herangezogen, die für die Mehrzahl der in den Schaufensterregionen beteiligten Bundesländer vorhanden sind.

Inhaltlich bewegen sich die Fragestellungen auf einem überwiegend allgemeinen Niveau, um möglichst einfach beantwortet werden zu können. Es werden Fragen zu folgenden Aspekten gestellt:

- > Änderung der Qualifizierungsbedarfe durch Elektromobilität
- > Wahrgenommene Ausrichtung seitens der Hochschulen
- > Bestehende Kooperationen mit Bildungsanbietern
- > Bedarf an Studiengängen mit spezialisierender bzw. systemübergreifender Ausrichtung
- > Vorhandene Weiterbildungsbedarfe
- > Transparenz von Qualifizierungsangeboten

Der vollständige Fragebogen ist im Anhang des Berichtes enthalten.

Befragungsergebnisse:

Hinsichtlich neuer bzw. zukünftig vermehrt auftretender Qualifizierungsbedarfe wird häufig in Form eines steigenden Weiterbildungsbedarfs der bestehenden Mitarbeiter im praktischen Umgang mit Hochvolttechnik gesehen. Der Umfang entsprechender Hochvoltschulungen (z.B. Sicherheitstechnische Anforderungen gemäß ECE 100) wird allerdings als überschaubar bewertet.

Im Kontext der Ladeinfrastruktur werden erweiterte elektrotechnische Qualifikationen durch den zunehmenden Einsatz von DC-Ladestationen erwartet, die sich sowohl auf die Mittelspannungsebene der Energieversorgung als auch auf die Technologien von Datennetzen beziehen. Zudem müssen vermehrt Kompetenzen im Bereich Mobilitätsdienstleistungen aufgebaut werden, um ein besseres Problemverständnis für die Mobilitätsanforderungen von Kunden zu erhalten.

Allgemein sehen Entwicklungsdienstleister und Zulieferbetriebe der Automobilindustrie steigende Qualifizierungsbedarfe bei den elektrotechnischen Grundlagen, sowie hinsichtlich spezifischer Kompetenzen zu Energiespeichern, Leistungselektronik, elektrischen Maschinen und Hochtemperatur-Elektronik.

Auf die Frage, wie gut sind die Curricula der Hochschulen in Deutschland auf eine elektromobilitätsbezogene Qualifizierung, wie sie im jeweiligen Unternehmen benötigt wird, ausgerichtet sind, ergibt sich ein stark differenziertes Bild. So wird die Situation überwiegend als befriedigend eingestuft, vereinzelt wird diese jedoch auch als unzureichend eingeschätzt. Dies muss allerdings dadurch relativiert werden, dass die Bekanntheit des Portfolios der Hochschulen sehr unterschiedlich ausgeprägt ist. Für etwa die Hälfte der Unternehmen ist diese nur gering oder unzureichend vorhanden.

Als konkrete Handlungsbedarfe für die Hochschulen werden praxisnähere Lehrinhalte, eine Verbesserung der elektrochemischen Grundausbildung, vertiefte elektrotechnische Grundkenntnisse für Studierende der Fahrzeugtechnik und ein höheres Systemverständnis auf dem Gebiet der Leistungselektronik gefordert.

Eine gezielte Zusammenarbeit bei der akademischen Qualifizierung ist hingegen bei der Mehrheit der Befragten vorhanden, unter anderem durch ein duales Studium, gemeinsamen Forschungsprojekten oder der Anfertigung von Abschlussarbeiten.

Auf die sehr spezifische Frage nach dem Bedarf an Studiengängen, die unmittelbar auf Elektromobilität ausgerichtet sind bietet sich kein eindeutiges Bild. Demnach wird teilweise ein erheblicher Bedarf an entsprechenden Angeboten gesehen. Andere hingegen halten diese für nicht erforderlich.

2.1.3.4 Workshops

Zur Ermittlung von Qualifizierungsbedarfen stellen die Unternehmensworkshops ein zentrales Element der Informationsgewinnung dar. Als Zielgruppe stehen Automobilhersteller, Zulieferer, Entwicklungsdienstleister, Energieversorger und Anbieter von Dienstleistungen rund um die Elektromobilität im Fokus. Eine Trennung der Unternehmensworkshops nach beruflicher (BIBB) und akademischer (RWTH, THI) Qualifizierung ist vor dem Hintergrund der unterschiedlichen relevanten Berufsbilder und der zeitlich versetzt auftretende Ausprägung von Qualifizierungsbedarfen zweckmäßig. So sind beispielsweise Ingenieure für Forschung und Entwicklung frühzeitiger erforderlich als beispielsweise beruflich Qualifizierte für die Wartung von Kundenfahrzeugen.

Die Methodik der Unternehmensworkshops bietet hinsichtlich des Aufgreifens von Erfahrungen und Ansichten der relevanten Akteure eine Reihe von Vorteilen gegenüber einer schriftlichen oder persönlichen Befragung. So können durch die gemeinsame Teilnahme von Vertretern aus unterschiedlichen Unternehmen gegenläufige und abweichende Einschätzungen aufeinander treffen. Auf dieser Basis ist die Entwicklung einer Diskussion möglich, bei der die eigene Sichtweise kritisch hinterfragt und so letztendlich ein fundiertes Gesamtbild zur elektromobilitätsbezogenen Qualifizierung abgeleitet werden kann. Weitere Vorteile auf Veranstaltungsseite liegen außerdem bei einer zeitlichen und räumlichen Verdichtung der Informationsgewinnung, um eventuellen finanziellen und zeitlichen Restriktionen der Teilnehmer zu begegnen.

Im Hinblick auf die Ergebnisse bzw. die identifizierten Handlungsbedarfen aus den Workshops ist die Belastbarkeit von besonderer Bedeutung. Um ein möglichst umfassendes Bild zu erhalten, setzen sich die Workshop-Teilnehmer einerseits aus Vertretern der technischen Fachabteilungen und andererseits aus Vertretern des Personalbereichs zusammen. Somit wird sichergestellt, dass sowohl fachliche Einblicke als auch die Gesamtsicht über die Mitarbeiterstruktur der Unternehmen repräsentiert sind.

Zur entsprechenden Vorbereitung der Workshop-Teilnehmer wurden diesen im Vorfeld der Veranstaltung entsprechende Hintergrundinformationen zu Projektziel und -methodik zur Verfügung gestellt.

Der Workshop selbst wurde zur Vergleichbarkeit der Ergebnisse in Anlehnung an einen im Vorfeld erarbeiteten und abgestimmten Leitfaden durchgeführt.

Dieser Leitfaden besteht aus vier aufeinander aufbauenden Abschnitten, bei denen schrittweise die Fragestellungen zur Bedarfsanalyse präzisiert werden. Als Grundlage für die Definition der zugrundeliegenden Fragestellungen wurde auf Erkenntnisse aus Bestandsanalyse, Hintergrundrecherchen sowie offene Diskussionspunkte aus Veranstaltung, Befragungen, Publikationen aus den Schaufenstern oder Äußerungen von Qualifizierungsanbietern zurückgegriffen.

Im ersten Schritt wird eine thematische Einordnung vorgenommen, um den Teilnehmern erneut die Zielsetzung des Workshops zu erläutern. Anschließend werden zunächst allgemeine Einschätzungen zu Bildungsbedarfen erhoben und dann mittels unterschiedlicher Methoden die aktuelle Qualifizierungslandschaft beurteilt, um einen weitgehenden Konsens und eine belastbare Ergebnisdokumentation sicherzustellen.

1. Thematische Einführung
2. Allgemeine Einschätzung von Qualifizierungsbedarfen
3. Beurteilung des Status Quo von Qualifizierungsangeboten
4. Handlungsempfehlungen und Zusammenfassung

Die wesentlichen Fragestellungen und der konzeptionelle Aufbau des Leitfadens werden im Folgenden dargestellt.

1. Thematische Einführung

Hierbei steht die Heranführung der Teilnehmer an die Thematik und Zielsetzung des Workshops im Mittelpunkt. Dabei werden die Teilnehmer vorgestellt und deren Erwartungen an den Workshop abgefragt, die Grundzüge des NQuE-Projektes vorgestellt und Zielsetzung und Vorgehensweise des Workshops erläutert.

2. Allgemeine Einschätzung von Qualifizierungsbedarfen

In diesem Abschnitt soll zunächst eine allgemeine Einschätzung der elektromobilitätsbezogenen Bildungslandschaft erfolgen, ohne dabei auf konkrete Qualifizierungskonzepte einzugehen. Hiermit wird eine Basis für die weitere Diskussion geschaffen, indem die wesentlichen Handlungsbedarfe bzw. deren Ausmaß abgeschätzt wird.

Relevante Themenbereiche umfassen dabei u.a.:

- > Ändern sich durch den Bedeutungszuwachs der Elektromobilität die Anforderungen an die Kompetenzen der Mitarbeiter?
- > Ist es schwierig die passend qualifizierten Mitarbeiter zu finden?
- > Sind die Bewerber ausreichend auf die Qualifizierung für die Elektromobilität vorbereitet?
- > Welche Aktivitäten bestehen seitens der Unternehmen bzw. sind geplant?

3. Beurteilung des Status Quo von Qualifizierungsangeboten

Der dritte Abschnitt stellt den Hauptteil des Workshops dar und besteht aus unterschiedlichen methodischen Bausteinen. Die Zielsetzung ist hierbei möglichst konkrete Empfehlungen zur Gestaltung zukünftiger Qualifizierungsangebote ableiten zu können. Diese sollen sich einerseits aus den Erfahrungen der Unternehmen generieren, andererseits aus der kritischen Beurteilung bestehender Qualifizierungen.

- > Vorstellung der Ergebnisse aus der Bestandsanalyse
- > Bewertung des Bildungsangebotes durch die Teilnehmer
- > Vorstellen und anschließende Beurteilung ausgewählter Qualifizierungsangebote
- > Einordnung bzw. Bewertung von Thesen, die aus der Voranalyse abgeleitet wurden
- > Präsentation der Ergebnisse aus der Analyse von Stellenausschreibungen

4. Handlungsempfehlungen und Zusammenfassung

Die diskutierten Themen und Handlungsbedarfe werden zusammen mit den Teilnehmern priorisiert bzw. Vorschläge zum weiteren Umgang mit den Bedarfen (konkrete Maßnahmen) vorgenommen. Zusätzlich erfolgt die Bitte an die Unternehmen, die Erkenntnisse aus den WS zu reflektieren, um im Nachgang ggfs. weitere Rückmeldungen sowie weitere relevante Aspekte an das Projekt NQuE übermitteln zu können.

Der nachfolgende Abschnitt enthält die Zusammenfassung der Ergebnisse bzw. Einschätzungen von Unternehmensvertretern, die in den gemeinsamen Workshops erhoben wurden.

Die einzelnen Aussagen sind verallgemeinert für die gesamte Automobilbranche dargestellt. Ein direkter Rückschluss auf das jeweilige Unternehmen ist damit nicht möglich. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Beurteilung der verschiedenen Unternehmen weitgehend übereinstimmend ausfällt. Bei abweichenden Aussagen oder unterschiedlicher Priorisierung von Handlungsbedarfen werden diese den Bereichen Entwicklungsdienstleister, Zulieferer oder OEM zugeordnet.

Im Folgenden wird eine Untergliederung in vier Abschnitte (A-D) vorgenommen, die aufeinanderfolgend detailliert dargestellt werden. Die zentralen Handlungsempfehlungen aus Sicht der Unternehmen werden anschließend gesondert dargestellt. Die Ergebnisdokumentation, die nach Abschluss und Auswertung sämtlicher Workshops erstellt und allen Teilnehmern zugänglich gemacht wurde, enthält außerdem eine Liste grundlegender Aussagen, die im Anhang dieses Berichtes einsehbar ist.



Qualifizierungs- bzw. Kompetenzanforderungen aus Unternehmenssicht

- > Quantitative Änderungen
- > Fachliche Kompetenzbedarfe
- > Praxis- und Berufserfahrung
- > Methodische Kompetenzbedarfe
- > Zuordnung der Kompetenzbedarfe
- > Bedeutung von Schnittstellenkompetenzen



Verfügbarkeit von Fachkräften

- > Aktueller Status der Stellenbesetzung
- > Branchenübergreifende Perspektive
- > Differenzierung nach Tätigkeitsbereich



Status der unternehmensinternen Qualifizierung und Anforderungen für Weiterbildung

- > Nutzung akademischer Weiterbildung
- > Unternehmensinterne Prozesse
- > Inhaltliche Ausrichtung der Weiterbildung
- > Konzeptionelle Ausrichtung der Weiterbildung
- > Relevanz von Förderprojekten



Einschätzungen und Handlungsempfehlungen zu den Hochschulen

- > Konzeptionelle Änderungsbedarfe
- > Inhaltlich relevante Themenbereiche
- > Status der Aktivitäten von Hochschulen
- > Transparenz der Bildungsangebote
- > Bedarf an Elektromobilitätsstudiengängen
- > Differenzierung Universitäten und Hochschulen für angewandte Wissenschaften



Qualifizierungs- bzw. Kompetenzanforderungen aus Unternehmenssicht

> Quantitative Änderungen

Die Unternehmen sehen mittel- bis langfristig einen klaren Trend hin zu einem deutlich höheren Beschäftigungsanteil von Elektrotechnikern gegenüber dem momentan dominierenden Maschinenbau. Dies gilt insbesondere für Unternehmen, die als Zulieferer für klassische Antriebskomponenten tätig sind und daher ihren technologischen Ursprung im Maschinenbau haben.

> Erforderliche Kompetenzen

Die Einschätzungen der Unternehmen bezüglich benötigter Kompetenzen lassen sich in drei thematische Felder untergliedern. Diese umfassen zum einen den fachlichen Hintergrund durch eine Ausbildung bzw. ein Studium und das damit verbundene Wissen auf bestimmten Gebieten. Als zweites wurde die notwendige Praxis- bzw. Berufserfahrung für Tätigkeiten in der Elektromobilität beurteilt. Außerdem zeigten sich auch Eigenschaften und Persönlichkeitsmerkmale unabhängig vom individuellen Arbeitsbereich als bedeutendes Kriterium, insbesondere bei Neuanstellungen.

> Fachliche Kompetenzbedarfe

In Bezug auf die Änderung fachlicher Kompetenzen liegt ein zentraler Trend zugrunde. Einige der klassischen Themenbereiche des Maschinenbaus verlieren an Relevanz, während die Elektrotechnik und Informationstechnik kontinuierlich an Bedeutung gewinnt. Diese Veränderungen betreffen vornehmlich die Entwicklungsabteilungen rund um den Antriebsstrang. Da jedoch der Anteil jener Mitarbeiter gemessen an der Gesamtbelegschaft sehr groß ist, beeinflusst dies die Personalentwicklung der Unternehmen als Ganzes. Dieser Sachverhalt trifft grundsätzlich auf alle OEM zu, insbesondere aber auf Zulieferer, deren Produktportfolio auf Komponenten für Verbrennungsmotoren oder Getriebe ausgerichtet ist. Daraus lässt sich auch der eindeutige Bedarf an einer steigenden Anzahl an Absolventen mit elektrotechnischem Fachwissen und einer entsprechenden Intensivierung der Weiterbildung vorhandener Mitarbeiter ableiten.

