NATIONALE PLATTFORM ELEKTROMOBILITÄT

# Kompetenz-Roadmap

## Aktualisierung 2015

**AG 5 – Ausbildung und Qualifizierung**

# Inhaltsverzeichnis


1 Einführung 3

2 Definitionen 6
2.1 Arbeitsziele 7
2.2 Handlungsfelder 7
2.3 Akteure – Vorgehensweise 10

3 Analysen 12
3.1 Anpassungsbedarf 13
3.2 Benchmarking vergleichbarer Volkswirtschaften 16
3.3 Qualifizierungsprojekte in den „Schaufenstern Elektromobilität“ 17
3.4 Herausforderungen 19

4 Perspektiven 22
4.1 Rahmenbedingungen 23
4.2 Entwicklungslinien 25

5 Empfehlungen 28
5.1 Handlungsziele 29
5.2 Umsetzungsempfehlungen 29
5.3 Projektvolumen 30
5.4 Prioritäre Förderthemen 30

6 Transfer 33
6.1 Aktivitätenplanung 34
6.2 Maßnahmenpakete 37
6.3 Koordinierung 38
6.4 Monitoring 39

# 1
# Einführung

Der Gestaltung technologischer, marktwirtschaftlicher, politischer und gesellschaftlicher Entwicklungen kommt bei der Elektromobilität eine große Bedeutung für den Innovationserfolg zu. Das gilt in besonderer Weise auch für die Ausbildung und Qualifizierung der Fachkräfte – ob Ingenieure oder Facharbeiter.

Ein leistungsfähiges Instrument zur Planung und Umsetzung stellt eine Kompetenz-Roadmap dar. Sie ist im erweiterten Sinne eine Art Landkarte, die viele Einzelthemen bündelt, Handlungsoptionen darstellt und Prioritäten benennt. Eine solche Roadmap entsteht in einem mehrschrittigen Prozess, der mit der Definition der Ziele beginnt und mit den Aktivitäten zum Transfer der Ergebnisse endet.

Es ist die Aufgabe der Arbeitsgruppe „Ausbildung und Qualifizierung“ der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) herauszuarbeiten, was getan werden muss, um die akademische und berufliche Bildung erfolgreich auf das Ziel auszurichten, Deutschland bis zum Jahr 2020 zum Leitmarkt und Leitanbieter für die Elektromobilität zu entwickeln.

Im Rahmen umfassender Analysen wurden dazu erstmalig im Jahr 2010 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 Bildungsangebote abgeleitet und im Zwischenbericht wie auch im Zweiten Bericht der Nationalen Plattform Elektromobilität dargestellt.

Im Rahmen der 1. Nationalen Bildungskonferenz Elektromobilität 2011 in Ulm konnten diese Empfehlungen einer kritischen Bewertung im Hinblick auf Konsistenz und Vollständigkeit unterzogen werden. Auf der Grundlage der Konferenzergebnisse wurde eine „Kompetenz-Roadmap“ mit Handlungszielen und prioritären Maßnahmen erarbeitet und 2012 veröffentlicht. In der Folge wurden zahlreiche Bildungsprojekte gestartet, von fokussierten Initiativen einzelner Bildungseinrichtungen über aus Bundesmitteln geförderte Projekte bis hin zu Bausteinen innerhalb der Schaufensterprojekte. Mit dem Ziel, die Vielfalt der Bildungsmaßnahmen im beruflichen wie im akademischen Bereich transparent und die wertvollen Ergebnisse deutschlandweit verfügbar und nutzbar zu machen, hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) das bildungszweig-übergreifende Projekt „Nationale Qualifizierung Elektromobilität (NQuE)“ unter Leitung des Bundesinstituts für Berufliche Bildung (BiBB) und Mitwirkung des Instituts für Kraftfahrzeuge der RWTH Aachen (ika) sowie der Technischen Hochschule Ingolstadt etabliert.

Die 2. Nationale Bildungskonferenz Elektromobilität, die Anfang 2015 in Berlin stattfand, gab einen umfassenden Überblick über den aktuellen Stand der elektromobilitäts-bezogenen akademischen und beruflichen Bildung und identifizierte weitere Handlungsbedarfe, auf deren Grundlage die Arbeitsgruppe „Ausbildung und Qualifizierung“ als AG 5 neu aufgestellt wurde. Die Leitung hat Prof. Dr. Gunther Olesch übernommen.

Der Bereich der akademischen Bildung wird durch ausgewiesene Experten der Fakultäten und Fachbereiche vertreten; der Bereich der beruflichen Bildung von hochrangigen Vertretern aller relevanten Wirtschafts- und Sozialpartner.

Für die Weiterentwicklung der Kompetenz-Roadmap wurde entsprechend der Zusammensetzung der AG 5 die Aufgabenstellung in den folgenden Teilprojekten bearbeitet:

- „A – Akademische Bildung“ (Ltg. Prof. Dr.-Ing. Lutz Eckstein, RWTH Aachen)
- „B – Berufliche Bildung“ (Ltg. Barbara-Ch. Schild, Bundesinstitut für Berufsbildung)

## Kompetenz-Roadmap

Die Kompetenz-Roadmap wurde initial in fünf Schritten geplant und beschrieben (Abb. 1). In derselben logischen Vorgehensweise wurde diese im Jahr 2015 durch die neubesetzte AG 5 überprüft, wobei der Fokus auf den Schritten 3, 4 und 5 lag.

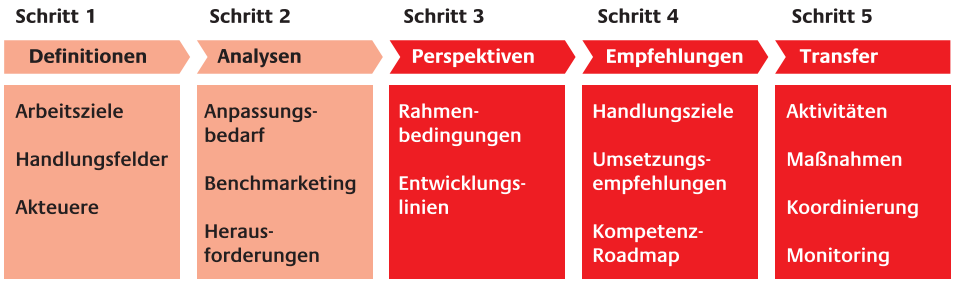



Abbildung 1: Vorgehensweise bei der Überarbeitung der Kompetenz-Roadmap

# 2
# Definitionen er Benchmark

## 2.1 Arbeitsziele

Die Arbeitsziele wurden für die Teilprojekte „A – Akademische Bildung“ und „B – Berufliche Bildung“ in gleicher Form definiert:

- Überprüfung der Qualifikationsanforderungen und Kompetenzbündel der zentralen Handlungsfelder der Elektromobilität
- Spiegelung der Qualifikationsanforderungen und Kompetenzbündel in Aus-, Weiterbildungs- und Studiengängen (Soll-Ist-Vergleich)
- Definition des Anpassungsbedarfs
- Empfehlungen für Bildung und Qualifizierung

## 2.2 Handlungsfelder

In der weiteren Bearbeitung wurden die zentralen Handlungsfelder der Elektromobilität identifiziert, die Wertschöpfungskette prozessorientiert strukturiert und für jedes der Handlungsfelder die jeweils prioritären Themenschwerpunkte systembezogen beschrieben (Abb. 2).

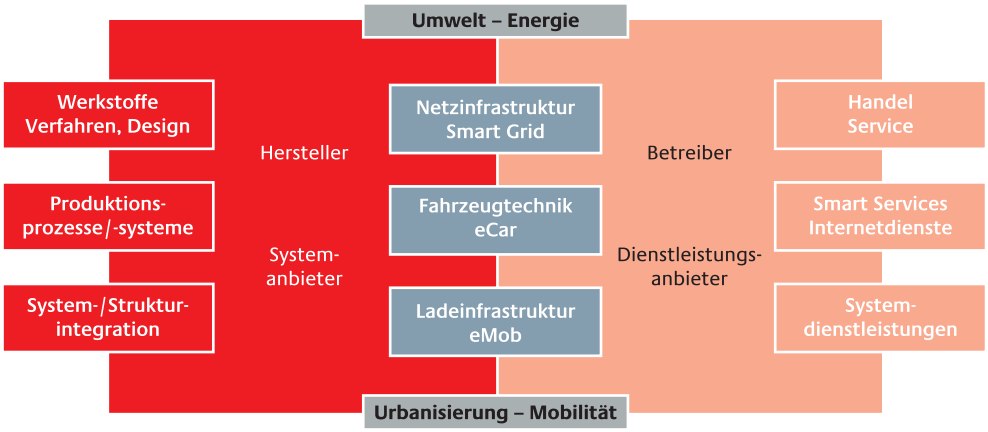



Abbildung 2: Handlungsfelder der Themencluster

Die ursprüngliche Abbildung der ersten Kompetenz-Roadmap wurde weiterentwickelt, indem die Themen teilweise neu geclustert und geordnet wurden.

## Handlungsfeld „Netzinfrastruktur Smart Grid“

- Stromerzeugung aus erneuerbarer Energie
- Stromverteilung, Transformatoren, Umrichter, Schaltanlagen, Netzkupplung
- Intelligente Energienetze, integrierte Kommunikations- und Datennetze
- Leit- und Steuerungstechnik, intelligente Zähler (smart metering)
- Energiemanagementsystem (EMS), Vehicle to Grid

## Handlungsfeld „Fahrzeugtechnik eCar“

- Fahrzeugkonzepte, Systemtopologie, Leichtbaustrukturen
- Batteriesysteme, Module / Zellen / Hochvoltelektrik / Batteriemanagement / Kühlsystem, Ladeelektronik, Crashsicherheit
- Elektromotor, Motorsteuerung, Leistungselektronik, Antriebsregelung
- Hybridsysteme, Range-Extender
- Energie- und Thermomanagement, Heizung, Klimatisierung, Konditionierung
- Hochvoltnetz / Bordnetz / Ladewandler, Subsysteme, Sicherheits- und Diagnosesysteme
- Fahrerassistenz- und Kommunikationssysteme, Vernetzung Car to X

## Handlungsfeld „Ladeinfrastruktur eMob“

- Stromtankstellen, öffentliche, halböffentliche und private Ladestationen
- AC- und DC-Ladefähigkeit, Combined Charging System (CCS)
- Interoperable Lösungen, Abrechnungsgeräte, Roaming
- Induktives Laden, Batteriewechselstationen (smart change), intelligente Ladekabel
- Home Energy Management System (HEMS)

## Handlungsfeld „Umwelt / Energie“

- Klimaschutz, Ökobilanz, Emissionsreduzierung
- Erneuerbare Energien, Grünstrom
- Energie- und Lastmanagement
- Intelligente Ladesteuerung
- Stationäre Energiespeicher, Second-Life-Konzepte für Batterien

