Bundesinstitut für Berufsbildung BIBB

Forschen
Beraten
Zukunft gestalten

Entwicklungsprojekt 3.2.303

Qualifizierungsinitiativen für die Elektromobilität im Kfz-Sektor (QuEle)

Abschlussbericht

Prof. Dr. Matthias Becker
biat – Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik, Universität Flensburg

Prof. Dr. Georg Spöttl
ITB – Institut Technik und Bildung, Universität Bremen

unter Mitarbeit von Melanie Zylka

Ansprechpartnerin im BIBB:
Barbara-Ch. Schild

Laufzeit IV/2011 – I/2012

Bundesinstitut für Berufsbildung
Robert-Schuman-Platz 3
53175 Bonn

Telefon: 0228 / 107 - 2229
E-Mail: schild@bibb.de
www.bibb.de

Bonn, im April 2012

Zitiervorschlag:
Becker, Matthias; Spöttl, Georg; Schild, Barbara-Ch.:
Qualifizierungsinitiativen für die Elektromobilität im Kfz-Sektor (QuEle); Abschlussbericht 3.2.303. Bonn, 2012.

© Bundesinstitut für Berufsbildung, 2012

Dieses Dokument gehört zu der VET Repository-Sammlung „BIBB Projektberichte“.

Herausgeber:
Bundesinstitut für Berufsbildung
Robert-Schuman-Platz 3
53175 Bonn
Internet: www.vet-repository.info
E-Mail: repository@bibb.de

CC Lizenz
Der Inhalt dieses Werkes steht unter Creative-Commons-Lizenz (Lizenztyp: Namensnennung – Keine kommerzielle Nutzung – Keine Bearbeitung – 4.0 International).
Weitere Informationen finden sie im Internet auf unserer Creative-Commons-Infoseite https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Diese Netzpublikation wurde bei der Deutschen Nationalbibliothek angemeldet und archiviert.

Untersuchung im Auftrag des Bundesinstituts für Berufsbildung

Matthias Becker (biat)

Georg Spöttl (ITB)

unter Mitarbeit von Melanie Zylka

Flensburg und Bremen, April 2012

Quelle: Pressefoto Jaguar C-X75

Autoren:

biat – Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik, Universität Flensburg

Prof. Dr. Matthias Becker

Auf dem Campus 1

24943 Flensburg

Tel: ++49 (0)461-805-2160

Fax: ++49 (0)461-805-2151

ITB – Institut Technik und Bildung, Universität Bremen

Prof. Dr. Georg Spöttl

unter Mitarbeit von Melanie Zylka

Am Fallturm 1

28359 Bremen

Tel: ++49 (0)421-218-66270

Fax: ++49 (0)421-218-9866270

Inhalt

1. Gegenstand der Untersuchung und Fragestellung 5

2. Untersuchungskonzept 6

3. Befragungsinstrument für die Online-Umfrage 7

4. Ergebnisse 12

4.1. Zur Bedeutung der Qualifizierung für die Elektromobilität im Kfz-Handwerk – Datenlage 12

4.2. Ergebnisse der Online-Umfrage 15
4.2.1. Rücklauf und Stichprobe 15
4.2.2. Qualifizierungsangebote zur Elektromobilität in Deutschland 16

4.3. Ergänzende Informationen aus Dokumentenanalysen 19
4.3.1. Promotoren für die Entstehung von Qualifizierungsangeboten 19
4.3.2. Die Qualifizierungskonzeption der BGI 8686 20
4.3.3. Die Angebote der TAK 21
4.3.4. Die Angebote der Technischen Überwachungsvereine 23
4.3.5. Die Angebote der Automobilhersteller und IHK für Arbeiten in der Produktion 25
4.3.6. Berufsschulen und Hochschulen als Anbieter 27

4.4. Schwerpunktsetzungen der Qualifizierungsangebote 27

4.5. Ressourcen: Ausstattung und Schulungspersonal 30
4.5.1. Personal 30
4.5.2. Fahrzeuge 31
4.5.3. Werkstattausstattung und Lehrsysteme 33

5. Schlussfolgerungen zur Angebots-Nachfragerelation 38

Literatur 41

Abkürzungsverzeichnis

BG	Berufsgenossenschaft
BGI	Berufsgenossenschaftliche Informationsschrift
BGV	Berufsgenossenschaftliche Vorschrift
BEV	Batteriebetriebenes Elektrofahrzeug (Battery Electric Vehicle)
xEV	Alle Varianten elektrischer Fahrzeuge (Electric Vehicle)
CNC	Computer Numerical Control
EFK	Elektrofachkraft
EuP	Elektrisch unterwiesene Person
DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
HV	Hochvolt Wechselspannungen >30 V (AC) und Gleichspannungen >60 V (DC)
NFZ	Nutzfahrzeug
NPE	Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität
PHEV	Plugin Hybrid Electric Vehicle
REEV	Range Extended Electric Vehicle
SHK	Sanitär-Heizung-Klima
TAK	Technische Akademie Deutsches Kraftfahrzeuggewerbe
UVV	Unfallverhütungsvorschrift
VDE	Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.

1. Gegenstand der Untersuchung und Fragestellung

Elektromobilität ist seit knapp drei Jahren nicht mehr nur ein Schlagwort, das für eine gesellschaftliche Vision steht, sondern beschreibt eine breite Entwicklung hin zu einer Loslösung von fossilen Energieträgern für Mobilitätsanliegen, die von zahlreichen politischen Initiativen begleitet wird. Der Nationale Entwicklungsplan der Bundesregierung im Jahr 2008 (http://www.elektromobilitaet2008.de/) war Anlass, konkrete Maßnahmen zur Einlösung umfassender Zielsetzungen (vgl. NPE 2009, S. 17ff.) zu definieren und umzusetzen. Eine der zentralen Zielsetzungen war und ist diejenige, „dass bis 2020 eine Million Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen fahren“ (NPE 2009, S. 18).

Um dieses Ziel zu erreichen, sind seit dem Jahr 2008 eine ganze Reihe von Projektinitiativen gestartet worden (vgl. Becker 2010, S. 163), die neben technologischen Entwicklungen vor allem auch Qualifizierungsinitiativen vorantreiben. Die starke Diversifizierung und Ausrichtungsvielfalt der Projekte, die sich (auch) mit Qualifizierungsfragen befassen, haben zur Folge, dass Qualifizierungsinitiativen und konkrete Qualifizierungsangebote entstehen, ohne dass Qualifikationsbedarfe systematisch ermittelt wurden. Qualifikationsbedarfe werden eher aus der Perspektive von Interessensvertretungen und der Technologieentwicklung heraus definiert (Bsp.: Batterieforschung – Qualifizierung zu Batterietechnologien) und Qualifikationsangebote dementsprechend im Sinne von 1:1-Entitäten auf den Markt gebracht (vgl. Becker 2011). Die Arbeitsgruppe 6 der Nationalen Plattform Elektromobilität widmet sich den Fragen der akademischen und beruflichen Bildung in diesem Kontext und entwickelt Handlungsempfehlungen für die verschiedenen Akteure und Branchen. Ungeachtet dessen entwickeln diese Akteure und Branchen selbst Schulungsangebote, so dass ein Angebotsmarkt (anstatt ein Nachfragemarkt und ein strukturell durchdachtes Aus- und Weiterbildungssystem) entsteht, der durch verschiedene Maßnahmen Nachfrage erzeugt. Hierzu gehört unter anderem das Aufmerksam machen auf Arbeitssicherheitsaspekte. Hier entwickeln insbesondere die Berufsgenossenschaften Vorschriften für das Arbeiten mit der Hochvolttechnik und verbinden diese mit Qualifizierungskonzepten, die von Herstellern, Zulieferern, Akademien, den technischen Überwachungsorganisationen, den Kammern und berufsbildenden Schulen aufgegriffen und in Schulungsangebote umgesetzt werden.

Diese Situation gibt Anlass, eine Untersuchung des entstehenden Qualifikationsangebotes im Sinne eines „Screenings“ durchzuführen und eine Untersuchung des Qualifikationsbedarfes auf der Seite der Nachfrager vorzubereiten.

2. Untersuchungskonzept

Die Untersuchung des Qualifikationsangebotes für die Elektromobilität wird in Form eines „Screenings“ durchgeführt. Dieses Screening umfasst die zielgruppenbezogene Recherche nach und Abfrage von Qualifizierungsangeboten bei Bildungsanbietern, die im Bereich der Aus- und Weiterbildung tätig sind. Ziel ist, einen strukturierten Überblick zum derzeitigen Stand der Qualifizierungsangebote zu liefern.

Die Angebote werden in einer Online-Umfrage und durch Web-Analysen recherchiert und anschließend mittels beschreibender Statistik sowie mit Hilfe von Dokumentenanalysen nach Merkmalen strukturiert, die eine Diskussion zur Strukturierung unter Berücksichtigung des Aus- und Weiterbildungssystems in der beruflichen Bildung erlaubt (Screening). Sie wird eingeschränkt auf Qualifizierungsinitiativen für den Kfz-Sektor, der hier als Sammelbegriff für die betroffenen fahrzeugtechnischen Berufe für die Produktion sowie für den Service im Handwerk einschließlich der dort im IHK-Bereich tätigen Betriebe definiert wird.

Methodisch wird die Untersuchung als desktop-study angelegt:

1. Erhebung der derzeitigen Schulungen zugrunde liegenden Untersuchungen bzw. Qualifizierungsbedarfsanalysen und Vorschriften;
2. Erhebung der Qualifizierungsinitiativen (Projekte);
3. Erhebung der Schulungsangebote differenziert nach Anbietern und Zielgruppen;
4. Inhaltsanalyse der Angebote (Dokumentenanalyse);
5. Identifizierung von Merkmalen und Aufbereitung der Erkenntnisse.

Die Quellenanalysen werden durch Internetrecherchen, ein Angebotsscreening unter den potenziellen Anbietern (Fahrzeughersteller, Zulieferer, Kammern, Verbände, Akademien) und durch Expertengespräche umgesetzt. Ein Schwerpunkt bildet dabei eine Betrachtung der Tragfähigkeit der Angebote für das Kfz-Handwerk im Gesamtsystem der beruflichen Bildung.

3. Befragungsinstrument für die Online-Umfrage

Die Qualifizierungsangebote zur Elektromobilität für das Kfz-Handwerk werden durch eine Online-Umfrage ermittelt, bei der die nach vorliegenden Erkenntnissen derzeit dominierenden Grundlagen der Berufsgenossenschaftlichen Informationsschrift BGI/GUV-I 8686 (2010) und das darauf basierende Konzept des Deutschen Kraftfahrzeuggewerbes (vgl. TAK 2009) im Mittelpunkt stehen. Es werden daher auf der Angebotsseite Qualifizierungsinitiativen überwiegen, die das Qualifizieren von „Fachkundigen für Arbeiten an HV-eigensicheren Systemen in Kraftfahrzeugen“ zum Ziel haben. Auf die Erhebung der Rahmenbedingungen einschließlich der technischen und personellen Voraussetzungen sowie der konzeptionellen Ausrichtung konzentrieren sich die Untersuchungsfragen in den Rubriken

- Anbieterinformationen,
- Zielgruppen und Rahmenbedingungen / Ausstattung,
- Konzeption und
- Schulungspersonal.

Untersuchungsfragen im Detail:

1) Anbieter

Unsere Institution:

Bildungszentrum des Handwerks (BTZ)	❑
Überbetriebliche Schulungsstätte (ÜBS)	❑
Kfz-Innung	❑
Kreishandwerkerschaft	❑
Industrie- und Handelskammer	❑
Automobilhersteller/Zulieferer	❑
Elektroindustrie	❑
Überwachungsorganisation (einschließlich Akademien)	❑
Freier Bildungsanbieter	❑
Berufsbildende Schule	❑
Hochschule / Universität	❑
Sonstiges: _____	

Gibt es bei Ihnen Qualifizierungsangebote zur Elektromobilität:

Ja ❑ *Nein* ❑

Angebote für

a) Kfz-Bereich

b) anderer Bereich:_____

(Mehrfachnennungen möglich)

Wie viele Qualifizierungsangebote zur Elektromobilität gibt es bei Ihnen?

_____ *(Anzahl)*

Mit diesem Fragekomplex wird zunächst eine Anbieterklassifikation vorbereitet, die eine Zuordnung inhaltlicher Aussagen zu verschiedenen Anbietern zulässt. Es wird zudem unter den zielgerichtet angesprochenen Anbietergruppierungen die Verbreitung von Qualifizierungsinitiativen erhoben. Die oben genannten Gruppierungen / Institutionen werden via E-Mail auf die Online-Befragung aufmerksam gemacht. Einbezogen werden alle diejenigen Institutionen, die potenziell solche Qualifizierungsinitiativen anbieten könnten.