Vor dem Hintergrund einer gegenwärtig noch starken inhaltlichen Trennung zwischen den Hochschulfakultäten Elektrotechnik und Maschinenbau wird das Kompetenzprofil eines dezierten „Elektromobilitätsingenieurs“ mit Kenntnissen in beiden Disziplinen als erstrebenswert erachtet. Ein denkbarer Ansatz, ein solches Profil zu erreichen, wäre auch ein Bachelorstudium in einem der beiden Bereiche in Verbindung mit einem entsprechend komplementären Master-Studium.

Auf die einzelnen Fachthemen heruntergebrochen werden in der Leistungselektronik und Energiespeicherung die größten Handlungsbedarfe für die zukünftige Qualifizierung gesehen.

Neben dem spezialisierten Expertenwissen in den zuvor genannten Bereichen ist ein solides Grundwissen im Bereich der Elektrotechnik unabdinglich. Dies gilt auch für Absolventen der Studiengänge Maschinenbau und Fahrzeugtechnik. Zusätzlich sind in der Produktentwicklung allgemeine Grundlagen aus der Physik relevant, um beispielsweise die wechselseitige thermische Belastung von mechanischen und elektronischen Komponenten beurteilen zu können.

Insbesondere die Systemzulieferer im Bereich Antriebsstrang betonen die Bedeutung des System-Engineerings als notwendiges Kompetenzfeld zur Beherrschung von Entwicklungsprozessen. Die Mitarbeiter müssen sämtliche produktbezogenen Funktionen beherrschen, um die erforderlichen Spezifikationen von Antriebskomponenten abbilden zu können. Diese benötigten Kompetenzen in der Systementwicklung sind zunächst unabhängig von dem fachlichen Hintergrund (Verbrennungs- oder Elektromotor), erhalten jedoch bei komplexen Hybridantrieben eine besondere Bedeutung.

Bei der Einstellung von Hochschulabsolventen wird bei den Zulieferern deshalb besonders darauf geachtet, dass diese grundsätzlich das Fahrzeug selbst als Gesamtsystem beherrschen. Über das Systemverständnis des Fahrzeuges können sich die Ingenieure anschließend schnell in einzelne Entwicklungsbereiche einarbeiten.

> Praxis- und Berufserfahrung

Aus Unternehmenssicht ist neben den theoretischen Studieninhalten eine ausreichende Praxisorientierung unabdinglich. Diese sind bei Absolventen von Hochschulen für angewandte Wissenschaften grundsätzlich stärker vorhanden. Durch den Praxisbezug findet sich ein Absolvent in der Regel deutlich schneller in einem Unternehmensumfeld zurecht. Insbesondere bei Bachelor-Absolventen der Universitäten ist die praktische Erfahrung häufig nicht ausreichend.

Ein wichtiger Vorteil bei der Einstellung von Absolventen der Hochschulen für angewandte Wissenschaften liegt darin, dass Abschlussarbeiten in der Regel im Unternehmen angefertigt werden. Dadurch können sich die Studierenden bereits vorab in einem Tätigkeitsbereich profilieren, was eine anschließende Übernahme erheblich begünstigt.

Vor allem bei den OEMs werden im Bereich Elektromobilität gegenwärtig die meist hoch spezialisierten Stellen überwiegend mit Berufserfahrenen besetzt. In den besonders innovativen Themenfeldern sind häufig Experten gefragt, die sich bereits durch Tätigkeiten in anderen Branchen bzw. Unternehmen entsprechendes Wissen zu den relevanten Technologien aufgebaut haben. Dieses Spezialistentum kann oft nicht allein durch die fachlichen Inhalte eines Studienganges vermittelt werden.

Insbesondere in Deutschland kommt im Gegensatz zu beispielsweise Japan oder Südkorea hinzu, dass nur eine geringe Zahl an Spezialisten (z.B. in der Batterietechnologie) aus anderen Branchen (z.B. Unterhaltungselektronik) für die Unternehmen der Automobilindustrie zur Verfügung steht.

> Methodische Kompetenzbedarfe

Neben den fachlichen Themen der Elektromobilität müssen den Unternehmen zufolge in der akademischen Qualifizierung bei den technischen Studiengängen weitere grundsätzliche Aspekte verstärkt berücksichtigt werden. Dazu zählen Problemlösungs- und Medienkompetenz sowie methodische Fähigkeiten zur Wissensbeschaffung.

Allgemein besteht die Präferenz hinsichtlich einer hohen persönlichen und beruflichen Reife von Bewerbern anstelle einer möglichst kurzen Studienzeit und einer damit verbundenen früheren Verfügbarkeit auf dem Arbeitsmarkt.

Zusätzlich zu fachlichen Kompetenzen sind vor allem „unternehmerisches Denken im Unternehmen“ und die Fähigkeit sich, insbesondere im Kontext veränderter Antriebstechnologien, schnell neue Themenfelder erschließen zu können von Bedeutung. Im Rahmen des Studiums kann dafür nur die Grundlage gelegt werden. Es braucht vielmehr ausreichende Eigeninitiative der Absolventen bzw. Mitarbeiter, um sich im Laufe des Berufslebens entsprechend weiter zu qualifizieren.

> Zuordnung der Kompetenzbedarfe

Handlungsfelder der Kompetenz-Roadmap	Infrastruktur Netze	Infrastruktur Stationen	Fahrzeug-technik	Produktionstechnik	Geschäftsmodelle	Fahrzeugervervice/-handel
Unternehmen						
Energieversorger	++	+			+	
Entwicklungsdienstleister		+	++	+		
Zulieferer			++	+		
OEM		+	++	++	+	

Tabelle 10: Zuordnung der Kompetenzbedarfe

In Abhängigkeit von der jeweiligen Position eines Unternehmens in der Wertschöpfungskette sind unterschiedliche Handlungsfelder für die Tätigkeiten der Mitarbeiter relevant. Im Bereich der Energieversorger liegt der Fokus klar auf den bisherigen Kernaktivitäten (Infrastruktur Netze), wo sich keine zusätzlichen Kompetenzanforderungen durch die Elektromobilität ergeben. Obwohl die Bereitstellung von Ladeinfrastruktur häufig durch Energieversorger erfolgt, wird darin momentan kein erweitertes Geschäftsfeld im Sinne neuer Mobilitätskonzepte gesehen, das eine Anpassung bzw. Neukonzeptionierung von Studienangeboten erforderlich macht.

Die breiteste Abdeckung der Handlungsfelder ist dagegen den Automobilherstellern zuzuschreiben, die sich in Zukunft vermehrt als Mobilitätsanbieter betrachten und deshalb neben Fahrzeug- und Produktionstechnik auch mit Ladeinfrastruktur und deren Integration in neue Geschäftsmodelle befassen. Bei den Automobilzulieferern, insbesondere bei den großen Systemlieferanten, liegt der Schwerpunkt der elektromobilitätsbezogenen Qualifizierung klar auf Entwicklungsprozesse in der Fahrzeugtechnik. Dieser Bereich steht auch bei den Entwicklungsdienstleistern im Fokus, wobei auch Projekte im Bereich der Energieversorgung bzw. Ladeinfrastruktur bearbeitet werden.

Hinweis: Nach Abgleich der Lehrinhalte von Elektromobilitätsstudiengängen mit der zuvor genannten Anforderung einer Ausrichtung primär auf fahrzeugtechnische Aspekte kann festgestellt werden, dass diese von den aktuellen Angeboten erfüllt wird.

> Bedeutung von Schnittstellenkompetenzen

Vor dem Hintergrund der Elektromobilität erfährt die Schnittstellenkompetenz eine besondere Bedeutung. Dies gilt einerseits bezogen auf die klassischen Fakultäten an den Hochschulen. In vielen Tätigkeitsbereichen ist ein Gesamtverständnis von Zusammenhängen zwischen Maschinenbau und Elektrotechnik relevant. Ein Beispiel hierfür ist die Konstruktion des Gehäuses von Batteriesystemen. Dieser Trend wird aktuell durch die zunehmende Verbreitung von Hybridfahrzeugen als Übergangstechnologie verstärkt.

Von der Schnittstellenkompetenz abzugrenzen ist die Qualifizierung von Generalisten, die das Gesamtsystem Elektromobilität einschließlich den Themenfeldern Energieversorgung und Mobilitätskonzepten beherrschen. Dieses Überblickswissen ist, insbesondere für Führungspersönlichkeiten zur strategischen Ausrichtung eines Unternehmens hinsichtlich neuer Geschäftsfelder bzw. Gestaltung des Produktportfolios, erforderlich. Die Notwendigkeit der Qualifizierung über die verschiedenen Themenfelder der Elektromobilität hinweg durch entsprechende Studiengänge in einem größeren Umfang durchzuführen sehen die Entwicklungsdienstleister und Automobilhersteller zum aktuellen Zeitpunkt jedoch nicht.

Dies schließt jedoch nicht aus, dass auch bei den Automobilherstellern vertieftes Wissen an der Schnittstelle zur Energieversorgung benötigt wird. Insbesondere gilt dies für Kenntnisse zur Einhaltung von Normen und Richtlinien. Der langfristige Qualifizierungsbedarf aus Sicht der Automobilhersteller ist in diese Fall stark abhängig vom tatsächlichen Engagement im Bereich der Ladeinfrastruktur. Aktuell ist die Marktentwicklung hierbei noch nicht vollständig abschätzbar.

Hintergrundthemen wie Nachhaltigkeit und Emissionsreduzierung erfahren in den Unternehmen eine rapide zunehmende Relevanz, sind dabei allerdings nicht auf das Themenfeld Elektromobilität begrenzt.



Verfügbarkeit von Fachkräften

> Aktueller Status der Stellenbesetzung

Für Unternehmen, die wegen ihrer Kernkompetenzen als stark vom Maschinenbau geprägter Arbeitgeber angesehen werden, treten vermehrt Schwierigkeiten bei der Suche nach Absolventen der Elektro- und Informationstechnik auf. Unter anderem werden teilweise nicht genügend Teilnehmer für Trainee-Programme gefunden. Aus diesem Grund werden Stellenausschreibungen vergleichsweise allgemein formuliert, um möglichst viele Absolventen anzusprechen. Dies kann auch deshalb notwendig werden, da Automobilzulieferer (Maschinenbau) oftmals nicht von Absolventen der gesuchten Studienrichtungen (Elektrotechnik), aufgrund ihrer fachlichen Ausrichtung, nicht vorrangig als geeignete Unternehmen zum Berufseinstieg wahrgenommen werden.

> Branchenübergreifende Perspektive

Langfristig wird ein verstärkter Wettbewerb um die Fachkräfte prognostiziert, da sich neben den Automobilzulieferern auch Fahrzeughersteller als attraktive Arbeitgeber für Absolventen der Elektro- und Informationstechnik positionieren. In diesem Zusammenhang werden die Reputation eines Unternehmens sowie dessen Standort als wichtige Entscheidungskriterien für Absolventen und Berufserfahrene angesehen. Vereinzelt wird nicht der Mangel an Fachkräften als Problem angesehen, sondern fehlende Kompetenzen von Bewerbern aus den Bereichen Elektrotechnik und Maschinenbau. Dabei werden sowohl das Grundlagenwissen als auch methodische Vorgehensweisen entsprechender Bewerber bemängelt.

> Differenzierung nach Tätigkeitsbereich

Bereiche des klassischen Maschinenbaus haben sich konstant über einen längeren Zeitraum parallel in Unternehmen und in Hochschulen entwickelt, so dass eine gute Verfügbarkeit von Fachkräften gewährleistet ist. In der Fahrzeugentwicklung nehmen Mitarbeiter auf dem Gebiet der Verbrennungsmotoren derzeit einen hohen Anteil ein. In diesem Bereich wird der Bedarf mittelfristig zurückgehen, wobei die Bedeutung von Verbrennungsmotoren stark von alternativen Kraftstoffen abhängt, deren Rolle noch schwer absehbar ist, sodass ein Überschuss nicht zweifelsfrei prognostiziert werden kann. Auch im Bereich der Elektrotechnik treten bei den Automobilherstellern derzeit noch keine Engpässe bei der Einstellung von Fachkräften auf.



Status der unternehmensinternen Qualifizierung und Anforderungen für Weiterbildung

Gegenüber anderen Technologiebereichen wird in der Elektromobilität ein verstärkter Weiterbildungsbedarf erwartet, da es sich um ein vergleichsweise neues und schnelllebiges Themengebiet handelt.

Hinweis: Die Analyse von Stellenausschreibungen bestätigt, dass bei Automobilherstellern gegenwärtig ein gezielter Aufbau von Weiterbildungsstrukturen mit Fokus auf Elektromobilität erfolgt.

> Nutzung akademischer Weiterbildung

Im Kontext der Elektromobilität findet die erforderliche Weiterbildung der Mitarbeiter überwiegend unternehmensintern statt. Externe Weiterbildungsangebote an Hochschulen werden hingegen nur in geringem Umfang in Anspruch genommen. Obwohl die Konzeption entsprechender interner Weiterbildungsformate mit einem hohen Aufwand für die jeweiligen Fachabteilungen verbunden ist, überwiegen jedoch die folgenden Vorteile.

Zum einen ist eine individuelle Zusammenstellung der Weiterbildungsinhalte möglich, wodurch das spezifisch relevante Themengebiet wesentlich stärker fokussiert werden kann. Der Mitarbeiter erhält die Weiterbildung in maßgeschneiderten und abgegrenzten Einheiten, da oftmals keine umfassende und zeitaufwendigere Schulung über den gesamten Themenkomplex erforderlich ist. Da diese Lernform überdies auch in flexiblen Zeiteinheiten „on-the-job“ vorgenommen werden kann, entfallen längere Abwesenheitszeiten, sodass die Mitarbeiter vollständig in ihren Arbeitsablauf integriert bleiben.

Aus Sicht der Unternehmen ist grundsätzlich eine Intensivierung der akademischen Weiterbildung als Ergänzung der bisherigen internen Schulungen wünschenswert, sofern diese auf spezifische Themenbausteine der Elektromobilität (z.B. Überblick zu elektrochemischen Energiespeichern) ausgerichtet ist.

Allerdings wird vor allem eine praktische Qualifizierung für die individuellen Tätigkeitsfelder benötigt, wodurch der Bedarf an der üblicherweise stärker theoretisch ausgerichteten akademischen Weiterbildung begrenzt ist.

Im Falle einer Nutzung akademischer Qualifizierungsangebote sollten die entsprechenden Lehrinhalte bedarfsorientiert von den Hochschulen und Unternehmen gemeinsam in enger Abstimmung eingebracht werden, weshalb die beiderseitige Kooperationsbereitschaft gesteigert werden muss.

Bei Betrachtung des Zeithorizontes für die zukünftigen Weiterbildungsbedarfe ist festzustellen, dass es sich um einen längerfristigen Prozess handelt bei dem die erforderlichen Qualifizierungskapazitäten kontinuierlich beobachtet und angepasst werden müssen. Die tatsächlichen Weiterbildungsbedarfe werden auch stark davon abhängen, wie sich der Fahrzeugmarkt

bzw. der Antriebsmix letztendlich über die kommenden Jahre hinweg entwickeln wird. In welchem quantitativen Umfang beispielsweise die Brennstoffzellen und synthetische Kraftstoffe eine Rolle spielen werden, ist aktuell noch nicht absehbar.

> Unternehmensinterne Prozesse

Zur internen Qualifizierung bestehen meist Prozesse, die fest in den Unternehmen verankert und einheitlich geregelt sind. Dabei werden von erfahrenen Mitarbeitern Schulungskonzepte ausgearbeitet, auf deren Basis eine Weiterbildung der Kollegen erfolgt.

