



Zwischenbericht der NPE AG 6 – Ausbildung und Qualifizierung



1. Einführung

a. Selbstverständnis und Aufgabenbeschreibung

Die weltweite Stärke und der Erfolg der deutschen Automobilindustrie basiert auf der Innovationskraft und Produktivität der Unternehmen in der gesamten komplexen Wertschöpfungskette; von den OEM über die Tier 1/2/3 Zulieferer, zu den Produktionsmitteln aus dem Maschinenbau bis zu den vielen Serviceunternehmen in Vertrieb, Handwerk und Versorgung rund um das Automobil. Grundlage und Garant dieser langen Erfolgsgeschichte des Automobilbaus in Deutschland sind die kreativen, engagierten und gut ausgebildeten Menschen, die über alle Wertschöpfungsschritte ihren Beitrag zum Erfolg leisten. Wie in auch vielen anderen Bereichen der Wirtschaft, wird Deutschland insbesondere im Bereich der Automobilindustrie um die hochklassigen Ingenieure und hervorragend ausgebildeten Facharbeiter beneidet.

Sowohl an den deutschen Hochschulen als auch in der beruflichen Bildung sind in den vergangenen Jahren zukunftsorientierte Studien- bzw. Bildungsgänge entstanden, die kontinuierlich an die veränderten technischen Anforderungen angepasst werden.

Es war die Aufgabe der AG 6 – Ausbildung und Qualifizierung herauszuarbeiten, was getan werden muss, um die akademische und berufliche Aus- und Weiterbildung erfolgreich auf die Zielsetzung auszurichten, Deutschland bis zum Jahr 2020 zum Leitmarkt und Leitanbieter für die Elektromobilität zu entwickeln. Im Rahmen einer ABC-Analyse wurden dazu die akademischen und beruflichen Bildungsangebote der Erstausbildung und der beruflichen Weiterqualifizierung in Deutschland an den Handlungsfeldern der Elektromobilität gespiegelt und so Stärken und Defizite des Bildungssystems identifiziert. Aus diesem Prozess wurden Handlungsempfehlungen zum Ausgleich dieser Defizite durch einen gezielten Auf- und Ausbau bzw. eine Anpassung der Bildungs- und Weiterbildungsangebote abgeleitet.

In ihrer Zusammensetzung war die AG 6 unter dem Vorsitz von Herrn Prof. Göschel, CTO Magna International, und Herrn Prof. Ebeling, Präsident der Uni Ulm, sowie von Frau Forst, Geschäftsführerin Engineering, Adam Opel GmbH, in Vertretung, hervorragend aufgestellt, um diese Aufgabenstellung zu bearbeiten. Im Bereich der beruflichen Bildung waren alle relevanten Wirtschafts- und Sozialpartner durch hochrangige Vertreter in der AG repräsentiert. Für die akademische Ausbildung wurden neben den berufenen Mitgliedern der AG 6 weitere akademische Experten aus den betroffenen Studiengängen projektbezogen eingebunden.

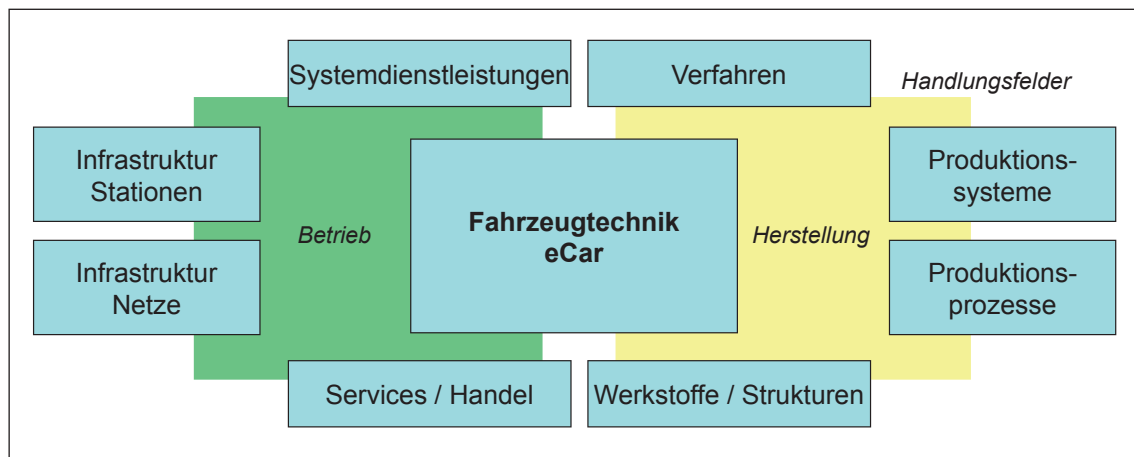
b. Konkrete Beschreibung der Arbeitsziele in Hinblick auf Leitmarkt- und Leitanbieter-Zielsetzung

Die AG 6 hat zu ihrer Aufgabenerfüllung das Projekt „Kompetenz eMobilität“ aufgeplant, mit den Teilprojekten A – Akademische Bildung und B – Berufliche Bildung sowie der Aufteilung der AG in diese zwei Teilprojektgruppen.

Die Arbeitsziele des Projekts der AG 6 waren:

1. Beschreibung der Qualifikationsanforderungen und Kompetenzbündel zu den zentralen Handlungsfeldern der Elektromobilität
2. Spiegelung der Qualifikationsanforderungen und Kompetenzbündel in Aus-, Weiterbildungs- und Studiengängen (Soll-Ist-Vergleich)
3. Definition des Anpassungsbedarfs
4. Festlegung von kurz-, mittel- und langfristigen Aktionslinien.

Zur Bearbeitung dieser Fragen wurden die zentralen Handlungsfelder der Elektromobilität identifiziert, die Wertschöpfungskette prozessorientiert strukturiert und für jedes der sechs Handlungsfelder die jeweils prioritären Themencluster systembezogen beschrieben.



Handlungsfeld „Infrastruktur/Stationen“

- Stromtankstellen, öffentl. u. priv. Aufladestationen, Netzanbindung/-integration/-rückspeisung, Abrechnungsgeräte/Stromzähler
- Ladegeräte/Lademanagement, Batteriehandling, Steuerungstechnik/Leistungselektronik
- Batterie-Wechselstation (smart change), Automations-, Roboter- u. Lagersysteme

Handlungsfeld „Infrastruktur/Netze“

- EE-Stromerzeugung/Stromverteilung, Transformatoren, Umrichter, Schaltanlagen, Netzkupplung/Netzqualität
- Intelligente Stromnetze (smart grids), integrierte Kommunikations- und Datennetze
- Energiemanagement, Leit- u. Steuerungstechnik, intelligente Zähler (smart metering)

Handlungsfeld „Fahrzeugtechnik (eCar)“

- Batteriesysteme, Module/Zellen/ Hochvoltelektrik/BM-System/Kühlsystem, Ladeelektronik, Bi-Direktionalität
- Elektromotor, Inverter, Motorsteuerung, Leistungselektronik, Antriebsregelung,
- Hybridsysteme, Range-Extender
- Hochvoltnetz/Bordnetz/Ladewandler, Subsysteme, Sicherheits- u. Diagnosesysteme
- Fahrerassistenzsysteme, Kommunikationssysteme (smart metering)

Handlungsfeld „Systemdienstleistungen“

- Stromtankstellen-Infrastruktur, Supply Chain Management Hochleistungsbatterien
- Abrechnungssysteme
- Geschäftsmodelle/Nutzerkonzepte (smart trading)
- Integriertes Mobilitäts- und Verkehrsmanagement

Handlungsfeld „Produktionstechnik (eCar)“

- Produktion-Batteriezellen/-module
- Fertigungstechnik, Montage und Handhabungstechnik
- Leichtbau, Verbundwerkstoffe (CFK)