2) Zielgruppe(n) / Rahmenbedingungen

Bitte machen Sie für jedes Ihrer Angebote folgende Angaben:

Titel des Q-Angebots:_____

Angeboten seit _____(Monat und/oder Jahr)

Wie oft wird die Qualifizierung angeboten? _____ (pro Jahr)

Zielgruppe(n): _____
(Auswahlmöglichkeiten:)

Auszubildende	❑ Beruf: _____
Kfz-Mechaniker/-innen	❑
Automobilmechaniker/-innen	❑
Kfz-Mechatroniker/-innen	❑
Kfz-Servicetechniker/-innen	❑
Kfz-Technikermeister/-innen	❑
Feuerwehrleute/Rettungskräfte	❑
industrielle Metallberufe	❑
Elektroberufe	❑

Dauer der Maßnahme: _____ Stunden

Kosten der Qualifizierungsmaßnahme: _____

Teilnehmerzahl: a) insgesamt bis jetzt:_____| b) pro Kurs:_____

3) Konzeption

Wir folgen folgenden Konzepten:

a) TAK-Konzeption (Konzeption der Technischen Akademie des Kraftfahrzeuggewerbes)

b) Eigene Konzeption auf der Basis der BGI 8686

c) Konzeption eines Automobilherstellers, nämlich _____

d) Konzeption von _____

Steht ein Hybridfahrzeug zur Verfügung? *Ja* ❑ *Nein* ❑

Wenn ja, wie viele?

Typ(en): _____

Steht ein reines Elektrofahrzeug zur Verfügung? *Ja* ❑ *Nein* ❑

Wenn ja, wie viele?

Typ(en): _____

Bitte nehmen Sie Stellung zu folgenden Aussagen:

	Ja	**Nein**
Es sind Einrichtungen zur Sicherstellung der Arbeitssicherheit vorhanden (Handschuhe, Brille, Abdeckeinrichtungen, Isolationsmaterial, isolierte Werkzeuge)		
Es sind folgende Spezialwerkzeuge für die Durchführung von Messungen am Fahrzeug vorhanden:		
• Diagnosesystem		
• Hochvoltmesssystem (Isolationswiderstand, Spannungen bis 1000V)		
• Berührungslose HV-Messtechnik		

	ich stimme zu	Ich lehne ab
Über anfallende Arbeiten an HV-Fahrzeugen in den Kfz-Werkstätten sind ausreichende Informationen in der Schulungsstätte verfügbar		
Die Arbeitssicherheit (BGI 8686) steht im Mittelpunkt der Qualifizierungsmaßnahme		
Die elektrotechnischen Inhalte nach Anhang 1 BGV A2 (BGG 944) sind Gegenstand und Schwerpunkt der Qualifizierung		

Beurteilen Sie bitte die folgenden Aussagen für jede von Ihnen angebotene Qualifizierungsmaßnahme (A, B,…):

Das Qualifizierungskonzept ist überwiegend entlang der Arbeiten am HV-Fahrzeug aufgebaut | Angebot A		
Das Qualifizierungskonzept ist überwiegend entlang der Arbeiten am HV-Fahrzeug aufgebaut | Angebot B		
Elektrotechnische Grundlagen (Kenngrößen, Gefahren des elektrischen Stromes, Bauteile etc.) sind für die Teilnahme an der Qualifizierung Eingangsvoraussetzung | Angebot A		
Elektrotechnische Grundlagen (Kenngrößen, Gefahren des elektrischen Stromes, Bauteile etc.) sind für die Teilnahme an der Qualifizierung Eingangsvoraussetzung | Angebot B		
Im Rahmen der Qualifizierung wird am Fahrzeug unter Hochspannung gearbeitet | Angebot A		
Im Rahmen der Qualifizierung wird am Fahrzeug unter Hochspannung gearbeitet | Angebot B		

Welche Schwerpunkte sollte Ihrer Meinung nach eine Qualifizierung für E-Mobilität in jedem Fall enthalten? _____

Welche ganz besonderen Herausforderungen nennen Ihnen Werkstattvertreter im Zusammenhang mit E-Mobilität? _____

4) Schulungspersonal

Ausbilder/Trainer:

a) eigene | Wie viele? ___

b) fremde | Wie viele? ___ Woher? _____

Haben Sie ihre Ausbilder/Trainer für die Qualifizierung an Elektrofahrzeugen geschult? Ja ❑ Nein ❑

Wenn ja, wie? _____

_____

Ist Ihr Schulungspersonal generell in der Aus- und Weiterbildung von Kfz-Personal tätig?

Setzen Sie für Schulungsmaßnahmen an Elektro-Fahrzeugen Elektrotechnikspezialisten ein?

Ausgehend von diesem Untersuchungsdesign werden im Folgenden die ermittelten Ergebnisse der Dokumentenanalysen und der Online-Befragung dargestellt.

4. Ergebnisse

4.1. Zur Bedeutung der Qualifizierung für die Elektromobilität im Kfz-Handwerk – Datenlage

Qualifizierungsinitiativen für neue Technologien haben naturgemäß einen zunächst explorativen Charakter; sie schaffen Möglichkeiten zur Information, legen Grundlagen durch Beratung, um neue Geschäftsfelder zu erschließen und stützen dann letztlich inhaltlich wie methodisch eine Kompetenzentwicklung, um entstehende Arbeitsanforderungen zu meistern. Hat die neue Technologie dauerhaft Bestand und prägt diese die Facharbeit nachhaltig, wird diese nicht nur im Sinne einer Anpassungsqualifizierung platziert, sondern erscheint als integraler Bestandteil einer Erstausbildung oder auch Fortbildung. Ersteres ist dann der Fall, wenn es sich um eine Querschnittstechnologie handelt (z. B. bei der Vernetzung von Fahrzeugen als integrative Technologie für den Kfz-Mechatroniker), letzteres wenn die Technologie eine notwendige Spezialisierung in einem Beruf hervorruft (z. B. zur Instandsetzung von Aluminiumkarosserien als Spezialisierung oder die Expertendiagnose als Betätigungsfeld von Kfz-Servicetechnikern). Die Qualifizierungsangebote entstehen also nicht in direkter Abhängigkeit von der Marktentwicklung, sondern loten aus, welche Bedeutung Technologien für Information, Beratung oder unmittelbare Facharbeit haben. Ein weiterer Effekt, der auch bei der Elektromobilität sichtbar wird, ist die Signalwirkung einer Technologie auf eine Branche. So schweben über dem Kfz-Handwerk das Szenario der vollständigen Ablösung des Verbrennungsmotors durch Elektroantriebe sowie die Vorstellung, dass die Elektrotechnik möglicherweise eine dominantere Stellung für die Facharbeit einnehmen könnte als die Fahrzeugtechnik selbst.

Betrachtet man in einem ersten Schritt die Datenlage bezüglich der Einführung von Elektrofahrzeugen, dann wird die prognostische Bedeutung deutlich. Die politische Absicht, die Elektrofahrzeugtechnik zu einer Schlüsseltechnologie der deutschen Wirtschaft zu entwickeln beeinflusst auch die Qualifizierungsangebote insofern, dass hier voreilende Wirkungen erzeugt werden: Angebote entstehen so bereits, ohne dass auf der Nachfrageseite überhaupt Notwendigkeiten für Qualifizierungsmaßnahmen erkannt werden. Qualifizierungsangebote werden auch ohne Bedarf genutzt, weil niemand die Einführung einer Schlüsseltechnologie verschlafen möchte.

Die im NPE-Bericht anvisierte Anstiegskurve für die Marktdurchdringung (vgl. Abbildung 1) gespiegelt an der tatsächlichen Stückzahlentwicklung ist ein Indikator dafür, ob die neue Technologie tatsächlich die Bedeutung erhält, die ihr prognostisch zugewiesen wird.

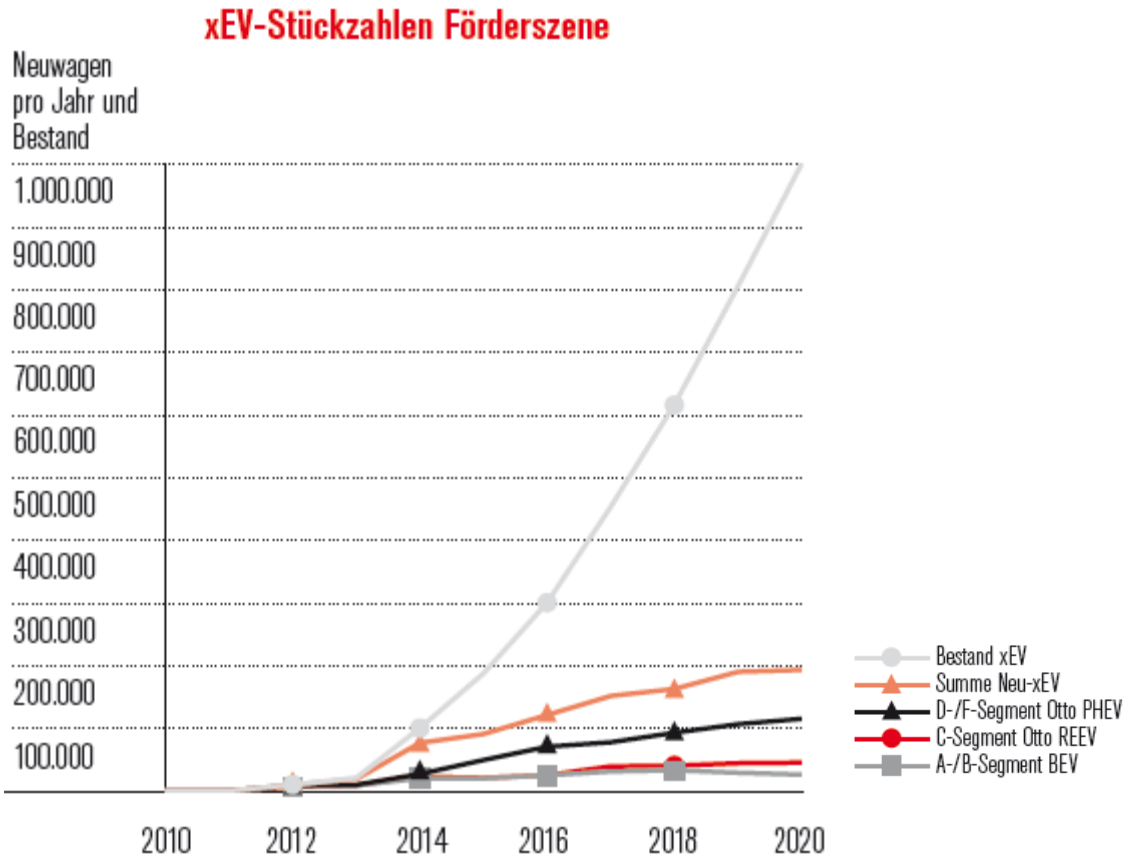

Abbildung 1: Szenario der Stückzahlentwicklung von Elektrofahrzeugen (xEV) zur Zielerreichung der für 2020 anvisierten 1 Mio. Fahrzeuge (NPE 2011 Anhang, S. 31)

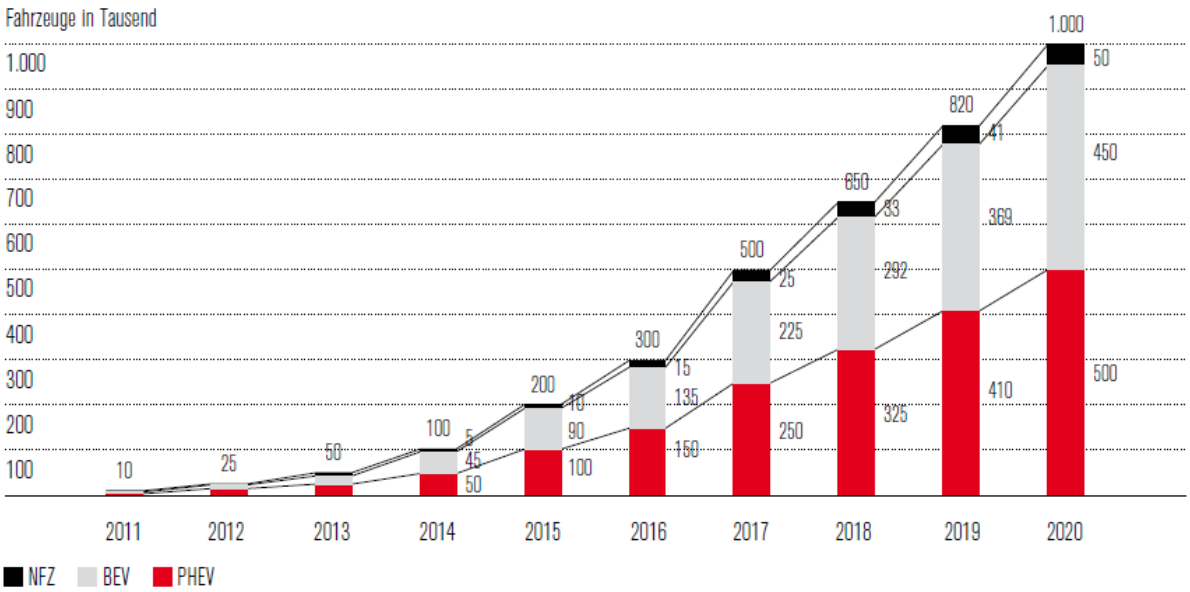

Abbildung 2: Erwartete Markthochlaufkurve (NPE 2011, S. 32)

Die aktuellen Zulassungszahlen von Elektrofahrzeugen liegen nach Angaben des Kraftfahrtbundesamtes (KBA) noch in einem Bereich von unter 1 % der Neuzulassungen; der Bestand liegt weiter bei einem Marktanteil von gerade 0,01 % (4.541 E-Fahrzeuge bei einem Bestand am 1. Januar 2012 von 42.927.647 Pkw).