## Handlungsfeld „Urbanisierung / Mobilität“

- Stadt- und Verkehrsplanung, intermodale Mobilitätspunkte
- Vernetzte Verkehrssysteme, Park & Ride
- Nutzergruppen, Mobilitätsbedarf/ -verhalten
- ÖPNV, kommunale Fahrzeuge, Lieferdienste (KEP)
- Akzeptanzkriterien, Betriebskostenbilanzen

## Handlungsfeld „Werkstoffe, Verfahren, Design“

- Zellwerkstoffe, Zellchemie, Verfahrensentwicklung
- Hochleistungshalbleiter für Leistungselektronik und Laden
- Leichtbauwerkstoffe, Fügeverfahren und Simulation
- Multi-Material-Design, Funktionsintegration
- Werkstoffverfügbarkeit und Recycling

## Handlungsfeld „Produktionsprozesse und -systeme“

- Produktion Batteriezellen / -module/ -systeme
- Produktion Elektromaschinen und Leistungselektronik
- Produktion Systemleichtbau
- Produktion Industrie 4.0, Cyber Physical Systems, Internet of things and services

## Handlungsfeld „System- /Strukur-Integration“

- Netzanbindung/ -integration der Ladetechnologie in das Energiesystem
- Integration in Kommunikations- und Datennetze der IKT-Infrastruktur
- Einbindung in regionale Verkehrssysteme und Serviceplattformen
- Systemimplementierung/ -betrieb/ -support
- Infrastrukturelle u. bauliche Rahmenbedingungen, Gesetze, technische Regelwerke
- Kollaborative Engineeringprozesse im Rahmen internationaler Konsortien

## Handlungsfeld „Handel und Service “

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

## Handlungsfeld „Smart Services - Internetdienste“

- Digitale Infrastruktur
- Konfigurierung, Vernetzung, Virtualisierung
- Serviceplattformen für intelligente Dienstleistungen
- Internetbasierte Dienste

## Handlungsfeld „System-Dienstleistungen“

- Systemoffene Bezahlsysteme, gesicherte Authentifizierung
- Roaming Plattformen, Provider, Clearinghouses
- Geschäftsmodelle, Nutzerkonzepte, Carsharing
- Flotten- und Fuhrparkmanagement
- Integriertes Mobilitäts- und Verkehrsmanagement

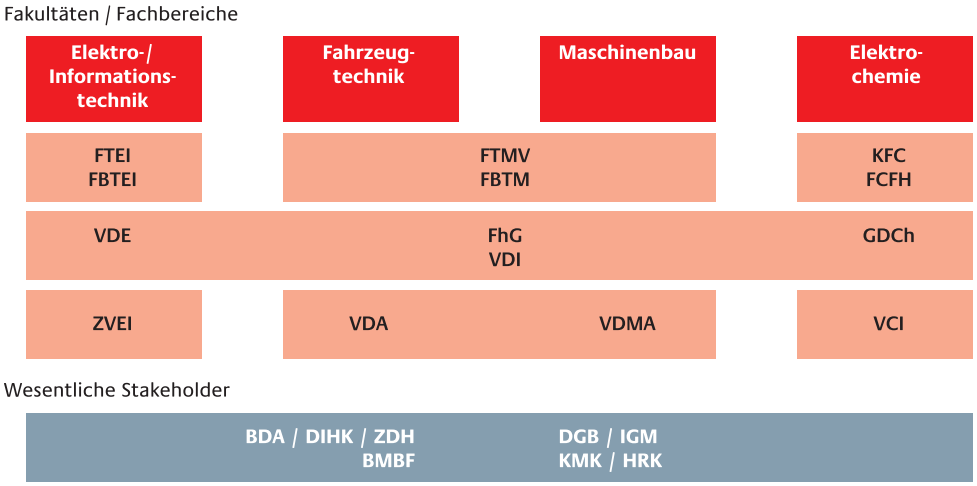
Dieser weiterentwickelte Ansatz stellt die Anforderungen und Inhalte dar, an denen der aktuelle Stand der akademischen und beruflichen Aus- und Fortbildungsgänge gespiegelt werden kann.

## 2.3 Akteure – Vorgehensweise

**Akademische Bildung**

Im Hinblick auf die Ziele Nachwuchssicherung und Fachkräfteentwicklung im Bereich der akademischen Bildung in ingenieur- und naturwissenschaftlichen Studiengängen sowie der postgradualen Weiterbildung wurden die relevanten Fakultäten / Fachbereiche der Hochschulen als Hauptbeitragende identifiziert:

Abbildung 3: Fakultäten / Fachbereiche




- Fachbereich Fahrzeugtechnik mit Schwerpunkten im Bereich Fahrzeugkonzeption, Antriebsstrang, Energie- und Thermomanagement, E/E-Architektur, Leichtbau, Crashsicherheit, Fahrerassistenz und Vernetzung,
- Fachbereich Maschinenbau mit Schwerpunkten in der Werkstofftechnik, Verfahrenstechnik und Produktionstechnik,
- Fachbereich Elektro-/Informationstechnik mit Schwerpunkten in Leistungselektronik, elektrische Maschinen, Signalverarbeitung, Eingebettete Systeme, Funktionale Sicherheit,
- Fachbereich Elektrochemie mit den Schwerpunkten Materialentwicklung, Zelltechnologie,
- Fachbereich Betriebswirtschaft mit Schwerpunkten in Marketing, Mobilitätskonzepte, Flotten- und Fuhrparkmanagement, Systemdienstleistungen, Supply Chain Management, Nutzergruppen und -verhalten, Akzeptanzkriterien.

Die Eignung der aktuellen Lehr- und Studieninhalte dieser Bereiche wurde im Rahmen des Projektes „Netzwerk Qualifizierung Elektromobilität“ überprüft. 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:
  - die Einrichtung von Lehrstühlen
  - die Etablierung von Studiengängen / postgradualen Weiterbildungsangeboten
  - die Entwicklung von Studieninhalten / Studienmodulen, in Verbindung mit einer Priorisierung und entsprechenden Empfehlungen

**Berufliche Bildung**

Im Hinblick auf die Ziele Nachwuchssicherung und Fachkräfteentwicklung in der beruflichen Ausbildung bzw. der Fort- und Weiterbildung wurden vier Branchenfelder identifiziert:

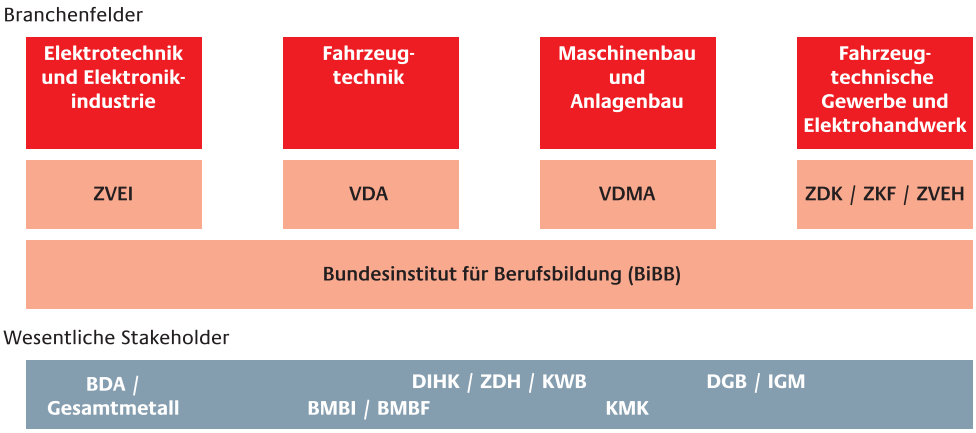



Abbildung 4: Branchenfelder

Die eMob-relevanten Bildungsgänge wurden im Rahmen der 2. Nationalen Bildungskonferenz reflektiert und von Experten aus Unternehmen der nachfolgend genannten Bereiche beurteilt:

- Automobilindustrie,
- Elektrotechnik- und Elektronikindustrie,
- Elektro- und informationstechnische Handwerke,
- Kfz-Gewerbe,
- Karosserie- und Fahrzeugbaugewerbe.

Einbezogen wurde

- die Eignung verfügbarer Bildungsgänge in Verbindung mit einer Einschätzung zum Umfang eMob-relevanter Qualifizierungsinhalte / zum Grad der eMob-Schnittmengen;
- Daraus wurde der eMob-spezifische Handlungsbedarf abgeleitet im 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.

# 3
# Analysen

## 3.1 Anpassungsbedarf

**Akademische Bildung**

Die Expertengruppe hat im Rahmen ihrer Analysen nachfolgende Aussagen für den Bereich der akademischen Bildung abgestimmt:

**Studiengänge**

- Die Analyse zeigt, dass die betrachteten ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge Fahrzeugtechnik, Maschinenbau, Elektro- / Informationstechnik inhaltlich gut aufgestellt sind.
- Es ist kein genereller Bedarf an weiteren neuen Studiengängen erkennbar. Punktuell und zielgruppenspezifisch sollten aber vertiefende Studienangebote aufgelegt werden.
- Die Fachgebiete Elektrochemie / Batterieforschung wurden durch die Einrichtung neuer Lehrstühle und Forschungszentren nachhaltig gestärkt, im internationalen Vergleich ist die Forschung dennoch ausbaufähig.
- Das Gesamtsystem eMob erfordert eine engere Vernetzung der Fakultäten und Anpassungen der Studieninhalte, um die Systemaspekte über die Fakultätsgrenzen hinweg interdisziplinär zusammenzuführen. Einzelne Hochschulen tragen dieser Notwendigkeit bereits Rechnung, so dass „best practices“ in absehbarer Zeit im Rahmen des Projekts NQuE identifiziert werden können.
- Die Elektro- / Informationstechnik hat in Teilen den identifizierten Handlungsbedarf über alle Handlungsfelder hinweg mit Schwerpunkt in der Fahrzeugtechnik durch eine stärkere Vernetzung in der Lehre adressiert.
- Insbesondere die vorwettbewerbliche Gemeinschaftsforschung aber auch die Verbundforschung haben mit ihren Qualifizierungs- und Beschäftigungseffekten positiven Einfluss auf Berufsentwicklungen der Jungakademiker.
- Um die interdisziplinäre Forschung und Lehre weiter zu stärken, sind in der Fahrzeugtechnik neue Formate erforderlich, welche Erfolgsfaktoren einer Formula Student aufgreifen und professionalisieren und gleichzeitig das Zusammenwirken und die Durchlässigkeit zwischen Universitäten, Fachhochschulen und der Beruflichen Bildung stärken.
- Der Maschinenbau bestätigt Handlungsbedarf in der Fahrzeugtechnik hinsichtlich der holistischen Gestaltung von Fahrzeugkonzepten zum einen aus Nutzersicht, zum anderen aus gesamtenergetischer Perspektive unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Potenziale von Vernetzung und Automatisierung.
- Die Produktionstechnik hat die wichtigsten Handlungsbedarfe in den Bereichen „Produktion Batterie“ und „Großserientauglicher Leichtbau“ an mehreren Universitäten durch Einrichtung von Laboratorien gut adressiert.
- Die stichprobenartige Wettbewerbsanalyse mit ausländischen Hochschulen lässt nicht erkennen, dass die deutsche Hochschulausbildung generell in Rückstand geraten ist.