In diesem Zusammenhang wird von den Unternehmen die Herausforderung betont, die in den jeweiligen Fachabteilungen auftretenden Weiterbildungsbedarfe zu identifizieren und mit den Qualifizierungsangeboten zu synchronisieren, um sowohl für die Fachabteilungen als auch die Hochschulen eine möglichst hohe Transparenz bezüglich der Qualifizierungsbedarfe bzw. -angebote zu schaffen.

Die Prozesse zur Einbindung von Weiterbildungen akademischer Qualifizierungsanbieter in die Personalstrategien der Unternehmen sind aktuell sehr unterschiedlich ausgeprägt, wobei vor allem in größeren Unternehmen die Ressourcen dazu vorhanden sind, ein unternehmensweites Kompetenzmanagement zu implementieren. Auf diese Weise soll innerhalb der Organisation besser identifiziert werden, welche individuellen Kompetenzen in den verschiedenen Unternehmensbereichen benötigt werden, um dadurch letztlich die Transparenz zwischen Angebot und Nachfrage von Weiterbildungen, intern und mit externen Partnern, zu erhöhen.

> Inhaltliche Ausrichtung der Weiterbildung

In Abhängigkeit von individuellen Vorqualifikationen und dem jeweiligen Tätigkeitsfeld, bzw. dessen technologisch bedingten Veränderungen, ist eine Vielzahl unterschiedlicher Lehrinhalte für eine bedarfsgerechte Weiterbildung relevant. Dazu zählen einerseits technische Grundlagen der Elektrotechnik und Informationstechnologien, die branchenübergreifend an Bedeutung gewinnen. So müssen etwa Mitarbeiter auf Tätigkeiten vorbereitet werden, die deren zurückliegende Ausbildung nicht abgedeckt hat (z.B. Grundlagen Elektrotechnik für Maschinenbau-Absolventen). Andererseits ist ein umfangreiches Spektrum an vertiefenden Fachinhalten notwendig. Dies umfasst hauptsächlich die Themenbereiche Elektromotoren, Leistungselektronik, Energiespeicher, Brennstoffzelle und Leichtbau.

Zu diesen Themenbereichen finden in den Unternehmen selbst umfangreiche interne Schulungen der Mitarbeiter statt. Grundsätzlich ist eine Weiterbildung in Kooperation mit Hochschulen allerdings sowohl hinsichtlich technischer Grundlagen als auch spezifischer Fachthemen eine sinnvolle Ergänzung. Wichtig ist hierbei in jedem Fall eine hohe Aktualität der Lehrinhalte, um stets ausreichendes Wissen zum Stand der Technik zu generieren.

Weitere inhaltliche Schwerpunkte der unternehmensinternen Qualifizierung ist die klassische Hochvoltschulung sowie insbesondere bei den großen Automobilzulieferern Schulungen zum Verständnis der Methoden und Prozesse bei der Systementwicklung.

Zudem erfolgen auch Weiterbildungsmaßnahmen mit Bezug zur Elektromobilität bei externen Anbietern, beispielsweise zum Umgang mit Gefahrstoffen.

> Konzeptionelle Ausrichtung der Weiterbildung

Eine Weiterbildung von bestehenden Mitarbeitern, die vor dem Hintergrund der Elektromobilität erforderlich wird, ist vor allem als Um- bzw. Ergänzungsqualifizierung auf einer bereits vorhandenen Wissensbasis zu verstehen. Der Bedarf an einer umfangreichen Neuqualifizierung wird hingegen nicht in größerem Ausmaß gesehen.

Übergreifend betrachtet sollte die Basis der Mitarbeiterqualifizierung an den Hochschulen gelegt werden, eine projekt- und themenbezogene Spezialisierung kann jedoch nur im Unternehmen erfolgen.

Bei neuen Tätigkeitsbereichen für Mitarbeiter erfolgt die Zusatzqualifizierung derzeit sehr stark durch die Unternehmen selbst. Dies gilt insbesondere während einer Anlernphase in den ersten 9 bis 12 Monaten. Bei der Vermittlung technischer Grundlagen könnten hier zukünftig auch die Hochschulen eine wichtigere Rolle einnehmen.

Die Qualifizierung von Spezialisten für bestimmte Fachgebiete der Elektromobilität erfolgt innerhalb der Unternehmen auch über Doktorandenstellen, die eine Promotion auf Basis zu unternehmensspezifischer Fragestellungen ermöglichen.

Es ist grundsätzlich nicht sinnvoll in spezifischen Themenbereichen auf Vorrat zu qualifizieren, sondern allenfalls bezüglich der fachlichen Grundlagen. Eine Weiterbildung muss zeitnah zur entsprechenden Tätigkeit im Unternehmen erfolgen.

Im Bereich der Weiterbildung für bestehende Mitarbeiter werden deshalb komplette Studiengänge häufig als nicht zielführend angesehen. Dies ist insbesondere darauf zurückzuführen, dass die lange zeitliche Dauer nicht mit den vorhandenen Kapazitäten der Mitarbeiter in Einklang gebracht werden können. Es besteht vielmehr die Notwendigkeit kleinerer Weiterbildungsbausteine, da eine zielgerichtete Qualifizierung für den individuellen Aufgabenbereich des einzelnen Mitarbeiters notwendig ist.

Der Bedarf entwickelt sich daher klar hin zu einer permanenten Weiterbildung in kleinen und zielgerichteten Einheiten über das gesamte Berufsleben hinweg. Dafür ist ein thematisch breites Angebot an modularen Lehreinheiten erforderlich, auf das kurzfristig und flexibel zurückgegriffen werden kann.

Die Idee eines unternehmensübergreifenden Weiterbildungskonzeptes in Kooperation mit den Hochschulen wird grundsätzlich als sinnvoll und notwendig erachtet.



Einschätzungen und Handlungsempfehlungen zu den Hochschulen

> Konzeptionelle Änderungsbedarfe

Die Erweiterung von Kooperationen zwischen Unternehmen und Hochschulen wird überwiegend als sinnvoll angesehen. Dadurch können in Zusammenarbeit mit den Unternehmen an den Hochschulen bedarfsorientierte Lehrangebote geschaffen werden und für die Lehrinhalte mithilfe von Anwendungssituationen ein Praxisbezug hergestellt werden.

Eine Umstrukturierung der Hochschulen wird in diesem Zusammenhang sehr häufig als notwendig erachtet. Unter anderem werden die Lehrpläne bemängelt, die im Bereich der Elektrotechnik relevante Themen wie Leistungselektronik auslassen. Deshalb wird eine stärkere Vernetzung der Fakultäten befürwortet. Außerdem fehlen interdisziplinäre Studiengänge, die die Bereiche Maschinenbau und Elektrotechnik verbinden. Aus diesem Grund wird häufig eine teilweise Neuordnung der Fakultäten in Erwägung gezogen. Neben der Kooperation zwischen Hochschulen und Unternehmen wird zudem eine Verbesserung der Kooperation der Hochschulen untereinander befürwortet. Insbesondere kleine Hochschulen, die nur wenig Wahlmodule anbieten können, werden das Angebot durch eine Kooperation erhöhen können und ihre gegenseitigen Kompetenzfelder ergänzen. Des Weiteren ist ein hohes Angebot an Wahlmodulen hinsichtlich bedarfsgerechter Qualifizierung vorteilhaft. Bei der Anrechnung von Leistungen sehen die meisten Unternehmen ebenfalls Handlungsbedarf, da es sich um einzel-fallbezogene und somit mühsame Verfahren handelt. Durch eine einfache Anrechnung prognostizieren einige Unternehmen eine Erhöhung der Studienbereitschaft. Studentische Aktivitäten, beispielsweise die Formula Student Electric, werden durch die Unternehmen durchgehend unterstützt und in einigen Fällen sogar weitergehend gefördert. Sie werden als wichtiges Element eines praxisnahen und anwendungsbezogenen Studiums angesehen.

> Inhaltlich relevante Themenbereiche

Grundlegend fordern viele Unternehmen im Bereich der Elektromobilität eine bessere Verzahnung zwischen den Studiengängen Maschinenbau und Elektrotechnik. Während im Bereich des Maschinenbaus Lehrinhalte aus dem Bereich der Elektrotechnik bereits eingebunden werden, fehlt aus Sicht der Unternehmen beispielsweise die Integration von Fahrzeugtechnik oder Elektromotoren im Rahmen der elektrotechnischen Studiengänge. Tatsächlich wurden in diesen Bereichen jedoch an einigen Hochschulen Angebote geschaffen, haben jedoch offenbar noch keine hinreichende Verbreitung gefunden.

Darüber hinaus wird teilweise beobachtet, dass zu stark spezialisierte Studiengänge eingeführt wurden, bei denen die technischen Grundlagen vernachlässigt werden. Daher wird gefordert, dass bei den Studiengängen fallspezifisch abgewogen wird, ob diese in der Breite oder in der Tiefe ausgerichtet werden sollen. Vereinzelt wird eine Fokussierung der Methoden und

Arbeitsweisen zur Systementwicklung befürwortet. Der Grund dafür sind die zunehmenden Entwicklungsumfänge, die in der Vergangenheit von den OEMs an die Zulieferer übertragen wurden, sodass ein Verständnis über die Zusammenhänge und Wechselwirkungen der Funktionen in Systemen notwendig geworden ist.

> Status der Aktivitäten von Hochschulen

Im Allgemeinen wird das akademische Angebot bezüglich Elektromobilität als befriedigend eingestuft. Allerdings wird die zeitliche verzögerte Reaktion der Hochschulen auf das Themenfeld von einigen Unternehmen kritisiert. Bei näherer Betrachtung wird beobachtet, dass Hochschulen die im Austausch mit der Wirtschaft stehen, wechselnde Forschungs- und Qualifizierungsbedarfe frühzeitig erkennen. Hochschulen, denen der Kontakt zur Wirtschaft fehlt, können der Entwicklung zukünftiger Kompetenzbedarfe nicht entsprechen, weil sie diese nicht hinreichend abschätzen können.

> Transparenz der Bildungsangebote

Die Transparenz der Bildungsangebote wird von den Unternehmen überwiegend kritisiert. Zum einen geht aus den individuellen Bezeichnungen der Studiengänge nicht hervor, welche Lehrinhalte vermittelt worden sind. Zum anderen fällt die Auswahl geeigneter Weiterbildungsangebote den zuständigen Fachbereichen schwer. Die Angebote sollen zielgruppengerechter präsentiert werden. Vereinzelt wird ein individuell auf die Unternehmen abgestimmtes Marketing gefordert.

> Bedarf an Elektromobilitätsstudiengängen

Der Großteil der Unternehmen sieht keinen Bedarf an dezidierten Elektromobilitätsstudiengängen mit genereller Ausrichtung, da sie einzelne Fachthemen nur oberflächlich behandeln und deshalb für die Mitarbeiter der Produktentwicklung ungeeignet sind. Die aktuell verfolgten Konzeptionen bestehender Studiengänge mit Konzentration auf Fahrzeugtechnik und der Integration von Elektromobilitätsinhalten wird jedoch sehr positiv beobachtet.

> Differenzierung Universitäten und Hochschulen für angewandte Wissenschaften

Im Bereich der Elektromobilität hat sich der zweigleisige Aufbau der deutschen Hochschullandschaft aus Universitäten und Hochschulen für angewandte Wissenschaften etabliert. Absolventen der Universitäten werden schwerpunktmäßig im Bereich der Forschung und Entwicklung eingesetzt. Bei Absolventen der Hochschulen schätzen die Unternehmen den Praxisbezug, der bedingt durch den Aufbau der Studiengänge und die Anfertigung der Abschlussarbeit in einem Unternehmen sehr ausgeprägt ist. Besonders Bachelor-Absolventen der Universitäten fehlt häufig die Praxisnähe.

Zentrale Handlungsempfehlung für die zukünftige Qualifizierung

- > In der grundständigen Qualifizierung sollte ein verstärkter Fokus auf die technischen und physikalischen Grundlagen gelegt werden. Hier ist aktuell ein negativer Trend bei der Kompetenzentwicklung zu verzeichnen.
- > Ein Ausbau der Qualifizierungsangebote an der Schnittstelle von Maschinenbau und Elektrotechnik ist zur Stärkung der Interdisziplinarität zwischen automobil- bzw. komponentenspezifischen Technologien sinnvoll.
- > Neben technischem Grundlagenwissen sind vor allem Kompetenzen hinsichtlich der Methodik für die Produktentwicklung erforderlich (z.B. Anforderungs- und Konfigurationsmanagement).
- > Eine ausreichende Flexibilität in der grundständigen Lehre muss sichergestellt sein, um neue Inhalte bedarfsgerecht integrieren zu können.
- > Stärker noch als die fachlichen Lehrinhalte sollten die Softskills von Absolventen gestärkt werden. Deshalb sollten beispielsweise praxisorientierte Projektarbeiten oder das Engagement in Wettbewerben wie der Formula Student Electric ausgebaut werden, da diese Aktivitäten einen positiven Einfluss auf eigenständige Arbeitsweise und Arbeitsmotivation von Studierenden bzw. Absolventen haben, die es grundsätzlich zu verbessern gilt.
- > Eine verstärkte Ausbildung von Spezialisten ist insbesondere für Schlüsseltechnologien erforderlich, aus denen sich neue Wirtschaftszweige entwickeln. Dort wo momentan in Deutschland wirtschaftliche Defizite bestehen werden Fachspezialisten benötigt, da eine Qualifizierung über einschlägige Berufserfahrung in den entsprechenden Branchen nicht möglich ist.
- > Die Labore zur Elektromobilität der Unternehmen und Hochschulen sollten gegenseitig besser zugänglich gemacht und praxisnäher gestaltet werden.

- > Eine Erhöhung der Transparenz von Technologieclustern an Hochschulen gegenüber den Unternehmen (z.B. über VDA) ist zur Erhöhung der Inanspruchnahme von Weiterbildungsangeboten für Unternehmen und Mitarbeiter erforderlich.
- > Die akademische Weiterbildung ist in Form einer stärkeren Flexibilisierung und Modularisierung zu verbessern. Der Aufbau einer übergreifenden Weiterbildungsplattform kann dazu beitragen, die Transparenz zwischen Qualifizierungsbedarfen und Bildungsangeboten zu erhöhen.
- > Die Rahmenbedingungen und Strukturen für Kooperationen vor dem Hintergrund einer zunehmenden Digitalisierung sind zu optimieren (z.B. verbesserte Angebote für E-Learning).
- > Ein intensiverer Austausch zwischen Verbänden, Unternehmen und Hochschulen zur dynamischen und frühzeitigen Anpassung von Qualifizierungsangeboten ist sinnvoll. Somit können die Hochschulen frühzeitig reagieren, um die zukünftigen Kompetenzbedarfe in den Unternehmen zu treffen.
- > Obwohl derzeit keine erheblichen Engpässe bestehen, ergibt sich dennoch ein langfristig verstärkter Bedarf an Ingenieuren der Elektrotechnik und Informatik für den Automobilsektor, der ausreichend gedeckt werden muss.

