

Zertifikatskurs Elektromobilität

Analyse der Bildungsangebote und aktueller Nachfrageprofile als Basis für die Weiterentwicklung des Zertifikatskurses Elektromobilität

Dr. Karin Jahn
Stefan Sündermann
unter Mitwirkung von Yannick Schaar



**PUBLIKATION DER BILDUNGSALLIANZ MINT.ONLINE:
UNIVERSITÄT OLDENBURG, UNIVERSITÄT KASSEL, UNIVERSITÄT STUTTART,
FERNUNIVERSITÄT IN HAGEN, FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT, FORWIND, NEXT ENERGY**

Gefördert von:



1 VORWORT

Vor einigen Jahren stand bei den Angeboten zur Aus- und Weiterbildungsangeboten im Bereich Elektromobilität überwiegend das Kraftfahrzeughandwerks im Fokus, da hier zeitnah ein Bedarf an Weiterbildung gesehen wurde.[1] Vor diesem Hintergrund und aufgrund der Ergebnisse einer Zielgruppen- und Bedarfsanalyse aus dem Jahr 2011 zielte die Entwicklung des Zertifikatskurses Elektromobilität im Rahmen des Verbundprojektes mint.online, das Teil des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF durchgeführten Wettbewerbs „Aufstieg durch Bildung: offene Hochschulen“ ist, zunächst auf die Weiterbildung von Facharbeiter/innen im Kraftfahrzeugbereich und Kfz-Meister/innen.[2]

Seit der Analyse in 2011 haben verschiedene Weiterbildungsträger zahlreiche Kurse für diese Zielgruppen entwickelt, so dass derzeit deren Bedarf durch die am Bildungsmarkt vorhandenen Angebote abgedeckt wird. Daher war es gegen Ende der ersten Phase des Projekts mint.online erforderlich, eine Neuausrichtung des Zertifikatskurses vorzunehmen mit dem Ziel, ein attraktives Online-Weiterbildungsangebot auf akademischem Niveau zu erarbeiten. Dies erforderte einerseits eine Untersuchung des akademischen Bildungsmarktes, der sich seit 2011 dynamisch entwickelt hat, und andererseits die Analyse des Bedarfs auf Seiten der Wirtschaft. Hierfür wurden einschlägige Stellenangebote einer breiten Palette von Branchen detailliert ausgewertet.

In einem dritten Schritt erfolgte ein Vergleich der Schwerpunktsetzungen der einschlägigen Studienangebote deutscher Hochschulen und der Anforderungsprofile der Wirtschaft mit den Forschungsschwerpunkten des Fraunhofer IFAM im Bereich der Elektromobilität. Dieser Vergleich bildete die Grundlage für Neudefinition der Zielgruppe und die inhaltliche Ausrichtung und Weiterentwicklung des Zertifikatskurses Elektromobilität.

Die vorliegende Publikation gibt somit einerseits einen Überblick über die Studienangebote deutscher Hochschulen zum Thema Elektromobilität sowie deren Zielgruppen, Aufbau und Schwerpunktsetzung. Andererseits beleuchtet sie die Anforderungen der Wirtschaft an Fachkräfte der Elektromobilität. Darüber hinaus wird aufgezeigt, wie diese Ergebnisse in die Neuausrichtung des Zertifikatskurses Elektromobilität eingeflossen sind.

2 STUDIENANGEBOTE ZUR ELEKTROMOBILITÄT

Die Untersuchung konzentriert sich auf Bildungsangebote deutscher Hochschulen zur Elektromobilität (Stand September 2015). In die Analyse wurden nur solche Studiengänge und Weiterbildungsangebote einbezogen, die Elektromobilität zum Hauptthema haben. Studienangebote mit einzelnen Vorlesungen, die der Elektromobilität zugeordnet werden können, wurden nicht in die Betrachtung aufgenommen. Bei den Weiterbildungsangeboten wurden zudem diejenigen einbezogen, bei denen die Inhalte ein Niveau aufweisen, das demjenigen grundständiger Studiengänge entspricht.

Ziel der Untersuchung war einerseits, einen aktuellen Überblick über die Angebote der Hochschulen zu erhalten. Andererseits sollte die genauere Analyse der Angebote Aufschluss darüber liefern, welche zentralen Handlungsfelder der Elektromobilität von den Hochschulen in ihren Bildungsangeboten aufgegriffen werden. Abbildung 1 verdeutlicht die Breite der Handlungsfelder – von Materialien, Prozessen und Systemen zur Herstellung von Elektrofahrzeugen über den Handel und den Service bis hin zu der für den Betrieb der Fahrzeuge erforderlichen Infrastruktur und die Systemdienstleistungen, die von den E-Fahrzeugen erbracht werden könnten.