**Postgraduale Weiterbildung**

- Die Auswertung belegt, dass die Fachhochschulen in der postgradualen Weiterbildung deutlich mehr Angebote entwickelt haben als die Universitäten.
- Die bestehenden Angebote beinhalten durchweg noch zu wenig fachübergreifende Inhalte der Systemkompetenz.

- Die punktuellen Angebote sollten weiter ergänzt werden unter Berücksichtigung der verschiedenen Zielgruppen Maschinenbauer, E-Techniker, Informatiker, BWLer.
- Berufsbegleitende Studienangebote zeigen eine schnellere direkte Umsetzbarkeit des neuen Wissens in den Unternehmen: a) aufgrund der höheren Praxis- und Transferorientierung sowie b) aufgrund des laufenden Transfers des Gelernten durch die Teilnehmer in ihre berufliche Praxis.
- Der Schulterschluss zwischen Industrie und Hochschulen muss noch stärker ausgebaut werden, um aktuelle Problemstellungen und relevante Kompetenzlücken in die Studienangebote zu integrieren.
- Ein besonderer Fokus wird weiter auf vertiefenden Master-Studiengängen zu den dargelegten eMob-Themen liegen. Eine stärkere Modularisierung und die Möglichkeit, einzelne Themenfelder separat zu studieren, wird die Nachfrage erhöhen.
- Die Nachfrage der relevanten Branchen nach diesen Studiengängen ist noch verhalten – entsprechend dem zögerlichen Markthochlauf. Kritische Berichterstattungen wirken sich direkt auf die Bildungsnachfrage aus.
- Aus den Schaufensterprojekten sind einzelne Studienangebote entstanden. Dieser erste Schritt sollte fortgesetzt werden, indem die Entwicklung weiterer Studienangebote öffentlich gefördert wird.
- Die Universitäten sollten hier ebenfalls entsprechende Angebote entwickeln, welche das Potenzial von hochaktueller Forschung und Lehre nutzen und gleichzeitig die Finanzierung innovativer Forschungs- und Lehrkonzepte ermöglichen.

**Berufliche Bildung**

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

**Berufsausbildung**

- Die Eignungsanalyse der 21 eMob-relevanten Bildungsgänge in der Metall- und Elektroindustrie, in den Elektro- und informationstechnischen Handwerken sowie im Kfz-Gewerbe und im Karosserie- und Fahrzeugbaugewerbe zeigt, dass die in den letzten Jahren neu geordneten Berufsprofile den Qualifikationsanforderungen der Elektromobilität „sehr umfassend“ gerecht werden.
- Die Berufsbilder sind durch typische Arbeitsabläufe und -prozesse charakterisiert und damit gestaltungsoffen für die Integration eMob-spezifischer Ausbildungsinhalte der jeweiligen Einsatz- / Handlungsfelder. Die Ausbildungsberufe Kfz-Mechatroniker/-in, Karosserie- und Fahrzeugbaumechaniker/-in sowie Zweiradmechatroniker/-in wurden mit Blick auf die Elektromobilität neu geordnet. Zusätzlich wurden die Inhalte der überbetrieblichen Unterweisung angepasst.
- Bei den industriellen Elektroberufen wurde der für die Fahrzeugintegration und -vernetzung zentrale Ausbildungsberuf Elektroniker für Informations- und Systemtechnik für diese Einsatzbereiche neu ausgerichtet und positioniert.
- Der Ausbildungsberuf Automobilkaufmann/-frau befindet sich derzeit in der Neuordnung. Emob-bezogene Ausbildungsinhalte, insbesondere auch mit Blick auf die Gewinnung von Kunden für Elektrofahrzeuge werden implementiert.
- Die eMob-spezifischen Einsatzfelder wurden identifiziert. Die zugehörigen Qualifizierungsinhalte wurden beschrieben. Handreichungen und Umsetzungshilfen wurden

erstellt bzw. befinden sich in der Anpassung. Sie müssen entsprechend der technologischen Entwicklung fortgeschrieben werden.
- Bei der Entwicklung der Qualifizierungsinhalte sollen neue Wertschöpfungsketten berücksichtigt und dabei der in den Berufsbildern bereits angelegte prozess- bzw. systemorientierte Qualifizierungsansatz für eine handlungsfeldübergreifende bzw. eine berufsübergreifende Vernetzung genutzt werden.
- Qualifizierungsmodule, Lehr- und Lernmedien sowie Lernplattformen wurden eMob-bezogen entwickelt bzw. fortgeschrieben. Expertennetzwerke sind aktiv.
- Hinsichtlich der technischen Ausstattung von Bildungsstätten zur Umsetzung der weiterentwickelten Lehrgänge sowie mit Blick auf branchen- und gewerkeübergreifende Kompetenzanforderungen des Systems Elektromobilität wird weiterhin ein hoher und vor allem kurzfristiger Handlungsbedarf festgestellt.

**Fort- und Weiterbildung**
- Die Eignungsanalyse von 19 eMob-relevanten Fort- und Weiterbildungsgängen in der Metall- und Elektroindustrie, in den elektro- und informationstechnischen Handwerken, im Kfz-Gewerbe und im Karosserie- und Fahrzeugbaugewerbe 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 „in wesentlichen Teilen“ gerecht werden. In diesen Fällen besteht Bedarf zur Aktualisierung und zur Erarbeitung entsprechender Handreichungen oder Umsetzungshilfen.
- Ergänzend wurden gewerkespezifische und gewerkeübergreifende Fortbildungsangebote zur Qualifizierung im System Elektromobilität entwickelt. Hierzu zählen beispielsweise der/die „Berater/-in Elektromobilität“, der/die „Experte/-in Elektromobilität“ sowie verschiedene Hochvoltschulungen im Kfz-Bereich.
- Auch im Rahmen der Weiterbildung zum/zur „Geprüften Automobilverkäufer/-in“ sollten Aspekte der Kundengewinnung für Elektrofahrzeuge Berücksichtigung finden.
- Qualifizierungsbedarf insbesondere durch neue handlungsfeldübergreifende Geschäftsmodelle bzw. Wertschöpfungsketten ist weiterhin zu identifizieren und über entsprechende Bildungsangebote zu decken.
- Gesetzes- und regelkonforme Standards für die Qualifizierung der Fachkräfte im Umgang mit Hochleistungsbatteriesystemen und Hochvoltsystemen wurden definiert.
- Kontinuierlicher Handlungsbedarf wird bei der Anpassungsqualifizierung von in eMob-Bereichen tätigen Facharbeitern und Gesellen bzw. Ausbildern und Prüfern in Form berufsspezifischer Weiterbildungsangebote festgestellt (qualitätsgesicherte Weiterbildungsstandards, modulare Qualifizierungsbausteine, eMedien und Lernplattformen, Zertifizierung, themenfokussierte Expertennetzwerke).
- Im Besonderen ist dem eMob-bezogenen Qualifizierungsbedarf von Berufsschullehrern Rechnung zu tragen.
- Um die Qualifikationsanforderungen der Elektromobilität im Rahmen der Aus- und Fortbildung erfüllen zu können, sind Bildungszentren zu multifunktionalen Dienstleistungs-, Technologie- und Demonstrationszentren im Sinne von Kompetenzzentren weiterzuentwickeln. Konkret bedeutet dies, dass in den Bildungsstätten insbesondere Elektrofahrzeuge, Ladeinfrastruktur, regenerative Energieerzeugungsanlagen und Smart Grid Komponenten vorhanden sein müssen, die über IKT vernetzt sind und an denen Bildungsteilnehmer real üben können.

## 3.2 Benchmarking vergleichbarer Volkswirtschaften

**Akademische Bildung**

Grundsätzlich erfordert exzellente Forschung ein hohes Maß an internationalem Austausch neuester Erkenntnisse sowie die persönliche Mobilität der Forschenden. Deutschland unterscheidet sich - nicht nur aus Sicht der Industrie - positiv von anderen Volkswirtschaften durch eine intensive Kooperation zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Ferner bilden deutsche Hochschulen einen sehr hohen Anteil an Studierenden insbesondere aus non-EU Staaten aus, ohne – wie z.B. in den USA, Großbritannien oder Schweden üblich – die Forschungsinfrastruktur und Lehre aus Studiengebühren finanziell zu stärken.

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

**Berufliche Bildung**

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, und zugleich die Stärke der deutschen Wirtschaft. Unternehmen reagieren mit flexibler Spezialisierung, um ihre 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 eMob-Qualifizierung kann so an der aktuellen Situation der Branche ausgerichtet werden.

Deutschland ist mit seinem an den vielschichtigen Qualifizierungsbedarfen von Industrie und Handwerk ausgerichteten Bildungssystem zum Vorbild für andere Volkswirtschaften geworden. So wird das duale System nach deutschem Vorbild, z.B. in einer Allianz der deutschen Automobilhersteller, in China eingeführt. Die Nachfrage anderer Länder nach der Übernahme von Elementen des deutschen Berufsbildungssys-

tems bestätigt die hohe Attraktivität und Qualität der dualen Berufsausbildung aus internationaler Sicht.
Gleichwohl sollte die prinzipiell gegebene Durchlässigkeit zwischen den beruflichen und akademischen Bildungswegen besser sichtbar und nutzbar gemacht werden.

## 3.3 Qualifizierungsprojekte in den „Schaufenstern Elektromobilität“

Mit dem Förderprogramm „Schaufenster Elektromobilität“ setzt die Bundesregierung eine zentrale Maßnahme des 2011 beschlossenen Regierungsprogramms Elektromobilität um. Ziel des Programms ist es, die Kompetenzen in den Bereichen Elektrofahrzeug, Energieversorgung und Verkehrssystem in ausgewählten, groß angelegten regionalen Demonstrations- und Pilotvorhaben systemübergreifend zu bündeln und sichtbar zu machen. Der Empfehlung einer unabhängigen Fachjury folgend wurden durch die Bundesregierung im April 2012 folgende Schaufenster Elektromobilität ausgewählt:

- LivingLab BWe mobil (Baden-Württemberg)
- Internationales Schaufenster Elektromobilität Berlin-Brandenburg
- Unsere Pferdestärken werden elektrisch (Niedersachsen)
- ELEKTROMOBILITÄT VERBINDET (Bayern-Sachsen)

Für die Anforderungen in der Ausbildung und Qualifizierung für Elektromobilität leisten die „Schaufenster Elektromobilität“ einen wichtigen, modellhaften Beitrag. Entsprechend den Vorschlägen der AG Ausbildung und Qualifizierung werden innovative Projekte gefördert, die inhaltliche und konzeptionelle Beiträge zur beruflichen Aus- und Weiterbildung sowie zur akademischen Bildung und Weiterqualifizierung leisten. Ebenso gefördert werden Projekte, die zur Sensibilisierung von Schülern und jungen Menschen für die Elektromobilität beitragen. Dabei adressieren die 15 geförderten Projekte vielfältige Zielgruppen, Ausbildungsberufe und Studiengänge mit unterschiedlichen Schwerpunkten.