2.1.4 Handlungsempfehlungen

Gegen Ende des Projektes NQuE sollen aus der Gegenüberstellung von Bildungsangeboten zu erhobenen Bildungsbedarfen unter Berücksichtigung der weiteren Rahmenbedingungen Handlungsempfehlungen abgeleitet werden, die sich an alle relevanten Akteure der Bildungslandschaft richten und insbesondere über eine Multiplikation besonders guter Angebote und Projekte zu einer kontinuierlichen Verbesserung der Aus- und Weiterbildung im Bereich der Elektromobilität beitragen. Obwohl zu diesem Zeitpunkt des Projektes Bildungsbedarfe noch nicht vollständig erhoben worden sind, lassen sich bereits erste Tendenzen ableiten:

Grundsätzlich ist das Bildungsgeschehen im Bereich der Elektromobilität durch eine hohe Dynamik gekennzeichnet. Es entstehen gänzlich neue Bildungsangebote, des Weiteren werden Inhalte der Elektromobilität fortlaufend in bestehende Angebote, z.B. Studiengänge, integriert. Teilweise werden durch integrierende Module den interdisziplinären Zusammenhängen der Elektromobilität in besonderer Weise Rechnung getragen. In dieser Hinsicht hält die Aus- und Weiterbildung mit der ebenfalls dynamischen technologischen Entwicklung und den langsam wachsenden Marktanteilen Schritt.

Die ersten Stufen der Bedarfsanalyse haben, u.a. durch Auswertung von Stellenanzeigen, ergeben, dass seitens der Unternehmen kein spezialisiertes Studium der Elektromobilität erwartet wird, aber vielmehr eine adäquate Weiterbildung in diesem Bereich, etwa durch einschlägige Berufserfahrung, vielfach Voraussetzung ist. An dieser Stelle könnte gerade die akademische Weiterbildung eine Lücke schließen: Durch maßgeschneiderte Angebote, welche insbesondere mit einer parallelen Berufstätigkeit vereinbar sind, könnten Hochschulen entsprechende Bildungsbedarfe bedienen. Während an den HAWs in diesem Bereich bereits erste Bildungsangebote entwickelt und auch etabliert wurden, können an den Universitäten vergleichsweise geringe Aktivitäten festgestellt werden.

Grundsätzlich üben auch die Vorhaben in den Schaufenstern Elektromobilität einen positiven Einfluss auf die Aus- und Weiterbildung aus, da hier besonders innovative Bildungsangebote entwickelt werden können. Insbesondere wird hier die in der Elektromobilität so wichtige Vernetzung und Kooperation zwischen Hochschulen und Wirtschaft gestärkt. Eine tiefergehende Beurteilung entsprechender Bildungsangebote ist aber erst dann vorzunehmen, wenn sich gezeigt hat, inwiefern sie sich auch nach Ablauf der Schaufensterförderung nachhaltig etablieren können.

Gute inhaltliche Anpassung der grundständigen Studiengänge

Die Analysen von NQuE zeigen, dass sich die Hochschulen im Rahmen der grundständigen Studiengänge bereits gut auf die neuen qualitativen Anforderungen der Elektromobilität angepasst haben. Hinsichtlich der einzelnen ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge bestehen jedoch leichte Unterschiede, welche ihren Ursprung teilweise in der historischen Entwicklung der Studiengänge haben: Da die Fahrzeugtechnik eine traditionelle Disziplin des Maschinenbaus ist und man den Trend hin zu alternativen Antriebsarten und der Elektrifizierung zumindest forschungsseitig schon seit mehr als 20 Jahren bearbeitet, hat hier großflächig eine Integration der relevanten elektrotechnischen Sachverhalte stattgefunden. Auch

begleitende ingenieur- und wirtschaftswissenschaftliche Aspekte wie die Produktionstechnik oder die Werkstofftechnik wurde in die Curricula integriert, sodass eine Vorbereitung auf vielfältigen Tätigkeiten in Forschung, Entwicklung, Produktion und Vertrieb erfolgt.

Seitens der grundständigen Elektrotechnikstudiengänge besteht demgegenüber noch etwas mehr Aufholbedarf, da die Elektrotechnik nicht traditionell ähnlich stark mit dem Fahrzeugbau verknüpft ist.

Es bestehen demnach die Handlungsempfehlungen an die Hochschulen, ihre Anstrengungen zur Integration von Elektromobilitätsinhalten in vorhandene Elektrotechnikstudiengänge weiter zu intensivieren.

Stärkung der Ressourcen und technischen Ausstattungen

Durch das Zusammenspiel der unterschiedlichen Disziplinen kommt es im Bereich der Elektromobilität noch stärker als in konventionellen Studiengängen bei der Wissensvermittlung darauf an, praxisnah und erlebbar zu qualifizieren. Zudem bedarf es in der Forschung aufgrund der Komplexität der technologischen Wechselwirkungen vermehrt experimenteller, konstruktiver und simulatorischer Arbeiten. Diesen Anforderungen in Qualifizierung und Forschung kann nur durch eine entsprechend gut ausgestattete technische Infrastruktur, z.B. in Laboratorien, entsprochen werden. Dabei besteht die Herausforderung, dass zur quantitativ hinreichenden Qualifizierung, entsprechende Ressourcen einer großen Anzahl Studierender bzw. Forschender zugänglich gemacht werden müssen. Gerade kleinere Hochschulen geraten hier schnell an die Grenzen der finanziellen Umsetzbarkeit.

Hierauf fußt die Empfehlung nach einer weiteren zielgerichteten Förderung der Infrastruktur. Besonders effizient kann diese Förderung eingesetzt werden, wenn sie eine große Breitenwirkung entfaltet. Dies ist zum Beispiel dadurch erreichbar, dass entweder einzelne Hochschulen innerhalb ihrer Region eine Leuchtturmfunktion wahrnehmen und entsprechend mit weiteren Hochschulen kooperieren. Alternativ kann sich eine effiziente Förderung auf ein Hochschulcluster beziehen.

Stärkung der Grundlagenqualifizierung bei gleichzeitiger Integration von systemischen Aspekten

Die Interdisziplinarität und der systemische Gedanken dienen vielfach als besonderes Leitbild der Qualifizierung im Bereich der Elektromobilität. Tatsächlich haben mehrere Hochschulen diesbezüglich eigenständige Studiengänge zur Elektromobilität entworfen und erfolgreich etabliert. Ihre Relevanz ergibt sich aus den vielfältigen Schnittstellen, z.B. zwischen Elektrofahrzeug und Stromnetzen oder zwischen Elektrofahrzeug und Infrastruktur. Zunehmende Studentenzahlen lassen ferner auf eine wachsende Nachfrage schließen. Entsprechende generalisierte Studienangebote sind wichtig und sollten beibehalten werden.

Aus Unternehmensgesprächen konnte darüber hinaus aufgenommen werden, dass über die Diskussion der Interdisziplinarität eine tiefgehende Grundlagenqualifizierung in klassischen ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen nicht vernachlässigt werden sollte. Diese stellt das Fundament dar, auf welches im weiteren Verlauf der Qualifizierung aufgebaut werden kann, etwa durch eine weitere Spezialisierung, oder durch die Integration von angrenzenden Fachbereichen.

Standortentwicklung der Batterieforschung weiter beobachten und bedarfsgerecht unterstützen

Die weitere Entwicklung der Batterien für Elektrofahrzeuge, im Hinblick auf ihre Energiedichte, auf ihre Fahrzeugintegration und ihre Herstellkosten wird gemeinhin als entscheidender Faktor für das weitere Marktwachstum gesehen. Darüber hinaus nimmt die Batterie einen signifikanten Anteil der gesamten Wertschöpfung bei der Herstellung eines Elektrofahrzeuges ein. Eine hohe Kompetenz deutscher Forschungsinstitute und Unternehmen im Bereich „Batterie“ ist daher nicht nur aus Qualifizierungsperspektive anzustreben.

Darauf abzielend lassen sich Aktivitäten an etlichen deutschen Hochschulen beobachten. Etliche technische Hochschulen tragen bereits zur Qualifizierung im Bereich der Batterieentwicklung, -integration oder -produktion bei. Diese Entwicklung sollte weiterhin genau verfolgt werden, um gegebenenfalls bedarfsgerecht den Kompetenzaufbau zu unterstützen.

Fakultätsübergreifende Zusammenarbeit ausbauen

Einige Arbeitsplatzprofile im Bereich der Elektromobilität erfordern eine hohe Schnittstellenkompetenz zu angrenzenden technischen Bereichen. Diese Zusammenarbeit sollte auch in Hochschulen gestärkt werden – in Form von strukturierten Kooperationen verschiedener Fakultäten. Nur so können die vielfältigen Fragestellungen an den Schnittstellen ehemals getrennter Fachbereiche, wie z.B. Maschinenbau und Elektrotechnik, erfolgreich bearbeitet werden.

Hierzu haben an einigen deutschen Hochschulen bereits Aktivitäten stattgefunden, die bereits Ergebnisse in Forschungsprojekten oder Lehrveranstaltungen gezeigt haben. Durch einen weiteren Ausbau und eine Intensivierung entsprechender Vernetzungen kann den zunehmenden Anforderungen aus Industrie und Wirtschaft Rechnung getragen werden.

Die akademische Weiterbildung ist bedarfsgerecht auszubauen.

Im Kontext der Elektromobilität kommt berufsbegleitenden Studienangeboten eine besondere Bedeutung zu. Aufgrund der höheren Praxisorientierung sowie des laufenden Transfers des Gelernten durch die Teilnehmer in ihre berufliche Praxis, ergibt sich eine schnelle und direkte Umsetzbarkeit des neuen Wissens im Unternehmen.

Allerdings muss gegenwärtig der Schulterschluss zwischen Industrie und Hochschulen noch stärker ausgebaut werden, um aktuelle Problemstellungen und relevante Kompetenzlücken in die Studienangebote zu integrieren. Die Weiterbildungsbedarfe sind in der Regel sehr individuell und

betreffen häufig spezifische Themenfelder, die bisher noch nicht abgebildet werden (z.B. Beschaffung von Komponenten für Elektrofahrzeuge). Die Unternehmen sind hier gefordert ihre interne Analyse von Qualifizierungsanforderungen zu verstärken und gezielt auf die Hochschulen zuzugehen, um individuelle Weiterbildungsmaßnahmen zu entwickeln. Gleichzeitig müssen die Hochschulen die erforderliche Flexibilität gewährleisten und innovative Lernformen entwickeln, damit den begrenzten zeitlichen Ressourcen der zu qualifizierenden Mitarbeiter entsprochen werden kann.

Die Nachfrage der Unternehmen nach den bestehenden akademischen Weiterbildungsangeboten zeigte sich in den vergangenen Jahren als sehr verhalten – entsprechend dem zögerlichen Markthochlauf in Deutschland. Teilweise ist dies auch auf die mangelnde Transparenz der Angebote gegenüber den Fachabteilungen der Unternehmen zurückzuführen. Aktuell ist hierbei eine grundlegende Änderung absehbar, da die Unternehmen vor der Herausforderung stehen, eine Vielzahl an bestehenden Mitarbeitern auf veränderte Tätigkeitsfelder vorzubereiten. Bisher lag ein besonderer Fokus auf vertiefenden Master-Studiengängen. Eine stärkere Modularisierung und die Möglichkeit, einzelne Themenfelder separat zu studieren, wird die Nachfrage erhöhen.

Insbesondere innerhalb der Schaufenster Elektromobilität sind innovative Weiterbildungsformate entstanden, die jetzt von den Unternehmen genutzt werden sollten.

Die Auswertung im Rahmen von NQuE zeigen, dass die Fachhochschulen in der postgradualen Weiterbildung deutlich mehr Angebote entwickelt haben als die Universitäten. Diese sollten vermehrt das Potenzial ihrer umfangreichen Forschungsstärke nutzen, um aktuelle Themen in Weiterbildung zu integrieren.

Eine Fortführung der öffentlichen Förderung von vorwettbewerblicher Gemeinschaftsforschung und Verbundforschung ist sinnvoll

Der Nutzen der bisherigen Forschungsaktivitäten liegt nicht allein in der Entwicklung neuer Technologien und Verfahren an sich. Vielmehr haben sie durch ihre Qualifizierungs- und Beschäftigungseffekte auch einen positiven Einfluss auf die Berufsentwicklung der Jungakademiker. Aufgrund der finanziellen Unterstützung wird der Wettbewerbsdruck in den Forschungsprojekten abgemildert wodurch der Einsatz von Absolventen erleichtert wird, die sich im Rahmen von Forschungsprojekten zu Fachspezialisten weiterentwickeln können.

Der Praxisbezug im Rahmen des Studiums sollte weiter ausgebaut werden

Eine Steigerung des Praxisbezugs in der akademischen Qualifizierung wird unternehmensseitig sehr häufig betont. Als Leuchtturm gelten dabei studentische Wettbewerbe wie die Formula Student Electric (FSE), die von den Unternehmen stark unterstützt wird. Diese profitieren im Gegenzug von einer frühzeitigen Kontaktaufnahme mit und Bindung von potentiellen zukünftigen Mitarbeitern. Die Studierenden gewinnen dabei nicht allein fachliche Kompetenzen, sondern verbessern auch ihre eigenständige und interdisziplinäre Arbeitsweise. Ein stärkeres Engagement könnte durch verbesserte Möglichkeiten zur Anrechnung der Aktivitäten in der FSE auf das jeweilige Studium erzielt werden. Insbesondere bei kleineren Hochschulen mit begrenzten Ressourcen zur Unterstützung der Rennteams könnte eine zusätzliche Förderung hilfreich sein.

Die akademische Qualifizierung ist im internationalen Vergleich gut aufgestellt

Der stichprobenartige Vergleich der Qualifizierung in verschiedenen Ländern zeigt, dass die deutsche Hochschullandschaft sich sehr intensiv dem Thema Elektromobilität angenommen hat. Bei der Anzahl an spezifischen Studienangeboten wird dabei eine Vorreiterrolle eingenommen. Andererseits spiegelt sich die Internationalität der Geschäftsprozesse und Wertschöpfungsketten der Elektromobilität aktuell nicht in der Qualifizierung wider. Eine unmit-

telbare Zusammenarbeit mit ausländischen Hochschulen ist derzeit kein Bestandteil der bestehenden Studiengänge. Langfristig wäre die Etablierung internationaler Hochschulkooperationen und Identifizierung geeigneter Aktivitäten oder Themenfelder, innerhalb derer die Vernetzung der Studierenden oder der Forschenden stattfinden kann, ein weiterer Ansatzpunkt.

Die Verfügbarkeit von Fachkräften mit einem Abschluss im Bereich Elektrotechnik muss sichergestellt sein

Der Anteil an Beschäftigten mit einem Studienabschluss der Elektrotechnik wird in den Unternehmen der Automobilindustrie in den nächsten Jahren aufgrund der Elektromobilität ansteigen. Neben der gezielten Ausrichtung der akademischen Qualifizierung auf dieses Themenfeld ist deshalb die allgemeine Verfügbarkeit jener Absolventen eine der wichtigsten Forderungen. Verschiedenen Studien zufolge zeichnet sich hier jedoch ein Fachkräftemangel ab. Aktuell betrifft dieser die Unternehmen nach eigener Aussage nur geringfügig, da insbesondere die Automobilhersteller von ihrem Ruf als attraktiver Arbeitgeber profitieren. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich der Wettbewerb um hochqualifizierte Mitarbeiter auch branchenübergreifend verschärfen wird und insbesondere kleinere Unternehmen vor zusätzliche Herausforderungen stellt. Der mit der Elektromobilität verbundene Anwendungsbezug kann dabei nach Meinung von Hochschuldozenten durchaus die Attraktivität eines Elektrotechnikstudiums steigern.