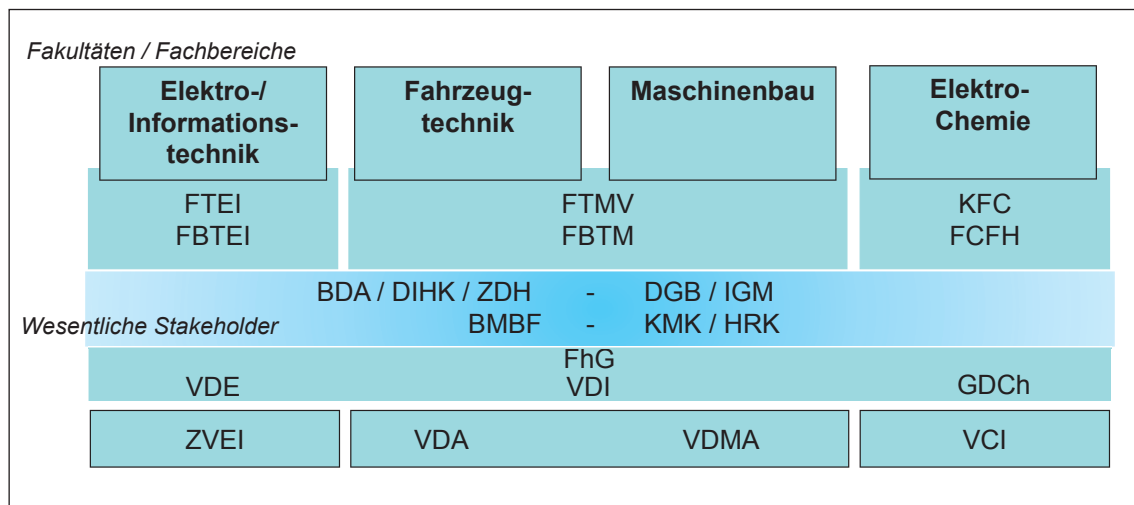
Handlungsfeld „Fahrzeugservice und -handel“

- Fahrzeugservice und -wartung
- Fahrzeugdiagnose und -reparatur
- Fahrzeugverkauf, Werterhaltung, Nachrüstung

Durch diesen Ansatz entstand eine Anforderungsmatrix, die mit dem aktuellen Stand der akademischen und beruflichen Aus- und Fortbildungsgänge gespiegelt werden konnte. Entsprechend der Aufgabenstellung und Zusammensetzung der AG 6 wurden die Arbeitspakete in den Teilprojekten „A – Akademische Bildung“ (Leitung Dietmar Goericke, VDMA/FVV) und B – Berufliche Bildung (Leitung Karlheinz Müller, ZVEI) bearbeitet.

Beschreibung der Vorgehensweise zum Teilprojekt A – Akademische Bildung

Mit den Zielen Nachwuchssicherung und Fachkräfteentwicklung im Bereich der akademischen Bildung in ingenieur- und naturwissenschaftlichen Studiengängen und der postgradualen Weiterbildung wurden vier Fakultäten/Fachbereiche der Hochschulen als Hauptbetroffene identifiziert:



Die Beurteilung der Eignung der aktuellen Lehr- und Studieninhalte dieser Bereiche erfolgte im Rahmen einer Expertenbefragung. Abgefragt wurden:

- Die Eignung von Studiengängen/postgradualen Weiterbildungsangeboten in Verbindung mit einer Einschätzung zum Umfang eMob-relevanter Studieninhalte.
- Daraus wurde der eMob-spezifische Handlungsbedarf abgeleitet in Hinblick auf:
Einrichtung von Lehrstühlen u.a.m./Etablierung von Studiengängen/postgradualen Weiterbildungsangeboten/Entwicklung von Studieninhalten/Studienmodulen, in Verbindung mit einer Priorisierung und entsprechenden Empfehlungen.

Um eine möglichst umfassende Analyse der deutschen Hochschullandschaft zu erarbeiten, wurden Experten technischer Hochschulen und führender Fachhochschulen eingebunden, die neben der Einschätzung der Angebote ihrer eigenen Institutionen auch generelle Wertungen für die technischen Hochschulen der TU9 und über alle Fachhochschulen vornahmen. Zusätzlich erfolgte eine Bewertung der Hochschulsituation von Seiten der Industrie, der Verbände und des VDI.

Als Experten nahmen am TP A teil:

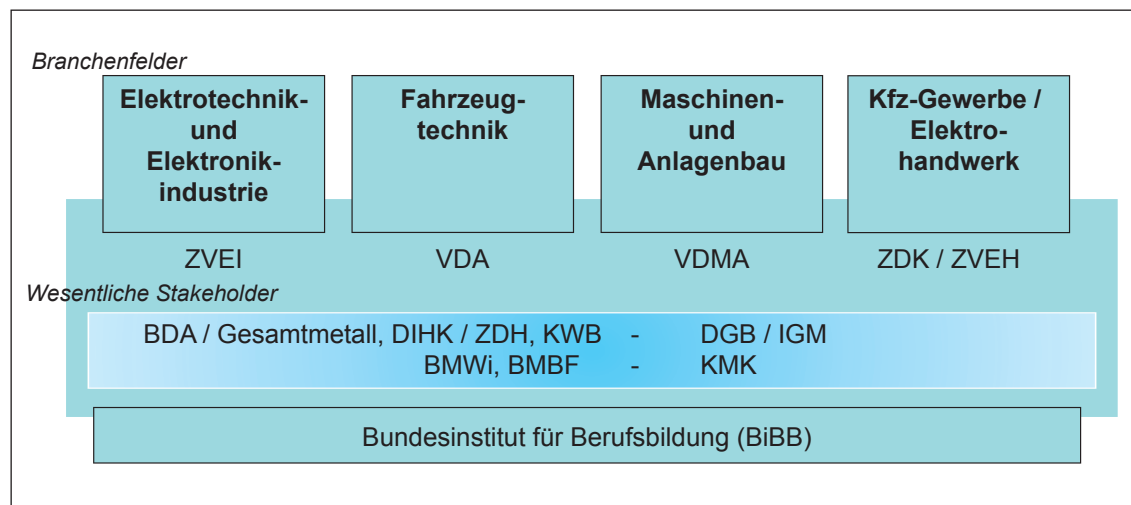
Institution/Unternehmen	Bewertungsfeld
Uni Stuttgart	Motoren u. Fahrzeugtechnik/Maschinenbau/TU9
RWTH Aachen	Maschinenbau/Elektrotechnik/Energiewirtschaft
Uni Ulm	Elektrochemie/Batterieforschung
MPI Mülheim	Elektrochemie/Batterieforschung
HS Esslingen	Fahrzeugtechnik/Maschinenbau/Informationstechnik/HS allg.
WH Zwickau	Fahrzeugtechnik/Elektrotechnik/FH allg.
Adam Opel GmbH	Automobilindustrie
VDI	Ingenieurausbildung
VDMA	Maschinen- und Anlagenbau
ZVEI	Elektrotechnik- und Elektronikindustrie

Zusätzlich wurde eine Expertenbefragung im Ausland durchgeführt, bei:

Politecnico di Torino, Politecnico di Milano (Italien)/Chiba University (Japan)/Ohio State University (USA).

Beschreibung der Vorgehensweise zum Teilprojekt B – Berufliche Bildung

Mit den Zielen Nachwuchssicherung und Fachkräfteentwicklung in der Berufsausbildung bzw. der Fort- und Weiterbildung wurden vier Branchenfelder identifiziert:



Die Beurteilung der e-Mob-relevanten Bildungsgänge erfolgte im Rahmen einer Expertenbefragung in den Bereichen

- Automobilindustrie
- Elektroindustrie
- Elektrohandwerk
- Kfz-Gewerbe
- Techniker Ausbildung

Abgefragt wurden:

- Die Eignung von verfügbaren Bildungsgängen in Verbindung mit einer Einschätzung zum Umfang e-Mob-relevanter Qualifizierungsinhalte/zum Grad der e-Mob-Schnittmengen
- Daraus wurde der der e-Mob-spezifische Handlungsbedarf abgeleitet in Hinblick auf:
 - Einrichtung von Netzwerken/Kompetenzzentren/Lernplattformen u.a.m.
 - Etablierung von Bildungsgängen/Weiterbildungsangeboten
 - Entwicklung von Qualifizierungsinhalten/Qualifizierungskonzepten in
 - Verbindung mit einer Priorisierung und entsprechenden Empfehlungen.

Um eine möglichst umfassende Analyse der beruflichen Bildungssysteme zu erarbeiten, wurden Experten aus Unternehmen und aus Fachschulen für Technik der Länder (Baden-Württemberg und Sachsen) um ihre Einschätzungen gebeten.

Institution/Unternehmen	Bildungsgänge
ZVEI	M+E Berufe – Elektrotechnik – und Elektronikindustrie
Siemens AG	M+E Berufe – Elektrotechnik – und Elektronikindustrie
ZDK	Kfz-Berufe
ZDH	Handwerkliche Berufe
IG Metall	M+E Berufe
DIHK	Industrielle Berufe
ZVEH	Handwerkliche Elektroberufe
Bundesagentur für Arbeit Regionaldirektion Bayern	Handwerkliche Elektroberufe, Kfz-Berufe
Adam Opel GmbH	M+E Berufe – Automobilindustrie
VDMA	M+E Berufe – Maschinen- und Anlagenbau
KM Baden-Württemberg	Fachschulen für Technik
SMK Sachsen	Fachschulen für Technik

c. Allgemeine Betrachtungen

Im Zuge der Projektdurchführung wurde erkannt, dass in die Themen der Elektromobilität auch Volks- und Wirtschaftswissenschaftler sowie der Sozial- und Geisteswissenschaftler eingebunden werden müssen. Neben den technischen Herausforderungen können so auch Marketingthemen, betriebswirtschaftliche Aspekte, zukünftige Geschäftsmodelle und weiterführende Dienstleistungen und insbesondere auch die gesellschaftliche Verankerung der Elektromobilität in angemessener Weise adressiert werden.