Mit der Elektromobilität im Bereich der **akademischen Bildung** beschäftigen sich die Projekte **„Bildungsinitiative zur Elektromobilität Bayern-Sachsen“, „Mobil4e“ und „QWeMob“.** Vorrangig zielen die Aktivitäten darauf ab, die erforderlichen Inhalte in bestehende Curricula und Studiengänge zu integrieren, teilweise werden jedoch auch neue Studiengänge entwickelt.

Aufgrund der Vielzahl der betroffenen Fachgebiete (u.a. Batterie, Leistungselektronik, Karosserie, Ladeinfrastruktur, Mobilität und Geschäftsmodelle) ist es keine Selbstverständlichkeit, die verschiedenen Fachgebiete in abgestimmte inhaltliche Konzepte zu integrieren. Diese Abstimmung ist – auch über Hochschulgrenzen hinweg – wesentlicher Bestandteil der genannten Projekte. Dabei werden auch neuartige Lernkonzepte wie virtuelle Lernlabore eingesetzt.

Das Projekt QWeMob beschäftigt sich zudem mit der Fragestellung, inwieweit eine Anrechnung unternehmensinterner Weiterbildungen an Hochschulen im Themengebiet der Elektromobilität erfolgen kann.

Die internationale Vernetzung der Beteiligten und die internationale Ausrichtung der entwickelten Bildungsinhalte ist wesentlicher Bestandteil der Projekte und vor dem Hintergrund der dynamischen Marktentwicklungen im Ausland, insbesondere im asiatischen Raum, von besonderer Bedeutung.

Eine Reihe von Projekten zielt auf die **berufliche Aus- und Weiterbildung.** In diesen Projekten engagieren sich u.a. Handwerkskammern, Unternehmen der Automobilindustrie und Bildungsanbieter. Die Projekte setzen auf den bestehenden Ausbildungsvorgaben und Regelwerken auf und erproben auf vielfältige Weise Konzepte, wie berufliche Kompetenzen für die Elektromobilität zielgerichtet vermittelt werden können. Zu nennen wären hier folgende Schaufenster-Projekte: **E-Mob-Schulungen, ZielE, HV-Kfz, Fachkräfte-Quali-Kfz, StandardQualiKonzept, Lehrgangskonzept EMob, VV KompZ EMob und Quali-Proz-E-Mob.** (Siehe dazu Informationen und Links)

Auch in diesen Projekten wird der Internationalität des Themas Rechnung getragen, indem Curricula aus benachbarten Ländern analysiert und zielführende Partnerschaften mit dem Ausland aufgebaut werden. Der modulare Aufbau der in den Projekten entwickelten Lehrmaterialien ermöglicht zudem eine flexible Anpassung der Lehrinhalte, die aufgrund der dynamisch fortschreitenden technischen Entwicklungen notwendig ist. Ein weiterer Schwerpunkt der Projekte liegt auf der Entwicklung von Weiterbildungskonzepten für die schon im Berufsleben stehenden Fachkräfte.

Beispiele für eine sehr gute Umsetzung einer beruflichen Weiterbildung der Zielgruppe der Verkehrs- und Mobilitätsplaner, KFZ-Fachkräfte und Fuhrparkleiter und ihre Etablierung in den „Normalbetrieb“ sind die beiden **„Smart-Advisor-Projekte“** in München und Nürnberg. Ziel der Projekte ist es, ähnlich dem Konzept des geprüften Energieberaters, Fachkräfte im Handwerk durch die Entwicklung und Erprobung eines gewerkeübergreifende Weiterbildungsangebotes zu Elektromobilitätsberatern zu qualifizieren. Das schließt den Aspekt der Kundengewinnung mit ein.

Neben den genannten Projekten werden im Schaufenster-Programm interessante Ansätze zur Sensibilisierung der Öffentlichkeit hinsichtlich des Themas Elektromobilität sowie zur Berufsorientierung für Schüler allgemein- und berufsbildender Schulen gefördert. Zu nennen sind hier insbesondere die Projekte **„Mobiles Schulungszentrum Elektromobilität“** und **„Schauwerkstatt“**. Im erstgenannten Projekt wurde ein mobiles Schulungszentrum entwickelt, das im Wesentlichen aus einer kleinen Experimentierwerkstatt und einem Schulungsraum besteht, in dem anhand einer Präsentations- und Navigationssoftware umfangreiches Wissen zur Elektromobilität gut verständlich präsentiert wird. Im Best Practice Verständnis ist dieses mehrfach prämierte Projekt nachfolgend in kompakter Form dargestellt.

Auf der 2. Nationalen Bildungskonferenz 2015 in Berlin hatten alle Schaufenster im Rahmen der Ausstellung ihre Bildungsprojekte präsentiert und in den verschiedenen Foren über erste Ergebnisse berichtet. So konnten wertvolle Anregungen und Vorschläge in die Analyse der Weiterentwicklung der Roadmap aufgenommen werden.

**Mobiles Schulungszentrum Elektromobilität (MSE)**

**Best Practice Beispiel**

*Das Projekt ist Teil des LivingLab BW mobil. Es wird durchgeführt von der Technischen Akademie Schwäbisch Gmünd und gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).*

Ziel des MSE ist es, Schüler/-innen für die Elektromobilität zu begeistern und ihnen Wissen über die Elektromobilität auf innovative und vor allem interaktive Weise zu vermitteln.

Elektromobilität – Was ist das? Wie funktioniert ein Elektroantrieb? Wo kommt der Strom für den elektrischen Antrieb her? Kann ein Auto mit Wasserstoff fahren? Ist ein Elektrofahrzeug klimafreundlich? Welche Verbindung gibt es zwischen einem Elektromobil und dem Kühlschrank in der Wohnung? Welche interessanten Berufe gibt es im Bereich der Elektromobilität?

Mit diesen und weiteren Fragestellungen tourt das Mobile Schulungszentrum Elektromobilität (MSE) durch Baden-Württemberg und war als ausgewähltes Bildungsprojekt auch auf der 2. Nationalen Bildungskonferenz Elektromobilität 2015 in Berlin.

Bis heute wurden über 4.000 Schüler/-innen der Jahrgangsstufen 8 bis 13 und Berufsschüler/-innen vornehmlich aus den KFZ-, Elektro-, Metall- und IT- Branchen über die zukunftsorientierte Mobilität informiert und ihre Neugier und Begeisterung dafür geweckt. Sie konnten eine multimediale und moderierte Präsentation der Elektromobilität und der angrenzenden Technologien sowie eine Experimentierwerkstatt erleben. Kurzfilme, Bilder, Zahlen, Grafiken erläuterten Hintergründe, Funktionsweisen und gaben Ausblicke auf die Zukunft. Informationen zu Technik und Umwelt sowie zu Sozialthemen wurden durch die preisgekrönte MSE-Software intelligent miteinander verbunden.

Im weiteren Projektverlauf bis Juni 2016 wird die MSE-Schulungssoftware so weiterentwickelt, dass sie zukünftig interessierten Menschen und insbesondere Lehrer/-innen als Schulungsmaterial allgemein zugänglich ist.

## 3.4 Herausforderungen

**Fakultativ übergreifende Themenfelder**

Im Zuge der Analysen wurde deutlich, dass in die Themen der Elektromobilität neben den Ingenieur- und Naturwissenschaften auch Volks- und Wirtschaftswissenschaftler sowie Sozial- und Geisteswissenschaftler eingebunden werden müssen. Neben den technischen Herausforderungen können so auch Marketingthemen, betriebswirtschaftliche Aspekte, zukünftige Geschäftsmodelle und Dienstleistungen sowie insbesondere die gesellschaftliche Verankerung und Akzeptanz der Elektromobilität in verbesserter Weise adressiert werden.

**Demografische Entwicklung**
Der Ingenieur- und Facharbeitermangel wird einen zentralen Engpass in der Elektromobilität zur Folge haben. Elektrotechnik, Maschinen- und Fahrzeugbau weisen heute schon den höchsten Mangel von allen Ingenieurdisziplinen auf.

Die prognostizierte Lücke bei Ingenieuren und vor allem auch bei Facharbeitern wird sich in den nächsten Jahren erheblich vergrößern. Dabei werden Deutschlands Regionen langfristig in sehr unterschiedlichem Ausmaß von Arbeitskräfteengpässen betroffen sein. Vor allem bei Fachkräften mit einer gewerblich-technischen Berufsausbildung sowie mit einem Meister- oder Technikerabschluss eröffnet sich in fast allen Regionen bereits zum Ende dieses Jahrzehnts ein Engpass von rund 1,3 Millionen Fachkräften.

Durch das altersbedingte Ausscheiden der geburtenstarken Jahrgänge („Baby-Boomer-Generation“) werden bis zum Jahr 2030 rund 10,5 Millionen Personen mit abgeschlossener Berufsausbildung den Arbeitsmarkt verlassen. Hinzu kommen der Projektion zufolge im selben Zeitraum aber nur etwa 7,5 Millionen überwiegend jüngere Personen nach, die in das Erwerbsleben eintreten. Auch bei Meistern und Technikern ist mit einem entsprechenden Rückgang zu rechnen.

Am Beispiel der Elektromobilität wird besonders deutlich, dass sich speziell der Ingenieur- und Facharbeitermangel unmittelbar auf die Entwicklungs- und Verbreitungsmöglichkeiten dieser neuen Technologie auswirkt und damit Deutschlands Zukunftschancen schmälert. Deshalb kommt der Internationalisierung der Ausbildung und Qualifizierung der Fachkräfte ein hoher Stellenwert zu.

**Nachwuchswerbung**
Bei der Gewinnung von Nachwuchskräften kommt der Darstellung der Ausbildungsmöglichkeiten und der beruflichen Entwicklungschancen in der Elektromobilität eine besondere Bedeutung zu. Hier besteht ein großes Potential, insbesondere junge Menschen durch eine innovative Technologie für die Berufsbildung zu gewinnen. Dabei ist es wichtig, dass die Elektromobilität in ihrem wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Gesamtzusammenhang und die relevanten Ausbildungsberufe im Kontext der eMob-Handlungsfelder und der sie prägenden Produkte und Dienstleistungen dargestellt werden. Bei der Gewinnung von Fachkräften ist die Gruppe der Frauen stärker in den Fokus zu rücken. Langfristig kann auch durch Zuwanderung zusätzliches Fachkräftepotential erschlossen werden. Investitionen und Maßnahmen zur Steigerung der Attraktivität der Berufe im Umfeld der Elektromobilität sollten bereits in der Schule ansetzen (Berufsorientierungsprogramm der Bundesregierung und MINT-Initiativen). Wettbewerbe und Initiativen wie mobile Informationsangebote (berufsspezifische Schulungscontainer), „Jugend forscht“, der „Tag der Technik“, „Girlsday“, oder auch Leistungswettbewerbe sowie vor allem Betriebspraktika können hier eine entscheidende Initiierungsfunktion einnehmen.