2.2 Berufliche Qualifizierung

Die Ergebnisse der bisherigen Projektstätigkeiten zur beruflichen Aus- und Weiterbildung wurden bereits in einem gesonderten Zwischenbericht des Bundesinstituts für Berufsbildung im November 2015 dargestellt. Dieser umfasst eine umfangreiche Auswertung zu den bestehenden Qualifizierungsangeboten, einschließlich der methodischen Vorgehensweise zur Datenerhebung, eine Bestandsaufnahme zu den Projekten in den Schaufenstern Elektromobilität und die Aktivitäten zur Dokumentation der Projektergebnisse.

An dieser Stelle wird daher ausschließlich auf die Schnittstellen bzw. Gemeinsamkeiten und Unterschiede bei der Zusammenarbeit im Rahmen von NQuE eingegangen. Auf die Vorgehensweise innerhalb der Arbeitspakete wirken sich im Wesentlichen zwei grundsätzliche Aspekte aus, in denen sich die beiden Bildungsbereiche unterscheiden. Zum einen liegt der Schwerpunkt der Berufsbildung vor allem im Bereich des Fahrzeugvertriebs, der Wartung und Reparatur und der Installation der Versorgungsinfrastruktur (z.B. Ladeinfrastruktur). Die akademische Qualifizierung zielt hingegen auf die Tätigkeiten im Bereich der Forschung und Entwicklung ab. Eine stärkere Vernetzung beider Bereiche gibt es hingegen in der Fahrzeugproduktion, wobei auch hier eine Abgrenzung möglich ist.⁴⁰ Daraus leitet sich der zweite grundlegende Unterschied ab, der die zeitlich versetzt auftretende Relevanz des Themas Elektromobilität betrifft. Während zur Entwicklung elektrischer Fahrzeuge bereits lange vor dem Markthochlauf eine ausreichende Anzahl an Fachkräften benötigt wird, sind die Kompetenzen zur Wartung und Reparatur erst wesentlich später in vollem Ausmaß erforderlich. Aktuelle Änderungsbedarfe im Hinblick auf die Qualifizierungsbedarfe von Unternehmen sind daher in den für die Berufsbildung relevanten Segmenten, verglichen mit jenen im akademischen Bereich, tendenziell erst zu einem späteren Zeitpunkt aufgreifbar. Insbesondere in den Berufsfeldern des Fahrzeugvertriebs bzw. Reparatur und Wartung kommt außerdem den produkt-spezifischen Schulungen durch die Hersteller selbst eine erheblich stärkere Bedeutung zu.

Vor diesem Hintergrund ist die Vorgehensweise bei der Bedarfsanalyse im Rahmen des Arbeitspakets 2 zwischen BIBB und RWTH bzw. THI weitgehend unabhängig voneinander. Bei der Ist-Analyse von Bildungsangeboten (AP1) wurde hingegen Wert auf eine möglichst parallele Methodik gelegt. Deshalb wurde die Konzeption der Befragung von Qualifizierungsanbietern gemeinsam durchgeführt und anschließend auf gleicher technischer Basis (LimeSurvey) umgesetzt. Während bei der Berufsbildung die Online-Befragung stärker im Mittelpunkt stand, musste die Informationserhebung auf akademischer Seite zusätzlich durch eigene Recherchen ergänzt werden (vgl. Abbildung 38). Auf die Zusammenarbeit bei der Ergebnisdokumentation wird in Kapitel 2.3 ausführlich eingegangen.

Bei der Analyse von Qualifizierungsangeboten sind bislang nur wenige Schnittstellen zwischen beiden Bildungsbereichen aufgetreten. Vor allem finden sich diese in den Schaufensterprojekten, wo beispielsweise in der Lernwelt Berlin eine enge Zusammenarbeit besteht oder bei der Akademischen Bildungsinitiative Elektromobilität. Im Rahmen dieses Projektes wurde ein berufs begleitender Bachelorstudiengang konzipiert, der sich explizit an beruflich qualifizierte

⁴⁰ bayme vbm (2012)



richtet (vgl. Kapitel 2.1.2.7). Die verstärkten Maßnahmen zur Veränderung der Zugangsmöglichkeiten zur akademischen Qualifizierung wirken sich selbstverständlich auch auf das Themenfeld der Elektromobilität aus.

Beiden Bildungsbereichen ist außerdem ein zunehmender systemübergreifender Ansatz gemein. Beispiele dafür sind in der Entwicklung die Kompatibilität von Fahrzeug und Ladeinfrastruktur oder im Vertrieb die Bündelung von Fahrzeug und Stromversorgungstarif.

2.3 Dokumentation der Projektergebnisse

Neben der Durchführung von Bestands- und Bedarfsanalysen ist die Dokumentation der Erkenntnisse und Ergebnisse eine elementare Zielsetzung des Projektes. Die Basis hierfür ist der gemeinsame Internetauftritt der Verbundpartner (<http://www.nque.de>). Dieser ermöglicht einen öffentlichen Zugang zu den Informationen rund um die elektromobilitätsbezogene Aus- und Weiterbildung. Als Zielgruppe stehen Anbieter von Qualifizierungsangeboten im Fokus, die sich hier einen Überblick über die Aktivitäten in ihrem Umfeld verschaffen können, sowie Unternehmen und die interessierte Fachöffentlichkeit. Zu Beginn des Projektes wurde in Abstimmung mit dem Bundesministerium für Bildung und Forschung bzw. dem Projektträger VDI/VDE-IT festgelegt, dass diese NQuE-Website als Unterseite in den Auftritt des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) integriert wird. Dadurch besteht die Möglichkeit auch nach Ende der Projektlaufzeit von NQuE die Seite an diesem Ort weiterhin zu betreiben. Für die Gestaltung muss deshalb der Styleguide des BIBB berücksichtigt werden.

Demzufolge liegt die Umsetzung der NQuE-Website bzw. die Vergabe an die technischen Dienstleister in der Zuständigkeit des BIBB, wobei eine regelmäßige Abstimmung mit der RWTH und THI zur Gestaltung der Benutzeroberfläche im Detail stattfindet. Zudem verfügen die beiden Hochschulpartner in begrenztem Umfang über einen eigenen Zugang zur Änderung bzw. Ergänzung weiterer Informationen. Das Konzept zum Aufbau der Seite, sowie der jeweils aktuelle Umsetzungsstand werden fortlaufend in den Sitzungen des Projektbeirates präsentiert.

Zentrales Element der NQuE-Website stellen die beiden Datenbanken dar, in der Bildungsangebote im Bereich Elektromobilität gelistet sind. Aufgrund der unterschiedlichen Struktur der Angebote in der beruflichen und akademischen Bildung erfolgt die Ausgabe in zwei getrennten Darstellungen. Diesen gemein sind die tabellarische Darstellung der Bildungsangebote sowie die Möglichkeit einer Filterung der Anzeige nach bestimmten Kriterien, beispielsweise der adressierten Inhalte anhand der Handlungsfelder. Ausgangspunkt für die Gestaltung der Datenbank akademischer Bildungsangebote sind Studiengänge, da diese das umfänglichste Qualifizierungskonzept darstellen. Auf dieser Basis können unter gleichen Kriterien auch Studiengänge mit Vertiefungsrichtung oder einzelnen Modulen zur Elektromobilität aufgenommen werden. Wie in Abbildung 39 ersichtlich, sind in der tabellarischen Darstellung der Datenbank die Studiengänge mit jeweiliger Hochschule, dem Abschluss, der Studienform und der abgedeckten Handlungsfelder aufgeführt. Hinter jedem Eintrag der Datenbank liegt eine weitere Unterseite, die in Form eines kurzen Steckbriefs zusätzliche Informationen zum Qualifizierungsangebot gibt. Dies umfasst beispielsweise Regelstudienzeit, ETCS-Punkte und weitere Informationen analog zur Hochschulbefragung (vgl. Kapitel 2.1.1). Zum aktuellen Zeitpunkt wurden ausschließlich Studiengänge aufgenommen, die direkt bzw. in erheblichem Umfang die Elektromobilität aufgreifen, oder eine entsprechende Vertiefungsrichtung enthalten. Dabei werden sowohl die Rückläufer der Hochschulbefragung als auch die eigens recherchierten Studiengänge berücksichtigt. Vor diesem Hintergrund wurden bislang über 40 Angebote eingetragen. Eine Erweiterung wäre jederzeit möglich, aufgrund der Übersichtlichkeit aber nicht erstrebenswert.

Neben der Datenbank besteht die NQuE-Website auch aus einer Landkarte, die eine Verortung der beruflichen und akademischen Bildungsangebote enthält, ergänzt um die Standorte von Forschungseinrichtungen und relevanten Unternehmen.

Des Weiteren enthält die Projekt-Website die vollständige Dokumentation der Nationalen Bildungskonferenz Elektromobilität vom Juni 2015, einschließlich Programmablauf und Präsentationsunterlagen, sowie Informationen zu den Projektpartnern, den Schaufenstern Elektromobilität, aktuellen Veranstaltungen und weiterführenden Themen.

Filterung

Hochschulart

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Universität

Abschluss

Bachelor Diplom Master

Studienform

berufsbegleitend
 dual
 Teilzeit
 Vollzeit

Kooperation

Alle

Handlungsfeld

Alle

[» Ergebnisse anzeigen](#)

Ergebnisse

Studiengang	Hochschule	Abschluss	Studienform	Handlungsfeld
Alternative Antriebe in der Fahrzeugtechnik »	Ostfalia Hochschule	Master	Teilzeit berufsbegleitend	Fahrzeugtechnik eCar
Automotive Electronics »	Technische Hochschule Deggendorf	Master	Teilzeit berufsbegleitend	Fahrzeugtechnik eCar
Automotive Electronics »	OTH Regensburg	Master	Teilzeit	Fahrzeugtechnik eCar

Abbildung 37: Datenbank

Als zentrale Plattform für Themen der Aus- und Weiterbildung im Bereich Elektromobilität bietet die NQuE-Website die Möglichkeit zu weiteren Ergänzungen. Dazu zählen beispielsweise die Ergebnisse aus den Schaufenstern Elektromobilität oder anderer Vorhaben. Es wird außerdem zu klären sein, in welcher Form die genauen Analyseergebnisse von NQuE, wie sie in diesem Bericht enthalten sind, in den Internetauftritt zu ergänzen sind.

3 Zusammenfassung und Ausblick

Durch die Bedarfsanalyse hat sich bereits ein umfängliches Bild der gegenwärtigen Qualifizierungsangebote ergeben. Zusammenfassend lassen sich zum aktuellen Stand des Projektes bereits folgende Kernaussagen ableiten.

- > Die Themen der Elektromobilität haben in zahlreichen Studiengängen und Vertiefungsrichtungen Eingang in die akademische Qualifizierung gefunden. Insbesondere in Bezug auf Aspekte der Fahrzeugtechnik sind die Hochschulen in Deutschland sehr gut aufgestellt, auch im Vergleich mit anderen europäischen Ländern. Parallel zum anteiligen Bedeutungszuwachs der Elektromobilität bei der Fahrzeugproduktion gilt es für die Hochschulen weiterhin sukzessive die entsprechenden Fachinhalte zu integrieren.
- > Es wird weiterhin Wert auf den Erwerb von Grundlagenwissen in den jeweiligen Fachgebieten der Elektromobilität gelegt, was sich insbesondere in den vom Arbeitsmarkt nachgefragten fachlichen Qualifikationen widerspiegelt. Dies wird jedoch zunehmend, zumeist in fortgeschrittenen Fachsemestern, interdisziplinär in den Gesamtkontext der Elektromobilität integriert.
- > Im Bereich der Forschung bzw. der Qualifizierung des wissenschaftlichen Nachwuchses bildet die Elektromobilität ein Kernthema und ist Anknüpfungspunkt für die wissenschaftliche Bearbeitung zukunftsrelevanter Aufgabenstellung im Bereich der Ingenieur-, Wirtschafts- und Gesellschaftswissenschaften. Insbesondere haben Forschungsarbeiten zur Weiterentwicklung der Energiespeichertechnik stark zugenommen.
- > Alle Qualifizierungsanbieter, die ihr aktuelles Portfolio im Bereich der Elektromobilität weiter ausbauen möchten, finden in den Schaufenstern innovative Ansätze, die häufig auch für eine Adaption durch weitere Hochschulen bzw. Weiterbildungsanbieter zur Verfügung stehen. Eine kurzfristige Verstärkung der Qualifizierungsaktivitäten wäre demnach im Falle eines schnelleren Markthochlaufs gewährleistet.
- > Über eine Vielzahl an internationalen Hochschulkooperationen und länderübergreifenden Programmen besteht die Möglichkeit im Rahmen eines Studiums Auslandserfahrung zu sammeln. Eine spezifisch auf Elektromobilität ausgerichtete Qualifizierung könnte dies noch verstärken. In gemeinsamen Angeboten verschiedener Hochschulen könnten die jeweiligen Kompetenzen aus unterschiedlichen Fachgebieten gebündelt werden.
- > Insbesondere im Bereich der Weiterbildung ist eine hohe Transparenz der verfügbaren Qualifizierungsmöglichkeiten von Bedeutung. Hier sind die Unternehmen gefordert ihre internen Bildungsbedarfe zu ermitteln und diese an die Hochschulen zu kommunizieren. Dabei kann häufig auf bereits bestehende Kooperationen zurückgegriffen werden.

Mit den Voranalysen konnten bereits diverse Handlungsbedarfe identifiziert werden. Dies umfasst beispielsweise flexible Weiterbildungsangebote oder eine stärkere Vernetzung verschiedener Fachbereiche. Im weiteren Verlauf des Projektes wird nun die Ermittlung von Qualifizierungsbedarfen fortgesetzt und mit den bereits analysierten Bildungsangeboten abgegli-



chen. Einer der zentralen Fragestellungen ergibt sich hierbei in Bezug auf den systemübergreifenden Ansatz bei der inhaltlichen Ausrichtung akademischer Qualifizierungsangebote. Es gilt zu ermitteln, in wie weit eine Spezialisierung in bestimmten Fachgebieten gegenüber einem Überblickswissen zu verschiedenen Handlungsfeldern erforderlich ist.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: NQuE-Projektconstellation	5
Abbildung 2: Arbeitspakete NQuE.....	7
Abbildung 3: Projektumfeld	9
Abbildung 4: Einordnung Verbundprojekt	11
Abbildung 5: Handlungsfelder Elektromobilität.....	12
Abbildung 6: Auswahl Hochschulen	16
Abbildung 7: Hochschulen regionale Verteilung.....	16
Abbildung 8: Struktur Qualifizierungsangebote	18
Abbildung 9: Anzahl Studierende	20
Abbildung 10: Fachbereiche Universitäten	21
Abbildung 11: Themenbereiche HAW	21
Abbildung 12: Auswertung Studiengänge Elektromobilität	22
Abbildung 13: Regionale Verteilung Studiengänge Elektromobilität.....	23
Abbildung 14: Ausgleich ECTS	25
Abbildung 15: Vertiefungsrichtungen	30
Abbildung 16: Zuordnung Vertiefung - Studiengang.....	31
Abbildung 17: Anrechnung Formula Student.....	37
Abbildung 18: Zuordnung Studiengänge - Handlungsfelder	41
Abbildung 19: Integration von E-Mob-Inhalten in konventionelle Studiengänge	42
Abbildung 20: Aggregierte Abdeckung der Handlungsfelder.....	43
Abbildung 21: Anzahl Unterkategorien Handlungsfelder	44
Abbildung 22: ABC-Analyse NPE.....	45
Abbildung 23: HAWs nach Anzahl Studierender	46
Abbildung 24: Elektromobilität in Fahrzeug-/Elektrotechnik.....	47
Abbildung 25: Elektromobilität in der Fahrzeugtechnik	48
Abbildung 26: Strukturierte Promotionsprogramme.....	55
Abbildung 27: Projekte Aus- und Weiterbildung	60
Abbildung 28: Handlungsfelder Schaufensterprojekte	64
Abbildung 30: Zeitleiste Quellen Voranalyse	73
Abbildung 31: Themenbereiche Voranalyse	79
Abbildung 31: Stellenausschreibung im Bereich Elektromobilität bei der AUDI AG.....	82
Abbildung 32: Auswertung Stellenausschreibung.....	83
Abbildung 33: Handlungsfelder Stellenausschreibungen	84
Abbildung 34: Fachbereiche Stellenausschreibungen	84
Abbildung 35: Tätigkeitsprofile Stellenausschreibungen	85
Abbildung 36: Zuordnung Fachbereiche	86
Abbildung 37: Datenbank.....	113



Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Studiengänge Elektromobilität (direkt)	22
Tabelle 2: Studiengänge Elektromobilität (indirekt)	24
Tabelle 3: Zuordnung Themencluster - Fachbereich.....	46
Tabelle 4: Forschungslandkarte der Hochschulrektorenkonferenz	53
Tabelle 5: Batterieforschung an den TU9.....	54
Tabelle 6: Elektromobilitätszentren an deutschen Universitäten.....	54
Tabelle 7: Fachkonferenzen Elektromobilität	56
Tabelle 8: Schaufensterprojekte	59
Tabelle 9: Internationale Qualifizierungsangebote	67
Tabelle 10: Zuordnung der Kompetenzbedarfe	95

Abkürzungsverzeichnis

AP	Arbeitspaket
BIBB	Bundesinstitut für Berufsbildung
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BuW	Begleit- und Wirkungsforschung
HAW	Hochschule für angewandte Wissenschaften
IAW	Institut für Akademische Weiterbildung
IKA	Institut für Kraftfahrzeuge
KIT	Karlsruher Institut für Technologie
KMK	Kultusministerkonferenz
NPE	Nationale Plattform Elektromobilität
NQuE	Netzwerk Qualifizierung Elektromobilität
OEM	Original Equipment Manufacturer
QA	Qualifizierungsangebot
RWTH	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
THI	Technische Hochschule Ingolstadt
TU9	Verbund der neun größten deutschen Technischen Universitäten
UNI	Universität

Literaturverzeichnis

bayme vbm – Die bayerischen Metall- und Elektro-Arbeitgeber (2012): Qualifizierung für die Elektromobilität

Begleit- und Wirkungsforschung (2015)

[http://schaufenster-elektromobilitaet.org/de/content/ueber_das_programm/begleit_und_wirkungsforschung/begleit_und_wirkungsforschung_1.html]

Berylls Strategy Advisors (2015)

[<http://de.statista.com/statistik/daten/studie/261918/umfrage/umsatzstaerkste-automobilzulieferer-weltweit/>]

BITS – University of Business Leadership (2016)

[<http://www.bits-hochschule.de/en/summer-school/iserlohn/>]

BMBF - Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014)

[<https://www.bmbf.de/de/neue-netzpraesenz-schaufenster-elektromobilitaet-heute-gestartet-651.html>]

BMUB - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2011): Regierungsprogramm Elektromobilität

[http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Verkehr/regierungsprogramm_emob_bf.pdf]

DRIVE-E (2016)

[<https://www.drive-e.org/>]

ecomento.tv (2016): Europa muss bei E-Mobilität „vorangehen“

[<http://ecomento.tv/2016/01/26/vw-elektroauto-elektromobilitaet-2020-europa-mueller/>]

E-Mob-Train (2016)

[<http://emobtrain.at/wordpress/>]

FKFS (2016)

[<http://fkfs-veranstaltungen.de/stuttgart-international-summer-school/>]

Formula Student (2016)

[<https://www.formulastudent.de/>]

Hochschulkompass (2015)

[<http://www.hochschulkompass.de/>]

Hochschulrahmengesetz (2015)

[<http://www.gesetze-im-internet.de/hrg/>]

Hochschulrektorenkonferenz (2003)

[<http://www.hrk.de/positionen/gesamtliste-beschluesse/position/convention/empfehlung-des-bmbf-der-kmk-und-der-hrk-an-die-hochschulen-zur-vergabe-von-leistungspunkten-in-der/>]

Hochschulrektorenkonferenz (2016)

[<http://www.hrk-nexus.de/meta/glossar/quelle/default/eintrag/modul-174/>]

IDEA League (2016)

[<http://idealeague.org/connected-and-automated-mobility-rwth-aachen/>]

IKA – Institut für Kraftfahrzeuge (2011): Job opportunities in vehicle electrification

KMK - Kultusministerkonferenz (2003)

[http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2003/2003_10_10-Laendergemeinsame-Strukturvorgaben.pdf]

KMK - Kultusministerkonferenz (2005)

[http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2005/2005_04_21-Qualifikationsrahmen-HS-Abschluesse.pdf]

Koordinierungsstelle Forschung (2014)

[http://www.hs-furtwangen.de/fileadmin/user_upload/Forschung_Transfer/Dokumente/Leitfaden_Forschung_an_HAW_Stand_Nov2014.pdf]

Learning e-Mobility Plus (2016)

[<http://emoplus.bgz-berlin.de/116/>]

Lernwelt Elektromobilität Berlin (2015)

[http://www.e-mob-lernwelt-berlin.org/assets/images/PDF/e_mob-Publikation_NR3_web.pdf]

MAGMA (2016)

[<http://www.migreenmobility.com/education-and-training/>]

Magna (2016)

[<http://www.magna.com/studentinnovationchallenge>]

Nationale Plattform Elektromobilität (2012): Kompetenz-Roadmap

[http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/fileadmin/user_upload/Redaktion/Kompetenz-Roadmap_NPE_2012_V02_barrierefrei.pdf]

Shell (2015)

[<http://www.shell.de/aboutshell/our-commitment/eco-marathon.html>]

Staatliche Berufsschule I Deggendorf (2016)

[<https://www.berufsschule-deggendorf.de/technikerschule-baut-elektrokutsche-1206.html>]

Statista (2015)

[<http://de.statista.com/statistik/daten/studie/2140/umfrage/anzahl-der-deutschen-studenten-nach-studienfach/>]

Staufenbiel (2015)

[<https://www.staufenbiel.de/ingenieure/formula-student/formula-student-germany-karrieresprung-brett-fuer-ingenieure-teil-1.html>]

THI – Technische Hochschule Ingolstadt (2016)

[<http://aware.thi.de/>]

Universität Oldenburg (2016)

[<http://phd-renewable-energy.de/en/events/e-mobility-2015/>]

Valeo (2016)

[<https://valeoinnovationchallenge.valeo.com/>]



Anhang

- A. Tabelle Vertiefungsrichtungen und Module
- B. Fragebogen Unternehmensbefragung
- C. Kontaktaufnahme Unternehmen
- D. Artikel Lernwelt Elektromobilität Berlin
- E. Quellentexte Voranalyse Qualifizierungsbedarfe



A. Tabelle Vertiefungsrichtungen und Module

Vertiefungsrichtungen

Hochschule	Studiengang	Vertiefungsrichtung	Abschluss
Hochschule Fulda	Elektrotechnik und Informationstechnik	Erneuerbare Energiesysteme und Elektromobilität	Bachelor of Engineering
SRH Hochschule Heidelberg	Elektrotechnik	Elektromobilität	Bachelor of Engineering
DHBW Mannheim	Mechatronik	Elektromobilität	Bachelor of Engineering
DHBW Mosbach	Mechatronik	Elektromobilität	Bachelor of Engineering
Hochschule Mittweida	Elektro- und Informationstechnik	Elektromobilität	Bachelor of Science / Diplomingenieur
Ostfalia Hochschule	Elektro- und Informationstechnik	Elektromobilität und Energiesysteme	Bachelor of Engineering
Verwaltungs- und Wirtschaftsakademie Ostbayern	Master of Business Administration	E-Mobility	Master of Business Administration
Hochschule RheinMain	Elektrotechnik	Elektrotechnik und Mobilität	Bachelor of Engineering
Westfälische Hochschule Zwickau	Elektrotechnik	Elektromobilität	Bachelor of Science / Diplomingenieur
Technische Hochschule Deggendorf	Technologiemanagement	Elektromobilität	Bachelor of Engineering
Technische Universität Freiberg	Maschinenbau	Elektromobilität	Bachelor of Science / Master of Science
Karlsruher Institut für Technologie	Elektro- und Informationstechnik	Elektromobilität	Master of Science

Module

Hochschule	Modul
RWTH Aachen	Alternative und elektrifizierte Fahrzeugantriebe
RWTH Aachen	Batteriespeichersystemtechnik
TU Berlin	Elektrische Antriebe für Straßenfahrzeuge
TU Berlin	Elektrochemische Energiespeichersysteme
Karlsruher Institut für Technologie	Batterie- und Brennstoffzellensysteme
Karlsruher Institut für Technologie	Hybride und elektrische Fahrzeuge
Karlsruher Institut für Technologie	Efficient Energy Systems and Electric Mobility
Karlsruher Institut für Technologie	Production Systems for e-Mobility

TU Braunschweig	Alternative Antriebssysteme und Fahrzeugkonzepte
TU Braunschweig	Elektrochemische Energiespeicher
TU Braunschweig	Energieversorgungsnetze und Energiemanagement im Fahrzeug
TU Dresden	Elektrische Antriebe für Straßenfahrzeuge
TU Dresden	Alternativ-, Elektro- und Hybridantriebe
TU München	Entwicklung von Elektrofahrzeugen
TU München	Antriebsregelung für Elektrofahrzeuge
TU München	Batteriespeicher
TU München	Elektrische Straßenfahrzeuge
Uni Hannover	Elektrische Bahnen und Fahrzeugantriebe
Uni Hannover	Alternative Antriebe
Uni Stuttgart	Speichertechnik für elektrische Energie
Uni Stuttgart	Mobile Energiespeicher
Uni Stuttgart	Aspekte der Elektromobilität
Uni Stuttgart	Induktives Laden
Uni Stuttgart	Lithiumbatterien: Theorie und Praxis
Uni Stuttgart	Hybridantriebe

Hochschule	Studiengang	Modul	Abschluss
BBW Hochschule Berlin	Elektrotechnik	E-Mobility	Bachelor of Engineering
Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden	Automatisierungstechnik	Automobilelektronik/Elektromobilität	Bachelor of Engineering / Diplom
Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden	Elektrotechnik/Elektronik	Automobilelektronik/Elektromobilität	Bachelor of Engineering / Diplom
Technische Hochschule Ingolstadt	Automotive & Mobility Management	Elektromobilität und alternative Antriebskonzepte in der Automobilindustrie	Master of Arts
Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin	Studiengang-übergreifend	Elektromobilität	Bachelor / Master
Technische Hochschule Deggendorf	Automotive Electronics	Elektromobilität	Master of Engineering
Hochschule Hamm-Lippstadt	Wirtschaftsingenieurwesen	Praktikum Elektromobilität	Bachelor of Engineering
Hochschule Aalen	Maschinenbau, Produktentwicklung und Simulation	Gesamtfahrzeug/Elektromobilität	Bachelor of Engineering
Technische Hochschule Nürnberg	Urbane Mobilität (Verkehrsingenieurwesen)	Postfossile Mobilität	Master of Engineering
Technische Hochschule Nürnberg	Urbane Mobilität (Verkehrsingenieurwesen)	Energiewirtschaft	Master of Engineering
Technische Hochschule Nürnberg	Urbane Mobilität (Verkehrsingenieurwesen)	Fahrzeugtechnik	Master of Engineering
Technische Hochschule Nürnberg	Urbane Mobilität (Verkehrsingenieurwesen)	Elektrische Energieversorgung	Master of Engineering

Fachhochschule Rosenheim	Wirtschaftsingenieurwesen, Energie- und Gebäudetechnologie, Angewandte Forschung und Entwicklung	Elektromobilität	Bachelor of Engineering
Fachhochschule Frankfurt	Bauingenieurwesen	Elektromobilität - Utopie oder Realität	Master of Engineering
Hochschule Biberach	Energiewirtschaft	"E-Mobility"	Bachelor of Arts
Hochschule fuer angewandte Wissenschaften Kempten	Energie- und Umwelttechnik, Mechatronik	Elektromobilität	Bachelor of Engineering
Hochschule Esslingen	Fahrzeugtechnik	Nachhaltige Mobilität	Master of Engineering
Hochschule fuer Technik und Wirtschaft Dresden	Fahrzeugtechnik PKW, Fahrzeugtechnik LKW	Elektrische Mobilität	Diplom
Hochschule fuer Technik und Wirtschaft Dresden	Elektrotechnik, Automatisierungstechnik, Kommunikationstechnik, Mechatronik	Auto/Elektromobilität	Diplom
Ostfalia Hochschule	Intelligente Mobilität und Energiesysteme	Automobilelektronik und Elektromobilität	Master of Engineering
Ostfalia Hochschule	Transport- und Logistikmanagement, Logistik- und Informationsmanagement, Wirtschaftsingenieurwesen Verkehr, Personenverkehrsmanagement	Elektromobilität	Bachelor of Arts / Bachelor of Science
Fachhochschule Dortmund	Informations- und Elektrotechnik	Elektromobilität	Master of Engineering
Hochschule Darmstadt	Energiewirtschaft	Elektromobilität	Bachelor of Science
Hochschule Darmstadt	Elektrotechnik und Informationstechnik	Elektromobilität	Bachelor of Engineering

B. Fragebogen Unternehmensbefragung



Im Rahmen des Projektes Netzwerk Qualifizierung Elektromobilität wird im Auftrag des Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) die elektromobilitätsbezogene Aus- und Weiterbildung in Deutschland analysiert.

Dabei soll unter anderem ermittelt werden, welche Qualifizierungsbedarfe seitens der Unternehmen bestehen und ob diese durch das gegenwärtige Studienangebot der Hochschulen und Universitäten erfolgreich abgebildet werden. Die folgenden Fragen beziehen sich ausschließlich auf den Bereich der akademischen Qualifizierung.

Durch Ihre Teilnahme tragen Sie dazu bei die Aus- und Weiterbildung optimal auf zukünftige Anforderungen der Unternehmen auszurichten.

Sämtliche Angaben werden vertraulich behandelt und ausschließlich anonym ausgewertet.

1. Welche Handlungsfelder der Elektromobilität sind für Ihr Unternehmen von besonderer Relevanz?

- Infrastruktur / Stationen (Ladestationen, Lademanagement, ...)
- Infrastruktur / Netze (Energiemanagement, Intelligente Stromnetze, ...)
- Fahrzeugtechnik eCar (Batteriesysteme, Elektromotor, Fahrerassistenz, ...)
- Produktionstechnik eCar (Leichtbau, Batteriefertigung, ...)
- Fahrzeugservice und -handel (Fahrzeugreparatur und -wartung, ...)
- Systemdienstleistungen (Geschäftsmodelle, Nutzerkonzepte, Mobilitätsmanagement, ...)

2. Ergeben sich im Kontext der Elektromobilität aus Sicht Ihres Unternehmens geänderte Qualifizierungsbedarfe? Bitte beschreiben Sie kurz wichtigsten Veränderungen bzw. Kompetenzbedarfe. Dies kann beispielweise neue fachliche Anforderungen im technischen oder wirtschaftlichen Bereich, Interdisziplinarität oder die Weiterqualifizierung von Mitarbeitern betreffen.