Fachkräfteangebot und Nachwuchs

Der Ingenieur- und Facharbeitermangel wird ein zentraler Engpass auch in der Elektromobilität werden. Es gibt heute schon zu wenige Elektro-, Maschinenbau- und Fahrzeugingenieure. Bei Elektroingenieuren herrscht seit drei Jahren Vollbeschäftigung, trotzdem sind hier die Studienanfängerzahlen die geringsten von allen Ingenieurdisziplinen.

Die demografiebedingten Ersatzraten sind sehr ungünstig. Bei den Maschinenbau- und Fahrzeugingenieuren stehen ca. 150.000 Personen über 60 Jahren nur knapp 80.000 unter 35 Jahre gegenüber. Bei den Elektroingenieuren sind es ca. 90.000 über 60 Jahre und 65.000 unter 35 Jahre. Insofern gibt es auf diesem Gebiet wenige Kompensationsmöglichkeiten. Die prognostizierte Lücke von Ingenieuren nimmt in den nächsten 20 Jahren erheblich zu. Hier kann nicht auf die umfangreiche Debatte über den Fachkräftemangel eingegangen werden. Dennoch wird auch an dem Beispiel Elektromobilität deutlich, dass sich speziell der Ingenieurmangel unmittelbar auf die Entwicklungsmöglichkeiten einer Technologie auswirkt und damit Deutschland Zukunftschancen nehmen kann. Sicherlich werden im Ausland und hier speziell in asiatischen Ländern, die sich auf dem Gebiet der Elektromobilität sehr stark entwickeln, gut ausgebildete Akademiker in den erforderlichen Disziplinen zur Verfügung stehen. Ob und wie diese jedoch für den deutschen Arbeitsmarkt gewonnen werden können, bleibt außerordentlich fraglich.

Investitionen und Maßnahmen zur Steigerung der Attraktivität des Themas sollten bereits in der Schule ansetzen (MINT-Initiativen). Andere Wettbewerbe wie „Jugend forscht“, der „Tag der Technik“ und viele andere Maßnahmen können hier eine Initiierungsfunktion haben.

2. Aktueller Diskussionsstand zu Fragen der akademischen und beruflichen Bildung im Kontext der Elektromobilität

i. akademische Bildung

Die Elektromobilität bedarf einer Vielzahl neu ausgebildeter Fachkräfte und des rechtzeitigen Aufbaus der erforderlichen Kompetenzen. Für die einzubindenden wissenschaftlichen Disziplinen (u.a. Ingenieur- und Naturwissenschaften) ist die Entwicklung insofern eine Herausforderung, als viele Teildisziplinen zusammenarbeiten und eine gemeinsame vernetzte wissenschaftliche Basis finden müssen. Für die Unternehmen ist es von erheblicher Bedeutung, dass sie zeitnah über ausreichend adäquat ausgebildete Akademikerinnen und Akademiker verfügen. Die Kompetenzprofile der benötigten Ingenieure, Informatiker, Physiker, Chemiker, Ökonomen etc. müssen in den sie ausbildenden wissenschaftlichen Disziplinen repräsentiert sein.

Eine solche Entwicklung vollzieht sich in der Regel über einen längeren Zeitraum. In der Zielsetzung, Deutschland bis zum Jahr 2020 zum Leitmarkt und Leitanbieter in der Elektromobilität zu machen, geht es jetzt aber darum, kurzfristig insbesondere die Ingenieurwissenschaften in Teilen neu auszurichten und mit anderen Disziplinen zusammenzuführen. Denn die Elektromobilität bedeutet einen tief greifenden Paradigmenwechsel für die Forschungstraditionen und die Teildisziplinen der Ingenieurwissenschaften. Die bisherige Symbiose von Verbrennungsmotor, Tank und Antriebsstrang kann in dieser Weise im Bereich der Elektromobilität nicht fortgeschrieben werden. Elektromobilität bedeutet zudem auch nicht bloß die Elektrifizierung des Antriebsstrangs. Elektromobilität erfordert einen umfassenden systemischen Ansatz.

Die Ingenieurwissenschaften sprechen von einem „purpose design“ statt einem „conversion design“ in der Fahrzeugentwicklung. Das Fahrzeugkonzept muss gleichsam völlig neu gedacht werden. Es bedarf einer neuen Systemsicht und diese darf nicht auf das Fahrzeug begrenzt bleiben, sondern muss die gesamte Wertschöpfungskette einbeziehen (Infrastruktur, Energieerzeugung, Recycling etc.). Es müssen daher auch Disziplinen außerhalb der Ingenieurwissenschaften einbezogen werden, zum Vordenken der neuen Geschäftsmodelle aber insbesondere auch zum Vorbereiten eines neuen gesellschaftlichen Konsenses zur Mobilität insgesamt.

Der Nationale Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung betrachtet die gesamte Wertschöpfungskette. In allen Teilen besteht Ausbildungsbedarf und muss Kompetenzaufbau betrieben werden.

Um in einem überschaubaren Zeitraum über ausreichende Kompetenz für die Märkte der Elektromobilität zu verfügen, muss jetzt in die Qualifizierung der erforderlichen akademischen Fachkräfte investiert werden. Dies kann zu so einem frühen Zeitpunkt nur in enger Verbindung zur Forschung erfolgen, das neue Wissen muss dann schnell in die Curricula einfließen. Die von BMBF und BMWi geförderte Verbund- und Gemeinschaftsforschung unterstützt seit Jahren erfolgreich die wissenschaftliche Forschung an den Hochschulen, intensiviert die Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft und Wissenschaft und strahlt in die Lehre aus. Im Rahmen der BMBF-Verbundforschung sind bereits einige Programme zur Elektromobilität gestartet worden, so im Rahmen von KOPA II die Kompetenzverbünde Nord und Süd zur Elektrochemie oder der DRIVE-E-Studienpreis 2011 für innovative Arbeiten zur Elektromobilität. Genannt werden muss auch das gemeinsam mit der Industrie finanzierte Nachwuchsprogramm zum Elektronischen Design (EDA). Der Ausbildungseffekt der Clusterforschungsprojekte ist mit ca. 6 beteiligten Universitäten und im Schnitt 10 Doktor- und 16 Diplomarbeiten enorm.

Auch die BMWi-geförderte Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) ist seit Jahren als Netzwerk zwischen Industrie und Wissenschaft etabliert und bewährt. Die IGF ist der Brückenschlag zwischen Grundlagenforschung und vorwettbewerblicher anwendungsorientierter Forschung. Zusammen mit den in der Elektromobilität aktiven Forschungsvereinigungen werden Unternehmen und Wissenschaft entlang der Wertschöpfungskette und Wettbewerber untereinander vernetzt. Jedes Projekt der IGF generiert neben den Forschungsergebnissen mindestens eine Promotion und zwei studienbegleitende oder Studienabschlussarbeiten. Durch die enge Zusammenarbeit mit der Industrie werden die jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in den Projekten praxisorientiert ausgebildet. Dieses Forschungsinstrument des BMWi ist international einzigartig.

Die Kompetenzentwicklung muss im akademischen Bereich sowohl vertikal als auch horizontal erfolgen:

Vertikal meint die Vertiefung einzelner Wissensgebiete, die bisher noch unzureichend bearbeitet worden sind. Hier sind zunächst erhebliche Forschungsanstrengungen erforderlich. In der Regel werden für diese Gebiete auch immer breitere akademische Kompetenzen aufzubauen sein. In dieser grundlagenbasierten Vorgehensweise liegt auch die spezifisch deutsche Stärke. Die folgenden Gebiete sind hier beispielsweise zu nennen: Batterieforschung (Elektrochemie, Elektrische Energiespeicherung), Leistungselektronik, Materialforschung, Leichtbau, Produktion und Automatisierung, Infrastruktur der Ladestationen, Architektur und Bau der Infrastrukturen.