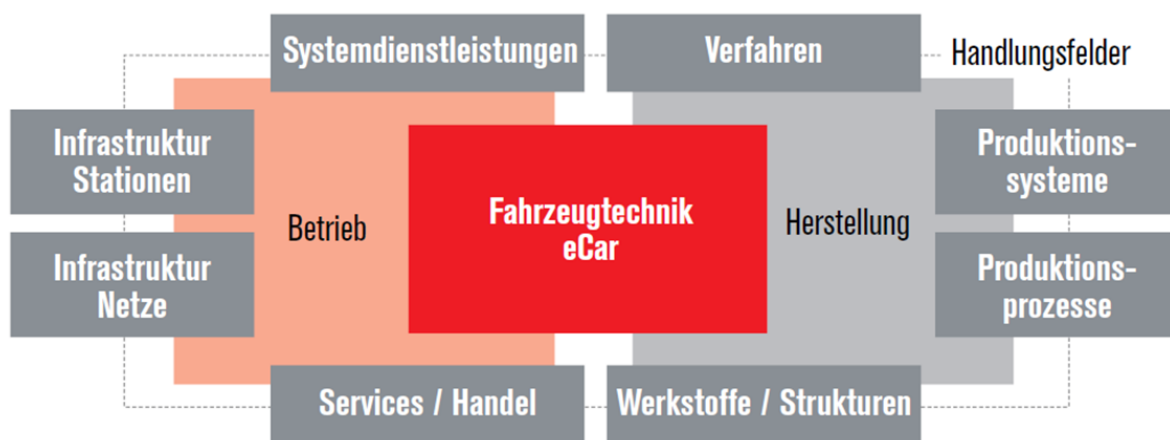


Abbildung 1: Zentrale Handlungsfelder der Elektromobilität

Quelle: [3]

Die Recherche zeigte, dass es inzwischen an 16 Standorten insgesamt 26 Bildungsangebote im Bereich Elektromobilität gibt. Es handelt sich dabei vorwiegend um Masterstudiengänge (18), von denen sieben berufsbegleitend durchgeführt werden. Bei sechs Studiengängen erwirbt man einen Bachelorabschluss und zwei Bildungsangebote schließen mit einem Zertifikat ab.

Als Online-Kurs ist bislang nur ein berufsbegleitender Masterstudiengang konzipiert.

Betrachtet man die regionale Verteilung der Studienangebote in Abbildung 2, erkennt man eine gewisse Konzentration in Regionen, in denen große Automobilhersteller angesiedelt sind: München/Ingolstadt, im Umkreis von Stuttgart und in der Region Braunschweig. Allerdings bieten auch Hochschulen in anderen Regionen Deutschland mittlerweile einschlägige Bildungsgänge an.

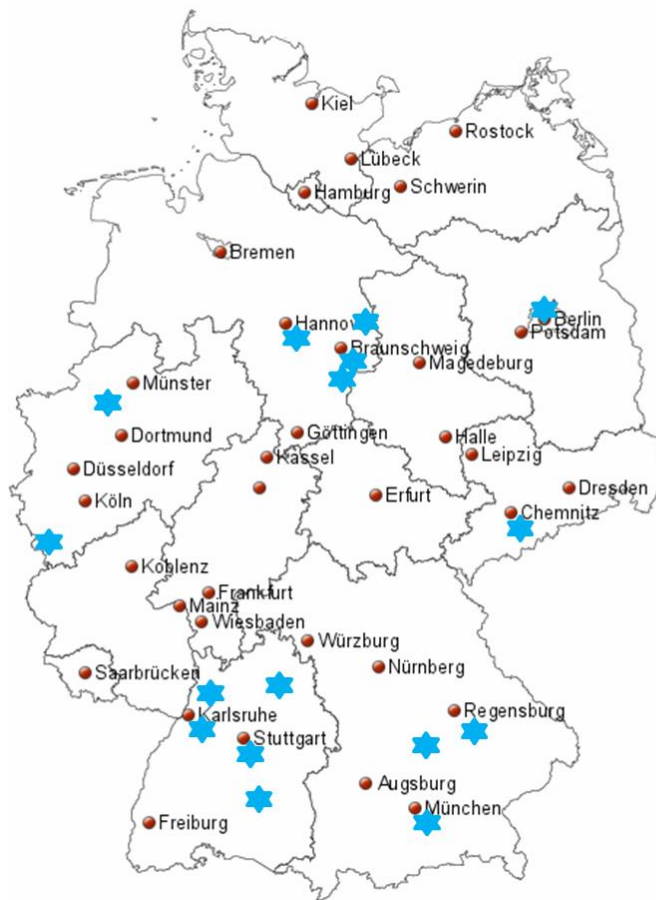


Abbildung 2: Regionale Verteilung der Studienangebote Elektromobilität
Quelle: eigene Darstellung auf Basis von [4]

Für 18 der insgesamt 26 Bildungsangebote konnten detaillierte Informationen zu den Lehrinhalten ermittelt werden. Eine erste Grobauswertung dieser Inhalte zeigte, dass die Bachelorstudiengänge durch die Vermittlung der Grundlagen aus dem allgemeinen Ingenieursstudium geprägt sind und der Anteil der spezifischen Lehrinhalte im Bereich Elektromobilität nur einen ergänzenden Charakter hat. Daher wurde für die Bachelorstudiengänge keine detailliertere Untersuchung

vorgenommen. Die Inhalte der Masterstudiengänge wurden genauer untersucht, da in diese spezifisch auf die Anforderungen der Elektromobilität ausgerichtet sind.