3. Wie gut sind die Curricula/Lehrpläne der Hochschulen und Universitäten in Deutschland auf eine elektromobilitätsbezogene Qualifizierung, wie sie in Ihrem Unternehmen benötigt wird, ausgerichtet?

- | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| sehr gut | gut | befriedigend | ausreichend | mangelhaft |

Wo bestehen dabei aus Ihrer Sicht Handlungsbedarfe?

4. Findet in Kooperation mit Hochschulen bzw. anderen Bildungsanbietern oder im Unternehmen selbst eine Weiterbildung zur Elektromobilität statt?

ja - In welchen Bereichen?

nein - Besteht zukünftig ein entsprechender Bedarf?

5. *Besteht aus Ihrer Sicht ein Bedarf für das Angebot von Studiengängen, die unmittelbar auf Elektromobilität ausgerichtet sind, oder halten Sie allgemeine Studiengänge (z.B. Elektrotechnik, Informatik, Maschinenbau, Fahrzeugtechnik) für ausreichend/sinnvoller?*

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5
erheblicher Bedarf an Studiengängen „Elektromobilität“	großer Bedarf	mäßiger Bedarf	geringer Bedarf	nicht erforderlich

6. *Welche Kompetenzen sollten an den Hochschulen für Tätigkeiten in der Elektromobilität vermehrt ausgebildet werden?*

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
←-----	-----	-----	-----	-----→

Systemübergreifendes Überblickswissen				Spezialisiertes Fachwissen

7. *Wie groß ist in Ihrem Unternehmen aktuell der Bedarf an einer berufsbegleitenden Weiterbildung im Bereich Elektromobilität?*

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5
erheblicher Bedarf	großer Bedarf	mäßiger Bedarf	geringer Bedarf	nicht erforderlich

Anzahl der Mitarbeiter mit Weiterbildungsbedarf:

8. *In den letzten Jahren haben die Hochschulen und Universitäten ihr Portfolio im Bereich Elektromobilität deutlich verstärkt. Einen Überblick dazu können Sie sich unter www.nque.de verschaffen. Verfügen elektromobilitätsbezogene Qualifizierungsangebote (z.B. duales / berufsbegleitendes Studium) über ausreichende Bekanntheit bei Unternehmen?*

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1	2	3	4	5



sehr gute Be-
kanntheit

gute Bekanntheit

mäßige Bekant-
heit

geringe Bekant-
heit

unzureichende
Bekanntheit

9. Welche weiteren inhaltlichen oder konzeptionellen Anforderungen und Bedarfe bestehen aus Sicht Ihres Unternehmens für die zukünftige Qualifizierung im Kontext der Elektromobilität?

Zur Ermittlung zukünftiger Qualifizierungsbedarfe werden im Rahmen des Projektes verschiedene Unternehmensworkshops durchgeführt. Wenn eine Teilnahme daran für Sie denkbar ist, möchten wir Sie um Angabe einer Kontaktperson bitten.

Name:

E-Mail:

Tel.:

Vielen Dank für Ihre Teilnahme an dieser Befragung. Die ausgewerteten Ergebnisse lassen wir Ihnen auf Anfrage gerne zukommen.

Bitte kontaktieren Sie uns bei weiteren Fragen oder Anregungen zum Netzwerk Qualifizierung Elektromobilität.



Institut für Kraftfahrzeuge

RWTH Aachen



Institut für Akademische Weiterbildung

Technische Hochschule Ingolstadt

Verbundpartner im Projekt **Netzwerk Qualifizierung Elektromobilität**



C. Kontaktaufnahme Unternehmen

Im Rahmen des Bildungsforschungsprojektes *Netzwerk Qualifizierung Elektromobilität* werden die Qualifizierungsbedarfe von Unternehmen im Bereich Elektromobilität analysiert.

Vor diesem Hintergrund möchten wir Sie um Ihre Unterstützung bitten, in Form der Teilnahme an einem Workshop, bei dem die zukünftige Ausrichtung der akademischen Aus- und Weiterbildung im Themenfeld Elektromobilität diskutiert wird.

Nachfolgend finden Sie dazu eine Zusammenstellung der wichtigsten Informationen:

Das Projekt Netzwerk Qualifizierung Elektromobilität

Das Netzwerk Qualifizierung Elektromobilität (NQuE) ist ein Verbundprojekt, das vom Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) in Kooperation mit der RWTH Aachen und der Technischen Hochschule Ingolstadt durchgeführt wird. Das Vorhaben wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert und folgt der Zielsetzung, die elektromobilitätsbezogene Aus- und Weiterbildung zu analysieren. Dabei werden in drei aufeinander folgenden Schritten zunächst das gegenwärtige Angebot an Qualifizierungsmöglichkeiten (z.B. Studiengänge) erfasst, anschließend die Qualifizierungsbedarfe von Unternehmen ermittelt und letztlich Handlungsempfehlungen abgeleitet und dokumentiert.

Auf dieser Basis soll zu einer optimalen Gestaltung der Aus- und Weiterbildung im Bereich Elektromobilität für die Zukunft beigetragen werden.

Weitere Informationen zum Projekt erhalten Sie unter www.ngue.de. Dort finden Sie unter anderem eine Datenbank mit Qualifizierungsangeboten und die Unterlagen zur Nationalen Bildungskonferenz Elektromobilität.

Die Analyse von Qualifizierungsbedarfen aus Unternehmenssicht

Um zukünftige Qualifizierungsbedarfe zu identifizieren, sind fundierte Einschätzungen durch die betreffenden Unternehmen von entscheidender Bedeutung. Deshalb werden im Rahmen des Projektes NQuE Workshops mit Unternehmensvertretern aus Fach- und Personalabteilungen durchgeführt, die eine zentrale Grundlage für die systematische Erfassung der Anforderungen an die akademische Aus- und Weiterbildung darstellen.

Dabei sollen einerseits inhaltliche Aspekte thematisiert werden, beispielsweise in wie weit eine Vertiefung spezifischer Inhalte (Energiespeicher, elektrische Antriebe, Leichtbau etc.) oder die Vermittlung von systemübergreifendem Wissen zur Elektromobilität erforderlich ist.

Andererseits stehen konzeptionelle Themen wie die Transparenz von Bildungsangeboten oder die Flexibilität von Weiterbildungsmaßnahmen im Fokus.

Die Durchführung von themenbezogenen Workshops

Hinsichtlich des organisatorischen Ablaufs der Workshops ist eine halbtägige Veranstaltung unter Einbezug verschiedener Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette vorgesehen. Im Bereich Fahrzeug- und Produktionstechnik umfasst dies insbesondere Unternehmensvertreter von OEMs, Zulieferern und Entwicklungsdienstleistern.

Im weiteren Verlauf des Projektes werden außerdem Workshops zu den Bereichen Energieversorgung (Ladeinfrastruktur, intelligente Netze) und Systemdienstleistungen (Geschäftsmodelle, Mobilitätsmanagement) durchgeführt.

Um einen möglichst geringen Aufwand für die teilnehmenden Unternehmensvertreter zu realisieren, werden die Workshops an verschiedenen Standorten (Ingolstadt, Aachen, ...) angeboten.

Der Nutzen für die teilnehmenden Unternehmensvertreter

Mit der Erhebung von Qualifizierungsbedarfen soll ein möglichst großer Nutzen für die beteiligten Unternehmen erzielt werden. Neben dem übergeordneten Ziel einer optimal gestalteten Bildungslandschaft zur langfristigen Fachkräftesicherung, bietet die Teilnahme an einem Workshop folgende Vorteile.

Die Unternehmen erhalten einen umfassenden Einblick in die akademische Bildungslandschaft im Bereich der Elektromobilität, die im bisherigen Verlauf des Projektes NQuE analysiert wurde. Außerdem bietet sich die Möglichkeit einer Darstellung der eigenen Qualifizierungsbedarfe mit anschließender Auswertung und Transfer zu Hochschulen und an die Politik. Zusätzlich können die Beteiligten von einer Vernetzung mit anderen Unternehmen zu aktuellen Bildungsthemen profitieren.

Für weiterführende Informationen und Rückfragen stehen wir Ihnen jederzeit gerne zur Verfügung.



Technische Hochschule
Ingolstadt
Institut für
Akademische Weiterbildung

Jan-Christian Ickrath

Tel +49 (0) 841 / 9348-1531

Jan-Christian.Ickrath@thi.de

Christian Harter

Tel +49 (0) 241 / 80-25613

harter@ika.rwth-aachen.de



Netzwerk Qualifizierung Elektromobilität

D. Artikel Lernwelt Elektromobilität Berlin



NETZWERK QUALIFIZIERUNG ELEKTROMOBILITÄT (NQuE)

ANALYSE DER ELEKTROMOBILITÄTSBEZOGENEN AUS- UND WEITERBILDUNG



Eine wesentliche Voraussetzung für den Erfolg der Elektromobilität ist eine breite Basis hervorragend qualifizierter und hoch motivierter Fachkräfte, die optimal auf die Herausforderungen neuer Antriebs- und Mobilitätskonzepte vorbereitet sind.

VERBUNDPROJEKT NQuE

Vor diesem Hintergrund ist es Aufgabe des Projektes „Netzwerk Qualifizierung Elektromobilität“, das gegenwärtige elektromobilitätsbezogene Bildungsgeschehen in Deutschland zu analysieren. Die gewonnenen Erkenntnisse werden an den Qualifizierungsanforderungen der Unternehmen gespiegelt und somit Optimierungsbedarfe identifiziert. Auf dieser Grundlage werden Handlungsempfehlungen zur zukünftigen Umsetzung abgeleitet. Im Fokus der Betrachtung liegen dabei auch die verschiedenen Bildungsprojekte innerhalb der „Schaufenster Elektromobilität“.

Im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung führt das Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) das Projekt NQuE in Kooperation mit dem Institut für Kraftfahrzeuge der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen (RWTH) und dem Institut für Akademische Weiterbildung der Technischen Hochschule Ingolstadt (THI) durch. Dabei analysiert das BIBB die berufliche Aus- und Weiterbildung, während auf dem Gebiet der akademischen Qualifizierung die RWTH für die Universitäten bzw. die THI für die Hochschulen für angewandte Wissenschaften zuständig ist.

Bei der Analyse der Bildungslandschaft werden sowohl konzeptionelle als auch inhaltliche Aspekte berücksichtigt. Hier ist insbesondere von Interesse, inwieweit das Thema Elektromobilität eher system- oder fakultätsübergreifend abgebildet wird, oder ob der Fokus stärker auf einzelnen Branchen bzw. bestimmten Fachbereichen, wie beispielsweise der Fahrzeugtechnik, liegt.

AKADEMISCHE AUS- UND WEITERBILDUNG

Zum aktuellen Zeitpunkt haben bereits vielfältige Lehrinhalte im Kontext der Elektromobilität Eingang in die akademische Qualifizierung gefunden. Dies gilt sowohl für spezifische Fachmodule, die in bestehende Studiengänge wie Elektrotechnik, Maschinenbau oder Fahrzeugtechnik integriert wurden, als auch für Vertiefungsrichtungen, in denen Elektromobilitätsthemen gebündelt werden. Darüber hinaus wurden auch Studiengänge entwickelt, die explizit auf Elektromobilität fokussiert sind. Ein Großteil dieser Studiengänge wird erst seit wenigen Jahren angeboten, was die steigende Aufmerksamkeit für das Thema im Nachgang der Nationalen Bildungskonferenz Elektromobilität von 2011 belegt.

Bei der Einbindung von Elektromobilität in die Curricula zeigen sich unterschiedliche Ansatzpunkte zwischen den Universitäten und den Hochschulen für angewandte Wissenschaften. Während letztere verstärkt Studiengänge zur Elektromobilität anbieten, werden entsprechende Inhalte bei Universitäten insbesondere durch ein breites Wahlangebot an spezifischen Fachmodulen in die Lehre integriert.

BERUFLICHE AUS- UND WEITERBILDUNG

Das Duale Berufsbildungssystem hat auf die eMob-bezogenen Herausforderungen reagiert und drei relevante Berufsbilder im fahrzeugtechnischen Bereich neu geordnet. Die Lehrgänge zur Überbetrieblichen Unterweisung der Kfz-Mechatroniker/innen wurden von den Sozialpartnern konsensual neu gestaltet. Die Umsetzung der



Übersicht zu akademischen Qualifizierungsangeboten mit Standorten, an denen auf Elektromobilität fokussierte Studiengänge angeboten werden (inkl. Kooperationen). Grafik: NQuE

Kurse in den Berufsbildungszentren ist angelaufen. Die entsprechende Ausstattung der Einrichtungen ist dabei von zentraler Bedeutung. Im Rahmen des Verfahrens wurden auch die schulischen Rahmenlehrpläne aktualisiert. Zurzeit werden die ÜLU-Kurse für die Ausbildungsberufe Karosserie- und Fahrzeugbaumechaniker/in sowie Zweiradmechatroniker/in zwischen den Sozialpartnern abgestimmt. Weitere Anpassungen wird es bei den Fortbildungen und Abschlussprüfungen zum/zur Kraftfahrzeug-Servicetechniker/in und zum/zur Kraftfahrzeugtechnikermeister/in geben. Für die eMob-bezogene Fort- und Weiterbildung der vorhandenen Fachkräfte wurden in den relevanten Branchen zahlreiche Qualifizierungsangebote entwickelt.

Die Bildungsprojekte in den Schaufenstern Elektromobilität widmen sich der Konzeption technischer/kaufmännischer Aus- und Weiterbildungslehrgänge in verschiedenen Gewerken, der Entwicklung von Train-the-Trainer- oder Beratungskompetenzen, Maßnahmen zur Berufsorientierung, der Entwicklung von Multimedia-Lernsoftware, dem Aufbau von Lehr-/Lernplattformen und der internationalen Bildungszusammenarbeit.

ONLINEPLATTFORM

Zur Dokumentation der Projektergebnisse wurde eine Plattform (www.nque.de) geschaffen, auf der unter anderem Datenbanken mit akademischen und beruflichen Best-Practice-Qualifizierungsangeboten aufge-

führt sind. Auch die Veranstaltungsdokumentation der Nationalen Bildungskonferenz Elektromobilität vom 23./24. Februar 2015 findet sich hier.

AUSBLICK

Im Verlauf des Projektes wird u. a. ermittelt, wie sich der weitere Qualifizierungsbedarf entwickelt. Dazu werden Workshops durchgeführt, die sich inhaltlich an den von der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) definierten Handlungsfeldern orientieren. Ausgehend von den derzeit bestehenden Qualifizierungsangeboten sollen dabei die zukünftigen Anforderungen der Unternehmen identifiziert werden.



Jan-Christian Ickrath
Projektmitarbeiter NQuE
Netzwerk Qualifizierung Elektromobilität (NQuE)
nque@bibb.de
ickrath@thi.de
harter@ika.rwth-aachen.de
www.nque.de



E. Quellentexte Voranalyse Qualifizierungsbedarfe

Protokolle zu den Foren der Nationalen Bildungskonferenz

Forum 1: Systemdienstleistungen – Identifizierte Lücken

NBE1 - Es fehlt bei denjenigen, die sich traditionellerweise für Tätigkeiten in der Automotive-Branche interessieren und sich auch dort tummeln, ein Verständnis über die neuen Rollen der verschiedenen Akteure.

NBE2 - Es fehlt aber auch die ganzheitliche Sicht auf das Ladesystem um das das Auto herum.

NBE3 - Es fehlt internationales Denken genauso wie IKT-Kenntnisse und die Fähigkeit bei den Beschäftigten, sich schnell auf die neuen technischen Herausforderungen einzustellen.

NBE4 - Der Vortrag betont insbesondere die Lücke bei den IKT-Kenntnissen und die Lücke, wenn es um Veränderungsbereitschaft geht und die Forderung nach einer lebenslangen Lernbereitschaft.

NBE5 - Auf dem Gebiet der Elektromobilität fehlen praxisorientierte und berufsbegleitend studierbare Masterstudiengänge, die u. a. die Themen Intermodalität, Digitalisierung, Schnittstellenmanagement, IKT-Infrastruktur behandeln.

NBE6 - Weiterhin fehlen in den bestehenden Studiengängen die Perspektive auf die Nutzer und Nutzerinnen von Verkehrsdienstleistungen und wirtschaftliche Kenntnisse.

NBE7 - Studiengänge noch nicht ausreichend auf Aspekte der E-Mobilität eingerichtet. Die Hochschulen bilden klassische E-Ings aus und die Spezialisierungen z.B. im Bereich E-Mobilität erfolgt später vor Ort in den Unternehmen. Hier müssten Hochschulen selber schon Angebote bieten.

NBE8 - Zur Vorbereitung bei der Entwicklung dieses Weiterbildungsangebots erfolgte keine systematische Bedarfsanalyse. Grundlage zur Entwicklung des Weiterbildungsangebots „Berater/in für Elektromobilität (HWK)“ bildete die persönliche Expertise der Initiatoren aus den HWKs Bayern und Sachsen.

NBE9 - Die Frage von Anrechnung muss noch gelöst werden.

NBE10 - Obwohl immer mehr Hochschulen die wissenschaftliche Weiterbildung als neues Geschäftsmodell erkennen, gibt es hier noch sehr viel Handlungsbedarf.

NBE11 - Qualifizierung der Lehrenden erforderlich. Wie sollen neue Inhalte wie E-Mobilität oder Interdisziplinarität funktionieren, wenn die Lehrenden selbst darüber nicht Bescheid wissen.

NBE12 - Die Integration nicht-technischer Aspekte in technische Studiengänge und Aus- und Weiterbildungen wurde als relevant angesprochen. Wobei es nicht nur um betriebswirtschaftliche Aspekte gehen sollte, sondern auch sozialwissenschaftliche Inhalte einbezogen werden sollten.

NBE13 - Es wurde ein Bedarf an medialer Unterstützung im Themenfeld E-Mobilität zum Ausdruck gebracht. Eine Art Plattform, auf der Lehr- und Lernmaterialien angeboten werden, die Bildungsanbieter nutzen können, wenn sie mit Angeboten im Bereich E-Mobilität an den Markt gehen wollen.

Forum 1: Systemdienstleistungen – Maßnahmen

NBE14 - Untersuchung (Bestandsaufnahme) bestehender klassischer technischer Studiengänge im Hinblick auf deren Potenzial für einen Umbau in Richtung interdisziplinärer und praxisintegrierender Aspekte auf dem Gebiet der Elektromobilität als berufsbegleitende Angebote. Erweiterung der inhaltlichen Perspektive um nicht-technische Fragen wie Wirtschaftswissenschaften, Nutzerintegration etc.

NBE15 - Prüfung der Chancen, ob eher der Umbau eines bestehenden Studiengangs oder eher die Entwicklung eines neuen Studiengangs erfolgreicher sein könnte.

NBE16 - Ansiedelung eines weiterbildenden Studienangebots im Bereich Elektromobilität an einem hoch attraktiven und innovativen Standort mit viel Elektromobilitäts-Kultur und -Struktur.

NBE17 - Die Diskussion des Aspektes, wie kann mehr Interesse an E-Mobilitätsbildungsangeboten erzeugt werden, regte die Möglichkeit eines Bildungsgutscheines für Unternehmen an, die Mobilitätsanalysen durchführen lassen.

Forum 2: Fahrzeuge und Service – Identifizierte Lücken

NBE18 - Entsprechend müssen auch Qualifizierungsangebote zukünftig interdisziplinär ausgerichtet sein und „Systemkompetenz“ vermitteln, um die Bearbeitung komplexer Fragen zu ermöglichen. Dabei sind ganzheitliche Trainingsansätze gefragt, die das gesamte Umfeld der Elektromobilität einbeziehen, und es muss Problemlösekompetenz und Kooperationsfähigkeit vermittelt werden.

NBE19 - Um dem globalen Markt zu entsprechen, müssen Studienangebote stärker international ausgerichtet sein.

NBE20 - Themen der Anrechnung und der Durchlässigkeit müssen auch im Bereich Elektromobilität weiter ausgearbeitet werden. Dabei sollte Anrechnung nicht nur von Seiten der Hochschulen bearbeitet werden, sondern es sollte eine Abstimmung der Inhalte zwischen Ausbildung und Hochschulbildung stattfinden.

NBE21 - Das Thema Vermarktung von Elektrofahrzeugen spielt in hochschulischen Aus- und Weiterbildungsangeboten bislang kaum eine Rolle.

Forum 3: Infrastruktur – Identifizierte Lücken

NBE22 - Ohne Grundlagen geht nichts im Bereich Qualifizierung für die Elektromobilität (Elektrotechnik, Ingenieurwesen).

NBE23 - Um Leitanbieter für den globalen Markt der Elektromobilität zu werden, müssen entsprechende, auch interkulturelle, Kompetenzen ausgebildet werden.

NBE24 - Es fehlt an Systemwissen (systemischer Ansatz) und Kompetenzen im Projektmanagement in beiden Bildungsbereichen.

NBE25 - Im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen wird E-Mobility im Moment komplett ausgespart.

NBE26 - In wirtschaftswissenschaftlichen Studiengängen findet sich keine Beschäftigung mit Marketing für die Elektromobilität.

NBE27 - Es fehlt an mehr Transparenz an Weiterbildungsangeboten für bereits Qualifizierte.

NBE28 - Es fehlt an mehr Transparenz an Studienangeboten mit dem Schwerpunkt Elektromobilität (Maschinenbau, Informatik etc.), damit sie auch bei interessierten Studierenden ankommen.

NBE29 - Es fehlt an einem Ausbau bestehender Kooperationen bei der Entwicklung neuer Angebote (Bedeutung der Hochschule für die regionale Fachkräfteentwicklung).

Forum 3: Infrastruktur – Maßnahmen

NBE30 - Konzertierte und breite Öffentlichkeitskampagne

NBE31 - Ausreichend Grundlagenwissen für Elektromobilität in beiden Bildungsbereichen ausbilden

NBE32 - Systemwissen und Kompetenzen im Projektmanagement in beiden Bildungsbereichen ausbilden

NBE33 - Wo sinnvoll, bestehende Erstausbildungen und Weiterqualifizierungen um das Thema Elektromobilität anreichern

NBE34 - Transparenztools über bereits vorhandene Ausbildungs- und Weiterbildungsangebote in der akademischen und beruflichen Bildung, unter Einbeziehung der Anbieter, auf- und ausbauen

NBE35 - Qualifizierungselemente für Elektromobilität (Schwerpunkt) in den Angeboten transparent machen

NBE36 - Zusammenarbeit mit Hochschulen und Unternehmen zu Entwicklung/Abstimmung von Studienangeboten (als Teil der Personalentwicklungsmaßnahmen) auf- und ausbauen

Forum 4: Produktionsprozess – Identifizierte Lücken

NBE37 - Es fehlen sowohl im beruflichen wie im hochschulischen Bereich flexible, bedarfsgerechte Weiterbildungsangebote.

NBE38 - Insbesondere fehlen Angebote an der Schnittstelle zwischen beruflicher und hochschulischer Bildung.

NBE39 - Zentren für Wissenschaftliche Weiterbildung als Kontaktstellen für die Industrie stehen noch nicht hinreichend in der Breite der Hochschullandschaft zur Verfügung.

NBE40 - Die Angebote der wissenschaftlichen Weiterbildung orientieren sich noch zu stark an kompletten, relativ starr definierten Studiengängen. Gefordert sind flexible, bedarfsorientierte Module, die in sich selbst nützlich sind und zusätzlich auf Studiengänge angerechnet bzw. zu Studiengängen akkumuliert werden können.

NBE41 - Die Wissensintensität der neuen Produktionsprozesse macht verstärkt forschungsbasierte Weiterbildung notwendig. Deshalb suchen schon jetzt Unternehmen nach forschungsnahen Weiterbildungsanbietern. Dies sind nicht nur Hochschulen, sondern auch Einrichtungen der außerhochschulischen Forschung (z.B. FhG-Institute).

Kompetenz-Roadmap der Nationalen Plattform Elektromobilität

KRM1 - Das Gesamtsystem eMob erfordert allerdings eine enge Vernetzung der Fakultäten und Anpassungen der Studieninhalte. Die Systemaspekte müssen über die Fakultätsgrenzen hinweg zusammengeführt werden.

KRM2 - Die Systembetrachtung Elektromobilität macht die Einbindung bisher nicht beteiligter Fachdisziplinen notwendig, um Marketingthemen, betriebswirtschaftliche Aspekte, zukünftige Geschäftsmodelle und Dienstleistungen, aber insbesondere auch die gesellschaftliche Verankerung der Elektromobilität, in angemessener Weise zu adressieren.

KRM3 - Die Fachgebiete Elektrochemie / Batterieforschung weisen im internationalen Vergleich die größten Defizite auf.

KRM4 - Fahrzeugtechnik-Elektrotechnik-Maschinenbau müssen sich in der Fahrzeug- und Produktionstechnik vernetzen.

KRM5 - Die Elektrotechnik zeigt durchgängigen Handlungsbedarf über alle Handlungsfelder hinweg mit Schwerpunkt in der Fahrzeugtechnik.

KRM6 - Der Maschinenbau bestätigt Handlungsbedarf in der Produktionstechnik mit den größten Handlungsbedarfen zu „Produktion Batterie“ und „großserientauglicher Leichtbau“.

KRM7 - Die Auswertung belegt, dass die Fachhochschulen in der postgradualen Weiterbildung deutlich mehr Angebote entwickelt haben als die Universitäten. Die Universitäten sollten hier schnellstmöglich nachziehen und entsprechende Angebote / Geschäftsmodelle entwickeln.

Fortschrittsbericht der Nationalen Plattform Elektromobilität

Zu beobachten:

FB1 - Einführung akademischer und beruflicher Weiterbildungsangebote

FB2 - Zusammenführung von Systemaspekten an Hochschulen

FB3 - Schaufenster und Leuchtturmprojekte

FB4 - Über die grundständige akademische Qualifizierung hinaus besteht allerdings ein dringender Bedarf zur postgradualen Weiterbildung von Ingenieuren im Bereich der Elektromobilität. Entsprechende Angebote für berufsbegleitende Master-Studiengänge stellen einige Fachhochschulen schon bereit. Im Gegensatz dazu bestehen seitens der Universitäten bislang keine entsprechenden Angebote, sodass sich hier ein weiterer Entwicklungsbedarf ableitet.

Studie „AKADEMISCHE QUALIFIZIERUNG - Analyse der Bildungslandschaft im Zeichen von Nachhaltiger Mobilität“

AQ1 - Akademische Weiterbildungsangebote im Bereich Nachhaltige Mobilität sind an den Hochschulen jedoch ausbaufähig.

AQ2 - Die Erhöhung der Transparenz der Angebote und eine bessere inhaltliche Anpassung einzelner Disziplinen an das Thema Nachhaltige Mobilität sind Anforderungen, die Unternehmen konkret an die Hochschulen stellen.

AQ3 - Hochschulangebote sind für Studieninteressierte und Unternehmen zum Teil intransparent und weisen häufig noch keinen Mobilitätsbezug auf.

Studie „Qualifizierung für die Elektromobilität“

QE1 - Wichtig ist jedoch, dass der bereits begonnene Anpassungsprozess intensiviert wird und mehr Studierende für die verschiedenen technischen Facetten der Elektromobilität gewonnen werden.

QE2 - Damit der durch die Elektromobilität entstehende Bedarf an Faserverbundspezialisten gedeckt werden kann, bedarf es auf Ingenieurebene spezifischer Studiengänge, die im Moment noch nicht ausreichend angeboten und umgesetzt werden.

QE3 - Interdisziplinäre Zertifikatslehrgänge zur Elektromobilität fehlen von Seiten der Hochschulen völlig.

QE4 - Dazu sind Hochschulen und Universitäten aufgerufen, Übersichtsvorlesungen zu Batteriesystemtechnik und Batterieintegration sowie zu elektrischen Antrieben anzubieten, die als Wahlmodul für Studierende von Fachrichtungen wie Maschinenbau oder Elektrotechnik angeboten werden.

QE5 - Die elektrotechnischen Fakultäten der bayerischen Hochschulen sind angesprochen, Schwerpunkte Leistungselektronik zu entwickeln und in elektrotechnischen Bachelor- und Masterstudiengängen anzubieten.

QE6 - Hier sind Hochschulen und Universitäten mit relevanten Bachelorstudiengängen wie Maschinenbau, Fahrzeugtechnik, Mechatronik und Elektrotechnik aufgerufen, diese um Schwerpunkte Elektromobilität zu ergänzen.

QE7 - Die bayerischen Hochschulen und Universitäten, insbesondere an den Standorten der MAI-Region sind angesprochen, in Zusammenarbeit mit der regionalen Industrie ihr Angebot auszuweiten und weitere neue Studiengänge und Schwerpunkte Faserverbundtechnologie zu entwickeln.

QE8 - Das Angebot an berufsbegleitenden Bachelorstudiengängen ist sehr gering und sollte ausgebaut werden, damit der Bedarf an akademisch qualifizierten Fachkräften gedeckt werden kann.

QE9 - Insbesondere die bayerischen Universitäten sind aufgefordert, ihr schmales Angebot an berufsbegleitenden Masterstudiengängen auszuweiten, um der bayerischen Automobilindustrie den dringend benötigten Transfer aus der Forschung zu ermöglichen. Vor allem für die Batteriefertigung und die Faserverbundtechnologie sollten die Hochschulen und Universitäten berufsbegleitende Masterstudiengänge entwickeln, mit denen sich interessierte Ingenieure auf diese Bereiche spezialisieren können.

QE10 - Daneben können die Weiterbildungseinheiten an den Hochschulen die Einführung eines Zertifikats Elektromobilität prüfen, damit Ingenieure die benötigte Systemkompetenz erwerben können.

Veröffentlichung „Status Elektromobilität 2014“

SE1 - Lediglich im Batteriebereich gibt es sicher noch Nachholbedarf, weil dieser in Deutschland und in Europa vor etlichen Jahren zurückgefahren wurde.

Studie „Elektromobilität und Beschäftigung“

EB1 - Daraus leitet sich die Notwendigkeit ab, langfristige Bildungsstrategien für die Beschäftigten in Fertigung und Montage in Richtung E/E-Kompetenzen zu entwickeln.

EB2 - Methodisch sollte hier verstärkt das Konzept der am Arbeitsprozess orientierten Weiterbildung zum Zuge kommen, bei dem Arbeiten und Lernen eng miteinander verknüpft sind.



GEFÖRDERT VOM

**Bundesministerium
für Bildung
und Forschung**

Netzwerk Qualifizierung Elektromobilität (NQuE)

Förderkennzeichen: 16EMO0036K

Dieser Zwischenbericht dient der projektinternen Verwendung und ist erst nach der Freigabe durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung für eine Veröffentlichung vorgesehen.