In der Elektromobilität ist ein übergreifendes Systemverständnis erforderlich. Horizontal meint deshalb die systemische Betrachtung und Vernetzung der relevanten Wissensgebiete zu einem homogenen eigenen Feld. Die besondere Herausforderung der Elektromobilität für die Ingenieurwissenschaften liegt in der sehr langen und sehr erfolgreichen Entwicklungsgeschichte des traditionellen Automobils und des Verbrennungsmotors. Die Erweiterung auf die Elektrotraktion bedeutet das Zusammenwirken vieler Teildisziplinen, die bisher kaum enge oder keine Zusammenarbeit unter der Perspektive der Fahrzeugentwicklung hatten.

ii. berufliche Bildung

In der Metall- und Elektroindustrie, in den Elektro- und Informationstechnischen Handwerken und im Kfz-Gewerbe sind in den letzten Jahren moderne, zukunftsorientierte Berufsbilder entwickelt und umgesetzt worden, die den Qualifikationsanforderungen dieser dynamischen Branche gerecht werden. Markantes Merkmal der neuen Ausbildungsberufe sind breit angelegte Qualifikationsprofile. Ihnen liegt ein ganzheitliches Berufsverständnis zugrunde, das sich an den Geschäftsprozessen orientiert und an den Kundenbeziehungen ausrichtet. Diese prozessorientierten Berufsbilder bieten überall dort große Vorteile, wo – kennzeichnend für die Tätigkeitsfelder der Elektromobilität – dynamischer Wandel, vielfältige Innovationen oder komplexe Fragestellungen für Herausforderungen im Arbeitsalltag sorgen.

Die neuen industriellen Elektroberufe werden z. B. durch typische Arbeitsprozesse charakterisiert und sind nach Einsatzgebieten differenziert. Diese Einsatzgebiete werden beispielhaft in den Ausbildungsordnungen genannt und von den Betrieben selbst ausgewählt. Es kann auch ein anderes Einsatzgebiet vom Ausbildungsbetrieb zugrunde gelegt werden, wenn darin die in der Verordnung festgelegten Qualifikationen vermittelt werden können.

Die gestaltungsoffenen Festlegungen schaffen in Verbindung mit den disponiblen Einsatzgebieten die Voraussetzungen dafür, dass Ausbildungsbetriebe jetzt sehr flexibel eine auch den Erfordernissen der eMob entsprechende Nachwuchssicherung und Fachkräfteentwicklung umsetzen können.

Absolventen der Ausbildungsberufe im Bereich der Elektrotechnik können sich – aufbauend auf die Berufsausbildung – in einem ersten Schritt zu Systemspezialisten, Fertigungsspezialisten, Montage- oder Servicespezialisten weiterbilden und anschließend den IHK Fortbildungsabschluss zum Geprüften Prozessmanager Elektrotechnik erlangen. Diese Weiterbildung ermöglicht so eine passgenaue Fachkräfteentwicklung, die die Mitarbeiter in innovativen und dynamischen Technologiefeldern – wie dem der Elektromobilität – in die Lage versetzt, die technologischen und organisatorischen Herausforderungen zu meistern.

Die Produktion ist der wichtigste Sektor der deutschen Wirtschaft. Zur Fertigung und Montage anspruchsvoller Produkte in höchster Qualität wie z. B. bei Automobilherstellern, Systemlieferanten und Zulieferbetrieben werden gut ausgebildete Fach- und Führungskräfte benötigt, die technologische Herausforderungen meistern und komplexe Aufträge anforderungsgerecht umsetzen.

Für eine systematische Nachwuchssicherung und eine gezielte berufliche Entwicklung dieser Fachkräfte wurden deshalb in verzahnten Verfahren die neue Ausbildungsordnung „Produktionstechnologie/in“ und dazu passgenau die neue Fortbildungsordnung über die Prüfung zum anerkannten Abschluss „Geprüfter Prozessmanager/in – Produktionstechnologie“ erarbeitet.

Der Produktionstechnologe ist ein neuer Facharbeitertyp mit prozessorientierter, produktions- und informationstechnischer Ausrichtung sowie einer umfassenden Handlungskompetenz im Bereich klassischer Fertigungsverfahren wie auch innovativer Produktionstechnologien. Seine berufliche Prägung erfolgt unmittelbar in den Arbeitsprozessen und den damit verbundenen Aufgaben.

Der Prozessmanager- Produktionstechnologie führt das Prozessmanagement für die Produktion und die damit verbundenen Innovations- und Verbesserungsvorhaben. Auch das Projektmanagement von komplexen Projekten in der Produktion gehört dabei zu seinen Aufgaben. In diesen Zusammenhängen ist er in der Produkt- und Prozesskonzeption, in der Prozessentwicklung und – implementierung, im Produktionsanlauf oder in der Produktionsplanung und –steuerung tätig.

Die konsequente Orientierung der Qualifizierung an der Wertschöpfungskette, ihren Abläufen und Vernetzungen ist sowohl wesentliches Merkmal der Ausbildung als auch der Fortbildung. So werden Kommunikation und Kooperation aller Beteiligten in der intelligenten Produktion durch ein übergreifendes gemeinsames Prozessverständnis unterstützt. Schon in der Ausbildung wird die Grundlage für eine permanente Weiterqualifizierung gelegt, so dass die Kompetenz der Fachkräfte gemeinsam mit Produkt- und Technologieinnovationen entwickelt werden kann.

Die Beispiele zeigen die Offenheit der beruflichen Bildungsgänge für die Integration neuer Qualifikationsinhalte, wie sie sich aus den Tätigkeitsfeldern und zugehörigen Geschäftsprozessen der Elektromobilität ableiten. Kurz gefasst geht es weder in der Berufsausbildung noch in der Fortbildung um neue Berufsprofile, sondern um die Entwicklung und Integration der eMob-spezifischen Qualifizierungsinhalte. Für den Bereich der Beruflichen Weiterbildung vollzieht sich dies vorteilhafterweise im Rahmen einer arbeitsprozessorientierten Qualifizierung.

3. Status der Rahmenbedingungen der akademischen und beruflichen Bildung in Deutschland

i. akademische Bildung

Die Anpassung der akademischen Ausbildung in Deutschland an die Herausforderungen der Elektromobilität erfolgt korrespondierend zum Bedarf im Beschäftigungssystem und unterstützt durch vermehrte, auch drittmittelfinanzierte Forschungsaktivitäten im betreffenden Bereich. Den fachlich zuständigen Fakultäten und Fachbereichen obliegt es dabei, im Rahmen ihrer Entwicklungsplanungen die notwendigen Maßnahmen zu konzipieren und umzusetzen, um ggf. erforderliche Neuausrichtungen ihrer Professuren vorzunehmen und/oder die bereits vorhandenen Einzeldisziplinen in neuen, anforderungsgerecht gestalteten Studienangeboten zu vernetzen. Die Bereitschaft der Fakultäten bzw. Fachbereiche, eine stärkere Orientierung der Forschungs- und Lehrkapazitäten auf das Thema Elektromobilität vorzunehmen, wird dabei umso größer sein, je umfangreicher und langfristiger Forschungsförderung (aus dem öffentlichen und privaten Bereich) und Absolventenbedarf im betreffenden Bereich zu erwarten sind. Aber auch Hochschulleitungen haben ihrerseits die Möglichkeit, Impulse zur verstärkten Ausrichtung der hochschulischen Forschungs- und Lehrkapazitäten auf das Thema Elektromobilität zu generieren und durch Bereitstellung zusätzlicher Ressourcen (z. B. im Rahmen von Zielvereinbarungen zwischen Hochschulleitung und den zuständigen Fakultäten und Fachbereichen) zu stützen. Vergleichbare Anreizstrukturen könnten die Länder im Rahmen von Zielvereinbarungen zwischen Land und Hochschule setzen.

Teilaspekte der Elektromobilität werden heute in vielen Disziplinen und Studiengängen, insbesondere in den Ingenieurwissenschaften vermittelt. Da moderne elektrifizierte Triebstränge für Hybrid und Elektrofahrzeuge ein ganzheitliches systemisches Fachwissen erfordern, bei dem Wissen von elektrischen Energiespeichern, Elektromaschinen (Motoren) und Leistungselektronik sowie Regelungstechnik erforderlich ist, müssen zeitnah Synergien über traditionelle Fächergrenzen hinweg geschaffen werden. Diese Interdisziplinarität spiegelt sich in den unterschiedlichen Fakultäten der Hochschulen, in denen dazu geforscht wird, und deren Themen Bestandteil der Lehre sind.

Insbesondere im Maschinenbau (speziell in der Fahrzeugtechnik) und in der Elektrotechnik und Informationstechnik lassen sich heute die meisten Studienangebote zur Elektromobilität finden. An der RWTH Aachen z. B. gibt es seit den 80er Jahren eine Vorlesung „Unkonventionelle Fahrzeugantriebe“, die heute die Grundlage für den Lehrbetrieb in diesem Feld darstellt. Ähnliches lässt sich von anderen technischen Hochschulen (Stuttgart, München, Karlsruhe, Berlin) berichten. Die RWTH verfolgt mit der Gründung einer „Geschäftsstelle Elektromobilität“ im März 2010 das Ziel, alle Aktivitäten von 16 Hochschulinstituten zu bündeln. Die TU München hat ein Wissenschaftszentrum Elektromobilität gegründet, in dem 20 Lehrstühle zusammengeschlossen wurden.