Bei den Masterstudiengängen sind deutliche Unterschiede hinsichtlich der Inhalte festzustellen. Hier finden sich einerseits Angebote, die ein großes Themenspektrum der Elektromobilität umfassen. Andererseits gibt es Studiengänge, die Schwerpunkte auf einzelne Themen legen wie z. B. Entwurf/Konstruktion oder Informations- und regelungstechnische Aspekte der Elektromobilität. Einen Überblick über die Modulangebote in den 18 Masterstudiengängen zeigt die nachfolgende Tabelle 1.

| Lehrinhalt | Anzahl Module | Themenfeld | Anzahl Module im Themenfeld |
|--|---------------|--|-----------------------------|
| Chemie | 2 | Grundlagenmodule | 20 |
| Mathematik | 7 | | |
| Elektrotechnik, Elektronik | 7 | | |
| Mechatronik | 3 | | |
| Informatik (Grundlagen) | 1 | | |
| Automatisierungstechnik | 5 | Regeln- Steuern- Messen | 54 |
| Regelungstechnik | 10 | | |
| Bordnetz | 3 | | |
| Leistungselektronik | 22 | | |
| Sensoren, Aktoren, Diagnose | 5 | | |
| Analog/Digital - Wandler | 3 | | |
| Mess- und Prüftechnik | 6 | Antriebskonzepte und - technik | 51 |
| Einführung Fahrzeugantriebe | 5 | | |
| Elektro-/Hybridfahrzeuge | 10 | | |
| Elektrische Antriebe | 36 | Energiewirtschaft und Energieversorgung | 38 |
| Energiewirtschaft | 4 | | |
| Energieversorgungssysteme | 14 | | |
| Regenerative Energien | 3 | | |
| Dreh-/Gleichstromnetze | 15 | | |
| Hochfrequenzschaltung | 2 | Computer und Software | 38 |
| Computerstrukturen und -netzwerke | 9 | | |
| Softwarearchitekturen und - entwicklung | 12 | | |
| Fahrzeugsicherheit und Assistenzsysteme | 6 | | |
| Kommunikations-/Diagnosesysteme | 5 | | |
| Wechselwirkung Fahrzeug-Umwelt- Fahrer | 6 | | |
| Grundsätze der PKW-Entwicklung | 10 | PKW- Entwicklung | 17 |
| Modellierung / Simulation | 7 | | |

| | | | |
|--|----|-------------------------------------|-------------------|
| Energiewandler und -speicher | 13 | Speicherung | 13 |
| Hochvolt-Sicherheit | 6 | Sicherheit | align="center">12 |
| Elektromagnetische Verträglichkeit | 6 | | |
| Fertigungstechnik | 8 | Material und Fertigung | align="center">12 |
| Werkstoffe und Leichtbau | 4 | | |
| Mobilitätskonzepte, Verkehrsinfrastruktur | 9 | Verkehrskon- zepte | 9 |
| Akustik, Licht-/Klimatechnik | 3 | Akustik, Licht-/ Klimatechnik | 3 |
| Management | 17 | Sonstiges | 17 |

Tabelle 1: Übersicht Module in den 18 Masterstudiengängen Elektromobilität

Die verschiedenen Masterstudiengänge zur Elektromobilität setzen unterschiedliche Schwerpunkte bei der Ausbildung. Die Übersicht über die Module dieser Studiengänge verdeutlicht, wo die wichtigsten Schwerpunkte liegen: im Bereich Regeln-Steuern-Messen (54 Module), bei den Antriebskonzepten und -techniken (51 Module), und dem Themenfeld Computer und Software (38 Module). Aber auch das interdisziplinäre Themenfeld Energiewirtschaft und Energieversorgung hat in den einschlägigen Angeboten inzwischen an Bedeutung gewonnen (38 Module).

Vergleicht man die Inhalte der Masterstudiengänge mit den in Abbildung 1 aufgeführten Handlungsfeldern, wird deutlich, dass in den Studiengängen diejenigen Inhalte dominieren, die zu den Handlungsfeldern im Bereich Herstellung von Elektrofahrzeugen gehören. Aber auch die Handlungsfelder der Infrastruktur sind Inhalt einiger Studiengänge. Dagegen werden die Aspekte Handel und Service in den betrachteten Studiengängen nicht adressiert. Dies ist insofern nicht verwunderlich, da alle betrachteten Studiengänge in einschlägigen ingenieurstechnischen Fachbereichen angesiedelt sind.

3 ANFORDERUNGEN DER WIRTSCHAFT AN FACHKRÄFTE DER ELEKTROMOBILITÄT

Im Sommer 2015 wurden während zwei Monate insgesamt mehr als 280 Stellenangebote ausgewertet, in denen explizit Begriffe aus dem Bereich der Elektromobilität genannt wurden. Die Stellengesuche kamen aus einer breiten Palette von 75 Firmen. Die Stellenausschreibungen wurden hinsichtlich einer Vielzahl von Kriterien ausgewertet. Insbesondere wurden folgende Aspekte berücksichtigt:

- Art der erwarteten Ausbildung
z.B. Lehre/Meister, Techniker, Studium (auch Fachrichtung)

- **Geforderte technische Fachkenntnisse**
Von allgemeinen Kenntnisse im technisch-akademischen Bereich wie z.B. Thermodynamik, Mechanik über spezieller Fachkenntnisse (Fahrzeugtechnik/-elektrik, Mess-/ Regel-/Steuerungstechnik, Werkstoffkunde und Fertigungstechnik, Modellierung und Programmierung, etc.) und bis hin zu speziellen Themenfeldern der Elektromobilität wie elektrische Antriebssysteme, Speichertechnologie oder Hochvoltsicherheit.
- **Nicht-technische Anforderungen**
Bei der Auswertung wurden auch nicht-technische Anforderungen wie z. B. Sprachkenntnisse, Versuchsplanung, Akquisitionserfahrung oder persönliche Eigenschaft wie z.B. Teamfähigkeit erfasst. Diese Daten wurden jedoch im Folgenden nicht genauer ausgewertet.

In den Stellenausschreibungen werden für gleiche bzw. sehr ähnliche Fachkenntnisse durchaus unterschiedliche Begriffe verwendet. Diese wurden zunächst übernommen und im Zuge der weiteren Auswertung zu Kategorien zusammengefasst. Erst hierdurch ist es eine quantitative Auswertung möglich, die eine Einschätzung zulässt, welche Fähigkeiten am Stellenmarkt besonders gefragt sind.

3.1 Art der Ausbildung

Das Ergebnis der Auswertung im Hinblick auf die geforderte Ausbildung zeigt die nachfolgende Tabelle 2. In 270 der 282 betrachteten Ausschreibungen fanden sich Angaben zu den gewünschten Berufsabschlüssen. Davon adressierten 90 % dieser Ausschreibungen Akademiker. Nur in 15 % der betrachteten Fälle (42 Fälle) wurden auch Bewerber mit Ausbildung als Geselle, Meister oder Techniker angesprochen. In mehr als der Hälfte dieser Fälle (26) richtete sich die Bewerbung gleichzeitig auch an Akademiker. In elf Anzeigen fanden sich keine Angaben zur gewünschten Art der Ausbildung. Die Analyse verdeutlicht, dass sich die Stellenangebote aus den unterschiedlichsten Branchen zum größten Teil an Mitarbeiter mit akademischem Abschluss richten.

| Geforderter Bildungsabschluss | Anzahl Nennung in Stellenausschreibungen | Anteil an Ausschreibungen (in%) ¹ |
|--|--|--|
| Studium | 229 | 81% |
| <i>darunter mit Angabe Bachelor</i> | <i>3</i> | |
| <i>darunter mit Angabe Diplom/Master</i> | <i>19</i> | |
| <i>darunter mit Angabe Promotion</i> | <i>3</i> | |
| Geselle/Meister/Techniker | 42 | 15% |
| <i>darunter Angebote für alle drei Abschlüsse möglich</i> | <i>6</i> | |
| <i>darunter Angebote speziell für Meister und Techniker</i> | <i>10</i> | |
| <i>darunter Angebote speziell für Gesellen und Meister</i> | <i>2</i> | |
| <i>darunter Angebote speziell für Gesellen und Techniker</i> | <i>1</i> | |
| <i>darunter Angebote nur für Techniker</i> | <i>18</i> | |
| <i>darunter Angebot nur für Meister</i> | <i>0</i> | |
| <i>darunter nur für Gesellen</i> | <i>1</i> | |
| Angebote für Akademiker und für Gesellen und/oder Meister und/oder Techniker | 26 | 9% |
| Ohne Angabe zum Abschluss | 11 | 4% |

Tabelle 2: Geforderte Ausbildung in Stellenausschreibungen (Sommer 2015, 282 Ausschreibungen)

¹: Prozentzahlen dürfen wegen Mehrfachberücksichtigung von Nennungen nicht addiert werden

Die Analyse zeigt auch, dass Firmen, die Mitarbeiter mit akademischem Abschluss suchen, nur selten Angaben machen, ob ein Bachelor- oder Masterabschluss bzw. eine Promotion Voraussetzung für die Einstellung ist. Die Ausschreibungen, in denen auch Bewerber mit einer nicht-akademischen Ausbildung gesucht werden, adressieren überwiegend Meister oder Techniker.

Hinsichtlich der gewünschten Studienrichtung ergibt sich folgendes Bild (vgl. Tabelle 3). Bei der überwiegenden Zahl der Stellenausschreibungen werden zwei Fachrichtungen (104 Fälle) oder sogar mehr als zwei Fachrichtungen (107 Fälle) genannt. Nur bei ca. 20% der Stellenausschreibungen werden gezielt Bewerber einer Fachrichtung gesucht. Dies zeigt, dass die Firmen im Bereich Elektromobilität derzeit noch eine breite Palette fachlicher Ausrichtungen adressieren.

Am häufigsten gesucht wurden Akademiker mit einem Abschluss in Maschinenbau (181 Nennungen) und Elektrotechnik (179 Nennungen). Oft wurden auch explizit Kenntnisse der Fahrzeugtechnik gefordert (80 Fälle). In etwa 20% der

Ausschreibungen wurde Informatik als Studienabschluss genannt. In vielen Anzeigen waren auch Begriffe wie „oder vergleichbare/ähnliche Qualifikation“ oder „technisch/naturwissenschaftlicher Abschluss“ zu finden. Diese wurden in einer Kategorie „Sonstige“ zusammengefasst, die insgesamt 101 Nennungen enthält.

| Akademische Abschlüsse - adressierte Fachrichtungen - | Anzahl Nennungen |
|--|------------------|
| Maschinenbau (inkl. Mechatronik) | 181 |
| Elektrotechnik | 170 |
| Sonstige | 101 |
| Fahrzeugtechnik (explizit genannt) | 80 |
| Informatik | 59 |
| Betriebswirtschaft | 14 |
| Keine Angabe | 14 |

Tabelle 3: Akademische Abschlüsse - in Stellenausschreibungen adressierte Fachrichtungen (Sommer 2015, 282 Fälle, Mehrfachnennungen)

3.2 Anforderungen an fachspezifische Kenntnisse

Die Stellenausschreibungen wurden auch hinsichtlich der geforderten Fachkenntnisse untersucht. In den Ausschreibungen wurden mehr als 1.300 Anforderungsmerkmale identifiziert und ausgewertet. Es findet sich erwartungsgemäß eine Vielzahl unterschiedlicher Begriffe für vergleichbare fachliche Anforderungen. Für eine bessere Übersichtlichkeit erfolgte daher eine Zusammenfassung nach Kategorien und Themenfeldern. Hierbei wurden dieselben Begrifflichkeiten gewählt wie bei der Analyse der Module der Masterstudiengänge. Dies ermöglicht einen Abgleich zwischen den von der Wirtschaft in den Stellenanzeigen genannten fachlichen Schwerpunkten und den Inhalten der einschlägigen Masterstudiengänge. Die nachfolgende Tabelle 4 zeigt das Ergebnis der Auswertung der Stellenausschreibungen bezüglich der dort genannten fachlichen Anforderungen.

| Fachliche Anforderungen | Anzahl Nennungen | Themenfeld | Anzahl Nennungen im Themenfeld |
|-------------------------|------------------|------------------|--------------------------------|
| Mathematik | 14 | Grundlagenwissen | 24 |
| Maschinenbau | 4 | | |
| Mechatronik | 6 | | |
| PKW-Entwicklung | 189 | PKW-Entwicklung | 619 |
| Modellierung/Simulation | 430 | | |

| | | | |
|--|-----|--|-----|
| Regelungstechnik | 80 | Regeln- Steuern- Messen | 208 |
| Bordnetz | 64 | | |
| Leistungselektronik | 64 | | |
| Elektro- und Hybridfahrzeuge | 170 | Antriebskonzepte und - technik | 206 |
| Elektrische Antriebe | 36 | | |
| Hochvolt-Sicherheit | 64 | Sicherheit | 78 |
| Elektromagnetische Verträglichkeit | 14 | | |
| Fertigungstechnik | 52 | Material und Fertigung | 76 |
| Werkstoffe und Leichtbau | 24 | | |
| Fahrzeugsicherheit und Assistenzsysteme | 46 | Computer und Software | 54 |
| Kommunikations-/Diagnosesysteme | 6 | | |
| Wechselwirkung Fahrzeug-Umwelt- Fahrer | 2 | | |
| Energiespeicher und -wandler | 52 | Speicherung | 52 |
| Normung und Standards | 36 | Normung und Standards | 36 |
| Akustik, Licht-/Klimatechnik | 18 | Akustik, Licht-/ Klimatechnik | 18 |
| Energieversorgungssysteme | 4 | Energiewirtschaft und Energieversorgung | 8 |
| Energiewirtschaft | 4 | | |

Tabelle 4: Fachliche Anforderungen in Stellenausschreibungen (Sommer 2015, 282 Ausschreibungen, 1.379 Nennungen von Anforderungen)

Hinsichtlich der fachlichen Anforderungen der Stellenausschreibungen dominieren deutlich drei Bereiche. Am häufigsten werden Kenntnisse in der PKW-Entwicklung genannt. Dies entspricht den Erwartungen angesichts der adressierten Fachrichtungen. Bemerkenswert ist dabei, dass im Themenfeld PKW-Entwicklung 430 Nennungen auf die Modellierung und Simulation entfallen. Fachkenntnisse im Bereich Regelungs-, Steuerungs- und Messtechnik sowie der elektrischen Antriebskonzepte und -techniken werden etwa in gleichem Umfang gefordert (208 bzw. 206 Nennungen). Häufig wurden auch Kenntnisse in den Bereichen Sicherheit, Material und Fertigung, Computer und Software sowie Speicherung erwartet.

Vergleicht man die Ergebnisse der Auswertung der Module der Masterstudiengänge mit den fachlichen Anforderungen, die sich in den Stellenausschreibungen finden, so ist Folgendes festzustellen:

- Module zum Themenfeld „PKW-Entwicklung“ kommen in den Masterstudiengängen vergleichsweise selten vor, die entsprechenden

Kenntnisse werden jedoch bei Stellenbesetzungen im Bereich der Elektromobilität in den meisten Ausschreibungen gefordert.

Diese Diskrepanz könnte damit zusammenhängen, dass in den Masterstudiengängen diese Kenntnisse aufgrund eines vorausgegangen Abschlusses erwartet werden. Eine andere mögliche Ursache könnte sein, dass Masterstudiengänge zur Elektromobilität oft auch im Fachgebiet Elektrotechnik angesiedelt sind und dann der Schwerpunkt verständlicherweise eher auf die elektrotechnischen Aspekte der PKW-Entwicklung gelegt wird.

- Sowohl bei den Ausschreibungen als auch bei den Masterstudiengängen zur Elektromobilität haben die Themenfelder „Regeln-Steuern-Messen“ und „Antriebskonzepte und -technik“ erhebliche Anteile. Hier stimmen hinsichtlich der Bedeutung der Themen die fachlichen Anforderungen der Stellenausschreibungen und der Ausrichtung der Studiengänge überein.
- Kenntnisse der Energiewirtschaft und -technik sind dagegen in den Stellenausschreibungen kaum genannt, während sie häufig Teil der Studiengänge zur Elektromobilität sind. Dies lässt den Schluss zu, dass die Wirtschaft bislang wenig Wert auf die Kenntnis der Zusammenhänge zwischen Energiewirtschaft bzw. Energietechnik und Elektromobilität legt.
- Der Aspekt „Normung und Standards“, wird in den Ausschreibungen durchaus explizit genannt wird, taucht aber in den Studiengängen nicht gesondert auf. Dies könnte daran liegen, dass Normen und Standards im Studium evtl. im Zusammenhang mit den jeweiligen technischen Aspekten unterrichtet werden. Hier wäre eine genauere Analyse erforderlich, die über den Rahmen der vorliegenden Untersuchung hinausgeht.

4 FORSCHUNG ZUR ELEKTROMOBILITÄT AM FRAUNHOFER IFAM

Die Forschung des Fraunhofer Instituts für angewandte Materialforschung und Fertigungstechnik (IFAM) umfasst im Bereich Elektromobilität folgende Schwerpunkte:

- Elektrische Antriebe
- Leichtbau
- Energiespeicher- und -wandler
- Energiesystemanalyse

Elektrische Antriebe

In den verschiedenen Anwendungsbereichen – von der Automobil- bis zur Landmaschinentechnik – müssen elektrische Antriebe sowohl energieeffizient und zuverlässig sein, aber auch hohe Leistungen und Drehmomente aufweisen. Gleichzeitig wird eine Kostensenkung angestrebt. Die Abteilung »Elektrische Antriebe« des Fraunhofer IFAM befasst sich mit der gesamten Entwicklungskette von der Konzeption bis hin zur Herstellung und Prüfung prototypischer Antriebe.

Zentrale Arbeitsgebiete sind dabei die Auslegung und Entwicklung von kompakten elektrischen Antrieben mit hoher Drehmoment- und Leistungsdichte, die Entwicklung neuer Fertigungsverfahren für elektrische Antriebe, die Hard- und Softwareentwicklung für Steuergeräte, u.a. zur wirkungsgradoptimalen Antriebsregelung sowie zur Fahrzeugsteuerung, und der Aufbau sowie die Prüfung von Prototypen und Funktionsmustern.

Leichtbau

Ein wesentlicher Faktor für die erfolgreiche Einführung der Elektromobilität ist eine Reichweite, die den Anforderungen der Nutzer entspricht. Die Reichweite eines Elektrofahrzeugs hängt, neben der Effizienz des Elektroantriebs, entscheidend von zwei Faktoren ab: der Speicherkapazität der Traktionsbatterie und dem Gewicht des Fahrzeugs. Im Fokus der Forschung und Entwicklung stehen daher Speichertechnologien mit hohen Speicherdichten und Leichtbaukonzepte zur Verringerung des Fahrzeuggewichts.

Ziele des Leichtbaus sind der Verzicht auf nicht notwendige Anforderungen bzw. auf nicht benötigte Sicherheitsreserven, die systematische Auswahl geeigneter Strukturbauteile mit dem besten bzw. geeignetsten Verhältnis zwischen Funktion und Gewicht, die konsequente Umsetzung belastungsgerechter Tragstrukturen, in denen Material nur dort eingesetzt, wo es erforderlich ist, Gewichtsreduktion durch geeignete Herstellungs- und Fertigungsprozesse sowie innovative Verbindungstechniken und der Austausch des ursprünglichen Werkstoffs durch einen leichteren Werkstoff. Am Fraunhofer IFAM wird in mehreren Abteilungen zu den verschiedenen Aspekten des Leichtbaus geforscht, von der Suche nach geeigneten Werkstoffen und Bauteil- und Systemstrukturen über innovative Fertigungsprozesse bis hin zu innovativen Verbindungstechniken.

Energiespeicher- und -wandler

Eine zentrale Komponente von Elektrofahrzeugen sind leistungsfähige und kostengünstige Energiespeicher. Sie müssen auf hohe Leistungsdichten und Energiedichten ausgelegt sein und zudem eine hohe Lebensdauer und Zyklfestigkeit aufweisen. Nicht zuletzt spielen auch sicherheitstechnische Aspekte eine zentrale Rolle. Die Abteilung »Elektrische Energiespeicher« des Fraunhofer IFAM entwickelt und charakterisiert neue Materialien und Herstellungsprozesse für Batteriezellen. Schwerpunkte sind hierbei die Weiterentwicklung marktgängiger Lithium-Ionen-Akkumulatoren, die Erforschung nanostrukturierter Siliziums für neuartige Elektroden und die Entwicklung

alternativer Speichersysteme auf Basis von Metall-Luft-Batterien sowie Fragestellungen zur Erweiterung der einzelnen Zelle zum Batteriepack und zur Systemintegration. Darüber hinaus befasst sich die Abteilung Wasserstofftechnologie des Fraunhofer IFAM auch mit der Entwicklung neuer Materialien und Strukturen für die Wasserstofferzeugung und -speicherung für Brennstoffzellen.

Energiesystemanalyse

Für die erfolgreiche Breitereinführung der Elektromobilität ist eine angepasste Infrastruktur eine wesentliche Voraussetzung. Hier steht insbesondere die Energieversorgung der Fahrzeuge im Mittelpunkt. Hierbei spielt die Frage der Ladeinfrastruktur eine zentrale Rolle. Da die Elektromobilität aber auch den Anspruch hat, umweltverträglicher zu sein als herkömmliche Verbrennerfahrzeuge, muss auch die Energiebereitstellung betrachtet werden. Vor diesem Hintergrund widmet sich die Abteilung »Energiesystemanalyse« des Fraunhofer IFAM aktuellen Fragestellungen der nachhaltigen, bezahlbaren und sicheren Energieversorgung. Forschungsschwerpunkte sind innovative und nachhaltige Energieanwendungen, Energieversorgungskonzepte, Potenzialstudien und Marktanalysen sowie die Entwicklung von Handlungsempfehlungen für Politik und Wirtschaft. Themenschwerpunkte mit einem direkten Bezug zur Elektromobilität sind die Bereiche erneuerbare Energien, Energiespeicher sowie Energienetze.

5 ZERTIFIKATSKURS ELEKTROMOBILITÄT: ZIELGRUPPEN UND CURRICULUM

Die Ergebnisse der Analyse der derzeit angebotenen Studiengänge zur Elektromobilität, die Auswertung der Anforderungen der Stellenausschreibungen der Wirtschaft in diesem Feld und der Abgleich mit den einschlägigen Forschungsthemen des Fraunhofer IFAM bildeten die Grundlage für die Festlegung der Zielgruppe, die inhaltliche (Neu)Ausrichtung des Zertifikatskurses Elektromobilität, die Erstellung des Curriculums und die inhaltliche Weiterentwicklung der bereits erarbeiteten Lernmaterialien.

5.1 Vergleich: Inhalte Studiengänge Elektromobilität – Anforderungen der Wirtschaft - Forschung Elektromobilität am Fraunhofer IFAM

In Kapitel 0 wurden die Inhalte der derzeit vorhandenen Studienangebote betrachtet, in Kapitel 3 die Anforderungen der Wirtschaft an Fachkräfte der Elektromobilität. Stellt man die Ergebnisse dieser beiden Analysen gegenüber, so zeigt sich, dass die Wirtschaft Wert auf Kenntnisse der PKW-Entwicklung legt und im Bereich der Elektromobilität diejenigen Qualifikationen erwartet, die auf dem

Niveau von Masterstudiengängen der Elektromobilität vermittelt werden. Dies sind insbesondere Kenntnisse zu elektrischen und hybriden Antriebskonzepten und -techniken, zu Regelungs- und Steuerungskonzepten und -techniken, zu Fertigungstechniken, Werkstoffen und Leichtbau, Sicherheitsaspekten (Hochvolt-Sicherheit, elektromagnetische Verträglichkeit), Diagnose-, Kommunikations- und Assistenzsystemen sowie zu Energiespeichern und -wandlern sowie Normung und Standards.

Stellt man diese Anforderungen den Forschungsthemen des Fraunhofer IFAM gegenüber, wird deutlich, dass diese sich in drei zentralen Bereichen mit den Anforderungen der Wirtschaft an Fachkräfte der Elektromobilität decken: elektrische Antriebskonzepte, Leichtbau/Werkstoffe/Fertigungstechnik und Energiespeicher und -wandler. Kenntnisse im Querschnittsbereich Energiesystemanalyse werden bislang in den einschlägigen Ausschreibungen nur selten genannt.

Der Vergleich der Studienangebote mit den Anforderungsprofilen der Wirtschaft und den Forschungsschwerpunkten des Fraunhofer IFAM bildete die Grundlage für die inhaltliche Ausrichtung des Zertifikatskurses Elektromobilität, die Erstellung des nachfolgend vorgestellten Curriculums und die inhaltliche Weiterentwicklung des Kurses.

5.2 Zertifikatskurs Elektromobilität – die Zielgruppen

Die Analyse der Anforderungen der Wirtschaft an Fachkräfte der Elektromobilität und der Abgleich mit den bestehenden Studiengängen der Elektromobilität verdeutlicht, dass die für die Elektromobilität relevanten Forschungsschwerpunkte des Fraunhofer IFAM sich nur in Masterstudiengängen finden. Der Zertifikatskurs sollte sich daher sinnvollerweise an Personen mit einem Bachelorabschluss richten, der die inhaltlichen Voraussetzungen für ein Masterstudium Elektromobilität sicherstellt.

Daher wurden auf der Basis dieser Ergebnisse Personen mit einem ersten Hochschulabschluss im naturwissenschaftlich-technischen Bereich, insbesondere Maschinenbau, Elektrotechnik, Mechatronik und Informatik als relevante Zielgruppen identifiziert. Es wird erwartet, dass es sich bei den zukünftigen Teilnehmern überwiegend um Berufstätige handeln wird, die entweder bereits im Bereich der Kraftfahrzeugindustrie bzw. bei deren Zuliefererfirmen tätig sind oder einen Einstieg in diesem Bereich anstreben.

5.3 Zertifikatskurs Elektromobilität – Curriculum und didaktisches Konzept

Das Curriculum des Zertifikatskurses wurde ausgehend von den Anforderungen an die Fachkräfte und den Fachkompetenzen der potenziellen DozentInnen des Fraunhofer IFAM erarbeitet.

| Modulname | Sub-Modul |
|---|--|
| Kraftfahrzeugtechnik | Kraftfahrzeugtechnik 1 <i>Allgemeine Kraftfahrzeugtechnik, mechatronische Systeme und elektromagnetische Verträglichkeit</i> |
| | Kraftfahrzeugtechnik 2 <i>Kraftfahrzeugelektrik, Bordnetze, Leistungselektronik und Hochvoltsicherheit</i> |
| Elektrische Antriebstechnik | Grundlagen Elektrischer Antriebe <i>Hybrid- und vollelektrische Antriebskonzepte, Aufbau elektrischer Antriebe, Regelung und Komponenten elektrischer Antriebe</i> |
| | Traktionsantriebe für Elektro- und Hybridmobile <i>Permanenterregte Synchronmaschine, Asynchronmaschine, Radnabenmotor, funktionale Sicherheit im Antriebsstrang</i> |
| Leichtbau für Elektromobile | Prinzipien des Leichtbaus <i>Integrale und differentiale Bauweisen, Konstruktionsprinzipien, faserverstärkte Werkstoffe, Metallschäume, Matrixmaterialien</i> |
| | Füge- und Fertigungstechniken im Leichtbau <i>Grundlagen der Fertigung, Fehlerquellen erkennen u. vermeiden, Qualitätssicherung, Arbeits- und Umweltschutz</i> |
| Elektrochemische Energiespeicher und -wandler | Elektrochemie und elektrochemische Energiespeicher <i>Grundlagen Elektrochemie, Materialien und Produktionsprozesse für Batteriezellen, Qualitätsbestimmung, Brennstoffzellen, Wasserstofftechnik, Beladesysteme und Sicherheitstechnik</i> |
| | Das Batteriesystem <i>Batteriedesign, Batteriemanagement, Kühlkonzepte, Batteriekenndaten und Batterieüberwachung, Kostenstruktur</i> |
| Elektromobilität und Nachhaltigkeit | Konzepte für nachhaltige Mobilität <i>Verkehrskonzepte nachhaltige Mobilität: Waren- und Personentransport/Nah- und Fernverkehr, Einsatzbereiche, Akteure/Nutzer</i> |
| | Konzepte zur Integration von Elektromobilität <i>Energieversorgung für Elektromobilität: Energiebereitstellung und Infrastruktur, Stadtplanung, Elektromobilität und Wohnen/Gewerbe, Strategien zur Einführung der Elektromobilität</i> |

Tabelle 5: Curriculum

Der Zertifikatskurs Elektromobilität gliedert sich in fünf Module: „Kraftfahrzeugtechnik“, „Elektrische Antriebstechnik“, „Leichtbau für Elektromobile“, „Energiespeicher und -wandler“ und „Elektromobilität und Nachhaltigkeit“. Das Modul Kraftfahrzeugtechnik wurde als Einstiegsmodul insbesondere für die KursteilnehmerInnen aufgenommen, die sich im Rahmen ihres Bachelorstudiums noch nicht mit Kraftfahrzeugtechnik befasst haben oder diese Grundkenntnisse wieder auffrischen möchten. Die Module „Elektrische Antriebstechnik“, „Leichtbau für Elektromobile“, „Energiespeicher und -wandler“ sind die drei technischen Kernmodule des Zertifikatskurses Elektromobilität. Das fünfte Modul „Elektromobilität und Nachhaltigkeit“ ist ein Querschnittsmodul, das es den Kursteilnehmenden ermöglicht, die Elektromobilität in einen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Gesamtkontext einzuordnen.

Für die Erarbeitung des didaktischen Konzepts waren die Rahmenbedingungen der adressierten Zielgruppen ausschlaggebend. Weil davon ausgegangen wird, dass es sich hierbei überwiegend um berufstätige Personen handelt, wurde für den Zertifikatskurs das Blended-Learning-Format gewählt. In diesen Kursen erarbeiten sich die TeilnehmerInnen die Lerninhalte im Wesentlichen individuell anhand der Lernmaterialien, die ihnen online auf einer Lernplattform zur Verfügung gestellt werden. Ausgewählte Materialien werden voraussichtlich auch als Printmedien bereitgestellt. Anhand von Wissenstandstests und Aufgaben können sie ihren Lernstand überprüfen. Somit können sich die Teilnehmer zeit- und ortsunabhängig die Lehrinhalte aneignen. Im Rahmen von Präsenzphasen am Fraunhofer IFAM wird das Erlernete dann in Praxiseinheiten vertieft.

Der Zertifikatskurs ist modular aufgebaut. Die Module sind inhaltlich abgegrenzt, so dass im Prinzip die Möglichkeit besteht, sie auch unabhängig voneinander zu bearbeiten. Jedes Modul enthält eine Praxiseinheit und schließt mit einer Modulprüfung ab. Dies erfolgt je nach Modul als Studienarbeit oder mündliche bzw. schriftliche Prüfung.

Der Zertifikatskurs umfasst ein Betreuungskonzept, zu dem neben der kontinuierlichen Unterstützung des Lernprozesses der Teilnehmenden im Verlauf des Kurses auch eine Vorbereitungsphase, eine Auftaktveranstaltung zu Beginn des Kurses mit einer Einführung in den Kursablauf und die Lerntechniken sowie die Begleitung der Präsenzphasen und eine Veranstaltung zum Kursabschluss gehören.

Der Zertifikatskurs Elektromobilität wird im Rahmen des Verbundprojektes „mint.online“, das im Rahmen des Programms „Offene Hochschulen“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wird, erstellt.

QUELLENVERZEICHNIS

- [1] Matthias Becker, Georg Spöttl, Melanie Zylka, Qualifizierungsinitiativen für die Elektromobilität im Kfz-Sektor (QuEle), 2012, Quelle: https://www2.bibb.de/bibbtools/tools/fodb/data/documents/pdf/eb_32303.pdf, Zugriff: 08.09.2015
- [2] Markus Müller, Teilprojektergebnisse des Zertifikatskurses Elektromobilität, 2014
- [3] Kompetenz-Roadmap - Nationale Plattform Elektromobilität (NPE) , AG 6 – Ausbildung und Qualifizierung, Mai 2012
- [4] Stepmap, <http://www.stepmap.de/landkarte/staedte-136370>, Zugriff: 28.09.2015