# 4
# Perspektiven

## 4.1 Rahmenbedingungen

**Akademische Bildung**

Die akademische Ausbildung in Deutschland muss sukzessive weiter an die Herausforderungen der Elektromobilität angepasst werden sowie an den Bedarf im Beschäftigungssystem. Vermehrte, auch drittmittelfinanzierte Forschungsaktivitäten im betreffenden Bereich unterstützen diese Entwicklung. Den fachlich zuständigen Fakultäten und Fachbereichen obliegt es dabei, im Rahmen ihrer Entwicklungsplanungen gegebenenfalls erforderliche Neuausrichtungen ihrer Professuren vorzunehmen und / oder die bereits vorhandenen Einzeldisziplinen in neuen, anforderungsgerecht gestalteten Studienangeboten zu vernetzen. Die Bereitschaft der Fakultäten bzw. Fachbereiche, die Forschungs- und Lehrkapazitäten stärker an dem Thema Elektromobilität zu orientieren, ist nachvollziehbarer Weise umso größer, je umfangreicher und langfristiger Forschungsförderung (aus dem öffentlichen und privaten Bereich) und Absolventenbedarf im betreffenden Bereich zu erwarten sind. Aber auch Hochschulleitungen können ihrerseits Impulse zur verstärkten Ausrichtung der hochschulischen Forschungs- und Lehrkapazitäten auf das Thema Elektromobilität setzen und durch zusätzliche Ressourcen (zum Beispiel im Rahmen von Zielvereinbarungen zwischen Hochschulleitung und den zuständigen Fakultäten und Fachbereichen) stützen. Vergleichbare Anreizstrukturen könnten die Länder im Rahmen von Zielvereinbarungen zwischen Land und Hochschule anlegen.

Vor dem Hintergrund der starken internationalen Relevanz der Elektromobilität erscheint es sinnvoll, auch in Deutschland die notwendige Weiterentwicklung von Forschung und Lehre durch Abgaben von Studierenden aus non-EU Staaten zu stärken, um international vergleichbare Wettbewerbsbedingungen zu erhalten.

Teilaspekte der Elektromobilität werden heute in vielen Disziplinen und Studiengängen, insbesondere in den Ingenieurwissenschaften, vermittelt. Während das ganzheitliche systemische Fachwissen für den elektrifizierten Antriebsstrang von Hybrid- und Elektrofahrzeugen bereits adressiert wird, erfordert die Gestaltung ganzheitlicher Fahrzeugkonzepte einen weiteren Ausbau der Interdisziplinarität und der kollaborativen Zusammenarbeit. Zur Entwicklung von Mobilitätskonzepten sind weitere Disziplinen einzubeziehen, die z.B. auch die Städte- und Verkehrsplanung und die Akzeptanz- und Verhaltensforschung umfassen.

Die bewährte Kooperation zwischen Industrie und Hochschulen muss weiter gestärkt werden, beispielsweise durch den Ausbau der vorwettbewerblichen Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) mit einem Schwerpunkt auf der Elektromobilität und die Berücksichtigung der Ausbildungsaspekte in den Projekten der Verbundforschung. Im Bereich der Lehre gehören dazu insbesondere Stiftungsprofessuren, Doktorandenprogramme und Stipendien.

Die Analyse der hochschulischen Ressourcen zeigt, dass wichtige Teilaspekte der Batterietechnologie mittlerweile adressiert wurden. Um die Technologieführerschaft bei Batterien und Zellen zu erlangen und die Voraussetzungen zum Aufbau großer Anteile der Wertschöpfung für die Batterieproduktion am Standort Deutschland zu schaffen, müssen die initiierten Aktivitäten an den Hochschulen nachhaltig fortgesetzt werden.

Analoges gilt für die anderen genannten Handlungsfelder. Insbesondere in diesen Feldern ist der Schulterschluss zwischen Wissenschaft und Industrie sowie eine öffentliche Förderung notwendig. Diese Fördermaßnahmen sollten auch den Ausbau der Lehre und der postgradualen Weiterbildung nachhaltig unterstützen. In dem auch volkswirtschaftlich wichtigen Gebiet der postgradualen Weiterbildung (Stichwort „lebenslanges Lernen“) haben die Fachhochschulen langjährige gute Erfahrungen mit Graduiertenkollegs und Partnerschaften mit Unternehmen gemacht. Dem gegenüber sind die Aktivitäten der Universitäten wenig ausgeprägt. Die universitäre Weiterbildung ist aber für die Zielsetzung „Leitmarkt und Leitanbieter“ von entscheidender Bedeutung. Hier ergibt sich für die Universitäten ein neues Aufgaben- und Geschäftsfeld, über welches die kostenintensive Forschung und Lehre finanziell unterstützt werden kann.

Wichtig für die Verbesserung der Lehre sind Praktika in Kooperation mit Unternehmen. Hier bedarf es einer verbesserten Ausstattung (Entwicklungs-Sets) und eines Ausbaus der personellen Ressourcen („Train the Trainer“).

**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 Mitarbeiter in den Betrieben 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. Dem Fachkräftemangel können die Unternehmen nur begegnen, wenn sie neue Potenziale für die gewerblich-technischen Ausbildungsberufe erschließen. Die Elektromobilität bietet besonders gute Ansätze, das Image dieser Berufe zu verbessern und bisher stark unterrepräsentierte Zielgruppen wie z. B. junge Frauen gezielter anzusprechen.

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.

In organisatorischen und technologischen Transformationsprozessen müssen Fachkräfte schnell über neues Know-how verfügen können. Die aktuellen Ausbildungskonzepte ermöglichen es den Betrieben, flexibel auf technische Anforderungen zu reagieren und Auszubildende frühzeitig mit neuen betrieblichen Abläufen vertraut zu machen. Hier sind 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 Potenziale 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 Arbeits-

prozess 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.

## 4.2 Entwicklungslinien

**Akademische Bildung**

Die Elektromobilität bedarf einer Vielzahl neu ausgebildeter Fachkräfte und eines rechtzeitigen Aufbaus der erforderlichen Kompetenzen. Für die einzubindenden wissenschaftlichen Disziplinen ist die Entwicklung eine Herausforderung. Viele Teildisziplinen müssen zusammenarbeiten und eine gemeinsame vernetzte wissenschaftliche Basis finden.

Eine solche Entwicklung vollzieht sich in der Regel über einen längeren Zeitraum. Um Deutschland bis zum Jahr 2020 zum Leitmarkt und Leitanbieter in der Elektromobilität zu entwickeln, müssen die Anstrengungen und Konzepte zur Vernetzung der Ingenieurwissenschaften mit anderen Disziplinen und das damit verbundene kollaborative Engineering weiter voran getrieben werden.

Die Studierenden müssen befähigt werden, nicht nur den Antrieb eines Kraftfahrzeugs zu elektrifizieren, sondern das Fahrzeugkonzept neu zu denken, auch unter Einbeziehung des Potenzials von Vernetzung und Automatisierung. Es bedarf einer stärkeren Systemsicht über das Fahrzeug als solches hinaus, welche den gesamten Fahrzeuglebenszyklus einbezieht. 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.

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

Vertikal meint die Vertiefung einzelner Wissensgebiete, die nachhaltig adressiert werden müssen. Die folgenden Gebiete sind hier beispielsweise zu nennen: Batterieforschung (Elektrochemie, elektrische Energiespeicherung), Leistungselektronik, Antriebs- und Thermomanagement, Vernetzung und Fahrerassistenz, Materialforschung, Leichtbau, Produktion und Automatisierung, Infrastruktur der Ladestationen, intelligente Netze (Smart Grid) sowie kundenorientierte Systemdienstleistungen.

In der Elektromobilität ist aber auch ein übergreifendes Systemverständnis erforderlich. Horizontal meint deshalb die systemische Betrachtung und Vernetzung der relevanten Wissensgebiete zu einem homogenen, gesamtheitlichen Feld. Gefordert ist das Zusammenwirken vieler Teildisziplinen, die in der Vergangenheit kaum oder nicht zusammengearbeitet haben.

**Berufliche Bildung**
In der Metall-, Elektrotechnik- und Elektronikindustrie, in den Elektro- und informationstechnischen Handwerken sowie im Kfz-Gewerbe und im Karosserie- und Fahrzeugbaugewerbe sind in den letzten Jahren moderne, zukunftsorientierte Berufsbilder entwickelt und umgesetzt worden, die den Qualifikationsanforderungen dieser dynamischen Branchen 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 gestaltungsoffenen Ausbildungsordnungen ermöglichen Ausbildungsbetrieben, jetzt sehr flexibel eine ihren Erfordernissen entsprechende Nachwuchssicherung und Fachkräfteentwicklung umzusetzen. Die Ausbildung findet anhand realer Arbeitsaufgaben im aktuellen Betriebsgeschehen statt.

So wie Fachkräfte und Unternehmen in innovativen Branchen ständig Veränderungen meistern müssen, sind auch die neuen Ausbildungsordnungen flexibel und offen für konzeptionelle Weiterentwicklungen und für die spezifische Integration von eMob-Ausbildungsinhalten.

Absolventen der Ausbildungsberufe im Bereich der Elektrotechnik können sich in einem ersten Schritt zu System-, Fertigungs-, Montage- oder Servicespezialisten weiterbilden und anschließend den IHK-Fortbildungsabschluss zum Geprüften Prozessmanager Elektrotechnik erlangen. Diese Weiterbildung ermöglicht 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. Für die intelligente Industrie 4.0 Produktion bei Automobilherstellern, Systemlieferanten und Zulieferbetrieben kann der neue Ausbildungsberuf Produktionstechnologe und die dazu passgenau entwickelte Fortbildungsordnung zum Geprüften Prozessmanager - Produktionstechnologie genutzt werden, um kurzfristig das dafür notwendige Fachkräftepotential aufzubauen bzw. erfahrene Fachkräfte für diese neuen Herausforderungen fit zu machen.

Im Handwerk befähigt eine bodenständige berufliche Erstausbildung zum Eintritt in den Arbeitsmarkt und bildet den ersten Baustein, auf dem die berufliche Aufstiegsfortbildung systematisch aufbaut. So kann sich im Handwerk bspw. der/die Kfz-Mechatroniker/-in auf der ersten Fortbildungsebene zum/zur Kfz-Servicetechniker/-in weiterentwickeln, um auf der zweiten Fortbildungsebene den Abschluss als Kraftfahrzeugtechnikermeister/-in zu absolvieren und die Berechtigung zur Führung eines Betriebs im Kraftfahrzeugtechnikerhandwerk zu erhalten. Strategische Betriebsführungskompetenzen können auf der dritten Fortbildungsebene, der Stufe 7 des Deutschen Qualifikationsrahmens, mit der Absolvierung des Geprüften Betriebswirts nach der Handwerksordnung aufgebaut werden.

Die Entwicklungsmöglichkeiten im Handwerk werden über den Weg der beruflichen Aus- und Fortbildung durch gewerkspezifische Berufslaufbahnkonzepte strukturiert. Gleichzeitig bieten entsprechende Berufslaufbahnkonzepte Orientierung bei der Planung des weiteren individuellen Bildungs- und Karriereweges. Neben Führungs- und Unternehmerkarriere, werden im Handwerk über Berufslaufbahnkonzepte auch Entwicklungspfade im Rahmen von Fachkarrieren, bspw. durch die Absolvierung des Beraters für Elektromobilität, transparent gemacht. Das Denken in systematischen Bildungs- und Berufslaufbahnkonzepten ist angezeigt, da die qualifikatorischen Anforderungen der Arbeitswelt zu komplex geworden sind, als dass die entsprechenden Kompetenzen allein auf der Ausbildungsebene aufgebaut werden könnten. Auch können über diesen Weg attraktive Entwicklungsmöglichkeit im Rahmen der Fachkräftesicherung aufgezeigt werden.

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: Auf der Ausbildungsebene bedarf es keiner neuen Berufsprofile, sondern der Entwicklung und Integration der eMob-spezifischen Qualifizierungsinhalte in bestehende Profile. Auf der Fortbildungsebene wurden und werden insbesondere im systemübergreifenden Bereich neue Angebote entwickelt bzw. bestehende angepasst.

# 5 Empfehlungen

## 5.1 Handlungsziele

Fragen der Bildung und Qualifizierung und die Ableitung von Empfehlungen und Handlungszielen erfordern in der akademischen und beruflichen Bildung einen Konsens zwischen den jeweiligen Akteuren. Notwendig dafür ist, dass die Themen sowohl in der fachlichen als auch in der gesellschaftlichen Öffentlichkeit dargestellt und diskutiert werden.

Mit den beiden Nationalen Bildungskonferenzen Elektromobilität in Ulm und Berlin im Juni 2011 und im Februar 2015 wurden die Empfehlungen der AG 5 Ausbildung und Qualifizierung umfassend erörtert und damit wichtige Grundlagen für die Weiterentwicklung und Ausgestaltung der Kompetenz-Roadmap geschaffen. Dazu wurden die Vorschläge im Detail und in der Ausrichtung diskutiert und ergänzt.

Die nachfolgenden Empfehlungen der AG 5 markieren die Eckpunkte dieser notwendigen Aktivitäten. Die damit verbundenen Maßnahmen sollen bis zum Jahr 2020 realisiert werden und erfordern erhebliche finanzielle Mittel. Im Sinne der Zielsetzung der NPE sind die notwendigen Schritte zur Realisierung der Maßnahmen schnellstmöglich einzuleiten.

## 5.2 Umsetzungsempfehlungen

**Allgemein**

- Nationale Bildungskonferenzen Elektromobilität
- Review und Steuerung über regelmäßige Treffen der NPE
- Marketing eMob zur Nachwuchssicherung und Fachkräfteentwicklung

**Akademische Bildung**

- Entwicklung neuer Lehr- und Forschungskonzepte zur Stärkung der interdisziplinären Zusammenarbeit, welche Theorie und Praxis systemisch miteinander verknüpfen.
- Implementierung international anerkannter Finanzierungskonzepte zur Stärkung der Internationalisierung und Vernetzung (Fokus: non-EU Studierende).
- Postgraduale Weiterbildung: Entwicklung von zielgruppenspezifischen Curricula, Entwicklung weiterer berufsbegleitender Studienangebote für prioritäre Zielgruppen mit einem höheren Anteil an fachübergreifender Systemkompetenz sowie einem Fokus auf vertiefende Master-Studiengänge.
- Der Schulterschluss zwischen Industrie und Hochschulen muss branchenübergreifend ausgebaut werden, um aktuelle Problemstellungen zu identifizieren und relevante Kompetenzlücken durch agile Integration entsprechender Studienangebote gezielt zu schließen.
- Studiengänge sollen weiter modularisiert werden um die Möglichkeit zu eröffnen, einzelne Themenfelder separat zu studieren.
- Die Förderung der Schaufensterprojekte, aus denen einzelne Studienangebote entstanden sind, war sehr hilfreich. Dieser erste Schritt sollte fortgesetzt werden, indem die Entwicklung weiterer Studienangebote öffentlich gefördert wird.
- Vernetzung von Wissenschaft und Wirtschaft durch den Ausbau der Projektförderung der vorwettbewerblichen Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) parallel zum Ausbau der eMob-unterstützenden Verbundforschung.

**Berufliche Bildung**

- Fortschreibung von Umsetzungshilfen zur eMob-Qualifizierung in der beruflichen Aus- und Fortbildung, Qualifizierungsmodule, Lehr- und Lernmedien.
- „Train the Trainer“, technische Ausstattung von Bildungsstätten.
- Fortschreibung von Handreichungen zur berufsbegleitenden eMob-Anpassungsqualifizierung, qualitätsgesicherte Weiterbildungsstandards, modulare Qualifizierungsbausteine, eMedien, Lernplattformen, arbeitsprozessorientierte Qualifizierung, Zertifizierung.
- technische Ausstattung von Bildungszentren.
- Weiterentwicklung von Bildungszentren zu multifunktionalen Dienstleistungs-, Technologie- und Demonstrationszentren durch zusätzliche Förderangebote der öffentlichen Hand.

**Internationale Vernetzung**

International angelegte Projekte der akademischen und beruflichen Bildung:

- zur Entwicklung von Kompetenzportfolios für den globalen eMobilitätsmarkt,
- zum Aufbau und zur Förderung von länderüberschreitender Bildungsallianzen,
- zur internationalen Fachkräfteentwicklung und zum bilateralen Fachkräfteaustausch,
- zur Fachkräftequalifizierung nach den wesentlichen Elementen der dualen Berufsausbildung in wichtigen Auslandsmärkten.

## 5.3 Projektvolumen

Das Projektvolumen wird von der AG 5 auf Grundlage der Ergebnisse des Projekts NQuE und weiterer Expertengespräche konkretisiert werden. Die Vorschläge werden unter Berücksichtigung der jeweiligen Bundes- und Länderzuständigkeiten umgesetzt.

## 5.4 Prioritäre Förderthemen

Die Zielsetzung, Leitmarkt und Leitanbieter für Elektromobilität zu werden, stellt Fachkräfte unterschiedlichster Qualifikationen und disziplinärer Hintergründe vor neue Herausforderungen. Deutschlands aktuellstes Fachkräftepotential ist hervorragend qualifiziert, aber nicht ausreichend für eine systemische Innovation dieser Tragweite vorbereitet.

Gefordert sind Fähigkeiten und Kompetenzen für die Gestaltung von global funktionierenden Geschäftsmodellen für den Gesamtkomplex Elektromobilität. Es geht also um ein integriertes Miteinander von Energie- und Verkehrsmanagement, neuartigen Infrastrukturen und Smart Services – und gleichzeitig um deren nachhaltige Einbettung in die unterschiedlichen lokalen Gegebenheiten der Märkte dieser Welt.

Erforderlich ist nicht nur eine Intensivierung interdisziplinärer Forschungsarbeiten, sondern vor allem auch branchenübergreifende Kollaborationen.

Die Fähigkeit zur Kollaboration und die Bildung dafür erlangt damit strategische Relevanz.

Da Bildungsaktivitäten allerdings nicht kurz-, sondern erst mittel- bis langfristig wirken, sind die drei nachfolgend skizzierten Themenfelder aus Sicht der AG 5 zur Sicherung der Leitanbieterschaft absolut prioritär.

**1. Internationale Vernetzung von Ausbildung und Qualifizierung**
- **Internationale Kompetenzportfolios**
- **Strategische Bildungsallianzen/-partnerschaften**
- **Globaler Fachkräfteaustausch**
- **Duale Qualifizierungsprojekte in Auslandsmärkten**

Die internationale Vernetzung von Ausbildung und Qualifizierung ist ein wichtiger Eckstein zur Sicherung der Leitanbieterschaft. Dazu gehören Kompetenzportfolios, in denen die für einen globalen Elektromobilitätsmarkt erforderlichen Fachkräftekompetenzen beschrieben werden. Die Portfolios decken die komplette Wertschöpfungskette ab, berücksichtigen technologische Transformationsprozesse und veränderte Service- und Beratungsanforderungen ebenso wie neuartige Systemdienstleistungen.
Durch die Förderung von Bildungsallianzen in den sich entwickelnden Märkten können global angelegte Geschäftsmodelle für den Gesamtkomplex der Elektromobilität gezielt in lokale Gegebenheiten eingebettet werden. Mit einer strategisch angelegten Fachkräfteentwicklung und einem partnerschaftlichen Fachkräfteaustausch können die für globale Kollaborationen notwendigen Personalressourcen aufgebaut werden.

**2. Neue Lehr- und Forschungskonzepte zur Stärkung der Interdisziplinarität**
- **Systemische Sichtweise und Kompetenzen**
- **Vermittlung eines Grundverständnisses der jeweils anderen Disziplinen**
- **Vernetzung von Theorie und Praxis, z.B. über in die Lehre integrierte Projekte**
- **Postgraduale, projektorientierte Weiterbildungskonzepte**

Eine Optimierung des Gesamtsystems Mobilität erfordert ein signifikant verbessertes systemisches Verständnis. Dieses wiederum setzt eine nachhaltige Stärkung der Interdisziplinarität voraus, mit dem Ziel, komplexe Fragestellung in multidisziplinären Teams effizient und erfolgreich zu bearbeiten. Dies erfordert neue Lehr- und Forschungskonzepte, welche Theorie und Praxis unmittelbar miteinander vernetzen, indem z.B. klar definierte Projekte ähnlich wie „case-studies“ in die Lehre integriert werden. Dabei gilt es, Erfolgsfaktoren aus etablierten Formaten wie der Formula Student zu identifizieren und zu integrieren. Diese interdisziplinären Lehr- und Forschungskonzepte stellen gleichzeitig einen hervorragenden Rahmen zur Weiterentwicklung der Zusammenarbeit und Durchlässigkeit zwischen akademischer und beruflicher Bildung dar.

**3. Agile Weiterbildung und Fachkräfteentwicklung**
- **Systemische Kollaboration und Vernetzung entlang neuer Produktlebenszyklen und globaler Wertschöpfungsketten sowie im Bereich des kollaborativen Engineerings in digitalen Infrastrukturen**

- **Agile Integration von Markt- und Systeminnovationen, Smart Services**
- **Selbstorganisierte Erschließung neuer Wissensinhalte via Internet, insbesondere auch im Bereich des arbeitsplatzbezogenen Lernens (Workplace Learning)**
- **Bildungszentren als multifunktionale Dienstleistungs-, Technologie- und Demonstrationszentren**

Der systemische Ansatz erfordert im akademischen Bildungsbereich eine engere Vernetzung der Fakultäten und Anpassungen der Studieninhalte sowie die Einbindung bisher nicht beteiligter Fachdisziplinen. Eine besondere Bedeutung kommt dem Ausbau der postgradualen Weiterbildung zu, um das Fach- und Prozesswissen berufserfahrener Experten in neuen Markt- und Systeminnovationen anschlussfähig zu machen.

Im Bereich der beruflichen Bildung kann man auf dem in den Berufsprofilen angelegten prozessorientierten Qualifizierungsansatz mit einer modular gestalteten Weiterbildung und berufsübergreifenden Vernetzung aufbauen. Neue Qualifizierungsformate, adaptive Lernsysteme und smarte Wissensdienste stärken die Durchlässigkeit zwischen dem akademischen und beruflichen Bildungsbereich.

Für die Umsetzung selbst ist die personelle und technische Ausstattung von Bildungszentren als multifunktionale Dienstleistungs-, Technolgie- und Demonstrationszentren und die Qualifizierung der Ausbilder, Trainer sowie Berufsschullehrer eine wesentliche Grundvoraussetzung.

# 6
# Transfer

## 6.1 Aktivitätenplanung

**Akademische Bildung**

- **Studiengänge**

Ein wesentliches Ergebnis der 2. Nationalen Bildungskonferenz Elektromobilität war die Erkenntnis, dass dem akademischen Nachwuchs ein signifikant besseres systemisches Verständnis vermittelt werden muss, um das Gesamtsystem Mobilität zu gestalten und zu optimieren. Folglich sind interdisziplinäre Lehrkonzepte erforderlich, die ein Grundverständnis für die jeweils anderen erforderlichen Disziplinen vermitteln. Besonders effektiv erscheint dabei die Verknüpfung von Theorie und Praxis, was beispielsweise durch die Konzeption von interdisziplinären Projekten erreicht werden kann. Ein wesentlicher Ausgangspunkt für diese Aktivitäten werden die Ergebnisse des durch das BMBF initiierten Projekts NQuE sein, es sollen aber auch erfolgreiche Lehrkonzepte wie z.B. die in der Betriebswirtschaft etablierten Fallstudien (case-studies) aufgegriffen werden.

Die Implementierung dieser interdisziplinären Lehrkonzepte kann im Rahmen bestehender Studiengänge oder einem Gesamtkonzept neuer, vernetzter Studiengänge erfolgen, an dem sich die relevanten Fachbereiche beteiligen. Idealerweise würden in den Fallstudien Studierende unterschiedlicher Disziplinen zusammenarbeiten und damit das erworbene Grundlagenwissen der jeweils anderen Disziplin vertiefen. Für diese Fallstudien sollte ein geeignetes Konzept verarbeitet werden, dass neben der inhaltlichen Ausgestaltung auch die notwendige Infrastruktur definiert. Dabei ist auch zu beleuchten, in wie weit die berufliche Bildung in das Konzept integriert werden kann, so dass als Ergebnis der Fallstudien funktionierende Prototypen analog zur Formula Student entstehen.

Die Internationalisierung auch in Form der verstärkten Attraktion und Integration ausländischer Studierender bietet für den akademischen Nachwuchs die Chance, sich frühzeitig auf die globalisierte Realität der Automobilindustrie vorzubereiten. Gleichzeitig sollten – analog zum englischsprachigen Raum – Studienbeiträge von non-EU Studierenden genutzt werden, um Finanzierungskonzepte zu implementieren, welche den höheren Aufwendungen von Lehrkonzepten mit praktischen Anteilen gerecht werden. Ein geeignetes Stipendienprogramm, an welchem sich auch die Industrie beteiligen kann, ermöglicht es weiterhin, dass finanziell schwächer gestellte Studierende aus dem außereuropäischen Ausland in diese Studiengänge integriert werden können.

Eine Förderung der Konzeption und des prototypischen Aufbaus dieser innovativen Lehrkonzepte durch das BMBF würde in Verbindung mit der im Projekt NQuE geschaffenen Transparenz die Grundlage für eine zielgerichtete Verbreitung dieser Lehrformate schaffen, die zur Stärkung des systemischen Verständnisses der Elektromobilität von großer Bedeutung sind.

- **Postgraduale Weiterbildung**

Während die postgraduale Weiterbildung bereits sehr umfassend durch Hochschulen für angewandte Wissenschaften adressiert wird, sind an den Universitäten bislang nur wenige Angebote entstanden. Dabei sieht die AG 5 auch im wissenschaftlichen Bereich das Potential und die Notwendigkeit für zielgruppenspezifische Curricula, die sich

beispielsweise mit den Grundlagen von elektrochemischen Speichern befassen und dabei einen Einblick in den jüngsten Stand der Forschung geben. Auch hier sollte der Aspekt der Internationalisierung Berücksichtigung finden, denn die in der jeweiligen Disziplin führende Forschung findet an verteilten Standorten weltweit statt. Besonders attraktiv erscheinen deshalb Programme, welche mindestens zwei international ausgewiesene Universitäten integrieren.

Auch diese postgradualen Weiterbildungsangebote bedürfen in Ihrer Konzeption und erstmaligen Implementierung einer geeigneten Förderung, die idealerweise durch das BMBF initiiert würde, aber auch durch Angebote der Industrie, wie z.B. Exkursionen, flankiert werden kann.

- **Vernetzung Wissenschaft – Wirtschaft**

Die Zielsetzung der NPE AG 5 zur Anpassung der akademischen Bildung an die Herausforderungen der Elektromobilität lässt sich weiterhin ideal mit der Abarbeitung des Forschungsbedarfs in den technischen Arbeitsgruppen der NPE kombinieren. Die über die verschiedenen Ausschreibungen der Forschungsförderung laufenden und kommenden Projekte müssen nach wie vor dazu genutzt werden, um nachhaltige Beiträge zur Ausrichtung der akademischen Lehre zu leisten. Hierzu erwartet die AG 5, dass die Systematisierung und Kommunikation von „Best practices“ durch die NQuE einen signifikanten Beitrag leisten wird, der auch die Ergebnisse und Erfahrungen der Schaufenster zur Elektromobilität inkludiert.

Für eine effiziente Förderung der Elektromobilität bieten sich weiterhin die beiden Instrumente Verbundforschung (BMBF) und Industrielle Gemeinschaftsforschung (BMWi) in idealer Weise an. Die IGF bietet den Vorteil, dass sie mithilfe seit Jahren etablierter Netzwerke zwischen Industrie und Wissenschaft eine schnelle Umsetzung sicherstellen kann und sowohl bei der Themenidentifikation als auch einem effizienten breitenwirksamen Transfer weltweit Maßstäbe setzt. Die IGF leistet einen idealen Brückenschlag 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 bieten breite Innovationsnetzwerke und integrieren die führenden Forschungsstellen sowie die Industrie, vernetzen also Unternehmen und Wissenschaft entlang der vertikalen Wertschöpfungskette wie auch die Wettbewerber untereinander auf horizontaler Ebene. Daher bieten sich diese Netzwerke auch als eine Transferplattform für die öffentlich geförderten Forschungsprojekte der NPE-Initiative an.

Transferziele:

- Spitzenkompetenz mit weltweiter Ausstrahlung an deutschen Hochschulen entwickeln und den Unternehmen in Form von Absolventen und Forschungsprojekten verfügbar machen.
- Theoretische Kompetenz stärker in die praktische Anwendung transferieren.
- Ergebnistransfer in die Breite der Wirtschaft sicherstellen.

**Berufliche Bildung**

Im Bereich der beruflichen Bildung sollten auf Basis des bereits Erreichten die nachfolgenden Aktivitäten weitergeführt werden.

- **Website Netzwerk Qualifizierung Elektromobilität (NQuE)**
  Betrieb und Aktualisierung einer Informationssplattform (Datenbank für Best-Practices) für alle Akteure und Themen der Qualifizierung für den Bereich der eMobilität.
- **Handreichungen / Umsetzungshilfen „eMob Qualifizierung“**
  Fortschreibung eMob-spezifischer Einsatz- und Handlungsfelder. Entwicklung der zugehörigen Qualifizierungsinhalte, Qualifizierungsmodule und Lehr- und Lernmedien.
- **Technische Ausstattung Bildungszentren**
  Für die flächendeckende eMob-bezogene Ausbildung und Qualifizierung von Fachkräften in den relevanten Branchen bedarf es der entsprechenden technischen Ausstattung in den Bildungszentren sowie der Qualifizierung des Ausbildungspersonals. Dabei sollte die Infrastruktur der Bildungszentren so ausgestattet sein, dass ein Qualifikationsaufbau im systemischen Sinne auch branchen-/ gewerkübergreifend erfolgen kann.
- **Qualifizierungsinitiativen für Berufsschullehrer/ Trainer**
  Für die eMob-bezogene Qualifizierung von Berufsschullehrer/-innen sowie Trainer/-innen sind dringend entsprechende Angebote zu entwickeln und umzusetzen.

**Internationale Vernetzung**

- **Kompetenzportfolios Elektromobilität**
  In den Kompetenzportfolios werden systematisch die für einen globalen eMobilitätsmarkt 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.
- **Bildungsallianzen**
  Durch den Aufbau und die Förderung von länderübergreifenden Bildungsallianzen in den sich entwickelnden Märkten sollen die global angelegten Geschäftsmodelle für den Gesamtkomplex der Elektromobilität in die lokalen Gegebenheiten eingebettet werden.
- **Fachkräfteentwicklung und Fachkräfteaustausch**
  Durch eine strategisch angelegte Fachkräfteentwicklung und einen partnerschaftlichen Fachkräfteaustausch können die für die neuen Kollaborationen notwendigen Personalressourcen aufgebaut werden.
- **Duale Qualifizierungsprojekte in Auslandsmärkten**
  Für die Fachkräftequalifizierung im Bereich der beruflichen Bildung werden nach den Prinzipien der dualen Berufsausbildung gestaltete Bildungsprojekte in zentralen Auslandsmärkten der Elektromobilität eingerichtet.

## 6.2 Maßnahmenpakete

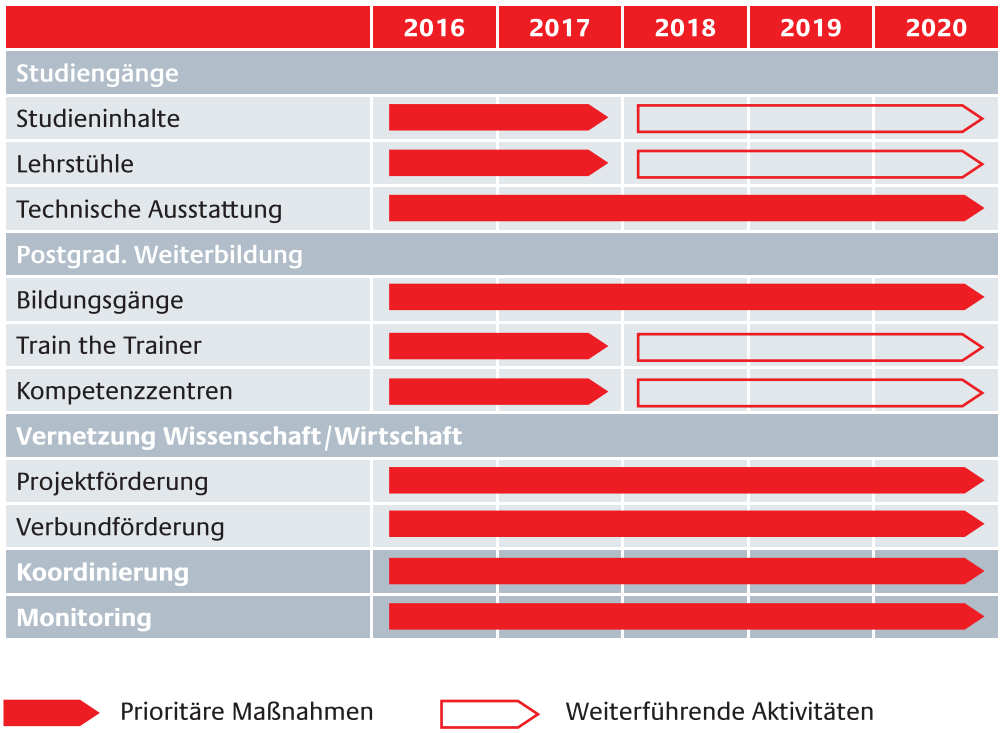



Abbildung 5: Maßnahmenpakete – Akademische Bildung

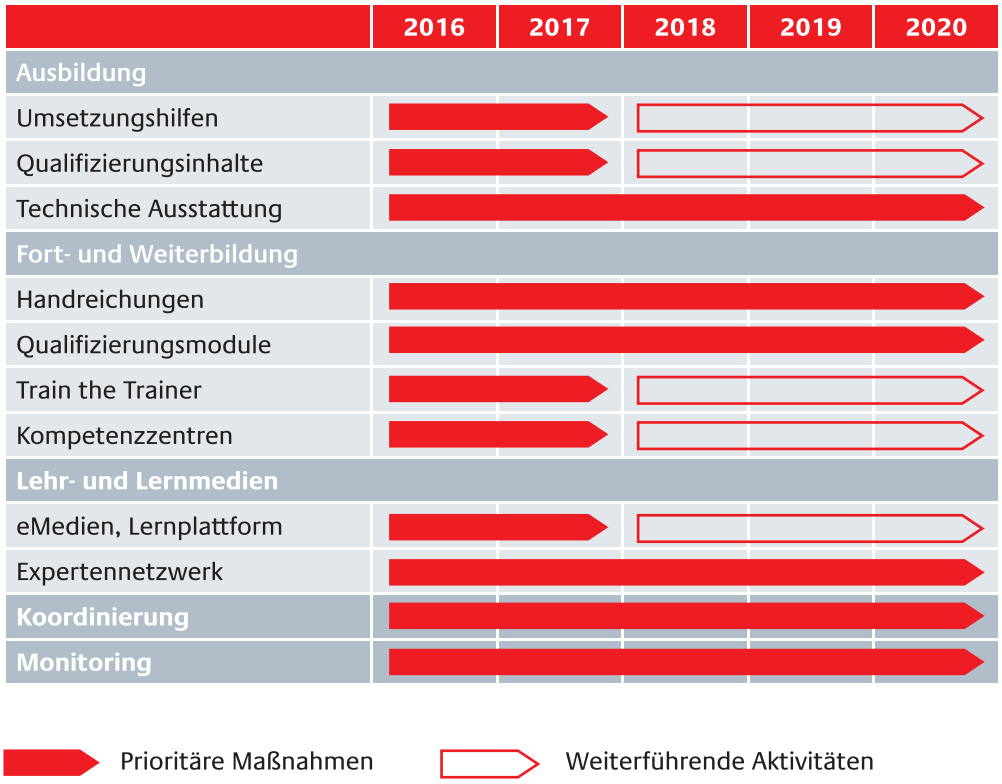
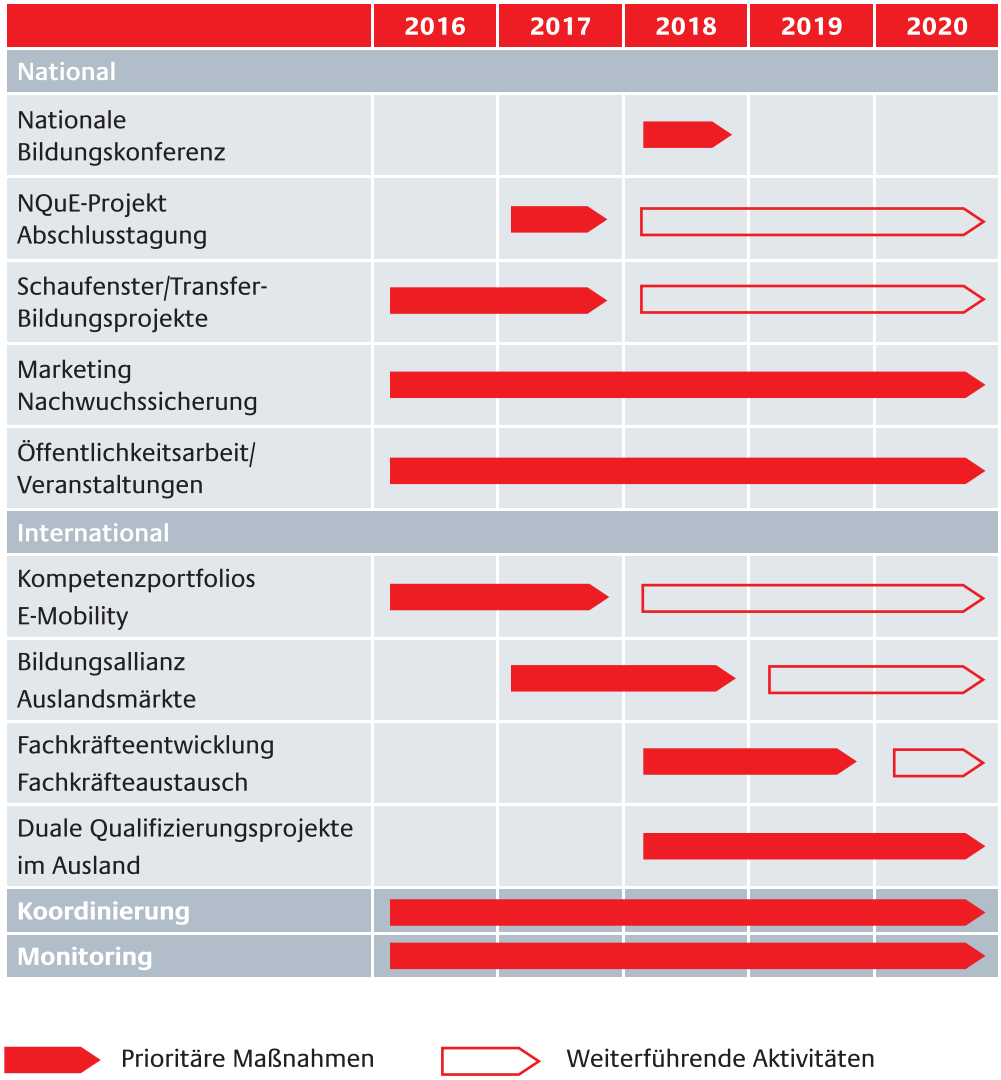



Abbildung 6: Maßnahmenpakete – Berufliche Bildung

Abbildung 7: Maßnahmenpakete – Akademische Bildung / Berufliche Bildung




## 6.3 Koordinierung

Für die Arbeitsgruppe Ausbildung und Qualifizierung ist die Transparenz der Maßnahmen und Veränderungen an den Hochschulen und bei den Aus- und Weiterbildungsträgern die zentrale Voaussetzung für eine effektive Koordinierung. Das vom BMBF initiierte und geförderte **Begleitforschungs-Projekt NQuE** (Netzwerk Qualifizierung Elektromobilität) wird in den kommenden Monaten dazu belastbare Ergebnisse liefern.

Das NQuE Projekt zielt darauf ab, die in den Schaufenster-Projekten gewonnenen Erkenntnisse zu sammeln und zu dokumentieren. Darüber hinaus führt NQuE deutschlandweit eine Bestandsaufnahme zu den bestehenden eMob-bezogenen Qualifizierungsangeboten im Bereich der akademischen und der beruflichen Aus- und Weiterbildung durch. Anhand von unterschiedlichen Kriterien werden dabei Best-Practice-Beispiele identifiziert und auf der NQuE-Website dokumentiert. Dies dient der Beschreibung guter Standards für die zukünftige Konzeptionierung von eMob-bezogenen Qualifizierungsangeboten. Zudem fördert es die Vernetzung der relevanten Bildungs-

akteure im Feld. Im Rahmen eines zweiten Arbeitsschrittes werden Qualifizierungsbedarfe in den Handlungsfeldern der Elektromobilität ermittelt und am bestehenden Angebot gespiegelt. Die sich daraus ergebenden Erkenntnisse zeigen den zukünftigen Handlungsbedarf im Bereich der beruflichen und der akademischen Aus- und Weiterbildung auf. (Siehe dazu Informationen und Links)

Um kosten- und zeitaufwendige parallele Entwicklungen zu vermeiden und bereits vorhandene elektromobilitätsrelevante Bildungsaktivitäten gezielt einzubinden, ist die Umsetzung der Maßnahmen für die akademische und für die berufliche Bildung entsprechend abzustimmen und zu koordinieren.

Dazu soll der in den Leuchtturmvorhaben identifizierte Qualifizierungsbedarf zeitnah aufgegriffen und vorausschauend für gezielte Weiterentwicklungen im Bereich der akademischen sowie der beruflichen Bildung genutzt werden.

Die vorgeschlagenen Maßnahmen eröffnen vielfältige Möglichkeiten, um innovative Qualifizierungsangebote zur Umsetzung der vorgenannte Ziele zu entwickeln sowie die notwendige Bildungsinfrastruktur aufzubauen. Durch die Qualifizierungsangebote soll eine systemorientierte, interdisziplinäre Vernetzung der Akteure gefördert und eine branchenübergreifende Umsetzung der entwickelten Konzepte und Lösungen gesichert werden.

## 6.4 Monitoring

Ziel der vorgeschlagenen Maßnahmen ist es, die Fachkräfte im Bereich der Elektromobilität auf die neuen Anforderungen sowie auf die Chancen und Möglichkeiten gezielt und vorausschauend vorzubereiten und damit die Akzeptanz der Elektromobilität insgesamt kontinuierlich zu verbessern.

Die AG 5 Ausbildung und Qualifizierung der NPE wird in diesem Verständnis die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen weiterhin im Rahmen eines jährlichen Monitorings begleiten.

**Weiterführende Informationen und Links**

- Begleitforschungsprojekt NQuE: www.nque.de
- Qualifizierungsprojekte in den Schaufenstern Elektromobilität: www.schaufenster-elektromobilitaet.org

# Impressum


## Verfasser
Nationale Plattform Elektromobilität (NPE)
Berlin, November 2015

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

## Redaktionelle Unterstützung
AG 5 – Ausbildung und Qualifizierung
Prof. Dr. Gunther Olesch (Leitung),
Eugen Heinrich, Karlheinz Müller,
Prof. Dr. Lutz Eckstein, Prof. Dr. Thomas Doyé,
Dr. Jürgen Jarosch, Barbara Ch. Schild

## Satz und Gestaltung
HEILMEYERUNDSERNAU■GESTALTUNG
www.heilmeyerundsernau.com

## Druck
www.heenemann-druck.de