Im Automobilbau hat die Kooperation zwischen Hochschulen und Industrie seit vielen Jahren eine große Tradition. Zumeist handelt es sich um Forschungsvorhaben der Drittmittel- oder öffentlich geförderten Verbundforschung (z. B. BMBF, EU), doch fast immer verbinden beide Seiten auch Aspekte der Ausbildung damit. Zumeist werden Qualifikationsarbeiten (Bachelor- und Masterarbeiten), Praktika, Stiftungsprofessuren, Doktorandenprogramme etc. in diese Kooperationen integriert. Über das Instrument der vorwettbewerblichen industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) leisten industriegeführte Forschungsvereinigungen (z. B. FV Antriebstechnik, FV Verbrennungskraftmaschinen, FV Automobiltechnik) aus eigenen Ressourcen und mit Förderung durch das BMWi über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) seit über 50 Jahren einen erheblichen Beitrag zur Stärkung der Hochschulforschung und akademischen Ausbildung in der Automobiltechnik.

Nachdem es in Deutschland nur noch eine relativ kleine Batterieindustrie gibt und auch die öffentliche Förderung Anfang dieses Jahrzehntes fast völlig zum Erliegen kam, spielte das Thema Elektrochemie/Batterien in der Forschung und damit auch für den wissenschaftlichen Nachwuchs kaum noch eine Rolle. Mit Ausnahme der Brennstoffzellentechnologie hatten auch andere elektrochemische Technologien in den letzten 20 Jahren keine große Bedeutung. Analog zur Analyse der AG 2 – Batterietechnologie weist die deutsche Hochschullandschaft demzufolge erhebliche Fehlstellen in einem für den Erfolg der Elektromobilität in Deutschland zentralen Gebiet auf. Die Analyse der hochschulischen Ressourcen in Deutschland zeigt, dass wesentliche Teilaspekte der Batterietechnologie wie Prozesstechnologien für Zellen- und Batteriefertigung, Grundlagen der Batteriesicherheit, Erprobungskonzepte sowie Modellierung und Simulation der zu entwickelnden Batterien unzureichend adressiert sind. Zur Erlangung der Technologieführerschaft bei Batterien und Zellen und der Schaffung von Voraussetzungen zum Aufbau großer Anteile der Wertschöpfung für die Batterieproduktion am Standort Deutschland sind die Aktivitäten an den Hochschulen deutlich auszubauen. Insbesondere in diesem Feld ist der Schulterschluss zwischen Wissenschaft und Industrie und eine öffentliche Förderung notwendig. Diese Fördermaßnahmen sollten auch den Ausbau der Lehre und der postgradualen Weiterbildung nachhaltig unterstützen.

Die bewährte Kooperation zwischen Industrie und Hochschulen muss weiter gestärkt werden, z. B. durch den Ausbau der vorwettbewerblichen industriellen Gemeinschaftsforschung mit einem Schwerpunkt auf die Elektromobilität. Zusätzlich müssen andere Disziplinen (wie z. B. Volks-, Wirtschaftswissenschaften), die bisher nicht im Fokus der technischen Entwicklung standen, einbezogen werden.

Mit Blick auf die postgraduale Weiterbildung muss festgestellt werden, dass die Aktivitäten der Universitäten in diesem auch volkswirtschaftlich wichtigen Gebiet (Stichwort „lebenslanges Lernen“) nicht ausgeprägt sind. Die Erfüllung dieser Aufgabe ist aber für die Zielsetzung „Leitmarkt und Leitanbieter“ von entscheidender Bedeutung. Hier ergibt sich für die Universitäten ein neues Geschäftsfeld.

Im Gegensatz dazu haben die Fachhochschulen langjährige gute Erfahrungen mit Graduiertenkollegs gemacht. Wichtig für die Verbesserung der Lehre sind auch entsprechende Praktika in Kooperation mit Unternehmen. Hier bedarf es einer verbesserten Ausstattung (Entwicklungs-Sets) und eines Ausbaus der personellen Ressourcen („Train the Trainer“). Weitere Kooperationen mit der Industrie im Bereich der Lehre sind z. B. Stiftungsprofessuren oder Stipendien.

ii. berufliche Bildung

Mit der Zielsetzung „Leitanbieter“ ist eine branchenübergreifende Zusammenarbeit mit neuen Wertschöpfungsketten, veränderten Geschäfts-/Arbeitsabläufen und technologischen Transformationsprozessen verbunden. Diese Veränderungen können nur bewältigt werden, wenn die Branchen über Mitarbeiter verfügen, die diesen Wandel tragen und gestalten. Die Unternehmen müssen sich deshalb fragen, ob die richtigen Experten zur rechten Zeit im Boot sind und das benötigte Know-how einbringen. Doch genau hier liegt das Problem, denn während der Fachkräftebedarf und der qualifikatorische Anspruch der Branchen steigen, werden die Belegschaften älter und der Nachwuchs knapper. Bislang abstrakte demografische Szenarien werden so zu akuten betrieblichen Herausforderungen.

Wenn sich das Umfeld verändert und die Branchen sich selbst immer wieder neu erfinden, braucht die berufliche Aus- und Fortbildung und damit die Personalentwicklung in den Unternehmen neue Strategien, um die Wettbewerbsfähigkeit auch für die Zukunft zu sichern.

Dem Fachkräftemangel können die Unternehmen nur begegnen, wenn es ihnen gelingt, neue Potentiale für die gewerblich-technischen Ausbildungsberufe und die technischen Studiengänge zu erschließen. Dafür gilt es, das Image dieser Berufe im Kontext der Elektromobilität zu verbessern und neu zu positionieren.

In organisatorischen und technologischen Transformationsprozessen brauchen Fachkräfte schnell verfügbares Know-how. Die aktuellen Ausbildungskonzepte ermöglichen es den Betrieben, flexibel auf technische Anforderungen zu reagieren und Auszubildende frühzeitig mit neuen betrieblichen Abläufen vertraut zu machen. Hier gilt es, die für die Elektromobilität erforderlichen Qualifikationsinhalte schnell zu integrieren.

In einem technologisch anspruchsvollen Umfeld wird der Arbeitsprozess selbst zur größten Lernquelle. Dabei können die Unternehmen die Potentiale und Erfahrungen ihrer Fachkräfte durch eine gezielte Förderung im Rahmen einer betrieblichen Weiterbildung nutzen. Das Lernen im Arbeitsprozess findet aber nicht im Selbstlauf statt. Im Arbeitsprozess Erfahrenes muss reflektiert werden, um die richtigen Schlüsse zu ziehen. Erst dieses Bewusstwerden des Gelernten ermöglicht es, zu abstrahieren und das neu gewonnene Know-how auf andere, neue Situationen zu übertragen.

Technologische Transformationen erfordern organisatorische Anpassungen. Mitarbeiter müssen also für die Technik und auch für die veränderten Prozesse fit sein. Hier gilt es, die betrieblichen Entwicklungsmöglichkeiten und die beruflichen Fortbildungsangebote zu nutzen.

4. Darstellen und Bewerten der grundlegenden/relevanten Rahmenbedingungen der akademischen und beruflichen Bildung in Deutschland

a. Wettbewerbsanalyse/Benchmarking vergleichbarer Volkswirtschaften

i. akademische Bildung

Im Rahmen der Expertenbefragung konnten einige beispielhafte Aussagen zur Situation an den Hochschulen in anderen Ländern mit hohen Aktivitäten in der Elektromobilität eingeholt werden. Dies waren: Italien (Politecnico di Torino/ Politecnico di Milano), Japan (Chiba University) und die USA (Ohio State University). Nach übereinstimmender Aussage der ausländischen Experten sind deren Hochschulen dabei, den gleichen Transformationsprozess durchzuführen, wie er in Deutschland erforderlich ist. In allen Ländern haben dabei diejenigen Hochschulen Vorteile, die eng mit der Industrie kooperieren.

Diese Wettbewerbsanalyse lässt nicht erkennen, dass die deutsche Hochschulausbildung durch besondere Anstrengungen im Ausland in Rückstand geraten ist. Allerdings besteht die Gefahr, dass durch laufende bzw. angekündigte staatliche Fördermaßnahmen die ausländischen Hochschulen ihre Kompetenzen kurzfristig ausbauen. Dies gilt insbesondere für eine in allen Ländern geplante Ausstattungsoffensive der Hochschullabors und die Einrichtung neuer Lehrstühle.