Marke/Modell	**Anzahl**
Mitsubishi I-Miev	683
Smart Fortwo	328
Peugeot Ion	208
Citroen C-Zero	200
Mercedes A-Klasse	138
BMW 1er	113
VW Golf/Jetta	81
Fiat 500	68
Audi A1/S1	49
Suzuki Splash	23

Tabelle 1: Neuzulassungen von Elektro-Pkw 2011 nach Angaben des KBA

Unter Einbeziehung der Hybridfahrzeuge nimmt das anvisierte Szenario schon realistischere Züge an. Mit 12.622 Hybrid-Neuzulassungen ergibt sich mittlerweile ein Bestand von 47.642 Hybrid-Fahrzeugen und somit insgesamt 0,12 % aller Fahrzeuge. Ob allerdings die anvisierten, mehrfachen Verdoppelungen der Zulassungszahlen in den nächsten drei Jahren leistbar sein werden, ist noch offen. Interessant ist in diesem Zusammenhang jedoch, dass mit dieser Datenlage eine nennenswerte Anzahl von Fahrzeugen in den Kfz-Werkstätten auftauchen werden, so dass mit Erfahrungen hinsichtlich (nicht prognostisch bedingten) Qualifizierungsbedarfen gerechnet werden kann.

Marke/Modell	**Anzahl**
Toyota Auris	4.018
Toyota Prius	2.027
Lexus CT	1.525
Honda Jazz	928
Honda CR-Z	770
Lexus RX	706
Audi Q5	451
Opel Ampera	241
Porsche Panamera	202
Honda Insight	199

Tabelle 2: Neuzulassungen von Hybrid-Fahrzeugen 2011 nach Angaben des KBA

4.2. Ergebnisse der Online-Umfrage

4.2.1. Rücklauf und Stichprobe

Angeschrieben wurden ca. 700 Personen und Institutionen, die potenziell Weiterbildungsangebote im Bereich der Elektromobilität anbieten könnten. Darunter befinden sich Lehrer in beruflichen Schulen oder Bildungszentren sowie Angehörige der Innungen, Handwerkskammern und Industrie- und Handelskammern. Aber auch Vertreter aus der Wissenschaft, Forschung, Verbänden und Organisationen wurden zur Teilnahme an der Umfrage per E-Mail aufgefordert.

111 Personen haben den in der E-Mail stehenden Link angeklickt. Davon haben 62 Personen die Umfrage beendet und 49 vorzeitig die Befragung abgebrochen (Stand: 21.03.12). Da jedoch nur diejenigen Befragten fundierte Aussagen zu Qualifizierungsangeboten für die Elektromobilität geben können, bei denen diese auch vorhanden sind, reduziert sich die Stichprobe noch einmal um die Hälfte auf 31 Personen.

Institution	Anzahl	Prozent
Bildungszentrum des Handwerks	12	30 %
Überbetriebliche Schulungsstätte	9	23 %
Kfz-Innung	8	20 %
Kreishandwerkerschaft	2	5 %
Überwachungsorganisation (einschließlich Akademien)	3	8 %
Berufsbildende Schule	5	13 %
Hochschule/ Universität	1	3 %
Gesamt	40	100 %

Tabelle 3: Institution der Teilnehmer (Mehrfachnennungen möglich)

In Tabelle 3 sind die an der Online-Umfrage teilnehmenden Institutionen dargestellt. Da Mehrfachnennungen möglich waren erhöht sich die Anzahl der Antworten auf 40. Mit 30 % konnten die meisten Teilnehmer aus Bildungszentren des Handwerks rekrutiert werden. Aber auch Angehörige von überbetrieblichen Schulungsstätten (12 %) und Mitglieder der Kfz-Innung (20 %) sind vor allem in der Stichprobe vertreten (siehe Tabelle 3). Keine Rückmeldung kam von den Industrie- und Handelskammern, freien Bildungsanbietern oder Automobilherstellern/ Zulieferern.

4.2.2. Qualifizierungsangebote zur Elektromobilität in Deutschland

30 von 31 Befragten geben an, dass sie über Qualifizierungsangebote im Kfz-Bereich verfügen. Überdies bieten fünf Institutionen Weiterbildungen in anderen Bereichen an:

- Batteriehersteller
- Elektrotechnik
- Gewerkübergreifend
- Rettungskräfte
- SHK, Raumausstattung, Tischler, Foto, CNC, Hydraulik, Karosseriebau, Metallbau, Betriebswirtschaft, Kommunikation

Angebot	**Anzahl**
Fachkraft für Arbeiten an Hochvolteigensicheren Fahrzeugen/ Systemen	12
Arbeiten unter Spannung/ HV Berechtigung	4
Macht der Einsatz von Elektrofahrzeugen in meinem Betrieb Sinn? Lohnt sich die Umstellung?	3
Grundlagen der Elektromobilität	3
Innovations- und Zukunftszentrum alternative Antriebe	1
EuP für Arbeiten an Kfz mit HV-Systemen	1
EFK für HV-Systeme in Kfz für Werkstattpersonal	1
EFK für HV-Systeme in Kfz für Hersteller und Zulieferer	1
Fachkraft für Arbeiten an nicht eigensicheren HV-Systemen	1
Kfz-Bereich	1
Gesamt	28

Tabelle 4: Nennungen zum Qualifizierungsangebot

Unter den Qualifizierungsangeboten dominieren vor allem die Arbeiten an hochvolteigensicheren Fahrzeugen oder Systemen (siehe Tabelle 4).

Bei 52 % der Befragten wird lediglich eine Qualifizierungsinitiative angeboten. 19 % geben an über zwei Angebote zu verfügen und 29 % haben drei oder mehr Angebote.

Die Ausrichtung der vorhandenen Qualifizierungsangebote ist nicht allein auf eine Zielgruppe festgelegt. Genannt wurden mit jeweils 17 % aller Angebote Kfz-Mechaniker bzw. Kfz-Servicetechniker als Zielgruppe und jeweils 16 % der Qualifizierungen sind auf Kfz-Mechatroniker bzw. Kfz-Technikermeister (siehe Tabelle 5) zugeschnitten. Der überwiegende Teil der Qualifizierungsangebote ist für die fahrzeugtechnischen Berufe und hier für Schulungen zur „Elektrisch unterwiesenen Person“

bzw. „Fachkundige für Arbeiten an HV-eigensicheren Systemen in Fahrzeugen“ gedacht.

Zielgruppe über alle Angebote	Anzahl	Prozent
Auszubildende	9	5 %
Kfz-Mechaniker/-innen	32	17 %
Automobilmechaniker/-innen	17	9 %
Kfz-Mechatroniker/-innen	30	16 %
Kfz-Servicetechniker/-innen	32	17 %
Kfz-Technikermeister/-innen	29	16 %
Feuerwehrleute/ Rettungskräfte	6	3 %
Industrielle Metallberufe	24	13 %
Elektroberufe	5	3 %
Gesamt	184	100 %

Tabelle 5: Zielgruppe der Angebote (Mehrfachnennungen möglich)

Knapp die Hälfte aller genannten Angebote existieren seit dem Jahr 2011. Ein weiteres Viertel der Qualifizierungen startete erstmals im Jahr 2012. Die meisten Angebote bestehen demnach noch nicht lange. Lediglich 4 Angebote gibt es seit dem Jahr 2005 (siehe Tabelle 6).

Zeitpunkt der Einführung des Qualifizierungsangebotes	Anzahl	Prozent
2012	8	24 %
2011	16	48 %
2010	3	9 %
2009	2	6 %
2005	4	12 %
Gesamt	33	100 %

Tabelle 6: Jahr, seitdem die Qualifizierungen angeboten werden

Dauer in Stunden	Anzahl der Nennungen
4	4
8	3
12	1
14	1
16	15
24	1
40	2
48	1
100	1
200	1

Tabelle 7: Dauer der Angebote (in Stunden)

Die meisten Angebote haben eine Dauer von 16 Zeitstunden. Es werden zum Teil aber auch kürzere Seminare von lediglich vier oder acht Stunden angeboten. Diese beziehen sich auf Informations- und Beratungsangebote sowie auf die Schulung zur Elektrisch unterwiesenen Person. Nur sehr selten dauern die Qualifizierungen länger als 24 Stunden (siehe Tabelle 7). Die durchschnittlichen Kosten pro Teilnehmer belaufen sich auf 511 Euro. Laut Angaben der Befragten haben bislang insgesamt 5626 Personen an den Weiterbildungen teilgenommen. Die durchschnittliche Teilnehmerzahl pro Kurs liegt bei 12 Personen (siehe Tabelle 8).

Teilnehmer pro Kurs	Anzahl der Nennungen
5	1
8	3
9	2
10	6
12	8
15	7
16	3
25	1
Gesamt	31

Tabelle 8: Teilnehmerzahl pro Kurs

Die meisten Schulungsmaßnahmen wurden erst ein- bis zweimal angeboten (siehe Tabelle 9).

Häufigkeit der Angebote	Anzahl der Nennungen
1 mal	6
2 mal	6
3 mal	3
4 mal	2
5 mal	1
6 mal	1
8 mal	1
10 mal	2
13 mal	1
15 mal	2
25 mal	1
Gesamt	26

Tabelle 9: „Wie oft wird die Qualifizierung angeboten?“

Im Rahmen der Umfrage wurden die Teilnehmer gebeten, die zuvor genannten Qualifizierungsmaßnahmen durch ihre Zustimmung bzw. Ablehnung näher zu beschrei-

ben. Dabei stand im Mittelpunkt, den Charakter der Angebote zu identifizieren. Die Anbieter bemühen sich insgesamt, die Qualifizierungskonzepte auf die Arbeiten am HV-Fahrzeug auszurichten (vgl. Tabelle 10). Obwohl sich nur wenige Qualifizierungsangebote auf andere als die durch die Berufsgenossenschaften definierten Arbeiten an Serienfahrzeugen (Stufe 2; vgl. Tabelle 11) beziehen, betonen 48 % der Befragten, dass im Rahmen der Qualifizierung am Fahrzeug unter Hochspannung gearbeitet wird. Hier ist auf Grund der Formulierung der Frage damit zu rechnen, dass bei der Antwort generell Arbeiten am Fahrzeug, nicht aber speziell Arbeiten am HV-System im Fahrzeug eingeschätzt wurden.

Aussage	**Ich stimme zu**	**Ich lehne ab**
Das Qualifizierungskonzept ist überwiegend entlang der Arbeiten am HV-Fahrzeug aufgebaut	84 %	16 %
Elektrotechnische Grundlagen sind für die Teilnahme an der Qualifizierung Eingangsvoraussetzung.	70 %	30 %
Im Rahmen der Qualifizierung wird am Fahrzeug unter Hochspannung gearbeitet.	48 %	52 %

Tabelle 10: Nähere Bestimmung der Qualifizierungen durch Aussagen

4.3. Ergänzende Informationen aus Dokumentenanalysen

4.3.1. Promotoren für die Entstehung von Qualifizierungsangeboten

Schon bei der Recherche nach Teilnehmern für die Online-Befragung ließen sich sogenannte Promotoren für Qualifizierungsangebote ausmachen. Diese sind

1. die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) und die Berufsgenossenschaften (BG), die zwar nicht selbst Qualifizierungsangebote vorhalten, jedoch mit der Berufsgenossenschaftlichen Informationsschrift BGI 8686 weitreichende Empfehlungen für solche Angebote ausgesprochen haben, die Grundlage nahezu aller ermittelten Qualifizierungsangebote sind;
2. die Technische Akademie Deutsches Kraftfahrzeuggewerbe (TAK), die auf der Grundlage der BGI 8686 eine Konzeption für Schulungen und über die Handwerksorganisation eine breite Realisierung von Schulungsmaßnahmen entwickelt und organisiert hat. Das Konzept der TAK basiert praktisch 1:1 auf den Empfehlungen der BGI, weil bei der Erstellung der BGI 8686 die deutsche Automobilindustrie sowie der Zentralverband Deutsches Kraftfahrzeuggewerbe e. V. einbezogen war.

3. die Technischen Überwachungsvereine, die ebenfalls wegen des Gefährdungspotenzials der Hochvolttechnik umfangreiche Qualifizierungsangebote auf der Basis der BGI 8686 entwickelt haben und vorhalten;
4. die Automobilhersteller und die Industrie- und Handelskammern, die für die Aufgaben in Entwicklung und Forschung besondere Qualifizierungsanforderungen sehen, die mehr und mehr auch für Zielgruppen außerhalb des produzierenden Bereichs – eben für die fahrzeugtechnischen Berufe im Generellen – für bedeutsam eingeschätzt werden.

Bevor eine Analyse der Inhalte aus den ermittelten Qualifizierungsangeboten in diesem Bericht vorgenommen wird, soll die Promoter-Funktion der Genannten und die enge Verknüpfung mit den berufsgenossenschaftlichen Vorschriften dargestellt werden. Dies ist erforderlich, um die inhaltlichen Schwerpunktsetzungen erkennen und einordnen zu können und um die durch die Online-Befragung ermittelten Angebote zu vervollständigen.

4.3.2. Die Qualifizierungskonzeption der BGI 8686

Die BGI 8686 dient der Unterstützung der Gefährdungsbeurteilung von Beschäftigten und benennt davon ausgehend für notwendig erachtete Qualifizierungsinhalte und -umfänge separiert nach den Einsatzbereichen „Forschung und Entwicklung“ sowie „Arbeiten an Serienfahrzeugen“. Die formulierten Inhalte orientieren sich allerdings nicht an Aufgabenstellungen der Facharbeit, sondern an einem Arbeitsbegriff im Sinne „elektrotechnischer oder nicht-elektrotechnischer Tätigkeiten, bei der die Möglichkeit einer elektrischen Gefährdung besteht“ (BGI 8686, S. 7). Die elektrische Gefährdung steht also im Mittelpunkt und nicht die Qualifikationsanforderungen an die Arbeit. Entsprechend werden als Inhalte allein gefährdungsrelevante elektrotechnische Themen definiert. Diese werden in beiden Einsatzbereichen in drei Stufen eingeteilt:

- Stufe 1: Qualifizierung zur „Elektrisch unterwiesenen Person“ (EuP) für nicht elektrotechnische Arbeiten;
- Stufe 2: Qualifizierung zur „Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten“ am spannungsfreien und gesicherten HV-Fahrzeugsystem (EFK-Kfz) (Fachkundiger für die Arbeit an HV-eigensicheren Systemen im Fahrzeug);
- Stufe 3: Qualifizierung zur „Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten für Arbeiten unter Hochspannung“ (EFK-HV).

Stufe 3 ist bislang nur für das Einsatzgebiet „Forschung und Entwicklung“ vorgesehen; für Servicearbeiten wird seitens der BGI nicht von Arbeiten an Fahrzeugsystemen unter Hochspannung ausgegangen.

Das dreigestufte System ist zudem hinsichtlich der empfohlenen Qualifizierungsumfänge nach Eingangsvoraussetzungen ausdifferenziert (vgl. Tabelle 11).

BGI-Qualifikationsniveau / Qualifizierungsumfang (h)	Servicewerkstätten	Forschung und Entwicklung
EuP (Stufe 1)	• 1-2	• 2-4
EFK-Kfz (Stufe 2)	• ≥8 Theorie + 4-8 Praxis (Kfz-Ausbildung) • ≥100 Theorie + 4-8 Praxis (technische Ausbildung nicht ET)	• ≥100 (technische Ausbildung nicht ET) • ≥48 (Kfz-Ausbildung) • ≥20 (EFK-NV)
EFK-HV (Stufe 3)	• nicht vorgesehen	• ≥8 (EFK-Kfz) • ≥48 (Ingenieur) • ≥100 (andere mit Stufe 2)

Tabelle 11: Qualifizierungsumfänge nach BGI 8686

EFK-NV: Elektrofachkraft im Niederspannungsbereich (z. B. Elektroingenieur, Elektroniker für Betriebstechnik)

4.3.3. Die Angebote der TAK

Die 57 bundesweit verfügbaren Angebote zur Schulung „Fachkundiger für Arbeiten an HV-eigensicheren Systemen“ der TAK entsprechen den Qualifizierungsumfängen entsprechend der zweiten Zeile in Tabelle 11 (EFK-Kfz für Servicewerkstätten) und orientieren sich inhaltlich an den Qualifizierungsumfängen, die in der BGI 8686 benannt sind.

Konzept der TAK (vgl. http://www.tak.de/seminar.aspx?nr=3264&art=1&id=28):

Allgemeine Arbeiten an Hybridfahrzeugen und anderen Fahrzeugen mit Hochvoltsystemen (HV-Fahrzeugen) können von allen Mitarbeitern in Kfz-Werkstätten und Karosserie-Fachbetrieben durchgeführt werden, die eine abgeschlossene Berufsausbildung haben und zu den Besonderheiten und Gefährdungen an Kraftfahrzeugen mit HV-Systemen unterwiesen wurden, wenn diese also EuP sind.

Damit diese Arbeiten an den HV-Systemen durchführen dürfen, müssen sie zusätzlich die Fachkunde für Arbeiten an HV-eigensicheren Systemen erwerben, also den

Status „EFK-Kfz“ haben. Mit dieser Zusatzausbildung dürfen EFK-Kfz HV-Systeme spannungsfrei schalten und selbst Arbeiten an spannungsfreien HV-Komponenten durchführen oder andere Mitarbeiter unterweisen, damit diese in der Lage und berechtigt sind, unterstützende Tätigkeiten an HV-Systemen unter ihrer Aufsicht durchzuführen.

Abbildung 3: Verteilung der TAK-Angebote über das Bundesgebiet

Grundlage der Schulung ist das Konzept des Deutschen Kraftfahrzeuggewerbes abgestimmt mit den Fachausschüssen "Elektrotechnik" Sachgebiet "Elektrische Anlagen und Betriebsmittel" und "Metall und Oberflächenbehandlung" Sachgebiet "Fahrzeuginstandhaltung" sowie Vertretern des "Verbandes der Automobilindustrie e.V.

(VDA)" und des "Verbandes der Internationalen Kraftfahrzeughersteller e.V. (VDIK)"; d. h. das Konzept der BGI 8686. Integrierte Inhalte sind:

• Elektrotechnische Grundkenntnisse,

• Alternative Kraftstoffe und Antriebe,

• HV-Konzept und Kraftfahrzeugtechnik,

• Aufbau, Funktion und Wirkungsweise von HV-Fahrzeugen,

• Elektrische Gefährdungen und Erste Hilfe,

• Fachverantwortung,

• Schutzmaßnahmen gegen elektrische Körperdurchströmung und Störlichtbögen,

• Definition "HV-Eigensicheres Fahrzeug",

• Allgemeine Sicherheitsregeln,

• Praktisches Vorgehen bei Arbeiten an HV-Fahrzeugen und –Systemen,

• Praktische Übungen und Demonstrationen.

Die Konzeption sieht entsprechend der Empfehlung der BGI 8686 (S. 36) eine Art „Vortest“ vor, der Online absolviert werden kann und ausreichende elektrotechnische Eingangsvoraussetzungen sicherstellen soll. Für die Qualifizierungsmaßnahme der TAK existiert zudem ein Schulungshandbuch zur Unterstützung, welches sich zu über 90 % mit dem Gefährdungspotential der Elektrotechnik und mit Grundlagen der Elektrotechnik sowie alternativen Fahrzeugantrieben beschäftigt (vgl. TAK 2009). Bezüge zu Aufgabenstellungen im Service beschränken sich auf die drei Sicherheitsregeln „Spannungsfrei schalten, gegen Wiedereinschalten sichern und Spannungsfreiheit sicherstellen“.

4.3.4. Die Angebote der Technischen Überwachungsvereine

Die Angebote der Technischen Überwachungsvereine sind in ihrer inhaltlichen Ausrichtung ebenso wie die TAK-Seminare unmittelbar aus der BGI 8686 abgeleitet. Naturgemäß sind die Überwachungsvereine auch darauf ausgerichtet, die Sicherheitsaspekte im Umgang mit der Hochvolttechnik in den Mittelpunkt ihrer Qualifizierungsinitiativen zu setzen. Sie halten derzeit in Deutschland das ausdifferenzierteste Qualifizierungsangebot vor, was anhand der TÜV Süd Akademie verdeutlicht werden kann (vgl. Tabelle 12). Gleichermaßen zeigt das Angebotsspektrum die enge Beziehung

zur BGI 8686 und die Fokussierung auf die dort verankerten Arbeitssicherheitsaspekte auf.

Angebot	Zielgruppe (Ziel)
Grundlagen der Hybrid- und Brennstoffzellentechnik an Fahrzeugen	Fachkräfte in Service und Produktion; Führungskräfte
Elektrotechnisch unterwiesene Person für Arbeiten an Kraftfahrzeugen mit HV-Systemen	Fachkräfte (vor allem Kfz-Mechatroniker) in Service und Produktion **(EuP)**
Entwicklungen und Trends in der Lithium-Ionen-Batterietechnologie	Ingenieure, Techniker, Fachkräfte in Kfz-Service und Batterieproduktion
Elektrofachkraft für HV-Systeme in Kraftfahrzeugen – Werkstattpersonal (100 Stunden)	Personen ohne elektrotechnische Ausbildung **(EFK-Kfz)**
Vortest zur Ausbildung Elektrofachkraft für HV-Systeme in Kraftfahrzeugen – Werkstattpersonal	Fachkräfte (z. B. Kfz-Elektriker, Kfz-Mechatroniker, Kfz-Mechaniker) mit Berufsabschluss ab 1973, die testen möchten, ob ihr Wissen für die Ausbildung zur Elektrofachkraft für HV-Systeme in Kraftfahrzeugen ausreicht
Elektrofachkraft für HV-Systeme in Kraftfahrzeugen – Werkstattpersonal (16 Stunden)	Fahrzeugtechnische Berufe ab 1973 **(EFK-Kfz)**
Fortbildung für Elektrofachkräfte für HV-Systeme in Kraftfahrzeugen	Fahrzeugtechnische Berufe ab 1973 **(EFK-Kfz)**
Elektrofachkraft für HV-Systeme in Kraftfahrzeugen – Kfz-Hersteller und -Zulieferer (100 Stunden)	technische Berufe (nicht Elektro, nicht Kfz) **(EFK-Kfz)**
Elektrofachkraft für HV-Systeme in Kraftfahrzeugen – Kfz-Hersteller und -Zulieferer (48 Stunden)	Fahrzeugtechnische Berufe ab 1973 **(EFK-Kfz)**
Elektrofachkraft für HV-Systeme in Kraftfahrzeugen – Kfz-Hersteller und -Zulieferer (20 Stunden)	Elektrotechnische Berufe „EFK-NV“ **(EFK-Kfz)**
Arbeiten unter Spannung für Elektrofachkräfte für HV-Systeme in Kraftfahrzeugen – Kfz-Hersteller und -Zulieferer (8 Stunden)	Fahrzeugtechnische und elektrotechnische Berufe **(EFK-HV)**
Wasserstofftechnologie – Physikalisch-Chemische Grundlagen und Anwendungen	Ingenieure, Personen, die sich mit der Thematik beschäftigen
Qualifikation für den sicheren Umgang mit Wasserstoffanlagen in Fahrzeugen (Befähigte Person nach TRBS 1203)	Personen, die Arbeiten an wasserstoffführenden Anlagenteilen in Fahrzeugen durchführen und ggf. von ihrem Arbeitgeber zur Befähigten Person (TRBS 1203) ernannt werden sollen
Wasserstofftankstellen und -installationen – Europäische Gesetzesgrundlagen	Projektleiter, Manager
Fachkraft für alternative Antriebe in der Fahrzeugtechnik	Fahrzeugtechnische Berufe und Personen, die auf eine Tätigkeit im Kfz-Service vorbereitet werden sollen **(EFK-Kfz)**

Tabelle 12: Qualifizierungsangebote der TÜV Süd Akademie zur Elektromobilität (TÜV 2012)

4.3.5. Die Angebote der Automobilhersteller und IHK für Arbeiten in der Produktion

Die Automobilhersteller haben ganz unterschiedliche Herangehensweisen für die Qualifizierung ihrer Mitarbeiter in der Produktion und im Service entwickelt. Einerseits sind diese Konzeptionen darauf ausgerichtet, konzernintern die personellen Voraussetzungen zu schaffen, um Forschungs-, Entwicklungs-, Fertigungs-, Montage- und Qualitätsüberwachungsprozesse im Zusammenhang mit HV-Komponenten zu beherrschen. Daher erreichen entsprechende Qualifizierungsmaßnahmen in dieser Hinsicht einen erheblich höheren elektrotechnischen Tiefgang bis hin zu einem Komponenten-Know-how und beschränken sich nicht mehr weitestgehend auf Arbeitssicherheitsaspekte. Diese Angebote werden aber in der Regel nicht für Interessenten von außen geöffnet und sind auf Zielsetzungen der Automobilhersteller hinsichtlich deren Positionierung auf dem Elektrofahrzeugmarkt und auf die Bedürfnisse der Produktion ausgerichtet. Es werden Facharbeiter und Auszubildende der metalltechnischen (z. B. Industriemechaniker), fahrzeugtechnischen und elektrotechnischen Berufe für die Aufgabenstellungen der Produktion und Entwicklungsprozesse qualifiziert.

Andererseits gibt es Konzeptionen, – vor allem der Importeure – die Qualifizierungsangebote zur HV-Technik in die Produktschulungen (insb. für den Service) integrieren, etwa wenn ein neues Hybrid- oder Elektrofahrzeug auf den Markt kommt. Dies ist bislang ebenso oft daran gebunden, dass nur bestimmte Händler autorisiert werden, an solchen Fahrzeugen zu arbeiten. Es gibt also zunächst die beiden Ansätze der a) umfassenden entwicklungsnahen HV-Schulung für die Produktion und b) der produktbezogenen serviceorientierten Integration in bestehende Qualifizierungskonzeptionen für den Service.

Zu erkennen ist bei einigen Automobilherstellern, dass die Konzeptionen nach „a)“ auch auf den Service angewendet werden sollen, was offensichtlich zu nicht den Anforderungen des Service entsprechenden Qualifizierungskonzeptionen und Irritationen führt. Teils werden diese Konzeptionen gemeinsam mit den Industrie- und Handelskammern entwickelt und dann auch für außerhalb der Automobilkonzerne stehende Zielgruppen geöffnet. Als Basis wird durchgehend die unter Beteiligung der Automobilindustrie entwickelte Ausrichtung auf Minimierung von Gefährdungspotenzial entsprechend der BGI 8686 und Einhaltung von gesetzlichen Vorschriften des Arbeitsschutzgesetzes, der BGV A3 und der VDE 1000-10 (vgl. Smolik 2011) ge-

nutzt. Die Konzeption ist – wie in der BGI 8686 vorgesehen – mehrstufig entlang „elektrotechnischer Kenntnisse“ und Verantwortlichkeit für das Gefährdungspotenzial ausgeführt (vgl. Abbildung 4).

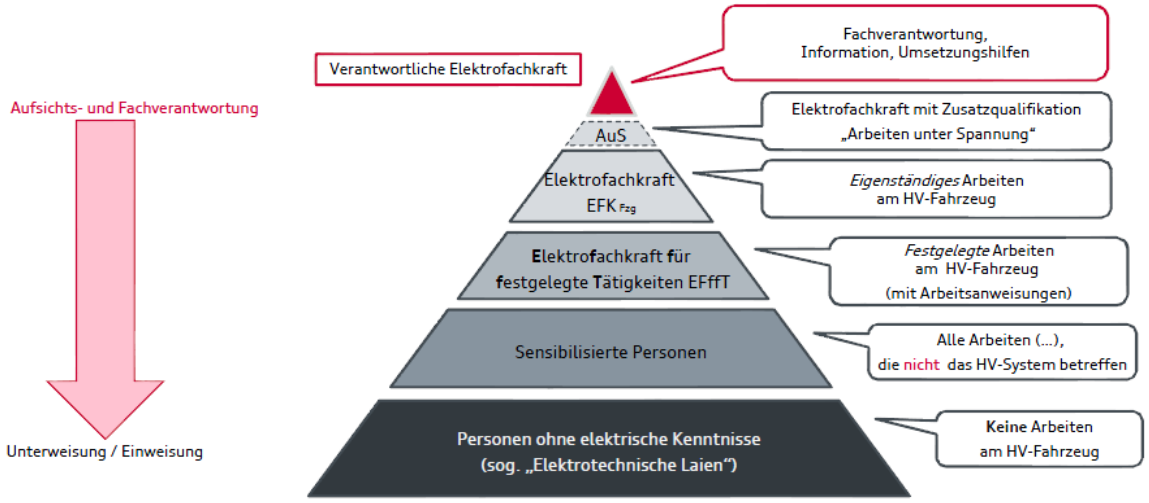

Abbildung 4: Qualifizierungskonzeption Audi/IHK (Smolik 2011, S. 9)

Das modular aufgebaute Qualifizierungskonzept der Audi AG ist ein Vertreter der Konzeption a), die vorrangig für Mitarbeiter der Produktion gedacht ist, jedoch auch für den Service für relevant eingeschätzt wird. Die benannten Inhalte verdeutlichen die Ausrichtung auf Bauteile und elektrotechnische Komponenten und Messmittel.

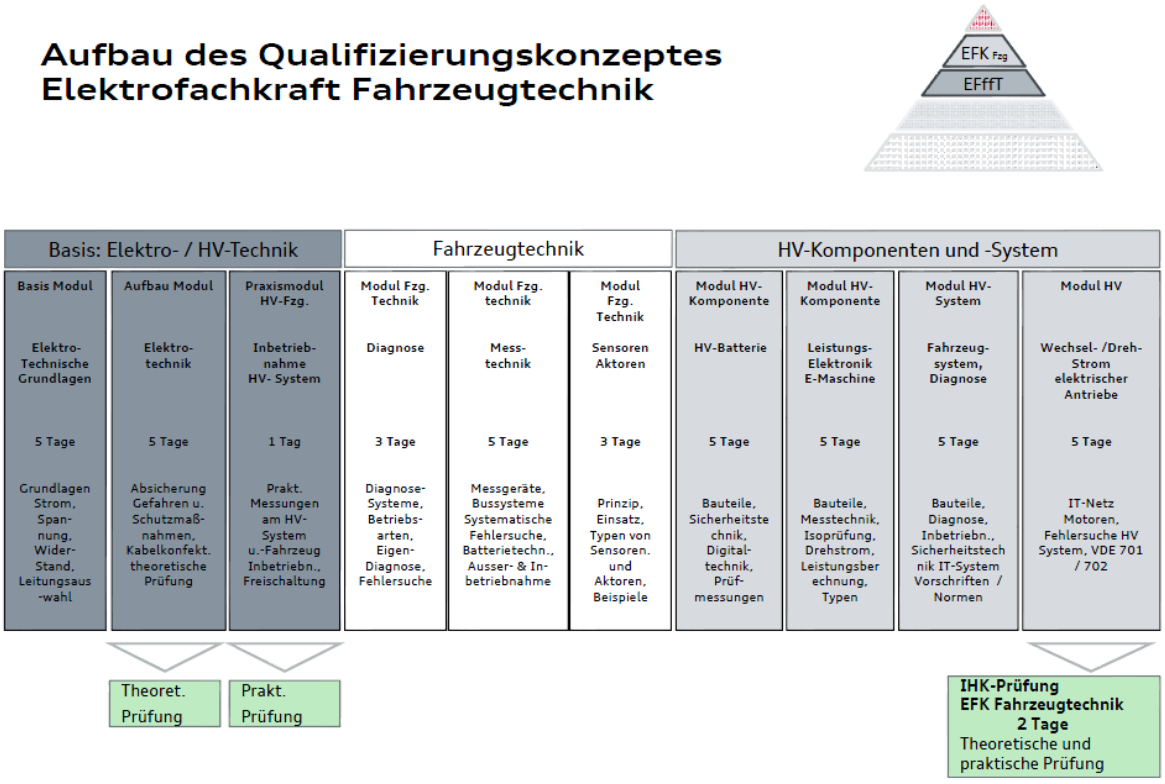

Abbildung 5: Modulares, auf Komponenten und Aggregate ausgerichtetes HV-Schulungskonzept der Audi AG (Smolik 2011, S. 10)

4.3.6. Berufsschulen und Hochschulen als Anbieter

Neben den „klassischen“ Qualifizierungsanbietern gibt es zurzeit eine sehr starke Forcierung der Integration von Inhalten zur Elektromobilität in Studiengänge und in den Regelunterricht in den beruflichen Schulen. Da dies praktisch alle Berufsschulen betrifft, die fahrzeugtechnische Berufe beschulen und ebenso alle Hochschulen, die sich mit der Ingenieursausbildung für die Fahrzeugindustrie befassen, macht eine Auflistung keinen Sinn. Vielmehr sollen exemplarische Angebote, die sich besonders aus der Grundgesamtheit abheben, herausgestellt werden, die auch in der Online-Umfrage benannt wurden. Berufliche Schulen sind selbst trotz zunehmender Autonomie in der Regel keine unmittelbaren Qualifizierungsanbieter (vgl. Becker u. a. 2006), sondern agieren eher personenbezogen im Bereich der Fort- und Weiterbildung als Trainer, engagieren sich bei Bildungsträgern – insbesondere den Handwerkskammern – und entwickeln für die Schulen selbst Konzepte zur Integration des Themas „Hochvolt“ in den lernfeldbezogenen Unterricht.

Die Hochschule Bochum wurde in der Online-Umfrage explizit genannt, da im Umfeld von Prof. Pautzke dort eine eigene Qualifizierungskonzeption zur „Elektrofachkraft für Hochvolt-Systeme in Kraftfahrzeugen“ unter Förderung im Programm Wachstum für Bochum des Wirtschaftsministeriums in NRW entwickelt wurde (vgl. www.institut-elektromobilitaet.de; Zugriff am 1.3.2012). Diese setzt auch an der BGI 8686 an, greift aber stärker die noch weitestgehend unbekannten Qualifikationsanforderungen aus der Praxis der Servicebetriebe auf (vgl. Pautzke 2011). Durch die Forschungsarbeiten des dortigen Instituts für Elektromobilität sind bereits recht früh Überlegungen zu Auswirkungen auf Wartung, Inspektion und Reparatur angestellt worden. In Bochum geht die Kreishandwerkerschaft mit einer eigenen Schulung im Bereich des Service auch über die BGI 8686 hinaus und bietet eine Schulung zur Fachkraft für Arbeiten an nicht eigensicheren HV-Systemen an (vgl. http://www.waw-gmbh.de). Über das Westfälische Ausbildungswerk WAW GmbH sind die aus dem Hochschulprojekt stammenden Konzeptionen kommerzialisiert worden und werden in einer Kooperation aus Hochschule, Kreishandwerkerschaft und dem TÜV Nord umgesetzt.

4.4. Schwerpunktsetzungen der Qualifizierungsangebote

Die Antworten aus der Online-Umfrage zu den Schwerpunktsetzungen können mit Hilfe der Ergebnisse aus den Dokumentenanalysen aus Abschnitt 4.3 leichter ausgewertet werden. So antworteten die Befragten auf die Frage, welche Konzeption denn zum Einsatz käme, dass überwiegend diejenige der TAK (60 %) genutzt werde.

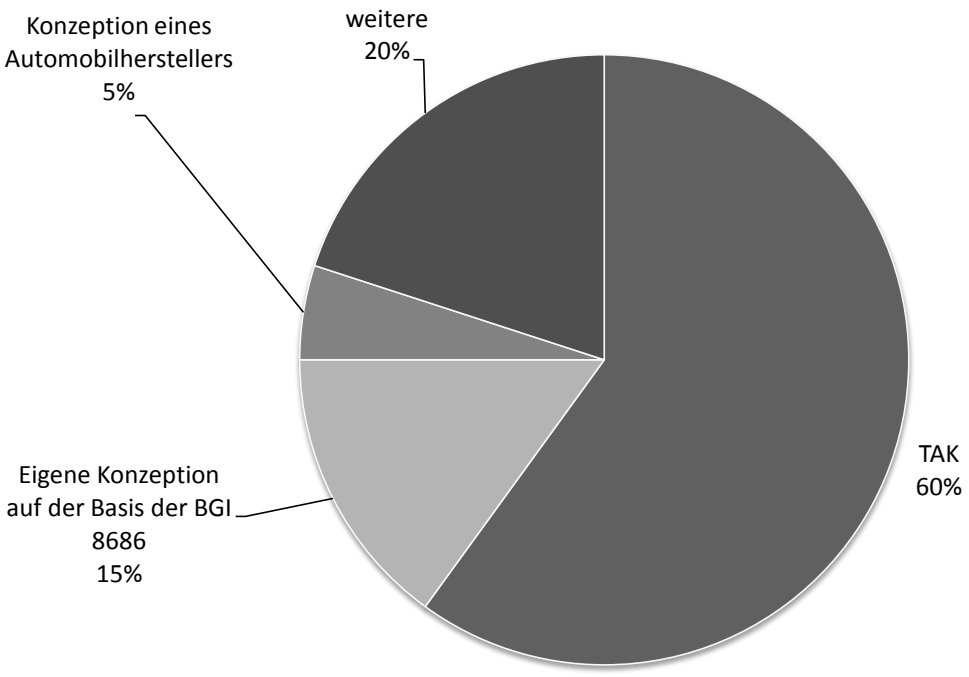

Abbildung 6: Verbreitete Konzeptionen der Qualifizierungsangebote

Weitere Konzeptionen sind dann solche, die selbst auf der Basis der BGI 8686 entwickelt wurden (15 %), eine Mischung der Grundkonzeptionen (20 %; BGI, TAK, Konzept der Hochschule Bochum/WAW) darstellen oder von den Automobilherstellern stammen (5 %). Wenn die Angaben der Online-Befragung auch nicht als repräsentativ einzustufen sind, vermitteln sie dennoch einen Eindruck zur Verbreitung der derzeit eingesetzten Qualifizierungsansätze.

Inhaltlich sind die Angebote der Konzeptionen nach Aussage der Befragten eindeutig auf die Arbeitssicherheit ausgerichtet, was zum Ergebnis aus Abbildung 6 hinsichtlich der verwendeten Konzeptionen ein stimmiges Bild ergibt. Es stehen für die *auf die Arbeitssicherheit bezogenen* Arbeiten[1] in den Werkstätten ausreichende Informationen in der jeweiligen Schulungsstätte zur Verfügung. 84,2 % der Befragten stimmen dieser Aussage zu. Als Grundlage für die inhaltliche Umsetzung der Qualifizierung kommen in erster Linie entsprechende elektrotechnische Inhalte der BGV A2 zum Tragen (vgl. Abbildung 7). Über 80 % der Befragten stimmen der Aussage zu, dass diese den Schwerpunkt der Qualifizierung bilden.

[1] Im Wesentlichen: spannungsfrei schalten, gegen Wiedereinschalten sichern, Spannungsfreiheit feststellen

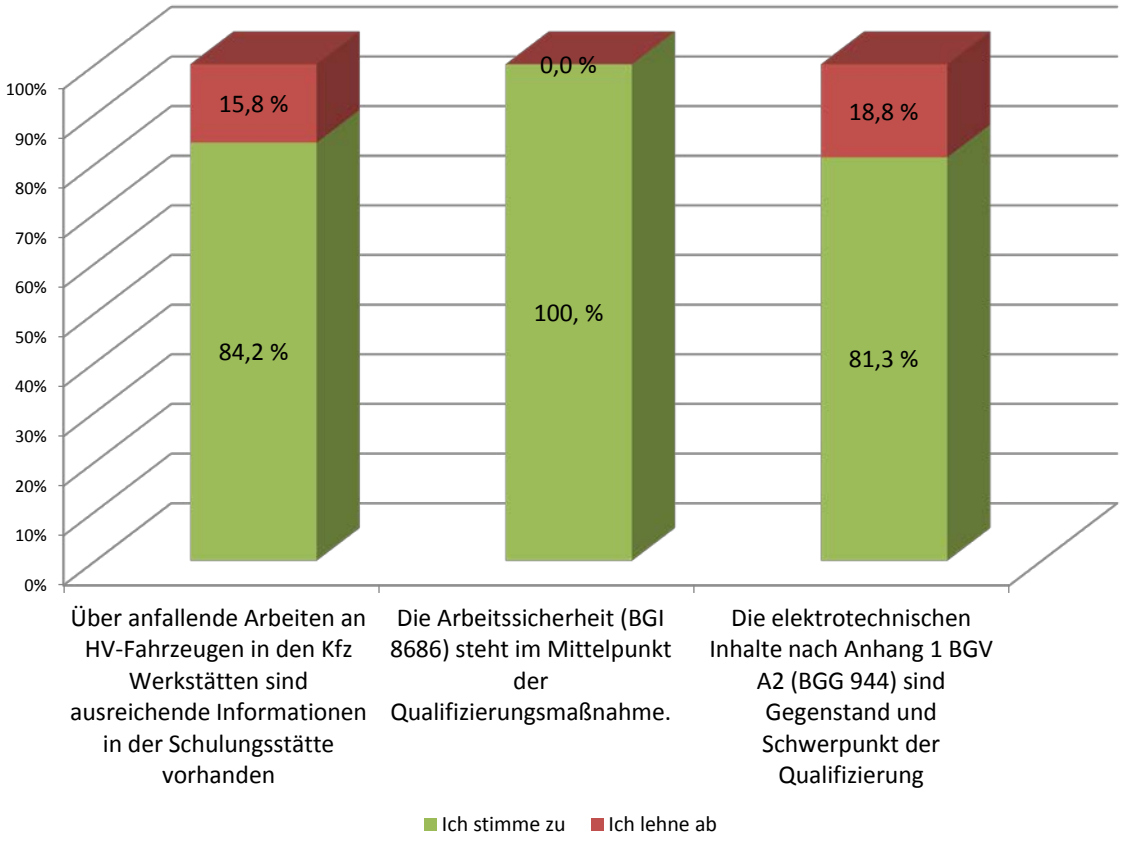

Abbildung 7: Stellungnahme der Befragten bezüglich Aussagen zur inhaltlichen Ausrichtung der Qualfizierungsangebote

Die Frage danach, welche Schwerpunkte eine Qualifizierung für die Elektromobilität auf jeden Fall enthalten sollte (offene Frage), wurde durchweg in Richtung der bereits derzeit bestehenden und dort enthaltenen Inhalte beantwortet. Genannt wurden:

- „Grundlagen, Batterietechnologie, Eigensicherung, Praxis;
- Herstellervorgaben zur Freischaltung, Fachverantwortung, Grundlagen der Elektrotechnik, besonderer Umgang mit Hybrid-Fahrzeugen, Unterschied eigensicher Systeme und nicht eigensichere Systeme, Betriebsstoffe und Einfluss auf elektrotechnische Komponenten;
- Je nach Ausbildungsziel: Bei Technik (Fachkundiger für HV-Systeme): natürlich die technischen und sicherheitsrelevanten Hintergründe. Gewerkübergreifend: Handhabung der Fahrzeug, Ladetechnik, Abrechnungssysteme;
- Sensibilisierung aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im technischen Bereich für Gefahren an HV-Fahrzeugen;

- Überblick über die Gesamtsysteme; E-Auto-Konzepte; Für Sonder- und Kommunalfahrzeuge ggf. Arbeiten unter Hochspannung; HV-Sicherheit, HV-Vorschriften; praktisches Arbeiten in jedem Fall auch an 'echten' Fahrzeugen, Lehrwände, Simulationen sind zu wenig;
- UVV."

Als besondere Herausforderungen wurden benannt:

- „Erkennen von HV-Komponenten im Fahrzeug;
- Feuerwehr und Rettungskräfte sind größtenteils noch nicht auf die Gefahren der Hybrid- bzw. Elektroautos hingewiesen bzw. geschult! In den Markenwerkstätten reagieren die InhaberInnen nur auf die Angebote der jeweiligen OEMs, ohne Fahrzeuge anderer Hersteller mit zu berücksichtigen;
- noch keine Qualifizierung der Mitarbeiter;
- Umgang mit verunfallten Autos/Batterieentladung?? Wer muss alles ausgebildet sein - z.B. für den Räderwechsel?;
- Zugang zu den technischen Unterlagen."

4.5. Ressourcen: Ausstattung und Schulungspersonal

4.5.1. Personal

Ein Schwerpunkt der Befragung zielte auf das derzeit eingesetzte und für erforderlich gehaltene Schulungspersonal ab. Alle Bildungsstätten mit Angeboten zur Elektromobilität verfügen über entsprechend qualifizierte Trainer. Die meisten Institutionen verfolgen dabei das Prinzip, für die Elektromobilität einen Ausbilder zu qualifizieren, der dann das Schulungsangebot in der eigenen Institution umsetzen und auch ggf. eine Multiplikatorenfunktion einnehmen kann (vgl. Abbildung 8). Einzelne Bildungsstätten qualifizieren jedoch auch sämtliche im Kfz-Bereich eingesetzten Ausbilder.

Nachfrageabhängig werden auch Ausbilder / Trainer für die Umsetzung von Schulungsmaßnahmen engagiert. 22,6 % der Befragten gaben an, nicht zur Institution gehörende Ausbilder zu beschäftigen. Diese kommen dann entweder von der Technischen Akademie Kraftfahrzeuggewerbe (TAK), der Hochschule oder sind Berufsschullehrer.

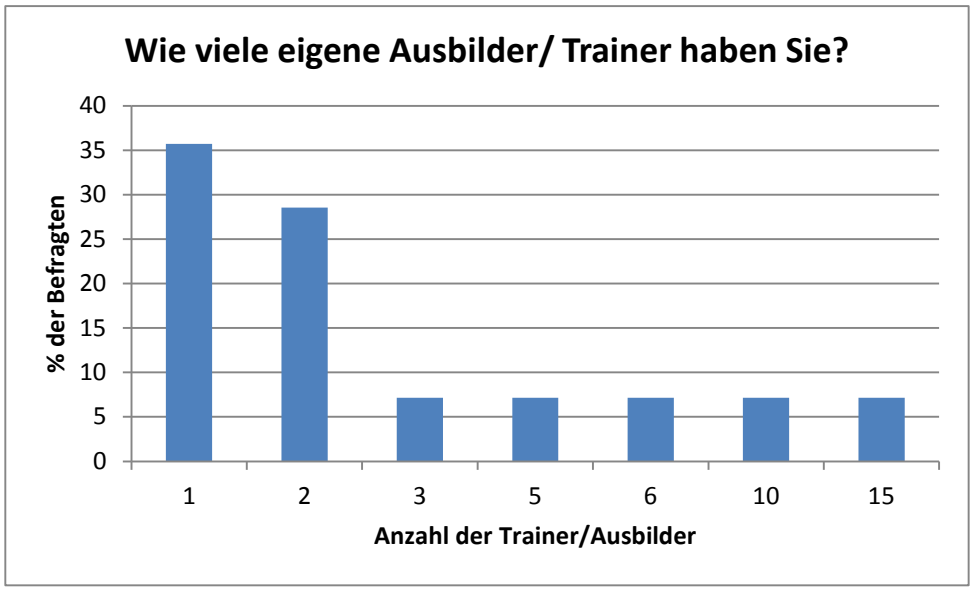

Abbildung 8: Anzahl der eingesetzten Ausbilder für Angebote der Elektromobilität

55 % des Schulungspersonals ist generell in der Aus- und Weiterbildung im Kfz-Bereich tätig, während die übrigen 45 % auch in anderen Domänen eingesetzt sind.

Im Rahmen der Qualifizierungsangebote kommen neben den im Berufsfeld Kfz tätigen Ausbildern auch Elektrotechnikspezialisten zum Einsatz. 43,8 % der Befragten sagten aus, dass sie für ihre Schulungsmaßnahmen auch solches Personal einsetzen.

Der überwiegende Teil des ausbildenden Personals (88,2 %) ist selbst für das Einsatzfeld Elektromobilität geschult worden (vgl. Abbildung 9). Vereinzelt wurden dafür Qualifizierungsangebote der Automobilhersteller genutzt; es überwiegt allerdings die Vorbereitung des Schulungspersonals durch eine Schulung bei der TAK.

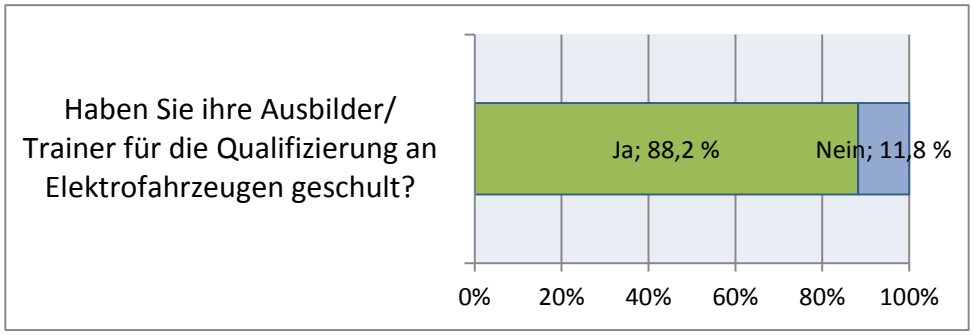

Abbildung 9: Qualifizierung der Ausbilder

4.5.2. Fahrzeuge

Qualifizierungsmaßnahmen für die Elektromobilität setzen zunächst prinzipiell auch voraus, dass ein Elektro- oder Hybridfahrzeug zur Verfügung steht, auch wenn dieses rein formal für die Durchführung der Qualifizierung in den Stufen 1 und 2 (vgl.

Tabelle 11) nirgendwo gefordert ist. Dies ist jedenfalls dann so, wenn die Schulungskonzeptionen wie in Tabelle 10 dargestellt von den Anbietern entlang der Arbeiten am HV-Fahrzeug aufgebaut sein sollen. Insofern ist es von Interesse, wie der Ausstattungsgrad in den Bildungsinstitutionen diesbezüglich ist. Befragt nach der Verfügbarkeit von Schulungsfahrzeugen antworteten knapp 89 % der Befragten, dass ein Hybridfahrzeug zur Verfügung steht und knapp 58 %, dass auch ein Elektrofahrzeug für die Qualifizierung eingesetzt werden kann (vgl. Abbildung 10). In seltenen Fällen sind sogar mehrere solcher Fahrzeuge verfügbar. Hier ist nochmals zu berücksichtigen, dass die Antworten vor dem Hintergrund zu lesen sind, dass hier nur diejenigen Schulungsstätten geantwortet haben, die bereits Schulungen im Bereich der Elektromobilität anbieten.

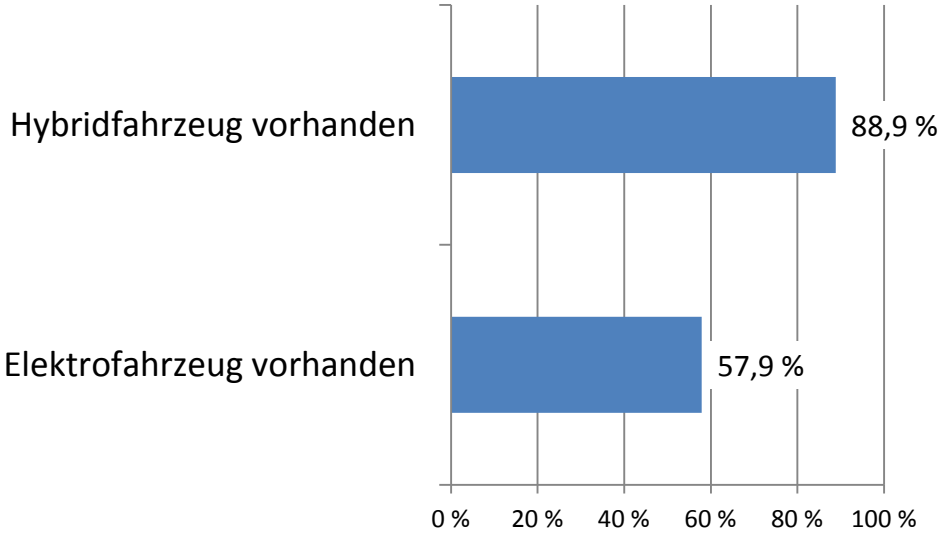

Abbildung 10: Verfügbarkeit von HV-Fahrzeugen in den Bildungsstätten

Elektrofahrzeuge	Hybridfahrzeuge
German E-Cars Stromos (BEV)	Toyota Prius
Citroen C-Zero (BEV)	Honda Insight
EcoCraft (REEV)	Mercedes Atego 1222 Hybrid
Micro-Vett (Fiat) Fiorino E (BEV)	
Renault Kangoo ZE (BEV)	
Opel Ampera (REEV)	
Mitsubishi I-Miev (BEV)	
Mercedes A-Klasse E-Cell (BEV)	

Tabelle 13: Für Schulungszwecke verfügbare HV-Fahrzeuge (Nennungen)

Interessanterweise nannten die Befragten oftmals Hybridfahrzeuge bei der Frage nach Elektrofahrzeugen und umgekehrt. Insbesondere beim Opel Ampera, bei dem es sich um ein sogenanntes REEV (Range Extended Electric Vehicle) handelt, bei

dem der eingebaute Verbrennungsmotor zur Reichweitenerhöhung des Elektroantriebs genutzt wird, scheint es bei den Befragten Zuordnungsprobleme zu geben.

Eingesetzt werden am häufigsten der Toyota Prius und der Honda Insight; es ist allerdings eine breite Palette an verschiedensten Hybrid- und Elektrofahrzeugen als Schulungsfahrzeug im Einsatz. Hier zeigt sich auch, dass neben Fahrzeugen der etablierten Automobilhersteller vor allem auch durch die Elektromobilität solche von neu auf dem Markt auftauchenden Fahrzeuganbietern (z. B. German E-Cars, EcoCraft) für Schulungen genutzt werden.

4.5.3. Werkstattausstattung und Lehrsysteme

Für das Arbeiten am HV-Fahrzeug sind verschiedene Arbeitssicherheitseinrichtungen, Spezialwerkzeuge und Mess- und Diagnosesysteme erforderlich. Auf die Frage nach der Verfügbarkeit solchen Equipments antworteten knapp 95 % der Befragten, dass insbesondere Arbeitssicherheitseinrichtungen und HV-Messtechnik in den Bildungsstätten verfügbar seien (vgl. Abbildung 11). Bei den Diagnosesystemen bejahten dies immerhin noch 89,5 % der Befragten, während nur bei ca. 41 % der Befragten auch eine berührungslose Messtechnik vorhanden ist. Letztere ist insbesondere für das Arbeiten an der HV-Technik unter Hochspannung nahezu unverzichtbar.

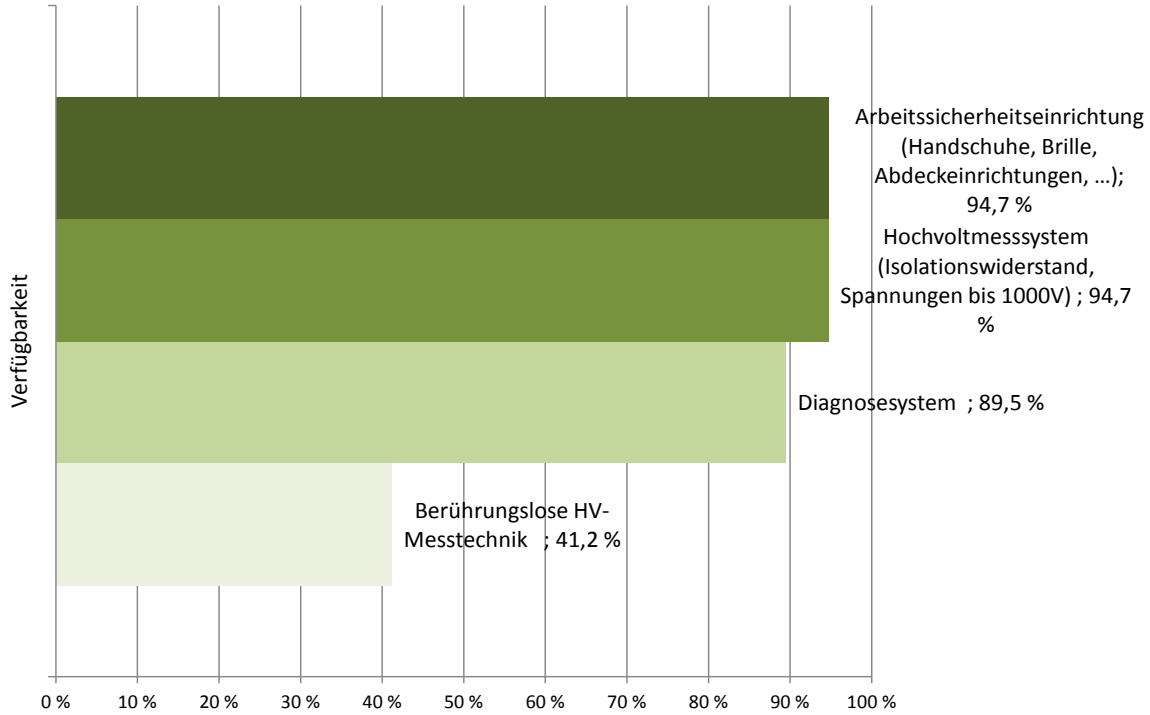

Abbildung 11: Verfügbarkeit von Werkstattausstattung für das Arbeiten an HV-Fahrzeugen

Zusätzlich zu der Online-Befragung wurde eine Dokumentenrecherche zu erforderlichen Werkzeugen und Arbeitsmitteln für das Arbeiten an HV-Fahrzeugen bei den Automobilherstellern durchgeführt und es wurde recherchiert, welche Ausstattung für die Durchführung von Schulungen zur Elektromobilität bei den Herstellern für erforderlich gehalten wird. Um einen Eindruck davon zu vermitteln, was dazu in einer Bildungsstätte vorzuhalten wäre, listen wir die vom Volkswagen-Konzern empfohlene Ausstattung auf.

Ausstattung für das Arbeiten an HV-Fahrzeugen

(Angaben überwiegend von Volkswagen)

Arbeitssicherheitseinrichtung

Warnschilder (VAS 6649 und 6650) zur Absicherung der Arbeitsstelle und zur Warnung vor dem Einschalten der HV-Spannung nach dem spannungsfrei schalten.

Hochspannungs-Sicherheitshandschuhe (handelsübliche Leder-Handschuhe) bzw. Latex-Handschuhe gemäß EN 60903, Klasse 0, für Spannungen bis max. 1000 Volt.

Spezialwerkzeuge

Neben fahrzeugspezifischen Werkzeugen für die Montage und Demontage von HV-Komponenten und Modulen (etwa Zentrierdorne für die Montage des E-Antriebs in den Antriebsstrang) ist vor allem ein Hochvoltladegerät (bei VW: VAS 6565) erforderlich.

Hochvoltladegerät

Hochvolt-Werkzeugsatz

Ausstattung für das Arbeiten an HV-Fahrzeugen

(Angaben überwiegend von Volkswagen)

Diagnosesysteme

Bei VW (ebenso bei anderen Fahrzeugherstellern) ist der Zugang zu den HV-Systemen, insbesondere zur Leistungselektronik, den Steuerungs- und Regelfunktionen und zu Informationen über den Batteriezustand über den herstellerspezifischen Diagnosetester möglich (Fehlerspeichereinträge, Istwerte).

HV-Messsystem

Neben konventionellen (Spannungs)messgeräten der Kategorie CAT III (1000V) bzw. CAT IV (600V) sind spezielle Messgeräte für Isolationswiderstandsmessungen erforderlich, die auch in Form von Ergänzungen bestehenden Messequipments rechnergestützter Diagnosesysteme zum Einsatz kommen (bei VW z. B.: Hybridmessmodul VAS 6558). Zudem sind insbesondere für Oszilloskopmessungen spezielle Tastköpfe erforderlich, mit denen die gemessene HV-Spannung in den Messbereich des Messgerätes transformiert wird (z. B. bei VW: VAS6558A).

Für Messungen im HV-Betrieb – insbesondere bei auftretenden Störungen im Fahrbetrieb – müssen Zugänge zum HV-System wie zu den zugehörigen Steuergeräten mit Hilfe von Prüfboxen (z.B. bei VW: Prüfbox VAS 6606 mit Prüfadapter VAS 6606-10 für die Überprüfung der E-Maschine) geschaffen werden.

Berührungslose HV-Messtechnik

Spezielle Messgeräte zur Überprüfung der Spannungsfreiheit ohne Berührung der HV-Komponenten und –Leitungen sowie zur berührungslosen Messung von Spannungsverläufen und Stromflüssen.

Da Fahrzeuge wie Werkzeuge, die im Werkstattalltag zum Einsatz kommen, stets nicht unerhebliche Investitionen nach sich ziehen und für Schulungszwecke stets Überlegungen dahingehend bestehen, für mehrere zu qualifizierende Personen gleichzeitig Möglichkeiten des Praxiszugangs zu schaffen, wird oftmals auf Lehrmittel zurückgegriffen. Dabei kommen zurzeit in den Schulungsstätten drei verschiedene Varianten zum Einsatz:

1. Variante: Es wird versucht, die reale Praxis (E-Fahrzeug) durch Schulungsstände abzubilden, von denen man sich zusätzlich auch noch die Möglichkeit verspricht, leichter und schneller Zugänge zur HV-Technik und deren Messung zu ermöglichen. Ein Beispiel dafür ist etwa der von der Hochschule Bochum entwickelte Ausbildungsstand „Elektrofahrzeug“.

Abbildung 12: Ausbildungsstand Elektrofahrzeug der WAW GmbH / Hochschule Bochum (Quelle: http://www.waw-gmbh.de)

2. Variante: Es werden Lehrmittel von Lehrmittelherstellern eingesetzt, um sich die Anschaffung von HV-Fahrzeugen zu sparen und prinzipielle Übungen (Arbeitssicherheitsregeln, Isolationsmessungen, Spannungsmessungen) mit hoher Wiederholgenauigkeit und möglichst geringem Verschleiß und Defektaufkommen auch für größere Trainingsgruppen zu realisieren. Ein Beispiel dafür ist das Lehrsystem "CarTrain Elektromobilität" von der Firma Lucas-Nülle.

Abbildung 13: Lehrsystem CarTrain Elektromobilität von Lucas-Nülle (Quelle: www.lucas-nuelle.de)

3. Variante: Es werden Online-CBTs, Trainings-CDs und Simulationen eingesetzt, um vor allem Grundlagen zu schulen (z. B. der Vortest vor Schulungen zur EFK-Kfz der TAK) und den Aufwand für didaktische Arrangements zu reduzieren. Ein Beispiel dafür ist etwa das entstehende Medien-Schulungskonzept der DEKRA, in dem z. B. ein Trainingshandbuch, eine Unterrichtsdatei und Web Based Trainings entwickelt werden (vgl. http://www.dekra-media.com/index.php?id=8&tx_ttnews%5BbackPid%5D=6&tx_ttnews%5Btt_news%5D=14&cHash=4dae2f32839975f449e2c38f119e1dca; Stand: 01.04.2012).

5. Schlussfolgerungen zur Angebots-Nachfragerelation

Es kann festgestellt werden, dass mittlerweile zahlreiche Qualifizierungsangebote entstanden sind und auch umgesetzt werden, die sich mit der Elektromobilität befassen. Eindeutig im Mittelpunkt steht dabei die Reduzierung der Gefährdung von Fachkräften in Produktion und Service sowie der Rettungskräfte (Feuerwehr, Technisches Hilfswerk) durch eine mehr oder weniger Eins zu Eins Umsetzung der Vorgaben der Berufsgenossenschaftlichen Informationsschrift 8686 (BGI 8686). Hier greifen auch Appelle an die (potenziellen) Zielgruppen, sich frühzeitig für die Arbeit an HV-Fahrzeugen zu qualifizieren, um insbesondere im Versicherungsfall rechtlich abgesichert zu sein.

Qualifikationsangebote, die auf der Grundlage entstehender Qualifikationsbedarfe in der Werkstattpraxis entwickelt wurden, konnten bislang nicht ausgemacht werden; jedoch bemühen sich die Schulungsanbieter zusehends, solchen Anforderungen gerecht zu werden. Günstiger ist diesbezüglich die Situation bei Schulungen für in der Produktion tätigen Personals. Für diese sind bereits Konzeptionen entwickelt und erprobt, die teilweise auf die Arbeitspraxis abgestimmt sind.

Die Qualifizierungsangebote lassen sich wie folgt klassifizieren:

1. **Information**sangebote
   Dies sind zurzeit Angebote zum Vertraut machen mit den Hybrid- und E-Fahrzeugkonzeptionen sowie zur gesellschaftlichen und ökologischen Bedeutung der Elektromobilität.

2. **Beratung**sangebote
   Dies sind zurzeit Angebote, die das wirtschaftliche Potenzial der Elektromobilität erschließen helfen, der Managementebene Entscheidungshilfen zu Geschäftsfeldern bieten und Ansprüche an Führungsaufgaben entsprechend der BGV A2 einlösen sollen.

3. Angebote zur Gefährdungsvermeidung bzw. Erhöhung der **Arbeitssicherheit**
   Dies sind Angebote, die zur Vermittlung von Qualifikationen für die sichere Arbeit an HV-Technik entsprechend der BGI 8686 dienen.

4. Angebote zur Vermittlung **elektrotechnischer Grundkenntnisse**
   Dies sind Angebote zur Auffrischung oder Vermittlung elektrotechnischer Grundkenntnisse, um darauf aufbauend Arbeitssicherheitsschulungen aufset-

zen zu können und stehen oftmals im Zusammenhang mit den Arbeitssicherheits-Schulungen und/oder sind deren inhaltlicher Kern.

5. Angebote zur Qualifizierung für werkstattbezogene **Arbeitsaufgaben** an HV-Fahrzeugen

   Dies sind Qualifizierungsmaßnahmen für die Qualifizierung von Werkstattpersonal (bzw. Personal in der Fahrzeugproduktion) für die dort anfallenden Arbeitsaufgaben. Diesem Komplex werden derzeit am ehesten die Schulungsangebote der Fahrzeughersteller gerecht.

6. Angebote zur Qualifizierung für das werkstattbezogene **Arbeiten an HV-Fahrzeugen unter Hochspannung**

   Dies sind Qualifizierungsmaßnahmen, die für die in der Werkstattpraxis relevanten Arbeiten an Elektro- und Hybridfahrzeugen qualifizieren.

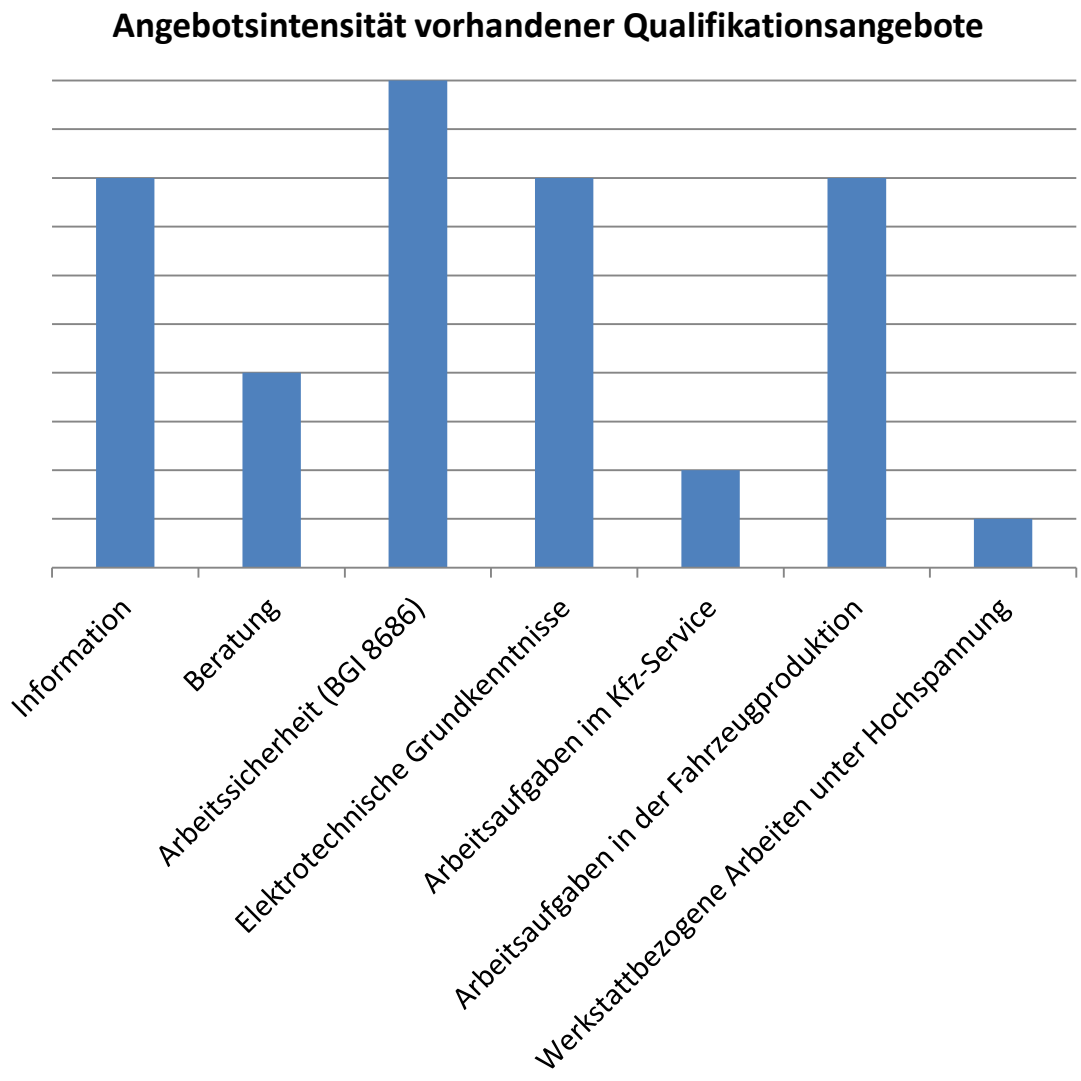

Abbildung 14: Qualitative Einschätzung der vorhandenen Qualifikationsangebote

Die Angebotsintensität[2] ist nicht nur hinsichtlich der Häufigkeit der Qualifizierungsangebote, sondern vor allem auch hinsichtlich der Ausdifferenziertheit der inhaltlichen Ausgestaltung in den Bereichen „Information“ und „Arbeitssicherheit“ am größten, während diese bei den „Arbeitsaufgaben“ sehr gering ist und für das werkstattbezogene Arbeiten an HV-Fahrzeugen unter Hochspannung so gut wie keine Konzeptionen entwickelt sind (vgl. Abbildung 14). Hier existieren Ansätze für das Arbeiten in der Produktion (z. B. von Audi), die jedoch kaum (nur rein technologisch) auf Aufgabenstellungen im Kfz-Service übertragbar sind. Diesbezüglich bemüht sich etwa die Hochschule Bochum in der Kooperation mit der Kreishandwerkerschaft und dem TÜV, solche Angebote für den Kfz-Service zu entwickeln. Die bislang bekannte inhaltliche Ausgestaltung ist auch in diesem Falle rein technologisch durchdacht (Isolationsmessungen, Spannungsmessungen) und noch keineswegs an beruflichen Arbeitsprozessen orientiert. Hierzu ist im jetzigen Entwicklungs- und Verbreitungsstadium von HV-Fahrzeugen im deutschen Markt auch noch zu wenig bekannt und die sich in den Arbeitsprozessen ergebenden Qualifikationsanforderungen und –bedarfe sind erst noch zu erheben.

[2] Unter Angebotsintensität verstehen wir eine qualitative Einschätzung der derzeitig vorhandenen Qualifizierungsangebote hinsichtlich deren Häufigkeit und Verbreitung sowie didaktischen Qualität bezüglich Ausrichtung auf den Qualifikationsbedarf. Sie ist keine quantitativ bestimmbare Maßzahl.

Literatur

Becker, M. (2010): Elektromobilität und Beruf. Heft 100, 25. Jg. In: lernen & lehren. Wolfenbüttel: Heckner Heft 100, 25. Jg., S. 162–167.

Becker, M. (2011): Vom Kfz-Mechatroniker zum Elektrofahrzeug-Mechatroniker – Erste Erkenntnisse zum Qualifikationsbedarf aus Untersuchungen zur Facharbeit an elektrifizierten Fahrzeugen. bwp@ Spezial 5 – Hochschultage Berufliche Bildung 2011, Fachtagung 8, In: Schwenger, U.; Howe, F.; Vollmer, Th.; Hartmann, M.; Reichwein, W. (Hrsg.): Fachtagung Elektrotechnik-Informatik und Metalltechnik. Online: bwp@ Spezial 5 – Hochschultage Berufliche Bildung 2011, Fachtagung 8.

Becker, M.; Spöttl, G.; Dreher, R. (2006): Berufsbildende Schulen als eigenständig agierende lernende Organisationen. Bonn: BLK, Materialien zur Bildungsplanung und zur Forschungsförderung, Heft 135.

BGI/GUV-I 8686 (2010): „Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltsystemen“. Informationsschrift der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung. Berlin.

BGV-A2: Ausbildungskriterien für festgelegte Tätigkeiten im Sinne der Durchführungsanweisungen zur BG-Vorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (BGV A2, bisherige VBG 4).Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik, Juli 2000.

BGV-A3: Berufsgenossenschaftliche Vorschrift für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit. Unfallverhütungsvorschrift. Elektrische Anlagen und Betriebsmittel vom 1. April 1979 in der Fassung vom 1. Januar 1997. Köln: Carl Heymanns und BGV-A3 DA: Durchführungsanweisung.

ECE R-100: Regelung Nr. 100 der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UN/ECE) — Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung der Fahrzeuge hinsichtlich der besonderen Anforderungen an den Elektroantrieb.

NPE (2009): Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung. August 2009.

NPE (2011): Zweiter Bericht der Nationalen Plattform Elektromobilität.

NPE (2011): Zweiter Bericht der Nationalen Plattform Elektromobilität. Anhang.

Pautzke, F. (2011): Das Elektroauto: Was ändert sich? Kompetenzanforderungen und Konsequenzen für die Aus- und Weiterbildung. Ulm: Nationale Bildungskonferenz Elektromobilität 2011; Präsentation.

Smolik, J. (2011): Qualifizierung zur Elektrofachkraft Fahrzeugtechnik IHK als Grundlage der Aus- und Weiterbildung der Fachkräfte bei der AUDI AG. Präsentation auf der Nationale Bildungskonferenz Elektromobilität inUlm, 28. Juni 2011.

TAK (2009): Handbuch zur Schulung von Elektrofachkräften für Hochvolt (HV)-Systeme in Kraftfahrzeugen. Akademie des Deutschen Kraftfahrzeuggewerbes GmbH (TAK) (Hrsg.). Würzburg: Vogel Buchverlag.

TÜV (2012): Elektromobilität. Das Qualifizierungsprogramm zu Hochvolt- und Wasserstofftechnologie in Fahrzeugen. TÜV SÜD Akademie GmbH.

VDE-1000-10:2009-01: Anforderungen an die im Bereich der Elektrotechnik tätigen Personen. Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.