Zur Intensivierung der Forschungszusammenarbeit auf dem Gebiet der Elektromobilität wurde im Juni 2010 zwischen TU9, der Allianz der führenden Technischen Universität in Deutschland, und einer Gruppe exzellenter chinesischer Universitäten ein Memorandum of Understanding unterzeichnet. Ziel ist dabei der Aufbau eines deutsch-chinesischen Forschungsnetzwerkes, über das auch der Austausch von Studierenden und Hochschullehrerinnen und Hochschullehrern organisiert werden soll. Die Prioritäten in der Forschungszusammenarbeit werden derzeit zwischen den beteiligten Universitäten abgestimmt.

ii. berufliche Bildung

Eine Antwort auf die Frage, ob das berufliche Bildungssystem in Deutschland gegenüber vergleichbaren Volkswirtschaften konkurrenzfähig ist, beantwortet sich indirekt aus der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Unternehmen auf den internationalen Märkten: Intelligent und effizient zu produzieren ist im internationalen Wettbewerb die zentrale Herausforderung, aber auch die Stärke der deutschen Wirtschaft. Flexible Spezialisierung ist die Reaktion der Unternehmen, um ihrer Marktfähigkeit zu sichern und neue Märkte zu erschließen. Diese Strategie setzt darauf, Innovationen schnell in anspruchsvolle marktgerechte Produkte umzusetzen. Qualifizierte Facharbeit ist dafür eine zentrale Voraussetzung.

Im Vergleich zu den Volkswirtschaften, die ihren Nachwuchs überwiegend in Vollzeitschulen ausbilden, weist das duale System große Vorzüge auf: in die Ausbildung investieren sowohl der Staat, der für berufsbildende Schulen sorgt, als auch die Unternehmen. Das System erlaubt ihnen, die Ausbildungsinhalte in der Sozialpartnerschaft mit den Gewerkschaften weitgehend zu bestimmen und auf die technologischen Bedürfnisse Ihrer Branche auszurichten. Diese flexible Anpassungsfähigkeit hat sich auch bei den für die Elektromobilität relevanten Ausbildungsberufen in Industrie, Handwerk und Kfz-Gewerbe in den letzten Jahren bewährt. So stehen heute Ausbildungsprofile zur Verfügung, die den Anforderungen in den verschiedenen Handlungsfeldern der Elektromobilität gerecht werden können. Die inhaltliche Entwicklung der e-Mob-Qualifizierung kann so state-of-the-art geleistet werden.

b. Position der deutschen akademischen und beruflichen Bildung auf dem Gebiet der Elektromobilität

i. akademische Bildung

Die Expertengruppe zur akademischen Bildung hat im Rahmen der ABC-Analyse nachfolgende Aussagen zum Zustand der akademischen Bildung auf dem Gebiet der Elektromobilität in Deutschland abgestimmt:

Studiengänge:

- Die Analyse zeigt, dass die betrachteten ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge Fahrzeugtechnik, Maschinenbau, Elektro-/ Informationstechnik inhaltlich gut aufgestellt sind.
- Es ist kein genereller Bedarf an neuen Studiengängen erkennbar
- Das Gesamtsystem eMob erfordert allerdings eine enge Vernetzung der Fakultäten und Anpassungen der Studieninhalte. Die Systemaspekte müssen über die Fakultätsgrenzen hinweg zusammengeführt werden.
- Die Systembetrachtung Elektromobilität macht die Einbindung bisher nicht beteiligter Fachdisziplinen notwendig. Identifiziert wurden: Volks- und Wirtschaftswissenschaften, Sozial- und Geisteswissenschaften, um die Themen Marketing, betriebswirtschaftliche Aspekte, zukünftige Geschäftsmodelle und weiterführende Dienstleistungen, aber insbesondere auch die gesellschaftliche Verankerung der Elektromobilität in angemessener Weise zu adressieren.
- Die vorwettbewerbliche Gemeinschaftsforschung und die Verbundforschung haben mit ihren Ausbildungs- und Beschäftigungseffekten positiven Einfluss auf die Ausbildung und Qualifikation der Jungakademiker.
- Das Fachgebiet Elektrochemie/Batterieforschung weist im internationalen Vergleich die größten Defizite auf.
- Fahrzeugtechnik-Elektrotechnik-Maschinenbau müssen sich in der Fahrzeug- und Produktionstechnik vernetzen.
- Die Elektrotechnik hat durchgängigen Handlungsbedarf über alle Handlungsfelder mit Schwerpunkt in der Fahrzeugtechnik.
- Der Maschinenbau bestätigt Handlungsbedarf in der Produktionstechnik mit den größten Handlungsbedarfen zu „Produktion Batterie“ und „großserientauglicher Leichtbau“
- Die stichprobenartige Wettbewerbsanalyse mit ausländischen Hochschulen lässt nicht erkennen, dass die deutsche Hochschulausbildung durch besondere Anstrengungen im Ausland in Rückstand geraten ist.

Postgraduale Weiterbildung

- Die Auswertung belegt, dass die FH in der postgradualen Weiterbildung deutlich mehr Angebote entwickelt haben als die Universitäten
- Die Universitäten sollten hier schnellstmöglich nachziehen und entsprechende Angebote/ Geschäftsmodelle entwickeln
- Diskussionspunkte in der Expertengruppe waren:
 - Schulterchluss Industrie/Hochschulen
 - berufsbegleitende Masterstudiengänge
 - Attraktivität der Promotion in der Forschung vs. firmeninterner Promotion
 - „Train the Trainer“
 - Der Aufbau und die Ausstattung dieser Angebote sollte öffentlich unterstützt werden, nicht aber z. B. die Teilnehmerkosten.

ii. berufliche Bildung

Die Expertengruppe zur beruflichen Bildung hat im Rahmen ihrer Eignungsanalyse die nachfolgenden Aussagen zum Zustand und den daraus abgeleiteten Handlungsbedarf zur Weiterentwicklung der beruflichen Aus-, Fort- und Weiterbildung für die Handlungsfelder der Elektromobilität abgestimmt:

Berufsausbildung

- die Eignungsanalyse der 20 eMob- relevanten Bildungsgänge in der M+E Industrie, im Elektrohandwerk und im Kfz Gewerbe zeigt, dass die in den letzten Jahren neu geordneten Berufsprofile den Qualifikationsanforderungen der Elektromobilität „sehr umfassend“ oder „in wesentlichen Teilen“ gerecht werden. (Eine Ausnahme ist das Berufsbild des Tankwarts)
- Die Berufsbilder sind durch typische Arbeitsabläufe und –prozesse charakterisiert und damit offen für die Integration eMob-spezifischer Ausbildungsinhalte der jeweiligen Einsatz-/Handlungsfelder.
- Dazu besteht ein „aktueller, umfassender Handlungsbedarf“ bezüglich der Definition eMob-spezifischer Einsatzfelder sowie der Beschreibung und Entwicklung der zugehörigen Qualifizierungsinhalte in Form von Handreichungen und Umsetzungshilfen.
- Bei der Entwicklung der Qualifizierungsinhalten sollen neue Wertschöpfungsketten berücksichtigt und dabei der in den Berufsbildern bereits angelegte prozess- bzw. systemorientierte Qualifizierungsansatz für eine horizontale – handlungsfeldübergreifende – bzw. eine vertikale – berufsübergreifende – Vernetzung genutzt werden.
- Für die Entwicklung von Qualifizierungsmodulen und Lehr- und Lernmedien, den Aufbau von Lernplattformen und Expertennetzwerken sowie die technische Ausstattung von Ausbildungsstätten wird ein kurz- und mittelfristiger Handlungsbedarf beschrieben.
- Im Hinblick auf die Gewinnung von Nachwuchskräften kommt der Darstellung der Ausbildungsmöglichkeiten und der beruflichen Entwicklungschancen in der Elektromobilität eine besondere Bedeutung zu. Hier besteht dringender Handlungsbedarf, die Elektromobilität in ihrem wirtschaftlichen/gesellschaftlichen Gesamtzusammenhang sowie die Berufe im Kontext der eMob Handlungsfelder und der sie prägenden Produkte und Dienstleistungen anschaulich darzustellen.

Fort- und Weiterbildung

- Die Eignungsanalyse von 19 eMob-relevanten Fort- und Weiterbildungsgängen in der M+E Industrie, im Elektrohandwerk, im Kfz Gewerbe sowie von Technikerschulen zeigt, dass auch hier die in den letzten Jahren neu geordneten Bildungsgänge den Qualifizierungsbedarf der Elektromobilität in der Mehrzahl „sehr umfassend“ und zu einem geringeren Anteil „im wesentlichen“ gerecht werden.
- Die etwas geringere Eignung einiger Profile ergibt sich insbesondere durch neue handlungsfeldübergreifende Geschäftsmodelle bzw. Wertschöpfungsketten.
- Für die einzelnen Fort- und Weiterbildungsgänge besteht ein aktueller Handlungsbedarf bei der Beschreibung und Entwicklung eMob-spezifischer Qualifizierungsinhalte/ -module in Form von Handreichungen oder Umsetzungshilfen.
- Ein berufsübergreifender aktueller Handlungsbedarf besteht für die Qualifizierung der Fachkräfte im Umgang mit Hochleistungsbatteriesystemen und Hochvoltsystemen. (Gesetz- und regelkonforme Qualifizierungsstandards, Module, Medien, Technische Ausstattung.)
- Kurz- und mittelfristiger Handlungsbedarf wird bei der Anpassungsqualifizierung von in eMob-Bereichen tätigen Facharbeitern und Gesellen in Form berufsspezifischer Weiterbildungsangebote festgestellt. (Qualitätsgesicherte Weiterbildungsstandards, modulare Qualifizierungsbausteine, eMedien und Lernplattformen, Zertifizierung, themenfokussierte Expertennetzwerke.)

c. Ableiten von Handlungszielen

Basierend auf der Analyse zum Stand der akademischen und beruflichen Erstausbildung und Weiterqualifizierung empfiehlt die AG 6 die schnellstmögliche Aufplanung und Durchführung einer Nationalen Konferenz, zur akademischen und beruflichen Bildung, um die jeweiligen Handlungsfelder abzustimmen. Der vorliegende Bericht steckt den Rahmen für eine **Kompetenz-Roadmap** ab, die über die Nationale Bildungskonferenz ausgestaltet und in die Umsetzung gebracht werden soll. Angestrebt ist eine größtmögliche öffentliche und politische Sichtbarkeit dieser Veranstaltung. Nur ein Schulterschluss zwischen den Stakeholdern der akademischen und beruflichen Aus- und Weiterbildung zur Herausforderung eMob schafft die optimalen Synergien und die nachhaltigen Umsetzungsimpulse und -strukturen.

Fragen der Bildung und Qualifikation und die Ableitung von Empfehlungen und Handlungszielen erfordern in beiden Bereichen einen Konsens zwischen den jeweiligen Akteuren. Erforderlich ist, dass die Themen sowohl in der fachlichen als auch in der gesellschaftlichen Öffentlichkeit dargestellt und diskutiert werden.

Die Umsetzung der Vorschläge der AG 6 wird umfassende finanzielle Mittel erfordern. Im Sinne der Zielsetzung der NPE kommt es darauf an, dass die Bundesregierung schnellstmöglich die notwendigen Schritte zur Realisierung einleitet.

Die nachfolgenden Empfehlungen der AG 6 sind aus Expertensicht Eckpunkte dieser Aktivitäten.

d. Aufzeigen von Handlungsfeldern zu den Bedarfen der technischen AGn

Als wesentliches Handlungsfeld zwischen AG 6 und den technischen AG wurde für die akademische Ausbildung die Ableitung des vorwettbewerblichen Forschungsbedarfes aus der Vielzahl der Themen identifiziert. Nur vorwettbewerbliche Forschung zwischen Industrie und Wissenschaft hat die notwendige Offenheit, um über Forschung die aktuellsten Lehrinhalte in die Studienpläne einzubringen.

5. Kompetenz-Roadmap

Die AG 6 zeigt mit diesem Bericht den Weg zu einer **Kompetenz-Roadmap** der akademischen und beruflichen Aus- und Weiterbildung zur Elektromobilität in Deutschland auf. Die Empfehlungen der Expertengruppen akademisch/beruflich lassen sich in je vier Punkten zusammenfassen, wobei die erfolgreiche und gemeinsame Umsetzung der ersten Empfehlung die Grundlage für alle weiteren Aktivitäten legen muss:

Eine **Nationale Konferenz zur akademischen und beruflichen Aus- und Weiterbildung** als Startschuss zukünftiger Maßnahmen bereits im ersten HJ 2011. Die erwarteten Ergebnisse sind:

- Bewusstseinsbildung, dass eMob-Ausbildung und Qualifizierung systemorientiert und branchenübergreifend gesehen und gestaltet werden muss
- Ausgestaltung der Kompetenz-Roadmap durch inhaltlich, zeitlich und finanziell aufgeplante Maßnahmen
- eMob-Bildung auf allen Ebenen als Einheit betrachten
- Nachhaltigkeit schaffen: Etablierung der Strukturen zur Umsetzung der Maßnahmen
- Verabredungen zum Monitoring der Umsetzung
- Beteiligte: BMBF, BMWi mit allen Stakeholdern der beruflichen und akademischen Aus- und Weiterbildung, Dozenten, Hochschullehrer, Ausbilder, Berufsschullehrer, Exzellenz-/Kompetenzzentren, Bildungsträger, Berufsgenossenschaften, ...

a. Handlungsfelder der akademische Bildung, Umsetzungsempfehlungen und Zeitplan

1. Nationale Konferenz zur akademischen und beruflichen Aus- und Weiterbildung, danach Review und Steuerung durch Jahrestagungen („eMob in progress“)

und Umsetzung ab 2. HJ 2011 – 2015:

2. Neue Lehrstühle (Schwerpunkt: Elektrochemie/Batterieforschung, Leichtbau), Entwicklung/Umsetzung von Studiengängen, Ausstattung der Hochschulen
3. Postgraduale Fortbildung: Entwicklung von Ausbildungsgängen, Aufbau und Ausstattung von Fortbildungszentren, „Train the Trainer“
4. Vernetzung Wissenschaft-Wirtschaft durch den Ausbau der Projektförderung der vorwettbewerblichen industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) parallel zum Ausbau der eMob-unterstützten Verbundforschung (s. andere AG-Berichte)

b. Handlungsfelder der beruflichen Bildung, Umsetzungsempfehlungen und Zeitplan

1. Nationale Konferenz zur akademischen und beruflichen Aus- und Weiterbildung, danach Review und Steuerung durch Jahrestagungen („eMob in progress“)

und Umsetzung ab 2. HJ 2011 – 2015:

2. Marketing eMob zur Nachwuchssicherung und Fachkräfteentwicklung
3. Handreichungen/Umsetzungshilfen zur eMob-Qualifizierung in der beruflichen Aus- und Fortbildung, Qualifizierungsmodule, Lehr- und Lernmedien, „Train the Trainer“, Expertisepool, technische Ausstattung von Bildungsstätten
4. Handreichungen/Umsetzungshilfen zur berufs begleitenden eMob Anpassungsqualifizierung, qualitätsgesicherte Weiterbildungsstandards, modulare Qualifizierungsbausteine, eMedien, Lernplattformen, Zertifizierung, Expertennetzwerke, technische Ausstattung von eMob Kompetenzzentren

Besonderheit:

Ein gemeinsames international angelegtes Projekt der akademischen und beruflichen Bildung, dient der Sicherung der Zielsetzung „Deutschland als Leitanbieter“:

Kompetenzportfolio für den globalen e-Mobilitätsmarkt:

Fachkräftekompetenzen/ Kompetenzrahmen, Fachkräfteentwicklung und -austausch – international

c. Faktoren der Erfolgskontrolle/Reviewprozesse

Über die Nationale Bildungskonferenz ist der „Schulterschluss“ der Akteure der akademischen und beruflichen Bildung erfolgt. Bis Mitte 2011 liegen die notwendigen Maßnahmenpakete und Zeitpläne zur Beseitigung der durch die AG 6 identifizierten inhaltlichen und strukturellen Defizite vor.

Die Maßnahmenpakete sind über die Laufzeit 2011-2015 abgestimmt und die Finanzierung ist sichergestellt.

6. Aktivitätenplanung zum Erreichen der Milestones (Handlungsfelder)

a. Aktivitäten der relevanten Akteure zur Anpassung der akademischen Bildung

Die Zielsetzung der NPE AG 6 zur Anpassung der akademischen Bildung an die Herausforderungen der Elektromobilität sowie die Abarbeitung des Forschungsbedarfs der technischen AGn der NPE lassen sich in idealer Weise kombinieren.

Neben der notwendigen Anpassung der Studieninhalte, angestoßen und koordiniert durch die Nationale Bildungskonferenz, kann auch die Forschungsförderung wesentliche Impulse setzen.

Für eine effiziente Förderung der Elektromobilität bieten sich die beiden Instrumente Verbundforschung (BMBF) und Industrielle Gemeinschaftsforschung (BMW i) in idealer Weise an. Die Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) bietet den Vorteil, auf seit Jahren etablierten Netzwerken zwischen Industrie und Wissenschaft aufbauend, eine schnelle Umsetzung sicherzustellen, die sowohl im Hinblick auf Themenidentifikation, Umsetzung und effizienten breitenwirksamen Transfer weltweit Maßstäbe setzt. Beide Instrumente schlagen eine Brücke zwischen Industrie und Wissenschaft sowie zwischen der Grundlagenforschung und der vorwettbewerblichen anwendungsorientierten Forschung. Gleichzeitig werden über die IGF-Projekte beste Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler praxisnah ausgebildet.

Die im Themenfeld Elektromobilität aktiven Forschungsvereinigungen (FV Antriebstechnik, FV Verbrennungskraftmaschinen, FV Automobiltechnik, Forschungskuratorium Maschinenbau, Textil, Umwelttechnik, Dechema etc.) bieten breite Innovationsnetzwerke und integrieren die führenden Forschungsstellen sowie die Industrie (OEM, Zulieferer, Produktionstechnologie), vernetzen also Unternehmen und Wissenschaft entlang der vertikalen Wertschöpfungskette wie auch die der Wettbewerber untereinander auf horizontaler Ebene. Daher bieten sich diese Netzwerke auch als Transferplattform für die öffentlich geförderten Forschungsprojekte der NPE-Initiative an.

Zielsetzung:

1. Innovationsnetzwerk „Elektromobilität“ aus vorhandenen Strukturen weiterentwickeln
2. Ergebnistransfer in die Breite der Wirtschaft sicherstellen
3. Spitzenkompetenz mit weltweiter Ausstrahlung an deutschen Hochschulen entwickeln
4. Neue Lehrstühle und Studiengänge etablieren und in die Netzwerke integrieren
5. Wissenschaftler dieses Netzwerkes interdisziplinär weiterbilden

b. Aktivitäten der relevanten Akteure zur Anpassung der beruflichen Bildung

Im Bereich der beruflichen Bildung wurden durch die AG 6 beispielhaft bereits folgende Aktivitäten in den vier Handlungsfeldern konkretisiert:

- **Handreichungen/Umsetzungshilfen „e-Mob Qualifizierung“**
Beschreibung e-Mob-spezifischer Einsatz-/Handlungsfelder. Entwicklung der zugehörigen Qualifizierungsinhalte, Qualifizierungsmodule und Lehr- und Lernmedien.
- **Web 2.0 Plattform „Bildung e-Mobilität“**
Aufbau und Betrieb einer Informations- und Kommunikationsplattform für alle Akteure und Themen der Qualifizierung für den Bereich der e-Mobilität.
- **Expertisepool Bildung e-Mobilität**
Aufbau und Betrieb eines strukturierten und moderierten Content-Management-System für Dozenten, Trainer, Lehrer und Ausbilder zu den Themen und Fachinhalten der Qualifizierung im Bereich e-Mobilität.
- **Qualifikationsstandards – Hochleistungsbatterien/ Kfz-Hochvoltsysteme**
Entwicklung von Qualifikationsstandards, Qualifizierungskonzepten und -inhalten zur Befähigung von nicht einschlägig qualifizierten Personen für den „Umgang mit Hochleistungsbatterien“ und/oder für das „Arbeiten an Kfz Hochvoltsystemen“ unter Berücksichtigung des Arbeitsschutzgesetzes und der relevanten technischen Regelwerke. Feststellung der für Verkauf, Wartung und Instandhaltung von E-Fahrzeugen notwendigen Qualifikationen und Kompetenzen der Beschäftigten in Kfz-Betrieben.
- **Schulungskonzept e-Mobility für elektro- und informationstechnische Handwerke**
Das Qualifikationskonzept ist als Präsenzkurs mit E-Learning-Anteilen vorgesehen, um insbesondere die Effektivität des Kurses zu erhöhen und die Nachhaltigkeit der Qualifikationsergebnisse zu sichern. Die Herausforderung dieses Kurses ist, dass beim Aufbau der Ladeinfrastruktur Energietechnik, Elektrotechnik, Kommunikationstechnik und Informationstechnik verschmelzen. Diese Themenvielfalt innerhalb eines E-Produktes hat es bisher nicht gegeben. Hier besteht erheblicher Schulungsbedarf für die elektro- und informationstechnischen handwerklichen Betriebe.
- **Kompetenzportfolios Elektromobilität – internationale Roadmap**
In den Kompetenzportfolios Elektromobilität werden systematisch die für einen globalen e-Mobilitätsmarkt erforderlichen Fachkräftekompetenzen beschrieben. Die Portfolios decken die komplette Wertschöpfungskette ab, berücksichtigen technologische Transformationsprozesse und veränderte Service- und Beratungsanforderungen ebenso wie innovative Geschäftsmodelle und neuartige Systemdienstleistungen. In Form eines Kompetenzrahmens werden so die Anforderungen dargestellt, die in Unternehmen, in Prozessen und durch Qualifikationen konkretisiert und spezifiziert werden müssen.

c. notwendige politische Aktivitäten

Änderungen und Neuerungen im gesamten Bildungssystem sind von hohem gesellschaftlichem und politischem Interesse. Ein entsprechender nationaler Schulterschluss zwischen allen relevanten Akteuren ist Grundlage des notwendigen Erfolges. Die Notwendigkeit des Anpassungsprozesses muss akzeptiert und in der Öffentlichkeit kommuniziert werden. Nur auf diesem Weg kann die Gesellschaft mitgenommen werden.

d. Pilotprojekte

Leiten sich aus dem Qualifikationsportfolio der eMob-Handlungsfelder ab.

7 Empfehlungen an die Bundesregierung

a. Regulierung

Die Vorschläge werden unter Berücksichtigung der jeweiligen Bundes- und Länderzuständigkeiten umgesetzt.

b. Finanzierung

Die Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen erfordert nachfolgendes Projektvolumen:

Themen	2011	2012	2013	2014	2015	Total
Nationale Konferenz zur akademischen und beruflichen Aus- und Weiterbildung, danach Review und Steuerung durch Jahrestagungen („eMob in progress“)	1,60	0,60	1,60	0,60	1,60	6,00
Akademische Bildung	Mio. €	Mio. €	Mio. €	Mio. €	Mio. €	Mio. €
Neue Lehrstühle (Schwerpunkt: Elektrochemie / Batterieforschung, Leichtbau), Entwicklung / Umsetzung von Studiengängen, Ausstattung der Hochschulen	15,00	40,00	35,00	20,00	10,00	120,00
Postgraduale Fortbildung: Entwicklung von Ausbildungsgängen, Aufbau und Ausstattung von Fortbildungszentren, „Train the Trainer“	5,00	10,00	10,00	7,50	2,50	35,00
Vernetzung Wissenschaft-Wirtschaft durch Projekte der vorwettbewerblichen industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)	15,00	40,00	55,00	55,00	35,00	200,00
Summe akademische Bildung	35,00	90,00	100,00	82,50	47,50	355,00
Berufliche Bildung	Mio. €	Mio. €	Mio. €	Mio. €	Mio. €	Mio. €
Marketing eMob zur Nachwuchssicherung und Fachkräfteentwicklung	5,00	5,00	4,00	3,00	3,00	20,00
Handreichungen / Umsetzungshilfen zur eMob Qualifizierung in der beruflichen Aus- und Fortbildung, Qualifizierungsmodule, Lehr- und Lernmedien, Train the Trainer, Expertisepool, technische Ausstattung von Bildungsstätten	10,00	20,00	20,00	10,00	5,00	65,00
Handreichungen / Umsetzungshilfen zur berufsbegleitenden eMob Anpassungsqualifizierung, qualitätsgesicherte Weiterbildungsstandards, modulare Qualifizierungsbausteine, eMedien, Lernplattformen, Zertifizierung, Expertennetzwerke, technische Ausstattung von eMob Kompetenzzentren	10,00	30,00	20,00	15,00	10,00	85,00
Summe berufliche Bildung	25,00	55,00	44,00	28,00	18,00	170,00
Akademische Bildung / berufliche Bildung: Kompetenzportfolio für den globalen eMobilitätsmarkt: Fachkräftekompetenzen / Kompetenzrahmen, Fachkräfteentwicklung und -austausch – international		2,00	2,00	2,00	2,00	8,00
SUMME akademische und berufliche Bildung	61,60	147,60	147,60	113,10	69,10	539,00

c. Anreize und Investitionen

N/A

d. Ideelle Unterstützung

N/A

Verfasser:

Arbeitsgruppe 6 „Ausbildung und Qualifizierung“
der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE)

Redakteur:

Dietmar Goericke
Geschäftsführer
Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen e.V.
Lyoner Straße 18
60528 Frankfurt am Main

Herausgeber:

Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität
der Bundesregierung (GGEMO)
Scharnhorststraße 34–37
10115 Berlin

Grafik/Design:

Theim Kommunikation GmbH
Carl-Thiersch-Str. 3
91052 Erlangen

Druck:

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie