e-mobil BW
Landesagentur für Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie Baden-Württemberg GmbH

ENTWICKLUNG DER BESCHÄFTIGUNG IM AFTER SALES

Effekte aus der Elektromobilität

ifa institut für automobilwirtschaft

CAST Center of Automotive Service Technology @ Hochschule Esslingen University of Applied Sciences

Baden-Württemberg

ENTWICKLUNG DER BESCHÄFTIGUNG IM AFTER SALES

Effekte aus der Elektromobilität

e-mobil BW GmbH – Landesagentur für Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie

Ministerium für Finanzen und Wirtschaft Baden-Württemberg

Institut für Automobilwirtschaft (IFA) der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt (HfWU) Nürtingen-Geislingen

Center of Automotive Service Technology (CAST) der Hochschule Esslingen

INHALT

Vorwort 4

1 Ausgangslage und Zielsetzung 6

2 Struktur, Bedeutung und Entwicklung des After Sales 7
2.1 Abgrenzung des After Sales 7
2.2 Entwicklung des After Sales Geschäftes 7
2.3 Beschäftigungsentwicklung im Kraftfahrzeuggewerbe 9
2.4 Entwicklung im Aftermarket 10
2.5 Bedeutung des After Sales Geschäftes für die Automobilhersteller 10
2.6 Bedeutung für das Kraftfahrzeuggewerbe 11
2.7 Bedeutung für die Automobilzulieferer 11

3 Stand und Entwicklung der Elektromobilität in Deutschland 12

4 Auswirkungen der Elektromobilität auf den After Sales – technische Analyse 13
4.1 Elektromobilität aus technischer Sicht 13
4.2 Auswirkungen der Elektromobilität auf Wartung und Reparatur 14
4.2.1 Konventioneller Verbrennungsmotor 14
4.2.2 Vollhybrid 14
4.2.3 Plug-in-Hybrid 15
4.2.4 Plug-in-Hybrid mit Range Extender 15
4.2.5 Batterieelektrisches Fahrzeug 16
4.2.6 Brennstoffzellen-Fahrzeug 16
4.2.7 Zusammenfassung Wartung und Reparatur 16
4.3 Auswirkungen auf die Arbeitssicherheit 18
4.4 Auswirkungen auf die technische Ausstattung der Werkstätten 18
4.5 Auswirkungen auf die Qualifikation der Mitarbeiter 19
4.6 Auswirkungen auf den Werkstattprozess 20
4.7 Verifikation der Arbeitsprozesse für die Wartung und Reparatur elektrifizierter Fahrzeuge 21

5 Auswirkungen der Elektrifizierung auf die Beschäftigung im After Sales 22
5.1 Vorgehensweise 22
5.2 Auswirkungen der Elektrifizierung auf das Arbeitsvolumen im After Sales 22
5.3 Gesamteffekt der Elektrifizierung auf das After Sales Volumen auf Basis von Diffusions-Szenarien 24
5.4 Szenario-Varianten mit Bestandsveränderung 26
5.5 Zusammenfassung 28
5.6 Indirekte Beschäftigungsauswirkungen durch strukturelle Effekte 28
5.6.1 Konsolidierungsdruck im Kraftfahrzeuggewerbe 28
5.6.2 Umsatzrelevante Effekte der Elektrifizierung 29
5.6.3 Kostenrelevante Effekte der Elektrifizierung 29
5.6.4 Zusammenfassung 30

6 Auswirkungen der Elektrifizierung auf den Aftermarket 31
6.1 Relevante Teilegruppen 31
6.2 Beschäftigungsrelevanz für die Automobilzulieferindustrie 31

7 Herausforderungen und Chancen für das Kraftfahrzeuggewerbe 32
7.1 Konsequenzen der Elektrifizierung für das Werkstattgeschäft 32
7.2 Chancen für das Kraftfahrzeuggewerbe aus der Elektrifizierung 32

Abbildungsverzeichnis 34
Abkürzungsverzeichnis 36
Literaturverzeichnis 37
Studien der e-mobil BW 38

VORWORT

Nachhaltige Mobilitätslösungen sind bedeutende Innovationstreiber in Baden-Württemberg. Der Weg in die Elektromobilität wird im Ländle gleich zweifach im großen Stil begleitet und gefördert: Mit dem Spitzencluster „Elektromobilität Süd-West“, gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und unterstützt durch das Land Baden-Württemberg wurde ein wesentlicher Grundstein zur Industrialisierung der Elektromobilität geschaffen. Gleichzeitig wird im baden-württembergischen Schaufenster „LivingLab BW^{e} mobil“, welches ebenfalls von der Bundesregierung gefördert und vom Land Baden-Württemberg sowie der Region Stuttgart unterstützt wird, die Anwendung neuer Mobilitätslösungen erforscht. Dass sich Baden-Württemberg sowohl Spitzencluster als auch Schaufenster sichern konnte, zeigt einmal mehr die Stellung als eine der führenden Innovations- und Wirtschaftsregionen in Europa. Gerade für die Elektromobilität bieten die einzigartigen, historisch gewachsenen Strukturen im Automobilbereich sowie die enge Verzahnung der beiden weiteren Schlüsselbranchen Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) und Energie sowie dem Querschnittsfeld Produktion gute Voraussetzungen für Baden-Württemberg, um eine weltweit führende Rolle einzunehmen.

Doch das System Elektromobilität ist komplex und die Erfahrungen der vergangenen Jahre zeigen uns, dass neben Investitionen viel Zeit, Kraft und Geduld notwendig sind, eine derartige Innovation durchzusetzen. Auch in Zukunft ist es daher notwendig, den Standort Baden-Württemberg als Land für neue Mobilitätssysteme weiter zu stärken und beharrlich an bisher offenen Fragestellungen zu arbeiten. So sind beispielsweise viele Fragen im Bereich der Industrialisierung insbesondere hinsichtlich Kostensenkung und Handhabung noch nicht gelöst. Aber auch Fragen zur weiteren Verwendung einzelner Komponenten sowie zu den Auswirkungen auf die Struktur und den Umfang der automobilwirtschaftlichen Wertschöpfung sind noch nicht vollständig beleuchtet. Durch entfallende Komponenten und Technologien oder durch gänzlich neue, können sich die Wertschöpfungsanteile zwischen den unterschiedlichen Akteuren und möglicherweise auch zwischen Wirtschaftsregionen erheblich verschieben.

Die vorliegende Studie setzt an diesem Punkt an und dient als ein weiterer Schritt, sich dem Thema ganzheitlich zu nähern. Der Fokus liegt hier auf dem After Sales-Bereich und zwar insbesondere hinsichtlich der zu erwartenden Beschäftigungs-Effekte. Mit Hilfe von drei Referenzszenarien werden verschiedene quantitative und qualitative Auswirkungen im Kraftfahrzeuggewerbe und in der Teileindustrie erforscht. Zudem werden abschließend verschiedene Anpassungsstrategien im Kraftfahrzeuggewerbe aufgezeigt und damit neue Impulse zur Nutzung der sich bietenden Chancen gegeben.

Durch die enge Zusammenarbeit von Wirtschaft, Wissenschaft und öffentlicher Hand hat Baden-Württemberg gute Voraussetzungen, um diese Chancen in der Industrialisierung und Anwendung neuer Mobilitätstechnologien zu ergreifen.

Dr. Nils Schmid MdL
Stellvertretender Ministerpräsident und Minister für Finanzen
und Wirtschaft des Landes Baden-Württemberg

Franz Loogen
Geschäftsführer e-mobil BW GmbH

© DEKRA e.V.

Kapitel 1

AUSGANGSLAGE UND ZIELSETZUNG

Die Mobilität der Zukunft ist gekennzeichnet durch eine höhere Vernetzung und eine größere Diversität der Fahrzeuge. Intermodale Mobilitätskonzepte sowie moderne Elektrofahrzeuge werden insbesondere in Städten und Ballungsgebieten das Straßenbild zukünftig prägen. Dies geht mit gravierenden Veränderungen in der Gesellschaft und bei den entsprechenden Wirtschaftsbereichen einher. So hat bspw. die Elektrifizierung des Antriebsstranges weitreichende Auswirkungen auf die Struktur und den Umfang der automobilwirtschaftlichen Wertschöpfung. Fahrzeuge mit elektrifizierten Antriebskonzepten führen zu Veränderungen bei den Service-Prozessen, bei der technischen Ausstattung der Werkstätten und bei der Mitarbeiterqualifizierung. Vor allem bei batterieelektrischen Fahrzeugen ergeben sich deutlich niedrigere Wartungs- und Reparaturumfänge sowie ein ebenfalls signifikant niedrigerer Teilebedarf. Insofern sind nicht nur die Automobilhersteller, sondern die gesamte Wertschöpfungskette betroffen. Upstream, also der Automobilproduktion vorgelagert, geht es vor allem um die Automobilentwicklung und die Automobilzulieferer. Downstream, also der Automobilproduktion nachgelagert, ist neben der Vermarktung und Nutzung des Automobils insbesondere der After Sales tangiert. Er umfasst die Wartung und Reparatur von Kraftfahrzeugen. Darüber hinaus wird aber auch der Aftermarket, also der Markt für Ersatzteile und Zubehör beeinflusst. Branchenseitig betreffen diese Veränderungen vor allem das Kraftfahrzeuggewerbe, aber auch die Automobilzulieferindustrie.

Während im Hinblick auf die Veränderungen in der Automobilproduktion und Automobilentwicklung bereits eine Reihe von Untersuchungen vorliegen, ist die Entwicklung des After Sales hinsichtlich zukünftiger Mobilitätslösungen noch wenig erforscht. Die zugrunde liegende Studie befasst sich daher vorrangig mit den Auswirkungen der Elektrifizierung auf den After Sales und zwar insbesondere im Hinblick auf die zu erwartenden Beschäftigungs-Effekte. Hierfür werden im Rahmen der folgenden Ausführungen drei Referenzszenarien erarbeitet, welche alle Formen der Elektrifizierung des Antriebsstranges sowie zu erwartende Verläufe in der Marktdurchdringung als auch im Kraftfahrzeuggewerbe einschließen. Neben den quantitativen Auswirkungen auf die Beschäftigung im Kraftfahrzeuggewerbe und in der Teileindustrie, welche insbesondere auch vom Diffusionsverlauf der elektrifizierten Antriebskonzepte abhängen, werden ebenfalls qualitative Effekte berücksichtigt. Diese umfassen sowohl Veränderungen bezüglich der Aufgaben und Prozesse im After Sales, der einzusetzenden Servicetechnologien als auch die veränderten Qualifikationsanforderungen der Beschäftigten in der Analyse. Die Verifikation der Arbeitsprozesse für die Wartung und Reparatur elektrifizierter Fahrzeuge erfolgte im Rahmen einer labortechnischen Untersuchung am Center of Automotive Service Technology (CAST) der Hochschule Esslingen an aktuellen Fahrzeugmodellen. Darüber hinaus werden auch mögliche Beschäftigungswirkungen in der Automobilzulieferindustrie durch Veränderungen hinsichtlich der Art und Anzahl der benötigten Ersatzteile angesprochen.

Abschließend geht die Studie auf mögliche Anpassungsstrategien im Kraftfahrzeuggewerbe im Hinblick auf die Veränderungen im After Sales Geschäft ein. Der seit vielen Jahren negative Beschäftigungstrend im Kraftfahrzeuggewerbe wird sich je nach Durchdringung alternativer Antriebe und der weiteren gesellschaftlichen und marktseitigen Entwicklung verstärken. Für die Marktteilnehmer ist die Erschließung neuer Geschäftsfelder daher von Bedeutung. Gerade die Elektrifizierung bietet dem Kraftfahrzeuggewerbe nicht nur im Verkauf, sondern gerade auch im After Sales vielfältige Chancen. Neue Angebote könnten z. B. im Bereich zusätzlicher Dienstleistungen in den Bereichen Ladeinfrastruktur, Vernetzung, innovative Mobilitätskonzepte, Softwareupdating sowie in einer ganzheitlichen Kunden- und Fahrzeugbetreuung liegen.

Kapitel 2

STRUKTUR, BEDEUTUNG UND ENTWICKLUNG DES AFTER SALES

2.1 ABGRENZUNG DES AFTER SALES

Der Bereich „After Sales“ umfasst in der hier gewählten Abgrenzung alle Wartungs- und Reparaturarbeiten, die nach dem Kauf eines Automobils anfallen. Dabei handelt es sich bei den Wartungsarbeiten um plan- und voraussehbare Werkstattereignisse auf der Basis der Vorgaben der Automobilhersteller. Bei den Reparaturarbeiten kann zusätzlich zwischen Verschleiß- und Unfallreparaturen unterschieden werden.

Der „Aftermarket“ umfasst demgegenüber den Markt für Ersatzteile und Zubehör. Im Mittelpunkt der vorliegenden Studie stehen Ersatzteile, deren Bedarf sich durch die Elektrifizierung spürbar verändert.
Zwischen dem After Sales und dem Aftermarket besteht eine enge Verbindung, da die meisten Wartungs- und Reparaturarbeiten direkt oder indirekt mit der Verwendung von Ersatzteilen verbunden sind.

2.2 ENTWICKLUNG DES AFTER SALES GESCHÄFTES

Die Umsatzentwicklung auf dem Markt für Wartungs- und Reparaturarbeiten hat längerfristig betrachtet nahezu stagniert. Lag das Umsatzvolumen im Jahr 1995 bei 29,8 Mrd. €, so erreichte es im Jahr 2009 34,5 Mrd. € (Abbildung 1). Das entspricht einem durchschnittlichen jährlichen Anstieg von 1,1 %. Real betrachtet, also unter Abzug der inflationären Preissteigerungen war der Markt damit sogar rückläufig.

Der Anstieg des Servicevolumens in den Jahren 2010 bis 2012 steht ganz wesentlich im Zusammenhang mit der im Jahr 2009 eingeführten, zeitlich befristeten, Umweltprämie für die Verschrottung von Altfahrzeugen und der Neuanschaffung von Fahrzeugen. Sie führte in diesem Jahr zu einem Anstieg der Neuzulassung um 23,2 % gegenüber dem Vorjahr auf 3,81 Mio. Einheiten. In der Folge ist vor allem das Wartungsaufkommen bei jungen Fahrzeugen angestiegen.

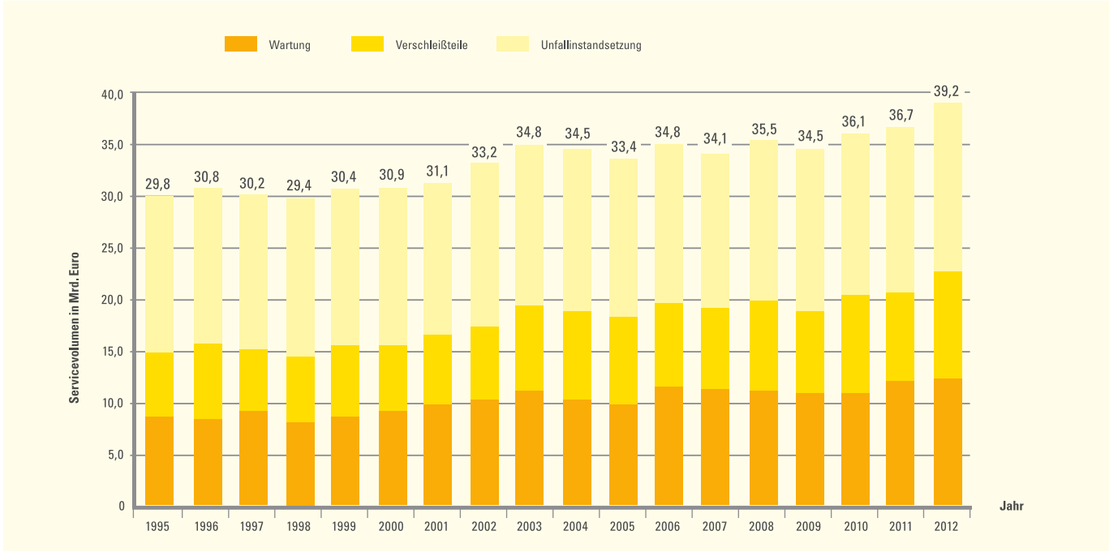


Abbildung 1: Umsatzentwicklung im Servicegeschäft
(Quelle: DAT-Report 2013; ZDK 2013; Berechnungen IFA 2013)

Verantwortlich für die längerfristig betrachtet gedämpfte Entwicklung im After Sales sind vor allem die verlängerten Wartungsintervalle und die geringere Reparaturanfälligkeit der Fahrzeuge. So sind die durchschnittlichen Wartungsarbeiten je Fahrzeug und Jahr von 1,10 im Jahr 2003 auf 0,90 im Jahr 2013 gesunken. Auch die Zahl der Reparaturen je Fahrzeug und Jahr waren deutlich rückläufig. Sie sanken von 0,86 im Jahr 2003 auf 0,61 im Jahr 2013 (Abbildung 2). Dem stand ein nur leicht wachsender Fahrzeugbestand gegenüber. Hinzu kam die aufgrund der steigenden Sicherheitsausstattung der Fahrzeuge sinkende Unfallhäufigkeit sowie die ebenfalls rückläufigen Fahrleistungen je Fahrzeug, was sich sowohl auf die Wartungs- wie Reparaturhäufigkeit negativ ausgewirkt hat.

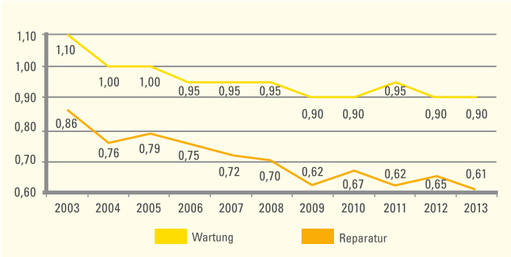


Abbildung 2: Wartungs- und Reparaturereignisse je Fahrzeug und Jahr
(Quelle: DAT Report 2014)

Der wichtigste gegenläufige Faktor war das steigende Durchschnittsalter der Fahrzeuge. So ist das Segment der Fahrzeuge mit einem Alter von über 11 Jahren zwischen 2003 und 2012 um 34,1 % auf 15,9 Mio. Fahrzeuge gestiegen. Da ältere Fahrzeuge technisch bedingt einen höheren Verschleiß und damit eine höhere Reparaturanfälligkeit aufweisen, hat sich diese Entwicklung stabilisierend auf die Umsätze im After Sales Geschäft ausgewirkt. Allerdings ist dabei zu beachten, dass die Reparaturen an älteren Fahrzeugen häufig in Eigenleistung oder in Schwarzarbeit durchgeführt werden, so dass sie im Kraftfahrzeuggewerbe nicht beschäftigungswirksam werden (vgl. DAT 2014, S. 49).

Im Hinblick auf die gewählten Werkstätten zeigt sich, dass der Marktanteil der herstellergebundenen Markenwerkstätten im Markt für Wartungs- und Reparaturarbeiten in den letzten Jahren gestiegen ist (Abbildung 3). Er betrug im Jahr 2013 57 % gegenüber 52 % im Jahr 2003. Dazu gewonnen haben auch die freien Werkstätten, wozu auch sogenannte Werkstattkonzepte und Systemanbieter wie Reparaturschnelldienste zählen. Ihr Anteil erhöhte sich im Betrachtungszeitraum von 32 % im Jahr 2003 auf 35 % im Jahr 2013. Der Anteil der Eigenleistungen war rückläufig, was vor allem auf die komplexere Technik bei den Fahrzeugen zurückzuführen ist.

Marktanteil	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Markenwerkstatt	52 %	55 %	56%	58 %	55 %	53 %	54 %	56 %	54 %	57 %
Freie Werkstatt	32 %	31 %	31 %	29 %	33 %	36 %	35 %	36 %	38 %	35 %
Tankstelle	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	0 %	1 %	0 %	0 %
Do-it-yourself	9 %	10 %	7 %	9 %	9 %	9 %	8 %	5 %	7 %	8 %
Keine Angaben	6 %	4 %	6 %	4 %	3 %	1 %	3 %	2 %	1 %	0 %

Abbildung 3: Wettbewerbssituation im Servicegeschäft (ohne Unfallreparaturen)
(Quelle: DAT Report 2014)

Der Anstieg des Marktanteils freier Werkstätten steht in einem direkten Zusammenhang mit der wachsenden Bedeutung älterer Fahrzeuge. So lag der Marktanteil der freien Werkstätten bei Fahrzeugen, die älter als 10 Jahre sind im Jahr 2013 bei 55 %, während die fabrikatsgebundenen Werkstätten in diesem Segment nur auf 38 % Marktanteil kamen (Abbildung 4).

Anteile in v. H.	< 2 J.	2–4 J.	4–6 J.	6–8 J.	8–10 J.	> 10 J.
Markenwerkstatt	94	91	74	68	55	38
Freie Werkstatt	6	9	23	30	42	55
Sonstige	0	0	3	3	3	7

Abbildung 4: Werkstattwahl nach Fahrzeugalter
(Quelle: DAT 2014)

Deutliche Differenzen weisen die Marktanteile von freien und vertragsgebundenen Werkstätten bei den verschiedenen Instandsetzungsarbeiten auf: Wie Abbildung 5 zeigt, dominieren die Markenwerkstätten bei technisch komplexeren Arbeiten wie zum Beispiel bei Getriebe und Kupplung, bei der Motorelektrik sowie beim Motor. Demgegenüber erreichen die freien Werkstätten bei eher einfacheren Arbeiten wie zum Beispiel den Bremsbelägen und der Abgasanlage hohe Marktanteile.

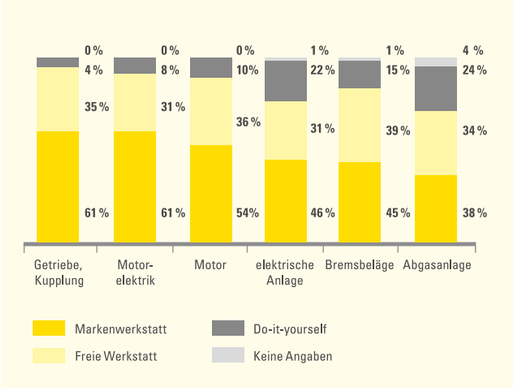


Abbildung 5: Ort der Durchführung von Instandsetzungsarbeiten nach Aggregaten im Jahr 2013 (Quelle: DAT Report 2014)

Zusammenfassend ist festzustellen, dass der After Sales Markt vor allem aufgrund der technisch-qualitativen Verbesserungen bei den heute in den Verkehr kommenden Fahrzeugen eine nur noch geringe Wachstumsdynamik aufweist. Es ist davon auszugehen, dass sich dieser fundamentale Trend auch in Zukunft fortsetzen wird. Die Elektrifizierung des Antriebsstranges stellt daher nur einen Einflussfaktor auf das After Sales Geschäft dar.

2.3 BESCHÄFTIGUNGSENTWICKLUNG IM KRAFTFAHRZEUGGEWERBE

Das Kraftfahrzeuggewerbe umfasst alle Betriebe, die mit der Vermarktung sowie der Wartung und Reparatur von Kraftfahrzeugen beschäftigt sind. Neben den fabrikatsgebundenen umfasst es auch die nicht-herstellergebundenen Anbieter im Kraftfahrzeughandel sowie im Kraftfahrzeugservice. Nicht zum Kraftfahrzeuggewerbe gehören die herstellereigenen Betriebsstätten, also insbesondere die sogenannten Werksniederlassungen. Im Jahr 2013 betrug die Gesamtzahl der Kraftfahrzeugbetriebe in Deutschland 38.500, wovon 17.500 Betriebe als fabrikatsgebunden klassifiziert werden. Die Gesamtzahl der Kraftfahrzeugbetriebe war in den letzten Jahren deutlich rückläufig. Sie sank von 2000 bis 2013 um 18 % (Abbildung 6). Die erhöhte Zahl der Betriebe im Jahr 2013 ist durch eine aktualisierte Betriebsdatenerfassung des Zentralverbandes Deutsches Kraftfahrzeuggewerbe (ZDK) zurückzuführen. Betroffen davon waren sowohl der freie wie auch der fabrikatsgebundene Bereich. Ursachen für diesen Konsolidierungsprozess sind die zunehmende Marktsättigung in Deutschland, ein deutlich verschärfter Preis- und Konditionenwettbewerb sowie zunehmende Probleme bei der Kapitalbeschaffung. Außerdem verfolgen heute viele Hersteller die Strategie, mit wenigen dafür aber größeren Händlerbetrieben zusammenzuarbeiten.

Jahr	Kfz-Betriebe insgesamt	davon fabrikatsgebundene Betriebe
2000	47.000	23.650
2001	45.800	22.571
2002	44.200	21.762
2003	42.500	20.478
2004	41.700	20.120
2005	40.800	20.600
2006	40.200	19.800
2007	39.750	19.700
2008	39.100	18.900
2009	38.300	18.250
2010	38.050	18.100
2011	38.000	17.600
2012	37.800	17.500
2013*	38.500	17.500

* aktualisierte Betriebsdatenerfassung des ZDK

Abbildung 6: Entwicklung der Kfz-Betriebe in Deutschland
(Quelle: ZDK 2014)

Der aufgezeigte Konsolidierungsprozess hat auch zu einem deutlichen Beschäftigungsrückgang in der Branche geführt. Verzeichnete das Kraftfahrzeuggewerbe im Jahr 2000 noch 526.000 Beschäftigte, so ist diese Zahl bis zum Jahr 2013 auf 460.000 gesunken. Dies entspricht einem Rückgang von rund 13 % (Abbildung 7).

Der größte Teil der in der Branche beschäftigten Mitarbeiter sind im After Sales, also in der Werkstatt tätig. Ihr Anteil inklusive der Auszubildenden an der Gesamtzahl der Beschäftigten im Kraftfahrzeuggewerbe liegt bei fast 75 %.

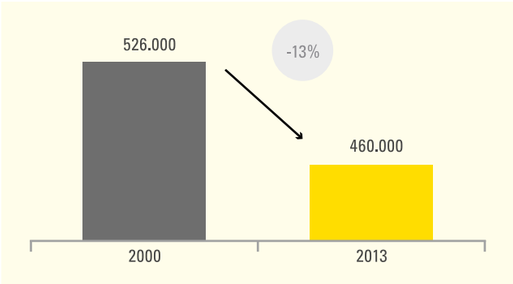


Abbildung 7: Beschäftigung im Kfz-Gewerbe
(Quelle: ZDK 2014; Berechnungen IFA 2014)

2.4 ENTWICKLUNG IM AFTERMARKET

Der Aftermarket umfasst – wie bereits weiter oben definiert – den Markt für Ersatzteile und Zubehör. Die Marktakteure und Vertriebswege in diesem Markt zeigt Abbildung 8. Demnach werden etwa 70 bis 80 % der Ersatzteile von Automobilzulieferern hergestellt. Etwa 20 bis 30 % davon entfallen auf die Automobilhersteller. Nur ein Teil der von den Automobilzulieferern hergestellten Teile wird über den freien Kfz-Teilehandel vermarktet (40 bis 50 %). Zu einem erheblichen Teil beliefern die Zulieferer die Automobilhersteller, die deren Teile dann als Originalersatzteile vermarkten. Etwa 45 bis 55 % der Teile werden von freien Servicebetrieben im Rahmen von Wartungsarbeiten und Reparaturen verbaut oder auch an Endkunden vertrieben. Der restliche Teil entfällt auf die herstellergebundenen Werkstätten.
Insgesamt weist der Aftermarket in Deutschland in den letzten Jahren ebenfalls eine stagnierende Tendenz auf (Abbildung 9). Das Marktvolumen für PKW-Komponenten lag im Jahr 2012 mit 21,2 Mrd. € nur wenig höher als im Jahr 2008 (20,2 Mrd. €).

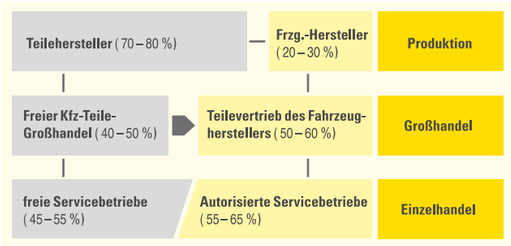


Abbildung 8: Vertriebswege im Aftermarket
(Quelle: GVA/IFA-Schätzungen)

Die Gründe hierfür sind die gleichen wie für das stagnierende After Sales Geschäft: technisch-qualitative Verbesserungen der Fahrzeuge, kaum noch steigender Fahrzeugbestand, Reduktion der Unfallzahlen sowie sinkende Fahrleistungen je Fahrzeug. Allerdings profitiert der Aftermarket von der Tendenz, schadhafte Teile und Komponenten nicht mehr zu reparieren, sondern auszutauschen.

Gleichwohl ist davon auszugehen, dass auch der Aftermarket aufgrund der genannten fundamentalen Faktoren kaum noch wachsen wird. Allein der zunehmend ältere Fahrzeugbestand stellt auch für den Aftermarket einen stabilisierenden Faktor dar.

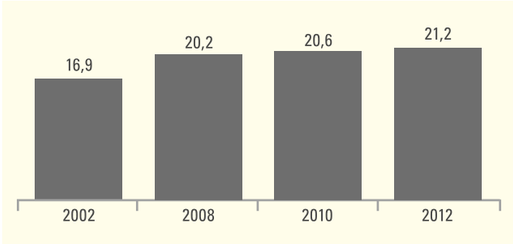


Abbildung 9: Marktvolumen für After Sales PKW-Komponenten in Mrd. € Deutschland
(Quelle: GVA BBE-Schätzung; IFA 2013; Endverbraucherpreise ohne MwSt.; Berechnung für 2012)

2.5 BEDEUTUNG DES AFTER SALES GESCHÄFTES FÜR DIE AUTOMOBILHERSTELLER

Der After Sales ist für die Automobilhersteller unter drei Gesichtspunkten von großer strategischer Relevanz:

- Er stellt einen zunehmenden wichtigen Bereich zur Differenzierung im Wettbewerb dar.
- Er hat einen großen Einfluss auf die Kundenzufriedenheit und damit auch die Kundenbindung.
- Insbesondere das Teilegeschäft ist für die Automobilhersteller eine wichtige Ertragsquelle.

Nach Schätzung von Roland Berger Strategy Consultants entfallen 75 bis 80 % der Gewinne der Automobilhersteller auf das After Sales Geschäft bzw. den Aftermarket (vgl. Roland Berger Strategy Consultants 2013).

Vor diesem Hintergrund ist es nicht überraschend, dass die Automobilhersteller mit zahlreichen Standards und anderen Vorgaben in die After Sales Prozesse im Automobilhandel eingreifen und diesen zu steuern versuchen. Die Auswirkungen der Elektrifizierung des Antriebsstranges auf den After Sales und das Teilegeschäft sind daher auch für die Automobilhersteller von großer strategischer Bedeutung.

2.6 BEDEUTUNG FÜR DAS KRAFTFAHRZEUGGEWERBE

Für die vertragsgebundenen Autohäuser stellt das Servicegeschäft neben dem Neu- und Gebrauchtwagenverkauf das wichtigste Geschäftsfeld dar. Neben der Wettbewerbsdifferenzierung und der Kundenbindung ist der After Sales auch unter dem Gesichtspunkt der Profitabilität für die fabrikatsgebundenen Betriebe von herausragender Bedeutung. So stammten im Jahr 2013 30,5 % des Reparaturschnelldienste-Deckungsbeitrags aus dem Werkstatt- und weitere 31,3 % aus dem Teile- und Zubehörgeschäft. Insgesamt ist das Service- und Teilegeschäft also für fast zwei Drittel des Gesamtergebnisses für den fabrikatsgebundenen Automobilhandel verantwortlich (Abbildung 10).

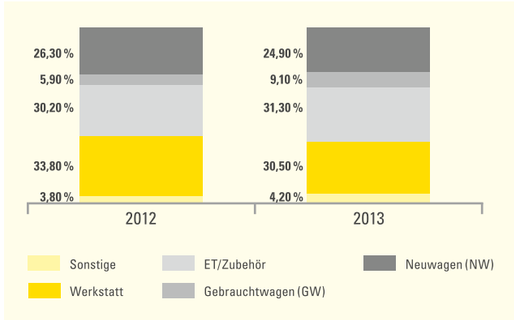


Abbildung 10: Ertragsstruktur im deutschen Automobilhandel
(Quelle: Autohaus Nr. 1-2/2014)

Die Profitabilität, definiert als das Verhältnis zwischen Abteilungsumsatz und Abteilungsergebnis (Deckungsbeitrag III) liegt im Werkstattgeschäft mit 22,7 % bzw. Teilegeschäft mit 16,3 % deutlich über denen im Neu- und Gebrauchtwagenhandel (Abbildung 11). Ohne die Profitabilität des After Sales wären die meisten Autohäuser in Deutschland daher nicht überlebensfähig.
Herausragend ist die Bedeutung des After Sales für die anderen Marktakteure im Wartungs- und Reparaturmarkt. Für die freien Werkstätten und die Systemkonzepte stellt der After Sales bzw. der Teilevertrieb die mit Abstand wichtigste, häufig sogar die einzige Geschäftsgrundlage dar. Veränderungen im After Sales Volumen wirken sich auf die wirtschaftliche Lage dieser Betriebe direkt und nachhaltig aus.

Deckungsbeitrag III vom Abteilungsumsatz	2013	2012	2011	2010
NW	3,1 %	2,8 %	3,1 %	2,5 %
GW	1,2 %	0,7 %	1,3 %	1,0 %
ET/Zubehör	16,3 %	15,5 %	15,5 %	15,6 %
Werkstatt	22,7 %	22,9 %	22,7 %	22,1 %

Abbildung 11: Profitabilität einzelner Geschäftsbereiche im Autohaus
(Quelle: Autohaus Nr. 1–2/2014, S. 16)

2.7 BEDEUTUNG FÜR DIE AUTOMOBILZULIEFERER

Für die Automobilzulieferer ist der Aftermarket ein wichtiger Umsatz- und Ergebnisträger. Seine Bedeutung divergiert natürlich im Hinblick auf das jeweilige Produktprogramm des Zulieferers: Produziert er Komponenten, die einem Verschleiß unterliegen und die im Endkundenmarkt gehandelt werden, so hat der Aftermarket einen starken Einfluss auf dessen Profitabilität. Während im sogenannten Erstausrüstergeschäft, also der Belieferung der Automobilhersteller für die Fahrzeugproduktion große Umsatzvolumen realisiert werden, sind die Margen in diesem Bereich eher gering. Das Aftermarketgeschäft bildet insofern für viele Zulieferer ertragsseitig eine gewisse Ausgleichmöglichkeit.

Um eine Monopolisierung des Aftermarkets durch die Automobilhersteller zu verhindern hat die EU Kommission klare Regeln für den Zugang zu diesem Markt für andere Marktakteure definiert. So dürfen die Automobilhersteller aufgrund der Regelungen der Gruppenfreistellungsverordnung (GVO) Nr. 461/2010 die Aktivitäten der Automobilzulieferer im Aftermarket nicht behindern. Um direkt im Endkundengeschäft tätig zu sein, sichern sich einige Automobilzulieferer über Werkstattsysteme den Zugang zu diesem noch immer profitablen Markt.

Kapitel 3

STAND UND ENTWICKLUNG DER ELEKTROMOBILITÄT IN DEUTSCHLAND

BEDEUTUNG DER ELEKTROMOBILITÄT AUS ÖKOLOGISCHER UND ÖKONOMISCHER SICHT

Die Elektrifizierung des Antriebsstranges ist eine wesentliche technische Option zur Reduktion der klimarelevanten CO_2-Emissionen. Auf Basis regenerativ erzeugten Stroms ist eine nahezu CO_2-freie Nutzung von Automobilen möglich. Darüber hinaus sind Elektrofahrzeuge aufgrund ihrer lokalen Emissionsfreiheit ein wichtiger Beitrag zur Verbesserung der Luftqualität und zur Reduktion der Lärmemissionen in Ballungszentren. Für die Diffusion von elektrisch betriebenen Fahrzeugen ist der Aufbau einer leistungsfähigen IKT- und Energieinfrastruktur von entscheidender Bedeutung (vgl. e-mobil BW 2013, S. 8 ff.). Durch die Elektrifizierung des Antriebsstranges können die ökologischen Vorteile batterieelektrischer Fahrzeuge je nach Elektrifizierungsstufe auch für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren genutzt werden. Die Technologieführerschaft im Bereich der Elektromobilität ist daher eine wichtige Voraussetzung für die Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Automobilindustrie und des Automobilstandortes Deutschland.

Folgende Formen der Elektrifizierung des Antriebsstranges können unterschieden werden (vgl. e-mobil BW 2011, S. 8 f.):

- Vollhybrid,
- Plug-in-Hybrid (PIH),
- Plug-in-Hybrid mit Range Extender (REEV),
- Batterieelektrischer Antrieb (BEV) sowie
- Brennstoffzellenantrieb (Fuell Cell).

Im Rahmen der vorliegenden Studie werden alle genannten Formen der Elektrifizierung berücksichtigt und in Kapitel 4 näher im Hinblick auf deren Auswirkungen auf den After Sales erläutert.

Der Anteil von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben bzw. Kraftstoffen am PKW-Gesamtbestand lag zum 01.01.2014 bei circa 1,5 % (Abbildung 12). Darin enthalten sind Fahrzeuge mit Flüssig- und Erdgas, auf die der mit Abstand größte Anteil entfällt. Der Anteil von Hybrid- und Elektrofahrzeugen erreichte 0,22 %. Allerdings zeigt die Entwicklung der letzten Jahre einen beschleunigten Anstieg von Hybrid- und Elektrofahrzeugen im Fahrzeugbestand. So erhöhte sich die Zahl der zugelassenen Hybrid-Fahrzeuge von 8.971 im Jahr 2006 auf 85.575 im Jahr 2014 (jeweils zum 01.01.) Der Bestand an batterieelektrischen Fahrzeugen erhöhte sich im gleichen Zeitraum von 1.931 auf 12.156 Einheiten.

Einheiten	2006	2010	2014
Flüssiggas	45.585	369.430	500.867
Erdgas	30.554	68.515	76.065
Elektro	1.931	1.588	12.156
Hybrid	8.971	28.862	85.575
gesamt (Mio.)	***46,090***	***41,737***	***43,851***

Abbildung 12: Bedeutung alternativer Antriebe am PKW-Bestand in Deutschland (Stand: jeweils 01.01.) (Quelle: KBA)

Zur künftigen Bedeutung elektrifizierter Fahrzeuge liegt eine kaum noch überschaubare Zahl von Prognosen vor. Die jüngste Vorausschätzung des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung (ISI) hält es unter günstigen Rahmenbedingungen für möglich, dass im Jahr 2020 1,0 bis 1,4 Mio. Elektrofahrzeuge in Deutschland zugelassen sein werden. Im mittleren Szenario werden 400.000 bis 700.000, im ungünstigsten Fall 50.000 bis 300.000 Elektrofahrzeuge im Jahr 2020 erwartet (vgl. Fraunhofer-Institut ISI 2013).

Kapitel 4

AUSWIRKUNGEN DER ELEKTROMOBILITÄT AUF DEN AFTER SALES – TECHNISCHE ANALYSE

4.1 ELEKTROMOBILITÄT AUS TECHNISCHER SICHT

Die Fahrzeug- und Servicetechnik war in den letzten hundert Jahren geprägt durch verbrennungsmotorische Antriebe nach dem Otto- oder Dieselprinzip, Schalt- oder Automatikgetriebe und mechanischer Leistungsverteilung zu den Antriebsrädern. Hinzu kamen mechanisch/hydraulische Zusatzaggregate wie Lenkung, Bremse, Federung/Dämpfung. Diese wurden – zusammen mit dem Einzug elektronischer Sicherheits- und Komfortsysteme – seit den achtziger Jahren sukzessive elektrifiziert. Im Grunde basiert das konventionelle Fahrzeug jedoch nach wie vor auf dem klassischen mechanischen Grundaufbau.

Die Elektromobilität wird dies von Grund auf ändern: der Wegfall der mechanischen Antriebskomponenten eröffnet – je nach Elektrifizierungsgrad des Antriebsstranges – Chancen auf neue Fahrzeugkonzepte und Mobilitätssysteme. Der Einzug von Hochvolt-Bordnetzen in die Fahrzeugtechnik ändert nicht nur die Antriebstechnologie, er wirkt gleichzeitig auch als Beschleuniger für die Elektrifizierung der letzten mechanischen bzw. mechanisch-hydraulischen Zusatzaggregate. So werden zukünftig Lenk- und Bremssignale elektronisch übermittelt (Steer-by-wire bzw. Brake-by-wire). Steer-by-wire- und Brake-by-wire-Systeme werden sowohl in den unterschiedlichen Formen der Elektromobilität wie auch in den weiterentwickelten konventionellen Fahrzeugen Einzug halten. Zusammen mit der weiteren Computerisierung und Vernetzung der Automobile ermöglicht dies wiederum Fahrerassistenzsysteme zur Realisierung von (Teil-)autonomem Fahren (vgl. Schreier 2012).

Aus technischer Sicht zählt die Elektromobilität somit zu den Schlüsseltechnologien für das Automobil der Zukunft, die auch die After Sales Technik sowie Wartung, Diagnose und Reparatur deutlich verändern wird (vgl. Schreier 2013).

Die Auswirkungen der verschiedenen Elektrifizierungskonzepte auf die Wartung und Reparatur ergeben sich aus der unterschiedlichen technischen Konfiguration von Elektrofahrzeugen gegenüber herkömmlichen Fahrzeugen mit Otto- oder Dieselmotoren. Abbildung 13 zeigt die relevanten technischen Merkmale der verschiedenen Antriebskonzepte im Überblick.

	Konventionelles Fahrzeug	Full-Hybrid	Plug-in-Hybrid	Range Extender	Batterie-elekt. Fahrzeug	Brennstoffzellen Fahrzeug
Brennstoffzellensystem H_2-Betankung						■
Externes elektrisches Laden			■	■	■	
Elektromotor Hochvoltbatterie		■	■	■	■	■
Elektrischer Antriebsstrang		■	■	■	■	■
Verbrennungsmotor Benzin-/Dieselbetankung	■	■	■	■		
Mechanischer Antriebstrang	■	■	■			

Abbildung 13: Technische Merkmale verschiedener Antriebskonzepte (Quelle: CAST 2014)

Gemeinsame Bezugsgröße für alle betrachteten Elektrifizierungskonzepte ist ein konventionelles Verbrennungsfahrzeug mit Otto- oder Dieselmotor, Kraftstoffsystem sowie dem mechanischen Antriebsstrang.

Während bei den Full-Hybrid- und Plug-in-Hybrid-Fahrzeugen zusätzlich zu den elektrischen Komponenten (Elektromotor, Traktionsbatterie, elektrischer Antriebsstrang und gegebenenfalls Vorrichtung für externes elektrisches Laden) noch ein Verbrennungsmotor und mechanischer Antriebsstrang vorhanden sind, entfällt bei Range-Extender-Fahrzeugen der mechanische Antriebsstrang – die Leistung wird überwiegend durch den elektrischen Antriebsstrang auf die Räder verteilt. Bei rein batterieelektrischen Fahrzeugen entfällt auch der Verbrennungsmotor inklusive Kraftstoffsystem.

Brennstoffzellen-Fahrzeuge sind, wie auch das batterieelektrische Fahrzeug, auf Elektromotor, Traktionsbatterie und einen elektrifizierten Antriebsstrang angewiesen. Des Weiteren benötigen Brennstoffzellen-Fahrzeuge zusätzlich ein Brennstoffzellensystem und eine Wasserstoff- bzw. Methanolversorgung. Externes elektrisches Laden ist in der Regel nicht vorgesehen.

4.2 AUSWIRKUNGEN DER ELEKTROMOBILITÄT AUF WARTUNG UND REPARATUR

4.2.1 KONVENTIONELLER VERBRENNUNGSMOTOR

Im Folgenden werden die Auswirkungen der unterschiedlichen Elektrifizierungskonzepte auf die Wartung und Reparatur dargestellt. Diese resultieren aus dem Vergleich der betrachteten Elektrifizierungskonzepte gegenüber herkömmlichen Fahrzeugen mit Otto- oder Dieselmotoren und mechanischem Antriebsstrang. Energiequelle ist flüssiger Kraftstoff aus einem Kraftstofftank. Durch die chemisch-mechanische Energieumwandlung und die mechanische Kraftübertragung entsteht Wärme, Reibung und Verschleiß im Motor sowie im gesamten mechanischen Antriebsstrang.

Abbildung 14: Wartung konventioneller Verbrennungsmotor
(Quelle: CAST 2014)

Aus diesen Gründen müssen zur Wartung in gewissen Intervallen die folgenden Tätigkeiten durchgeführt werden:

- Öl- inklusive Ölfilterwechsel,
- Austausch Kühlmittel,
- Zündkerzenwechsel,
- Luftfilterwechsel,
- Zahnriemenwechsel,
- Kraftstofffilterwechsel sowie
- Bremsflüssigkeitswechsel.

Die wichtigsten verschleißabhängigen Reparaturarbeiten und der damit verbundene Austausch von Bauteilen sind:

- Bremsbeläge und -scheiben,
- Abgasanlage sowie
- Kupplung.

Aufgrund des technischen Fortschritts konnten in den letzten Jahren die Wartungsumfänge reduziert und die Wartungsintervalle erhöht werden. Auch die Zahl der Reparaturereignisse war bei Verbrennungsmotoren in der Vergangenheit stark rückläufig (siehe Kapitel 2.2).

4.2.2 VOLLHYBRID

Ein Vollhybrid besitzt einen Verbrennungsmotor, den dazugehörigen mechanischen Antriebsstrang und das Kraftstoffsystem. Hinzu kommt ein Elektromotor/Generator, der von einer Hochvoltbatterie mit elektrischer Energie versorgt wird. Ein zusätzlicher elektrischer Antriebsstrang wird benötigt, um ein rein elektrisches Fahren zu realisieren.

Im Hinblick auf die Wartung ergeben sich aus dieser technischen Konfiguration die folgenden Konsequenzen: Wie bei einem konventionellen Fahrzeug mit Verbrennungsmotor müssen auch hier in gewissen Intervallen bestimmte Wartungsarbeiten durchgeführt werden. Über die beim Verbrennungsmotor genannten Tätigkeiten hinaus fällt bei Vollhybrid-Fahrzeugen noch eine spezifische Kontrolle der Leistungselektronik an. Diese besteht in der Regel aus der Kontrolle relevanter Fehlerspeichereinträge der beteiligten Steuergeräte sowie einer Sichtprüfung. Je nach Hersteller ist der Aufwand für die Kontrolle der Leistungselektronik im Aufwand für die Kontrolle eines konventionellen Fahrzeugs enthalten oder wird mit 2–3 Arbeitswerten (AW) kalkuliert.

Im Hinblick auf die Verschleißreparaturen wird durch die Energie-Rekuperation von einer geringeren Abnutzung der Bremsbeläge und -scheiben ausgegangen. Im Rahmen dieser Studie wird basierend darauf angenommen, dass diese um rund ein Drittel niedriger als bei konventionellen Verbrennungsfahrzeugen ist. Vollständig entfällt im betrachteten Zeitraum dieser Studie (12 Jahre; Jahreslaufleistung 12.000 km) der Verschleiß der Kupplung und

Abbildung 15: Sichtprüfung der Hochvoltleitung am Fahrzeug Mercedes S400 Hybrid
(Quelle: CAST 2014)

deren Austausch, da Vollhybride nur mit Automatikgetriebe ausgestattet sind. Bei der Abgasanlage ist bei einem Vollhybrid-Fahrzeug im Vergleich zu einem konventionellen Fahrzeug von einem identischen Verschleiß auszugehen. Fährt das Fahrzeug häufig rein elektrisch oder arbeitet der Verbrennungsmotor je nach Hybridstrategie nur sehr selten und zeitlich kurz, könnte der Verschleiß der Abgasanlage eines Vollhydrids unter Umständen aufgrund von Korrosion (und sogenannten Gammeleffekten) jedoch auch höher sein.

4.2.3 PLUG-IN-HYBRID

Ein Plug-in-Hybrid (PIH) ist ein Vollhybrid, der zusätzlich über die Möglichkeit verfügt, die Traktionsbatterie extern mit einem entsprechenden Ladegerät zu laden. Dazu werden meist Batterien mit größerer Kapazität eingesetzt, um so längere Strecken als beim Vollhybrid rein elektrisch zurücklegen zu können und den Hybridantrieb nur für lange Fahrten zu nutzen.

Auch in diesem Fall ergeben sich im Hinblick auf die Wartung gegenüber einem konventionellen Fahrzeug mit Verbrennungsmotor nur relativ geringe Veränderungen. Hinzu kommt, ebenso wie beim Vollhybrid, die Kontrolle der Leistungselektronik – hier ergänzt um die Ladeeinrichtung inklusive Steckdose. Ansonsten sind die durchzuführenden Wartungsarbeiten mit denen bei einem Fahrzeug mit Verbrennungsmotor identisch (Abbildung 16).

Abbildung 16: Ölwechsel am Toyota Prius Plug-in-Hybrid
(Quelle: CAST 2014)

Im Hinblick auf die Verschleißreparaturen stellt sich die Situation im Grundsatz wie bei einem Vollhybrid dar: Bremsbeläge und -scheiben werden um etwa ein Drittel weniger beansprucht, ein Austausch der Kupplung entfällt. Bei der Abgasanlage ergibt sich keine Veränderung.

4.2.4 PLUG-IN-HYBRID MIT RANGE EXTENDER

Das Range Extender Konzept (REEV) sieht vor, dass im Alltag rein elektrisch gefahren werden kann und z. B. ein Verbrennungsmotor lediglich bei langen Fahrten wie ein Stromaggregat die Hochvoltbatterie lädt. Somit benötigt das Fahrzeug neben einem Elektromotor/Generator und einer Traktionsbatterie ein weiteres Aggregat und dessen Kraftstoffsystem. Meist wird ein kleinvolumiger Verbrennungsmotor verwendet. Der Antriebsstrang ist ansonsten weitestgehend elektrisch ausgeführt.

Im Hinblick auf die Wartung ergeben sich bei REEV-Fahrzeugen im Vergleich zum Voll- und Plug-in-Hybrid zusätzliche Arbeiten, und zwar der Austausch der Trocknerpatrone, die bei einer größer ausgelegter Hochvoltbatterie die Feuchtigkeit aus dieser abführt, sowie je nach Hersteller und konzeptioneller Methode der Austausch von Kühlmitteln. Ansonsten sind auch beim Range Extender eine Kontrolle der Leistungselektronik und die beim Verbrennungsmotor üblichen Arbeiten notwendig. Da der Verbrennungsmotor

allerdings in der Regel immer im günstigsten Betriebspunkt, also immer in der optimalen Last/Drehzahl betrieben wird, könnte der Wartungsaufwand durchaus niedriger ausfallen als beim konventionellen Fahrzeug.

Hinsichtlich der Verschleißreparaturen ist die Situation beim Range Extender identisch mit der beim Voll- und Plug-in-Hybrid:

- Bremsbeläge und -scheiben: -33%
- Abgasanlage: in etwa gleich
- Wegfall Kupplung.

4.2.5 BATTERIEELEKTRISCHES FAHRZEUG

Bei batterieelektrischen Fahrzeugen (BEV) entfallen sämtliche verbrennungsmotorischen Bauteile sowie der mechanische Antriebsstrang. Verbaut sind ein Elektromotor/Generator, eine Traktionsbatterie und der durchgängige elektrische Antriebsstrang. Das externe Laden der Hochvoltbatterie erfolgt durch ein entsprechendes Ladegerät.
Durch die deutlich unterschiedlichen technischen Konfigurationen von BEV-Fahrzeugen ergeben sich hier große Unterschiede hinsichtlich der Wartungs- und Reparaturarbeiten gegenüber konventionell angetriebenen Fahrzeugen. Im Hinblick auf die Wartung entfallen sämtliche Arbeiten, die mit dem Verbrennungsmotor sowie dem mechanischen Antrieb zusammenhängen. Demgegenüber müssen – wie beim Plug-in-Hybrid mit Range Extender – die folgenden Arbeiten durchgeführt werden: Kontrolle der Leistungselektronik, Austauschen der Trocknerpatrone sowie je nach Hersteller und konzeptioneller Methode der Austausch von Kühlmitteln in Batterie- und Leistungselektronik-Kühlkreisläufen.

Bei den Verschleißreparaturen entfällt nunmehr nicht nur die Kupplung, sondern auch die komplette Abgasanlage. Darüber hinaus kann auch hier aufgrund der Energie-Rekuperation von einem um ein Drittel reduzierten Verschleiß bei den Bremsbelägen und -scheiben ausgegangen werden.

4.2.6 BRENNSTOFFZELLEN-FAHRZEUG

Ein Brennstoffzellen-Fahrzeug erzeugt auf Basis von Wasserstoff oder Methanol elektrische Energie, die zum Antrieb eines Elektromotors genutzt werden kann. Dazu muss in solchen Fahrzeugen ein Elektromotor/Generator, ein Brennstoffzellen-System bestehend aus Wasserstoffmodul und Brennstoffzellenstack, Wasserstofftanks sowie eine Traktionsbatterie, welche Rekuperation ermöglicht und die Brennstoffzelle bei Lastwechsel entlastet, verbaut sein. Der Antriebsstrang ist rein elektrisch ausgelegt.

Bei Brennstoffzellen-Fahrzeugen entfallen zwar die bei konventionellen Fahrzeugen notwendigen verbrennungsmotorischen Arbeiten. Andererseits müssen aber folgende zusätzliche Arbeiten durchgeführt werden:

- Wasserstoff Sensorik auf Funktion prüfen,
- Wasserstoffeinfüllstutzen auf Verschmutzung prüfen,
- Entlüftungsöffnung auf Sicht prüfen,
- Abblasklappe auf Beschädigung prüfen,
- Ionentauscher wechseln,
- Prüfung / Austausch weiterer Kühlmittel.

Bei den Verschleißreparaturen ist die Situation vergleichbar wie bei einem BEV-Fahrzeug: Kupplung und Abgasanlage entfallen komplett, bei den Bremsbelägen und -scheiben kann eine um ein Drittel verminderte Belastung angenommen werden.

4.2.7 ZUSAMMENFASSUNG WARTUNG UND REPARATUR

Abbildung 17 verdeutlicht den Komplexitätsgrad der in den betrachteten Elektrifizierungskonzepten eingesetzten Technologien und deren Auswirkungen auf Wartung und Reparatur:

Voll-Hybrid-, Plug-in-Hybrid- und Range-Extender-Fahrzeuge benötigen zur Wartung zusätzlich zu den konventionellen Arbeiten die Prüfung der Elektronik-Komponenten. Bei Bremsbelägen und -scheiben ist mit einem geringeren Verschleiß zu rechnen, die Kupplung entfällt komplett. Zusätzlich können Reparaturarbeiten an den Hochvoltbatterien anfallen. Bei batterieelektrischen Fahrzeugen entfallen sämtliche Wartungen und Verschleißreparaturen, die mit dem Verbrennungsmotor zusammenhängen. Dies gilt auch für Brennstoffzellenfahrzeuge. Hier kommen jedoch umfangreiche Wartungsarbeiten des gesamten Wasserstoffsystems hinzu.

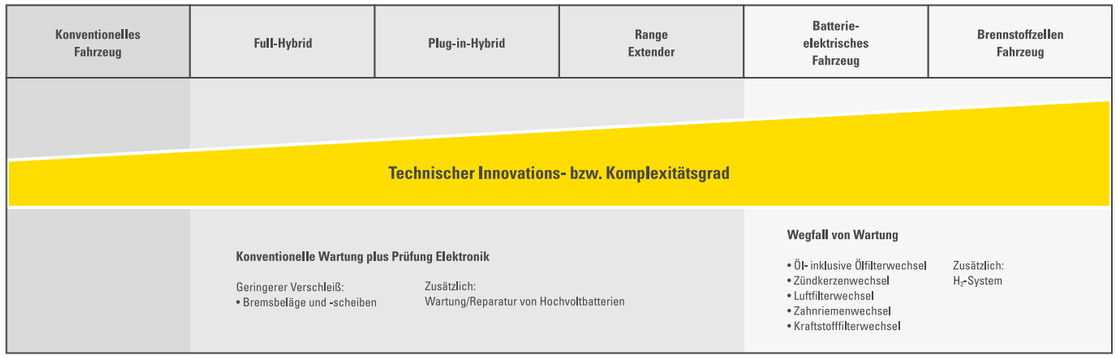


Abbildung 17: Elektromobilität und Wartung/Reparatur aus technischer Sicht (Quelle: CAST 2014)

Eine detaillierte Aufstellung der unterschiedlichen Wartungs- und Reparaturumfänge von konventionellen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor und den verschiedenen Elektrifizierungskonzepten zeigt Abbildung 18.

		ICE	Voll-hybrid	PIH	REEV	BEV	Fuel Cell
Wartung	Öl- inklusive Ölfilterwechsel	✔	✔	✔	✔	-	-
	Austausch Kühlmittel	✔	✔	✔	✔	-	-
	Zündkerzenwechsel	✔	✔	✔	red.	-	-
	Luftfilterwechsel	✔	✔	✔	✔	-	-
	Zahnriemenwechsel	✔	✔	✔	✔	-	-
	Kraftstofffilterwechsel	✔	✔	✔	✔	-	-
	Bremsflüssigkeitswechsel	✔	✔	✔	✔	✔	✔
	Kontrolle der Leistungselektronik	-	✔	✔	✔	✔	✔
	Austausch der Trocknerpatrone	-	-	-	✔*	✔*	✔*
	Austausch zusätzlicher Kühlmittel	-	✔*	✔*	✔*	✔*	✔*
	Prüfung Wasserstoffsensorik	-	-	-	-	-	✔
	Prüfung Entlüftungsöffnung	-	-	-	-	-	✔
	Prüfung Abblasklappe	-	-	-	-	-	✔
	Wechsel Ionentauscher	-	-	-	-	-	✔
Reparatur	Bremsbeläge und -scheiben	✔	red.	red.	red.	red.	red.
	Abgasanlage	red.	red.	red.	red.	-	-
	Kupplung	✔*	-	-	-	-	-

* Je nach Hersteller und konzeptioneller Methode

Abbildung 18: Wartungs- und Reparaturumfänge unterschiedlicher Antriebskonzepte (Quelle: Eigene Darstellung)

Anzumerken ist, dass in dieser Studie für elektrifizierte Fahrzeuge durchgängig ein verminderter Bremsenverschleiß um ein Drittel aufgrund der Energie-Rekuperation angenommen wurde. Diese Annahme ist – wie die Expertengespräche gezeigt haben – nicht unumstritten, so dass hier ein weiterer Forschungsbedarf besteht. Nicht berücksichtigt wurden auch sogenannte Gammel-Effekte wie Korrosion, die durch die geringere Nutzung der Betriebsbremsanlage entstehen können (Abbildung 19).

Abbildung 19: Korrodierte, verschlissene Bremsscheibe (Quelle: CAST 2014)

Weiterhin ist auch der Reifenverschleiß von elektrifizierten gegenüber konventionellen Fahrzeugen umstritten. In der vorliegenden Studie wurde ein identischer Reifenverschleiß von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren und den elektrifizierten Antriebskonzepten angenommen.

Darüber hinaus besteht ein weiterer Forschungsbedarf im Bereich der Messung, Überwachung und Fehlerdiagnose von Hochvoltbatterien im Werkstattumfeld sowie Kfz-servicegerechte Reparatur-, Austausch- und Transportsysteme für Batterieelemente

4.3 AUSWIRKUNGEN AUF DIE ARBEITSSICHERHEIT

Durch den Einsatz von Hochvolttechnologie in den elektrifizierten Fahrzeugen unterscheidet sich der Service an Elektrofahrzeugen deutlich vom Service an konventionellen Fahrzeugen. Das Berühren von unter Spannung stehenden Teilen des Fahrzeugs kann für die Mitarbeiter im Service zu erheblichen gesundheitlichen Schäden bis hin zum Exitus führen.

Aus diesem Grund erfordert die Wartung und Reparatur von elektrifizierten Fahrzeugen die Durchführung einer detaillierten Gefährdungsbeurteilung auf Grundlage geltender Normen und Gesetze in der Kfz-Werkstatt. Ergebnisse dieser Gefährdungsbeurteilung betreffen die folgenden Bereiche:

- Technische Maßnahmen wie Ausstattung, Werkzeuge und Betriebsmittel.
- Persönliche Maßnahmen wie Weiterbildung und Qualifizierung und die persönliche Schutzausrüstung.
- Organisatorische Maßnahmen wie Betriebsanweisung, Sicherheitsunterweisung und der Einsatz einer verantwortlichen Elektrofachkraft.

Folgende Sicherheitsausrüstung ist aktuell – festgelegt durch verschiedene Vorschriften und VDE-Bestimmungen – zwingend erforderlich (Abbildung 20):

- Aufbewahrung der Betriebsmittel in einem separaten HV-Schrank im Nebenraum; elektrische Schutzhandschuhe nach DIN EN 60903 sowie ein Helm bzw. Gesichtsschutz als persönliche Schutzausrüstung.
- Ein Komplettset für Elektro- und Hybridfahrzeuge, inklusive isoliertem Werkzeug nach DIN EN 60900.
- Ein Isolationsmessgerät und Isolierabdecktücher nach VDE 0680/1.
- Diverse Warnzeichen, Warnaufsteller und Absperrungen.

Abbildung 20: Sicherheitswerkzeug für Service an Elektrofahrzeugen
(Quelle: Knipex/Conrad)

Die hohen Sicherheitsanforderungen im Umgang mit Hochvoltbatterien und die neuartigen Tätigkeiten im Rahmen von Wartung und Verschleißreparaturen durch die Elektrifizierung des Antriebsstranges haben Konsequenzen für die technische Ausstattung der Werkstätten und die Qualifizierung der Mitarbeiter.

4.4 AUSWIRKUNGEN AUF DIE TECHNISCHE AUSSTATTUNG DER WERKSTÄTTEN

Im Hinblick auf die technische Ausstattung der Werkstätten ergeben sich die folgenden zusätzlichen Anforderungen:

- Einrichtung von Ladestationen für Hybrid- und Elektrofahrzeuge.
- Anschaffung von Spezialwerkzeug, Hebe- und Transportmittel für die Hochvoltbatterie sowie evtl. einen Hochvoltbatterie-Arbeitsplatz zur Reparatur bzw. zum Austausch von Batterieelementen.
- Für Arbeiten an Brennstoffzellen-Fahrzeugen werden zusätzlich eine Gaswarnanlage, eine Einrichtung für den Potenzialausgleich sowie ein H_2-Lecktester benötigt.

Die betriebswirtschaftlichen Auswirkungen dieser zusätzlichen technischen Einrichtungen in der Kfz-Werkstatt werden in Kapitel 5.6 dargestellt.

4.5 AUSWIRKUNGEN AUF DIE QUALIFIKATION DER MITARBEITER

Im Hinblick auf Arbeiten mit Hochvoltbatterien werden drei Stufen unterschieden:

Stufe 1 Nicht-elektrotechnische Arbeiten:
Alle nicht-elektrotechnischen Arbeiten, die an einem Fahrzeug mit HV-System durchgeführt werden: z. B. Karosseriearbeiten, Öl- oder Radwechsel. Die Mitarbeiter müssen auf die möglichen elektrischen Gefährdungen des HV-Systems hingewiesen und über die bestimmungsgemäße Verwendung des Fahrzeuges unterwiesen werden.

Stufe 2 Elektrotechnische Arbeiten:
Fachkunde für Arbeiten an HV-Systemen, die nicht HV-eigensicher sind. Dies beinhaltet alle elektrotechnischen Arbeiten, die im spannungslosen Zustand ausgeführt werden. Dazu ist die Außer- und Wiederinbetriebnahme der HV-Anlage erforderlich.

Stufe 3 Elektrotechnische Arbeiten unter Spannung:
Mit der Qualifizierung zum Arbeiten unter Spannung am HV-System können alle elektrotechnischen Arbeiten am Fahrzeug durchgeführt werden. Voraussetzung für die Qualifizierung zur Stufe 3 ist die erfolgreiche Absolvierung der Qualifizierung zur Stufe 2 und die sichere Durchführung der damit verbundenen praktischen Tätigkeiten.

Abbildung 21 gibt einen Überblick, welche Arbeiten abhängig vom jeweiligen Qualifikationsniveau durchgeführt werden dürfen.

Bei Brennstoffzellen-Fahrzeugen sind zusätzlich eine Unterweisung in die Brennstoffzellentechnologie und die Schulung zur Gasanlagenprüfung (GAP) notwendig.

Tätigkeiten \ Erforderliche Qualifikation	Kfz-Mechaniker Kfz-Mechatroniker	Elektrotechnisch unterwiesene Personen für Arbeiten an Kraftfahrzeugen mit Hochvolt-Systemen (0,5 – 2 UE) (Stufe 1)	EFK HV Elektrofachkraft für Hochvolt – Systeme in Kraftfahrzeugen (48 UE + Praxis) (Stufe 2)	Arbeiten unter Spannung für Elektrofachkräfte für Hochvolt – Systeme in Kraftfahrzeugen (7 UE) (Stufe 3)	VEFK-HV Verantwortliche Elektrofachkraft
Freischaltung des Fahrzeugs *			■	■	■
Inbetriebnahme des Fahrzeugs *			■	■	■
Arbeiten am spannungsfreien Fahrzeug (nicht Hochvoltsystem) *		■	■	■	■
Messen, Diagnostizieren an Fahrzeugen unter Spannung ohne Gefahr der Berührung von Hochvolt-Teilen *		■	■	■	■
Messen, Diagnostizieren an Fahrzeug unter Spannung (nicht Hochvoltsystem) *			■	■	■
Arbeiten am Hochvolt-System *				■	■

Abbildung 21: Qualifizierungsmatrix für Arbeiten an Elektrofahrzeugen
(Quelle: Hochschule Esslingen, CAST)

* Serienfahrzeuge

4.6 AUSWIRKUNGEN AUF DEN WERKSTATTPROZESS

Die Wartung und Reparatur von Elektrofahrzeugen verändert auch die Tätigkeiten im Werkstattprozess. Abbildung 22 zeigt einen standardisierten Ablauf eines Werkstattereignisses von der Terminvereinbarung bis zur Nachbearbeitung.

Abbildung 22: Arbeits- und Serviceprozess in der Kfz-Werkstatt
(Quelle: Hochschule Esslingen, CAST)

Der Werkstattprozess muss in den folgenden Arbeitsschritten an die Spezifika der Elektromobilität angepasst werden:

Terminvereinbarung: Bei der Terminvereinbarung muss geklärt werden, welche Elektrifizierungsstufe bei dem betreffenden Fahrzeug vorliegt und ob spezifische Arbeiten durchgeführt werden müssen.

Terminvorbereitung: Bei der Terminvorbereitung müssen alle fahrzeugrelevanten Daten erfasst werden (z. B. aktuelle Batteriedaten per Ferndiagnose). Außerdem muss ein Ladeplatz reserviert und die Verfügbarkeit einer Elektrofachkraft für den Zeitraum der Wartung oder Reparatur eingeplant werden. Da bei Fahrzeugen mit elektrifiziertem Antriebsstrang immer mehr Leichtbau betrieben wird, um das hohe Gewicht der Batterie auszugleichen, muss die Werkstatt wissen, ob es sich bei der bevorstehenden Reparatur z. B. um eine Aluminium- oder CFK-Karosserie handelt, da dazu ein spezieller Arbeitsplatz sowie ein spezieller Werkzeugsatz benötigt wird.

Fahrzeugannahme: Bei der Fahrzeugannahme ist eine Sicherheitsanalyse durchzuführen. Auf Basis einer Vordiagnose muss entschieden werden, ob und wie das Fahrzeug gewartet und repariert werden kann. Aufgrund der spezifischen Eigenschaften der Fahrzeuge (Fahrzeugkonzept, Fahrgeräusche, Laden, Reichweite, Vernetzung usw.) sind neuartige Kundenbeanstandungen zu erwarten, für deren Entgegennahme und Bewertung die Mitarbeiter geschult werden müssen.

Leistungserstellung: Bei der Leistungserstellung müssen vor allem die Sicherheitsvorschriften beachtet und eingehalten werden. Von besonderer Bedeutung ist es, das Fahrzeug spannungsfrei zu schalten (Abbildung 23). Die Freischaltung erfolgt in fünf Schritten:

(1) Freischaltung,
(2) Sicherung gegen Wiedereinschalten,
(3) Feststellung der Spannungsfreiheit durch zweipoligen Spannungsprüfer oder Multimeter,
(4) Erdung bei Multibordnetzen sowie
(5) Abdeckung bzw. Abschrankung der unter Spannung stehenden Teile.

Abbildung 23: Freischaltung Toyota Prius Plug-in-Hybrid
(Quelle: Hochschule Esslingen, CAST)

Qualitätsprüfung: Die Qualitätskontrolle muss durch qualifiziertes Personal erfolgen, das Fahrzeug muss gereinigt und geladen werden.

Im Hinblick auf die Fahrzeugrückgabe und die Nachbetreuung ergeben sich keine besonderen Anforderungen.

4.7 VERIFIKATION DER ARBEITSPROZESSE FÜR DIE WARTUNG UND REPARATUR ELEKTRIFIZIERTER FAHRZEUGE

Im Rahmen einer labortechnischen Untersuchung am Center of Automotive Service Technology (CAST) der Hochschule Esslingen wurde die Durchführung von typischen Wartungsarbeiten an einem Toyota Prius Plug-in-Hybrid und einer Mercedes-Benz S-Klasse 400 Hybrid in Gegenüberstellung zur S-Klasse 350 (beides Modelle der Baureihe 221) überprüft (Abbildung 24).

An den Fahrzeugen wurden die folgenden Arbeiten durchgeführt:

- Kontrolle des Hochvoltsystems,
- Öl- mit Filterwechsel,
- Austausch des Luftfilters sowie Austausch der Zündkerzen.

Insbesondere wurde geprüft, wie das Hochvoltsystem, vor allem die Verkabelung, verbaut ist und inwiefern Hochvoltkomponenten die üblichen Wartungsarbeiten behindern oder beeinträchtigen. Ebenso wurde ermittelt, ob der Mechatroniker mit dem Hochvoltsystem in Berührung kommen könnte.

Im Hinblick auf den Toyota Prius Plug-in-Hybrid konnte festgestellt werden, dass die allgemeinen Wartungsarbeiten durch die Komponenten des Hochvoltsystems nicht erschwert oder beeinträchtigt wurden. Weiterhin konnte festgestellt werden, dass die Vorgabezeiten des Herstellers realistisch sind. Toyota verlangt bei der Wartung eines Prius Plug-in-Hybrid die Freischaltung des Fahrzeugs, die rund 15 Minuten in Anspruch nimmt.

Auch bei der Mercedes-Benz S-Klasse behindert das Hochvoltsystem die Wartungsarbeiten nicht (Abbildung 25). Es findet keine Berührung mit dessen Komponenten statt. Bei der S-Klasse ist für Wartungsarbeiten nach Herstellerangaben keine HV-Freischaltung notwendig. Der Zeitaufwand für eine Wartung ist identisch mit dem konventionellen Fahrzeugmodell, obwohl zusätzlich die Hochvoltanlage überprüft werden muss. Hierzu müssen bei dem Mechatroniker, der mit der Durchführung der Wartungsarbeiten betraut ist, allerdings die dafür notwendigen Grundqualifikationen vorliegen (sog. HV-Sensibilisierung).

Durch die geringe Anzahl von elektrifizierten Fahrzeugen im Markt, bestehen noch kaum praktische Erfahrungen über die spezifischen Arbeitsprozesse und deren effizienter Durchführung im Werkstattalltag. Da die Fahrzeuge nur selten zu Wartungs- und Reparaturarbeiten in die Werkstatt kommen, werden die Tätigkeiten von Fall zu Fall durchgeführt. Eine zunehmende Marktdurchdringung wird jedoch die Fahrzeugdurchläufe und damit den Handlungsdruck auf angepasste und effiziente Arbeitsprozesse erhöhen.

Abbildung 24: Zündkerzenwechsel am Toyota Prius Plug-in-Hybrid
(Quelle: Hochschule Esslingen, CAST)

Abbildung 25: HV-Kabelführung im Motorraum Mercedes-Benz S 400 Hybrid
(Quelle: Hochschule Esslingen, CAST)

Kapitel 5

AUSWIRKUNGEN DER ELEKTRIFIZIERUNG AUF DIE BESCHÄFTIGUNG IM AFTER SALES

5.1 VORGEHENSWEISE

Das Arbeitsvolumen und die Beschäftigung im After Sales hängt von zahlreichen Faktoren ab. Im Rahmen einer Online-Befragung wurden im Jahr 2013 Inhaber und Geschäftsführer von Autohäusern und Kfz-Werkstätten gefragt, welche Faktoren nach ihrer Auffassung in Zukunft den stärksten positiven oder negativen Einfluss auf das Arbeitsvolumen im After Sales haben werden. Als wichtigste positive Faktoren wurden die Zunahme elektronischer Komponenten und die wachsende technische Komplexität der Fahrzeuge genannt (Abbildung 26). Dem stehen als wichtigste negative Faktoren die zunehmende Preissensibilität der Autofahrer und die sinkende Reparaturhäufigkeit gegenüber. Der Einfluss der Elektrifizierung des Antriebsstranges wird als leicht negativ angesehen (-0,12).

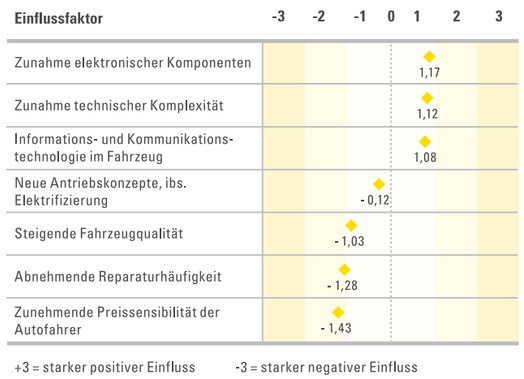


Abbildung 26: Herausforderungen im After Sales – Ergebnisse einer Befragung (Quelle: IFA 2013)

In der vorliegenden Studie wird versucht, den isolierten Einfluss der Elektrifizierung auf das Arbeitsvolumen und die Beschäftigung im After Sales abzuschätzen. Es handelt sich also um eine Ceteris-paribus-Betrachtung, die lediglich bei einer Berechnungs-Variante aufgehoben wurde (siehe Kapitel 5.4). Da zwischen zahlreichen Einflussfaktoren Wechselwirkungen vorliegen, muss diese Randbedingung bei der Interpretation der Untersuchungsergebnisse berücksichtigt werden.

Grundlage für die Abschätzung der Beschäftigungs-Effekte der Elektrifizierung im After Sales ist die Ermittlung des Arbeitsvolumens für die elektrifizierten Antriebskonzepte im Vergleich zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren (Benziner/Diesel). Dazu wurden verschiedene Fahrzeugtypen aus unterschiedlichen Fahrzeugsegmenten (Kleinwagen, Mittelklasse, Oberklasse) und deren jeweiliges Wartungs- und Reparaturvolumen ermittelt. Ergänzt wurde diese quantitative Analyse durch Experteninterviews mit After Sales Verantwortlichen von Automobilherstellern und -importeuren sowie weiteren Experten. Die Ergebnisse im Hinblick auf die ermittelten Arbeitsvolumina sowie Service- und Teileumsätze stellen einen plausibilisierten Mittelwert der untersuchten Fahrzeuge dar. Zugrunde gelegt wurde einheitlich jeweils eine Nutzungsdauer von 12 Jahren bei einer Fahrleistung von 12.000 km pro Jahr. Das Arbeitsvolumen wird in sogenannten Arbeitswerten (AW) gemessen. Ein Arbeitswert wurde mit 5 Minuten angesetzt.

Die Berechnung der gesamten Veränderung des Arbeitsvolumens durch die Elektrifizierung erfolgt szenarioabhängig. So wurden drei Szenarien mit jeweils unterschiedlichen Anteilen konventioneller und elektrifizierter Antriebskonzepte am Gesamtbestand an PKW entwickelt. Zusätzlich wurden die drei Szenarien auch noch unter Variation der Annahme hinsichtlich des PKW-Bestandes berechnet.

Die Überleitung der ermittelten Veränderungen bei den Arbeitsvolumina in Beschäftigtenzahlen erfolgte aufgrund eines Rechenmodells, in das die folgenden Faktoren eingegangen sind: PKW-Bestand, durchschnittliche Anzahl der Arbeitsstunden je Fahrzeug und Jahr sowie die effektive Arbeitszeit der produktiv Beschäftigten. Die ermittelten Beschäftigungs-Effekte wurden aus Gründen einer höheren Anschaulichkeit dann noch je Betriebsstätte ausgewiesen. Bezugsgröße der ermittelten Beschäftigungs-Effekte ist die Beschäftigung im deutschen Kraftfahrzeuggewerbe.

5.2 AUSWIRKUNGEN DER ELEKTRIFIZIERUNG AUF DAS ARBEITSVOLUMEN IM AFTER SALES

Bei Vollhybriden ergeben sich zusammen mit Plug-in-Hybriden wenig überraschend die geringsten Veränderungen bei den Arbeitswerten, da diese Fahrzeuge konventionell angetriebenen Fahrzeugen am ähnlichsten sind. Insgesamt wurde gegenüber Benzinfahrzeugen ein Rückgang von 11,2 %, gegenüber Dieselfahrzeugen von 4,7 % ermittelt (Abbildung 27). Bei der Wartung ergibt sich aufgrund der höheren technischen Komplexität von Vollhybriden ein nur minimaler Unterschied gegenüber Benzinfahrzeugen. Gegenüber Dieselfahrzeugen ist der Wartungsaufwand sogar höher. Stärkere Unterschiede zeigen sich bei den Verschleißreparaturen. Hier macht sich vor allem der um rund ein Drittel geringere Bremsenverschleiß bemerkbar.

Vollhybrid			
	Wartung	**Reparatur**	**Summe**
Arbeitswerte			
Vollhybrid	267,0	55,2	322,2
Benzin	273,7	89,2	362,9
Diesel	250,3	87,8	338,1
Veränderung in v. H.			
Vollhybrid/Benzin	-2,4	-38,1	-11,2
Vollhybrid/Diesel	+6,8	-37,1	-4,7

Abbildung 27: Arbeitswerte Vollhybrid (Quelle: Eigene Darstellung)

Auch bei Plug-in-Hybriden zeigt sich auch ein relativ geringer Rückgang der Arbeitswerte gegenüber konventionell angetriebenen Fahrzeugen, da bei diesem Elektrifizierungskonzept die verbrennungsmotorischen Wartungsumfänge voll erhalten bleiben. Im Vergleich zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren liegt das Arbeitsvolumen um 6,9 % (Benziner) bzw. 9,4 % (Diesel) niedriger (Abbildung 28). Auch hier spielt der geringere Bremsenverschleiß die wichtigste Rolle.

Plug-in-Hybrid			
	Wartung	**Reparatur**	**Summe**
Arbeitswerte			
Plug-in-Hybrid	221,0	47,5	268,5
Benzin	228,0	60,5	288,5
Diesel	236,0	60,5	296,5
Veränderung in v. H.			
Plug-in-Hybrid/Benzin	-3,1	-21,5	-6,9
Plug-in-Hybrid/Diesel	-6,4	-21,5	-9,4

Abbildung 28: Arbeitswerte Plug-in-Hybrid (Quelle: Eigene Darstellung)

Bei Plug-in-Hybriden mit Range Extender ergeben sich gegenüber Benzinfahrzeugen leicht höhere (+3,2 %), gegenüber Diesel fahrzeugen niedrigere (-13,7 %) Arbeitswerte (Abbildung 29). Vor allem der Wartungsaufwand für Range-Extender Fahrzeuge ist höher als der für konventionell angetriebene Fahrzeuge. Hier müssen die weiter oben ausgeführten zusätzlichen Arbeiten durchgeführt werden, und zwar neben der Kontrolle der Leistungselektronik der Austausch der Trocknerpatrone und der Austausch von zusätzlichem Kühlmittel.

Plug-in-Hybrid mit Range Extender			
	Wartung	**Reparatur**	**Summe**
Arbeitswerte			
PIH Range Extender	295,8	31,9	327,7
Benzin	226,8	90,7	317,5
Diesel	274,8	105,1	379,9
Veränderung in v. H.			
PIH RE/Benzin	+30,4	-64,8	+3,2
PIH RE/Diesel	+7,6	-69,6	-13,7

Abbildung 29: Arbeitswerte Plug-in-Hybrid mit Range Extender (Quelle: Eigene Darstellung)

Bei batterieelektrischen Fahrzeugen (BEV) zeigen sich vor allem im Bereich der Verschleißreparaturen deutlich niedrigere Werte, was auf den Wegfall aller verbrennungsmotorischen Reparaturumfänge zurückzuführen ist (Abbildung 30). So liegen die Arbeitswerte im Reparaturbereich mit 63,0 % (gegenüber Benziner) und 66,7 % (Diesel) deutlich niedriger. Im Wartungsbereich ist der Arbeitsaufwand gegenüber konventionell angetriebenen Fahrzeugen etwas erhöht, was vor allem auf den zusätzlichen Arbeitsvorgang „Herstellung von Spannungsfreiheit" zurückzuführen ist. Insgesamt ergibt sich bei BEV Fahrzeugen ein Rückgang der Arbeitswerte um 13,5 % (Benziner) bzw. 12,7 % (Diesel).

Batterieelektrischer Antrieb (BEV)			
	Wartung	**Reparatur**	**Summe**
Arbeitswerte			
BEV	211,0	22,0	233,0
Benzin	210,0	59,5	269,5
Diesel	201,0	66,0	267,0
Veränderung in v. H.			
BEV/Benzin	+0,5	-63,0	-13,5
BEV/Diesel	+5,0	-66,7	-12,7

Abbildung 30: Arbeitswerte BEV
(Quelle: Eigene Darstellung)

Aufgrund der Tatsache, dass es bislang keine in Serie hergestellten Fahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieb gibt und hier nur in geringem Umfang praktische Erfahrungen im Alltagsbetrieb vorliegen, ist die Abschätzung der Veränderungen des Arbeitsvolumens bei diesen Fahrzeugen besonders schwierig. Die hier ermittelten Ergebnisse basieren daher weitgehend auf technischen Abschätzungen und Plausibilitätsüberlegungen. Demnach ergibt sich für Brennstoffzellenfahrzeuge ein gegenüber konventionell angetriebenen Fahrzeugen leicht erhöhter Aufwand (Abbildung 31).

Gegenüber Benzinfahrzeugen liegt er bei 1,6 %, gegenüber Dieselfahrzeugen bei 5,1 %. Hier spielt vor allem der erhöhte Wartungsaufwand eine Rolle, der auf die zusätzlichen Arbeiten rund um die Brennstoffzelle zurückzuführen ist (z. B. Funktionsprüfung für Wasserstoff-Sensorik, Wechsel des Ionentauschers). Insgesamt liegt nach diesen Abschätzungen der Wartungsaufwand für Brennstoffzellenfahrzeuge um 8,8 % (gegenüber Benziner) bzw. 13,4 % (gegenüber Diesel) höher.

Brennstoffzelle (Fuel Cell)			
	Wartung	**Reparatur**	**Summe**
Arbeitswerte			
Brennstoffzelle	348,0	54,0	402,0
Benzin	320,0	75,5	395,5
Diesel	307,0	75,5	382,5
Veränderung in v. H.			
Brennstoffzelle/ Benzin	+8,8	-28,5	+1,6
Brennstoffzelle/Diesel	+13,4	-28,5	+5,1

Abbildung 31: Arbeitswerte Brennstoffzelle
(Quelle: Eigene Darstellung)

5.3 GESAMTEFFEKT DER ELEKTRIFIZIERUNG AUF DAS AFTER SALES VOLUMEN AUF BASIS VON DIFFUSIONS-SZENARIEN

Angesichts der großen Unsicherheit im Hinblick auf die Diffusion elektrifizierter Antriebskonzepte erscheint es sinnvoll, die Beschäftigungs-Effekte der Elektrifizierung mit Hilfe von Szenarien abzuschätzen. Sie basieren auf der Erfassung und Bewertung wesentlicher diffusions-relevanter Einflussfaktoren und orientieren sich an den Ergebnissen zahlreicher Prognosen zur Ausbreitung der Elektromobilität.

Es werden drei Szenarien unterschieden:

- **Szenario I: Langsame Diffusion,**
- **Szenario II: Beschleunigte Diffusion,**
- **Szenario III: Extrem-Szenario.**

Die Berechnung der Szenario-Ergebnisse im Hinblick auf das Arbeitsvolumen im After Sales erfolgt auf Basis der in Kapitel 5.2 dargestellten Daten. Die Referenz-Situation spiegelt die Ist-Situation im After Sales in Deutschland, wobei allerdings auch hier teilweise auf Schätzungen zurückgegriffen werden musste.

Im Szenario I „Langsame Diffusion" wird eine nur sehr allmähliche Diffusion elektrifizierter Antriebskonzepte unterstellt. Der Anteil rein verbrennungsmotorisch angetriebener Fahrzeuge (inkl. Erdgas/Autogas) bleibt mit 75,0 % im Jahr 2025 sehr hoch. Im Hinblick auf batterieelektrische Fahrzeuge wird ein Anteil von 2,0 % angenommen. Insgesamt ergibt sich in diesem Szenario ein Rückgang der Zahl der beschäftigten Produktivkräfte im After Sales um 5.778. Je Betrieb würden damit 0,15 Arbeitsplätze wegfallen (Abbildung 32).

Angaben in v. H.	**Anteil**	**Ø AW-Ver.**
Verbrennungsmotor*	75,0	0,0
Vollhybrid	15,0	-9,3
Plug-in-Hybrid REEX	4,5	-1,9
Plug-in-Hybrid	3,0	-7,7
Batterieelektrisches Fahrzeug (BEV)	2,0	-13,3
Brennstoffzelle (Fuel Cell)	0,5	2,7
**inkl. Autogas/Erdgas*		-2,0

	Referenz-Situation	**Szenario I: Langsame Diffusion**	**Differenz**
PKW-Bestand (in Mio.)	43,40	43,40	0,00
Ø Wartungs- u. Reparaturbedarf Fzg./Jahr	1,55	1,52	-0,03
Gesamter Wartungs- u. Reparaturbedarf (in Mio. Std.)	67,30	66,00	-1,30
Effektive Arbeitszeit Mitarbeiter/Jahr (in Std.)	225,00	225,00	0,00
Zahl der Beschäftigten (Produktivkräfte)	299.111,00	293.333,00	-5.778,00
nachr.: je Betrieb	7,91	7,76	-0,15

Abbildung 32: Szenario I: Langsame Diffusion
(Quelle: Eigene Darstellung)

Das Szenario II „Beschleunigte Diffusion" unterstellt eine sehr viel raschere Ausbreitung elektrifizierter Antriebskonzepte, und zwar insbesondere auch rein batterieelektrischer Fahrzeuge. Deren Anteil wird im Jahr 2025 auf 15 % geschätzt. Der Anteil rein konventioneller Fahrzeuge wird hier mit 25,0 % im Jahr 2025 angenommen. Ein solcher Diffusionsverlauf würde dazu führen, dass die Zahl der Beschäftigten im After Sales um 17.333 Mitarbeiter zurückgeht. Je Betrieb würden 0,46 Arbeitsplätze entfallen (Abbildung 33).

Angaben in v. H.	**Anteil**	**Ø AW-Ver.**
Verbrennungsmotor*	25,0	0,0
Vollhybrid	35,0	-9,3
Plug-in-Hybrid REEX	12,0	-1,9
Plug-in-Hybrid	8,0	-7,7
Batterieelektrisches Fahrzeug (BEV)	15,0	-13,3
Brennstoffzelle (Fuel Cell)	5,0	2,7
**inkl. Autogas/Erdgas*		-6,0

	Referenz-Situation	**Szenario II: Beschleunigte Diffusion**	**Differenz**
PKW-Bestand (in Mio.)	43,40	43,40	0,00
Ø Wartungs- u. Reparaturbedarf Fzg./Jahr	1,55	1,46	-0,09
Gesamter Wartungs- u. Reparaturbedarf (in Mio. Std.)	67,30	63,40	-3,90
Effektive Arbeitszeit Mitarbeiter/Jahr (in Std.)	225,00	225,00	0,00
Zahl der Beschäftigten (Produktivkräfte)	299.111,00	281.778,00	-17.333,00
nachr.: je Betrieb	7,91	7,45	-0,46

Abbildung 33: Szenario II: Beschleunigte Diffusion
(Quelle: Eigene Darstellung)

Zusätzlich zu diesen beiden Szenarien wurde noch ein Extrem-Szenario durchgerechnet. Es ist insofern „extrem“ als hier ein Anteil von 40,0 % batterieelektrischer Fahrzeugen im Jahr 2025 angenommen wird. Damit soll die Sensitivität der Beschäftigung im After Sales gegenüber einer sehr starken Durchsetzung batterieelektrischer Fahrzeuge aufgezeigt werden. Das Ergebnis der Berechnungen ist ein Rückgang der Beschäftigtenzahl im Kraftfahrzeuggewerbe um 23.111 Mitarbeiter bzw. 0,61 Arbeitsplätze je Betrieb (Abbildung 34).

Angaben in v. H.	Anteil	Ø AW-Ver.
Verbrennungsmotor*	25,0	0,0
Vollhybrid	20,0	-9,3
Plug-in-Hybrid REEX	5,0	-1,9
Plug-in-Hybrid	5,0	-7,7
Batterieelektrisches Fahrzeug (BEV)	40,0	-13,3
Brennstoffzelle (Fuel Cell)	5,0	2,7
**inkl. Autogas/Erdgas*		-7,5

	Referenz-Situation	Szenario III: Extrem-Szenario BEV	Differenz
PKW-Bestand (in Mio.)	43,40	43,40	0,00
Ø Wartungs- u. Reparaturbedarf Fzg./Jahr	1,55	1,43	-0,12
Gesamter Wartungs- u. Reparaturbedarf (in Mio. Std.)	67,30	62,10	-5,20
Effektive Arbeitszeit Mitarbeiter/Jahr (in Std.)	225,00	225,00	0,00
Zahl der Beschäftigten (Produktivkräfte)	299.111,00	276.000,00	-23.111,00
nachr.: je Betrieb	7,91	7,30	-0,61

Abbildung 34: Szenario III: Extrem-Szenario BEV
(Quelle: Eigene Darstellung)

5.4 SZENARIO-VARIANTEN MIT BESTANDSVERÄNDERUNG

Die bisherigen Ergebnisse wurden ceteris paribus abgeleitet, das heißt es wurde unterstellt, dass die anderen Einflussfaktoren konstant bleiben. Ein wesentlicher Einflussfaktor auf das Arbeitsvolumen im After Sales ist der Gesamtbestand an PKW. In nahezu allen Prognosen zur Entwicklung des deutschen Automobilmarktes wird ein weiterer, wenn auch deutlich abgeschwächter Anstieg des Fahrzeugbestandes prognostiziert. Begründet werden kann diese Entwicklung mit dem anhaltenden Bevölkerungswachstum, der weiterhin steigenden Führerscheinbesitzquote (vor allem bei Frauen) sowie dem Trend zum Zweit- und Drittfahrzeug. Es erscheint daher sinnvoll, zur Einordnung und Bewertung der ermittelten Ergebnisse, den möglichen Effekt eines Bestandswachstums auf die Beschäftigung im Kraftfahrzeuggewerbe aufzuzeigen.
Angenommen wurde ein PKW-Bestandzuwachs von 43,4 Mio. Einheiten im Jahr 2013 (01.01.) auf 45,5 Mio. PKW im Jahr 2025, also um 2,2 Mio. PKW. Dies entspricht einem Gesamtanstieg von 4,8 % bzw. 0,4 % jährlich. Die angenommene Wachstumsrate liegt damit unter dem in den letzten Jahren zu beobachtenden trendmäßigen Wachstum des PKW-Bestandes. Oder anders ausgedrückt: Es wird unterstellt, dass sich das Bestandswachstum weiter verlangsamt und sich einer Sättigungsgrenze nähert.

Das Ergebnis dieser Berechnung ist in Abbildung 35 zusammenfassend dargestellt. Im Einzelnen ergeben sich die folgenden Beschäftigungs-Effekte:

Im Szenario „Langsame Diffusion“ wird der durch die Elektrifizierung bedingte Rückgang der AW durch das Bestandswachstum überkompensiert. Der gesamte Wartungs- und Reparaturbedarf steigt um 1,9 Mio. AW. Daraus ergibt sich in der Summe ein positiver Beschäftigungseffekt von 8.266 Arbeitskräften.

Im Szenario „Beschleunigte Diffusion“ kann das Bestandswachstum den negativen Beschäftigungs-Einfluss der Elektrifizierung auf den After Sales Umfang und damit auch die Beschäftigung nicht ausgleichen. Es ergibt sich ein Beschäftigungsrückgang um 4.000 Arbeitsplätze gegenüber dem Referenz-Szenario.

Auch im „Extrem-Szenario BEV“ ergibt sich erwartungsgemäß ein Beschäftigungsrückgang, der aber mit 9.778 Produktivkräften deutlich geringer ausfällt als im entsprechenden Szenario ohne Bestandswachstum (-23.111).

	Referenz-Situation	Szenario I: Langsame Diffusion	Differenz
PKW-Bestand (in Mio.)	43,40	45,50	2,10
Ø Wartungs- u. Reparaturbedarf Fzg./Jahr	1,55	1,52	-0,03
Gesamter Wartungs- u. Reparaturbedarf (in Mio. Std.)	67,30	69,20	1,90
Effektive Arbeitszeit Mitarbeiter/Jahr (in Std.)	225,00	225,00	0,00
Zahl der Beschäftigten (Produktivkräfte)	299.111,00	307.377,00	8.266,00
nachr.: je Betrieb	7,91	8,13	0,22
	Referenz-Situation	**Szenario II: Beschleunigte Diffusion**	**Differenz**
PKW-Bestand (in Mio.)	43,40	43,50	2,10
Ø Wartungs- u. Reparaturbedarf Fzg./Jahr	1,55	1,46	-0,09
Gesamter Wartungs- u. Reparaturbedarf (in Mio. Std.)	67,30	66,40	-0,90
Effektive Arbeitszeit Mitarbeiter/Jahr (in Std.)	225,00	225,00	0,00
Zahl der Beschäftigten (Produktivkräfte)	299.111,00	295.111,00	-4.000,00
nachr.: je Betrieb	7,91	7,81	-0,10
	Referenz-Situation	**Szenario III: Extrem-Szenario BEV**	**Differenz**
PKW-Bestand (in Mio.)	43,40	45,50	2,10
Ø Wartungs- u. Reparaturbedarf Fzg./Jahr	1,55	1,43	-0,12
Gesamter Wartungs- u. Reparaturbedarf (in Mio. Std.)	67,30	65,10	-2,20
Effektive Arbeitszeit Mitarbeiter/Jahr (in Std.)	225,00	225,00	0,00
Zahl der Beschäftigten (Produktivkräfte)	299.111,00	289.333,00	-9.778,00
nachr.: je Betrieb	7,91	7,65	-0,26

Abbildung 35: Ergebnis der Variantenberechnung
(Quelle: Eigene Darstellung)

5.5 ZUSAMMENFASSUNG

Zusammenfassend werden die ermittelten Ergebnisse in einem Überblick dargestellt. Es zeigt sich, dass der Beschäftigungs-Einfluss neben der Marktentwicklung elektrifizierter Antriebe stark von dem Fahrzeugbestandswachstum insgesamt abhängig ist. Die weitere Diffusion elektrifizierter Antriebe und damit eine höhere Diversität am Markt werden dabei von zahlreichen Faktoren beeinflusst. Hierzu zählen u.a. gesetzliche Rahmenbedingungen, gesellschaftliche Akzeptanz wie auch technologische Weiterentwicklungen. Grundsätzlich geht die Einführung neuer Produkte und Innovationen häufig mit einer vorübergehenden Erhöhung von Reparaturleistungen einher. Hierdurch könnte sich im After Sales Bereich auf Grund einer größeren Anzahl technisch bedingter Garantie- und Kulanzaktionen zumindest temporär ein erhöhter Arbeitsaufwand in den Werkstätten ergeben.

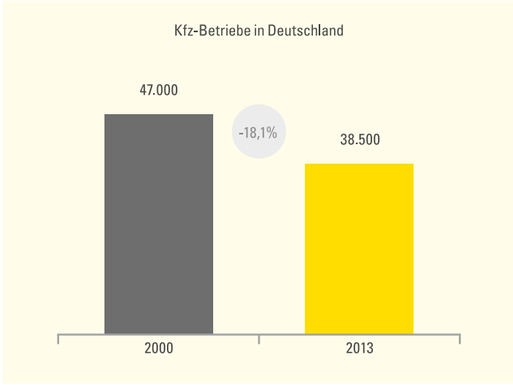
Szenario Annahmen und Ergebnisse	Szenario I: Langsame Diffusion	Szenario II: Beschleunigte Diffusion	Szenario III: Extremszenario BEV
Anteil elektrifizierter Antriebskonzepte am, PKW-Bestand 2025	25 %	75 %	75 %, davon 40 % BEV
Veränderung des Wartungs- und Reparaturbedarfs	-2,0 %	-6,0 %	-7,5 %
Veränderung der Zahl der Beschäftigten (absolut)	-5.778	-17.333	-23.111
Veränderung der Zahl der Beschäftigten (absolut) bei Bestandswachstum	+8.266	-4.000	-9.778
Eintrittswahrscheinlichkeit des Szenarios	mittel	hoch	gering

Abbildung 36: Zusammenfassung der Szenarien (Quelle: Eigene Darstellung)

5.6 INDIREKTE BESCHÄFTIGUNGSAUSWIRKUNGEN DURCH STRUKTURELLE EFFEKTE

5.6.1 KONSOLIDIERUNGSDRUCK IM KRAFTFAHRZEUGGEWERBE

Das Kraftfahrzeuggewerbe ist seit Jahren durch einen massiven Konsolidierungsprozess gekennzeichnet (siehe Kapitel 2.3). Als Folge des real gesunkenen Marktvolumens einerseits, des Konsolidierungsprozesses im Kraftfahrzeuggewerbe andererseits hat sich – rein rechnerisch – die von einem Betrieb betreute Zahl von Fahrzeugen (PKW/Nfz) im Zeitraum 2000 – 2013 um fast 16 % erhöht (Abbildung 37).



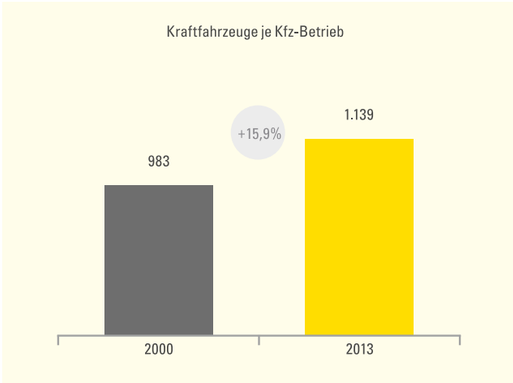


Abbildung 37: Kfz-Betriebe in Deutschland / Kraftfahrzeuge je Kfz-Betrieb (Quelle: Eigene Berechnungen)

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, ob die durch Elektrifizierung zu erwartenden Einbußen im Wartungs- und Reparaturaufkommen diesen Prozess beschleunigen könnten. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass durch die veränderten technischen Anforderungen an die Ausstattung der Werkstätten und die Qualifizierung der Mitarbeiter zusätzliche Kosten entstehen, die zu einem weiteren Ausscheiden kleiner Betriebe aus dem Markt führen könnten.

5.6.2 UMSATZRELEVANTE EFFEKTE DER ELEKTRIFIZIERUNG

Im Hinblick auf die Entwicklung des After Sales Umsatzes zeichnet sich – bedingt durch den Rückgang der Arbeitswerte je Fahrzeug und des reduzierten Bedarfs an Ersatzteilen – eine klar negative Entwicklung ab. Von besonderer Relevanz sind die Teilegruppen Bremsen, Abgasanlage und Kupplung sowie der Ölbereich (Abbildung 38). Im Szenario „Langsame Diffusion" ist ein Rückgang der Umsätze im Kraftfahrzeuggewerbe um 2,4 % zu erwarten. Besonders hohe Rückgänge gibt es bei BEV-Fahrzeugen und Plug-in-Hybriden.

Im Szenario „Beschleunigte Diffusion" beträgt der Rückgang des After Sales Umsatzes 11,1 %, vor allem aufgrund des deutlich höheren Anteils von batterieelektrischen Fahrzeugen.

Veränderung des After Sales im Szenario I: Langsame Diffusion		
Angaben in v. H.	**Anteil**	**Ø Umsatz-Veränderung**
Verbrennungsmotor	75,0	0,0
Vollhybrid	15,0	-3,0
Plug-in-Hybrid REEX	4,5	-17,2
Plug-in-Hybrid	3,0	-11,1
Batterieelektrisches Fahrzeug (BEV)	2,0	-43,3
Brennstoffzelle (Fuel Cell)	0,5	-11,4
		-2,4

Veränderung des After Sales im Szenario II: Beschleunigte Diffusion		
Angaben in v. H.	**Anteil**	**Ø Umsatz-Veränderung**
Verbrennungsmotor	25,0	0,0
Vollhybrid	35,0	-3,0
Plug-in-Hybrid REEX	12,0	-17,2
Plug-in-Hybrid	8,0	-11,1
Batterieelektrisches Fahrzeug (BEV)	15,0	-43,3
Brennstoffzelle (Fuel Cell)	5,0	-11,4
		-11,1

Abbildung 38: Veränderung des After Sales-Umsatzes im Szenario I und II: Langsame Diffusion und Beschleunigte Diffusion (Quelle: Eigene Darstellung)

5.6.3 KOSTENRELEVANTE EFFEKTE DER ELEKTRIFIZIERUNG

Wie bereits weiter oben ausgeführt wurde (siehe Kapitel 4) erfordert die Durchführung von Wartungs- und Reparaturarbeiten an Elektrofahrzeugen spezielle Qualifizierungsmaßnahmen bei den gewerblichen Mitarbeitern in der Werkstatt sowie eine zusätzliche technische Ausrüstung. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden zwei Varianten im Hinblick auf die finanziellen Anforderungen an Kfz-Betriebe im Werkstattbereich durchgerechnet:

- **Basisvariante:** Die Basisvariante umfasst einen Arbeitsplatz zur Durchführung von Wartungs- und Reparaturarbeiten an Elektrofahrzeugen.
- **Kompetenzcenter**: Das Kompetenzcenter umfasst vier Arbeitsplätze, die im Hinblick auf die Elektrifizierung ausgerüstet werden müssen.

Wie Abbildung 39 zeigt beträgt der Gesamtaufwand für die Basisvariante 10.100 €, wovon 5.650 € auf Investitionen und 3.450 € auf Qualifizierungsmaßnahmen entfallen. Weiterhin wurden die Kosten für die Prüfung und Zertifizierung mit 1.000 € angesetzt.

Position	Investition/ Kosten (in €)	Bemerkung
Investitionen		
Inventar	750,00	ein Arbeitsplatz und eine einfache Ladestation + Einrichtung für Brennstoffzellen Wartung und Reparatur am Arbeitsplatz
Warnzeichen	300,00	
Schutzausrüstung	400,00	
Werkzeuge	3.100,00	
Ladestation	1.100,00	
Summe	(5.650,00)	
Kosten der Qualifizierungsmaßnahmen		
Fachkurs E-Mobilität	750,00	Schulung eines Mitarbeiters
Elektrofachkraft HV	1.500,00	
Lehrgang GAP	1.200,00	
Summe	(3.450,00)	
Kosten Prüfung / Zertifizierung	1.000,00	
Summe Gesamt	**10.100,00 €**	
Investitionen		
Inventar	5.550,00	4 Arbeitsplätze und 3 Ladestationen à 2 Anschlüsse + Einrichtung für Brennstoffzellen Wartung und Reparatur an allen 4 Arbeitsplätzen
Warnzeichen	810,00	
Schutzausrüstung	1.600,00	
Werkzeuge	14.000,00	
Ladestation	15.000,00	
Summe	(36.960,00)	
Kosten der Qualifizierungsmaßnahmen		
Fachkurs E-Mobilität	3.000,00	4 geschulte Personen
Elektrofachkraft HV	4.500,00	
Lehrgang GAP	3.600,00	
Summe	(11.100,00)	
Kosten Prüfung / Zertifizierung	1.000,00	
Summe Gesamt	**48.060,00 €**	

Abbildung 39: Kostenaufwand in der Werkstatt durch Elektrofahrzeuge (Basisvariante und Kompetenzcenter) (Quelle: Hochschule Esslingen, CAST)

Für das Kompetenzcenter mit vier speziellen Arbeitsplätzen ergibt sich ein Gesamtaufwand in Höhe von 48.060 €. Für die Investitionen in die technische Ausrüstung müssen dabei 36.960 €, für die Qualifizierungsmaßnahmen der Mitarbeiter 11.100 € aufgewendet werden. Gleichzeitig fallen wieder rund 1.000 € für die Prüfung und Zertifizierung des Betriebes an.

Bei den zu dieser Fragestellung durchgeführten Experteninterviews ergaben sich sehr große Spannweiten, die vor allem darauf zurückzuführen waren, dass bislang bei wenigen Serviceverantwortlichen in der Automobilindustrie und auch im Automobilhandel detaillierte Kalkulationen durchgeführt wurden bzw. keine Erfahrungswerte vorliegen. Ein Hersteller mit einem relativ breiten Angebot an Elektrofahrzeugen geht von Investitionen in einer Größenordnung von 16.000 bis 20.100 € aus. Diese Schätzung bestätigt die im Rahmen dieser Studie ermittelten Zahlen insofern, als das Anforderungsprofil an die Kfz-Betriebe in etwa in der Mitte der hier durchgerechneten Varianten liegt. Bei BMW werden für die sogenannten i-Stützpunkte Kosten in Höhe von 20.000 bis 25.000 € genannt, wobei die Einrichtung für die CFK-Reparatur jedoch nicht berücksichtigt ist (vgl. Automobilwoche Spezial 2013).

Da die Qualifizierungsmaßnahmen bei den Mitarbeitern nicht jährlich durchgeführt und die Investitionen über mehrere Jahre abgeschrieben werden können, ergeben sich jährliche Kosten in einer Größenordnung von 2.500 (Basisvariante) bis 7.500 € (Kompetenzcenter). Bezogen auf den Stundenverrechnungssatz dürfte der dadurch bedingte Kostenanstieg bei einem Durchschnittswert von 65 €/Stunde deutlich unter 50 Cent liegen.

5.6.4 ZUSAMMENFASSUNG

Angesichts der relativ niedrigen zusätzlichen Investitionen in das Sach- und Humankapitel ist keine kostenbedingte konzentrationsfördernde Wirkung der Ausbreitung von elektrifizierten Antriebskonzepten im Kraftfahrzeuggewerbe zu erwarten.

Der stärkste negative Einfluss auf die wirtschaftliche Lage von Kfz-Werkstätten geht vom Wegfall wesentlicher Teilepositionen aus. Berücksichtigt man, dass auf den After Sales rund zwei Drittel des Deckungsbeitrags III in Autohäusern entfällt, so könnte eine stärkere Ausbreitung von Elektromobilen, die Ertragskraft der Branche schwächen. Dies gilt vor allem für den Wegfall der Ölumsätze. Insofern stellt sich die Frage, ob und in welcher Weise die Kfz-Werkstätten neue Geschäftsfelder zur Kompensation dieser Rückgänge erschließen können.

AUSWIRKUNGEN DER ELEKTRIFIZIERUNG AUF DEN AFTERMARKET

6.1 RELEVANTE TEILEGRUPPEN

Die wesentlichen durch die Elektrifizierung des Antriebsstranges betroffenen Teilegruppen sind: Bremsen, Abgasanlage und Kupplung. Weiterhin ist natürlich der Bereich Motoröl sowie Ölfilter sehr stark von der Elektrifizierung betroffen. Dies gilt vor allem für batterieelektrische Fahrzeuge. Der Markt für Ersatz- und Verschleißteile betrug im Jahr 2012 13,1 Mrd. € (ohne Öl). Er hatte damit einen Anteil von 61,8 % am gesamten Aftermarket.

System	Bauteil	
Verbrennungsmotor	■ Kurbelgehäuse ■ Kurbelwelle ■ Kolben ■ Pleuel ■ Laufbuchsen ■ Zylinderkopf	■ Ventile ■ Nockenwelle ■ Nockenwellenverstellung ■ Kühlkreislauf ■ Aufladung ■ Motorsteuerung
Kraftstoffversorgung	■ Tankgefäß ■ Kraftstoffpumpe	■ Einspritzsystem ■ Leitungssystem
Abgasanlage	■ Abgaskrümmer ■ Katalysatoren	■ SCR-System
Getriebe	■ Gehäuse ■ Zahnräder ■ Schaltvorrichtung	■ Kugellager ■ Schmierung

Abbildung 40: Relevante Teilepositionen im Bereich Antrieb (Quelle: Eigene Darstellung)

Für die angesprochenen Teilepositionen liegen keine verlässlichen Gesamtumsatzzahlen vor, so dass der Einfluss des Rückgangs dieser Teile auf den gesamten Aftermarket nicht verlässlich abgeschätzt werden kann. Lässt man den Bereich des Motoren- und Getriebeöls außen vor, der zweifellos am stärksten von einer Ausbreitung reiner Elektromobile betroffen wäre, so dürfte die Elektromobilität wertmäßig etwa ein Drittel des Aftermarkets tangieren. Im Hinblick auf die Teileumsätze ergeben sich szenarioabhängig die folgenden Entwicklungen aufgrund der zunehmenden Elektrifizierung des Antriebsstranges (Abbildung 41):

- Im Szenario „Langsame Diffusion“ ist mit einem Rückgang des Aftermarkets um 3,8 % zu rechnen.
- Für das Szenario „Beschleunigte Diffusion“ errechnet sich ein Rückgang um 17,8 %. xs

Da sich die Rückgänge sehr stark auf die o. g. Teilegruppen konzentrieren, hängen die unternehmensindividuellen Auswirkungen vom jeweiligen Produkt- und Technologieportfolio ab.

Veränderung des Teileumsatzes im Szenario I: Langsame Diffusion		
Angaben in v. H.	**Anteil**	**Ø Umsatz-Veränderung**
Verbrennungsmotor	75,0	0,0
Vollhybrid	15,0	-4,0
Plug-in-Hybrid REEX	4,5	-25,7
Plug-in-Hybrid	3,0	-14,7
Batterieelektrisches Fahrzeug (BEV)	2,0	-71,8
Brennstoffzelle (Fuel Cell)	0,5	-27,9
		-3,8

Veränderung des Teileumsatzes im Szenario II: Beschleunigte Diffusion		
Angaben in v. H.	**Anteil**	**Ø Umsatz-Veränderung**
Verbrennungsmotor	25,0	0,0
Vollhybrid	35,0	-4,0
Plug-in-Hybrid REEX	12,0	-25,7
Plug-in-Hybrid	8,0	-14,7
Batterieelektrisches Fahrzeug (BEV)	15,0	-71,8
Brennstoffzelle (Fuel Cell)	5,0	-27,9
		-17,8

Abbildung 41: Veränderung des Teileumsatzes im Szenario I und II: Langsame Diffusion und Beschleunigte Diffusion (Quelle: Eigene Darstellung)

6.2 BESCHÄFTIGUNGSRELEVANZ FÜR DIE AUTOMOBILZULIEFERINDUSTRIE

Bei einer Berechnung der Beschäftigungs-Effekte in der deutschen Teileindustrie auf Basis der szenarioabhängigen Umsatzrückgänge müssen die folgenden Faktoren berücksichtigt werden:

- Anteil des Aftermarket-Umsatzes am Gesamtumsatz des jeweiligen Automobilzulieferers.
- Anteil der relevanten Teilegruppen am Gesamtumsatz.
- Anteil der in Deutschland produzierten Teile an den relevanten Teilegruppen.
- Beschäftigungsrelevanter Umsatz je Mitarbeiter.

Auf Basis realitätsnaher Annahmen über die genannten Faktoren lassen sich die folgenden Beschäftigungs-Effekte für die Teileindustrie in Deutschland abschätzen:

- Auf Basis des Szenarios „Langsame Diffusion“ ergibt sich ein negativer Beschäftigungs-Effekt in der deutschen Teileindustrie von rund 1.600 Arbeitsplätzen.
- Auf Basis des Szenarios „Beschleunigte Diffusion“ errechnet sich ein negativer Beschäftigungs-Effekt von 7.300 Arbeitsplätzen.

Insgesamt waren in der deutschen Teileindustrie im Jahr 2012 291.751 Mitarbeiter beschäftigt.

Kapitel 7

HERAUSFORDERUNGEN UND CHANCEN FÜR DAS KRAFTFAHRZEUGGEWERBE

7.1 KONSEQUENZEN DER ELEKTRIFIZIERUNG FÜR DAS WERKSTATTGESCHÄFT

Die zunehmende Elektrifizierung des Antriebsstranges stellt für das Kraftfahrzeuggewerbe sowohl unter quantitativen wie auch qualitativen Gesichtspunkten eine Herausforderung dar:

- Qualitativ gilt es die wachsenden Anforderungen an die Qualifizierung der Mitarbeiter zu bewältigen. Weiterhin muss die technische Ausstattung der Werkstätten an die veränderten Anforderungen an die Wartung und Reparatur von Elektrofahrzeugen angepasst werden.

- Quantitativ müssen Gegenstrategien zu den tendenziell rückläufigen Arbeitsvolumina und Umsätzen im Werkstattgeschäft gefunden werden. Nur so können die Beschäftigung gesichert und die Ertragskraft der Betriebe erhalten werden.

Im Folgenden sollen fünf Handlungsfelder aufgezeigt werden, die mit der Elektrifizierung im After Sales an Bedeutung gewinnen könnten. Sie bieten direkt oder indirekt Potenziale für zusätzliche Geschäft- und Beschäftigungschancen.

7.2 CHANCEN FÜR DAS KRAFTFAHRZEUGGEWERBE AUS DER ELEKTRIFIZIERUNG

Durch die Elektrifizierung entstehen nicht nur in der Entwicklung und Produktion neue Geschäftsfelder für die Automobilhersteller und Automobilzulieferer. Sie hat auch Auswirkungen auf die Nutzungsphase des Automobils und damit auf den Bedarf an automobilbezogenen Dienstleistungen. Die folgenden Bereiche dürften dabei für das Kraftfahrzeuggewerbe von besonderer Bedeutung sein:

- Bereitstellung und Wartung der Ladeinfrastruktur: Plug-in-Hybride und batterieelektrische Fahrzeuge benötigen eine dichte Infrastruktur für die Stromversorgung. Nach Schätzungen werden etwa 85 % der benötigten Ladesäulen im privaten Bereich, vielfach in der Garage der Nutzer installiert werden. Die Einrichtung und Wartung dieser Ladesäulen könnte durch Unternehmen des Kraftfahrzeuggewerbes erfolgen, die durch den Verkauf von Elektrofahrzeugen den direkten Kundenkontakt haben und sich damit als Komplettanbieter profilieren können. Notwendig ist dazu, dass sie das entsprechende Know-how erwerben und über ein kundenorientiertes Angebot an Ladesäulen verfügen. Die Pflege solcher Anlagen, insbesondere auch bei möglichen Störungen, könnte für Kraftfahrzeugbetriebe mittel- und länger-fristig eine zusätzliche Quelle für Umsatz und Beschäftigung darstellen.

- Aufwändigere Karosseriereparaturen durch neue Materialien: Die Elektrifizierung der Fahrzeuge ist mit dem verstärkten Einsatz neuer Materialien im Fahrzeug verbunden. Zur Kompensation der gewichtssteigernden Batteriemodule wird der Leichtbau weiter an Bedeutung gewinnen. Dadurch wird sich der Material-Mix in den Fahrzeugen verändern, der auch zu veränderten Schadensbildern bei Unfällen führen kann. So wird zum Beispiel die digitale Vermessung mit minimalen Messtoleranzen für eine ordnungsgemäße Reparatur immer wichtiger. Beim Einsatz von Carbon müssen zur Schadensdiagnose zusätzlich Thermographie und Ultraschall eingesetzt werden. Weiterhin werden auch bei der Karosseriereparatur verstärkt neue Techniken zum Einsatz kommen. Im Vorlauf zum Einsatz solcher Technologien entsteht in den Karosserie- und Lackierbetrieben zwar ein erhöhter Qualifizierungsaufwand, dem jedoch höhere Umsätze je Reparaturereignis gegenüberstehen.

- Connected Drive: Die Elektrifizierung wird direkt zu einer weiter steigenden Vernetzung von Fahrzeugen, Fahrern und insbesondere der Infrastruktur führen. So müssen zum Beispiel batterieelektrische Fahrzeuge mit IT-Systemen ausgestattet sein, die eine vorausschauende Planung und Buchung des Betankungsvorganges ermöglichen. Der Verkauf von speziellen Apps für Elektrofahrzeuge wird an Bedeutung gewinnen, so zum Beispiel für eine „Green Navigation", bei der umweltrelevante Aspekte in die Routenplanung mit einbezogen werden. Der Einbau und die Wartung von Systemen der Car-IT wird dem After Sales sowohl qualitative wie auch quantitative Wachstumsimpulse geben.

- Innovative Mobilitätskonzepte: Die Ausbreitung der Elektromobilität geht einher mit der Entwicklung und Nachfrage nach innovativen Mobilitätskonzepten. Bereits jetzt zeigt sich die enge Symbiose von Carsharing und Elektromobilität in Ballungszentren. Mit der Umsetzung von Mobilitätskonzepten sind zahlreiche technische und logistische Aufgaben verbunden. Dies betrifft die kompetente Pflege und Wartung von Fahrzeugen, die im Rahmen solcher Mobilitätskonzepte eingesetzt und dort naturgemäß einer höheren Beanspruchung unterliegen als in der individuellen, privaten Nutzung eines Fahrzeugs. Das Kraftfahrzeuggewerbe muss sich in solche Mobilitätskonzepte als Partner noch stärker als in der Vergangenheit einbringen.

- Ausbau einer ganzheitlichen Kunden- und Fahrzeugbetreuung: Wie bei der Einführung jeder neuen Technologien steigen auch bei der Elektrifizierung des Antriebsstranges die Risiken von außerplanmäßigen Störungen im Fahrbetrieb. Das Kraftfahrzeuggewerbe muss daher seine Notfalldienste ausbauen. Auch die zusätzliche Bereitstellung von Ersatzfahrzeugen könnte mit der Elektrifizierung an Bedeutung zunehmen, so etwa wenn der Besitzer eines batterieelektrischen Fahrzeugs für seine Urlaubsreise temporär ein Fahrzeug mit höherer Reichweite möchte. Da im Rahmen der Vermarktung von Elektrofahrzeugen das Batterieleasing eine große Bedeutung gewinnen wird, stellt die Rücknahme und weitere Verwendung der Batterien ebenfalls einen Bereich dar, in dem sich das Kraftfahrzeuggewerbe als kompetenter Partner profilieren kann.

Insgesamt bietet die Elektrifizierung dem Kraftfahrzeuggewerbe nicht nur im Verkauf, sondern gerade auch im After Sales vielfältige Chancen, sich neue Geschäftsfelder zu erschließen. Gefördert werden kann dies durch Beratungsangebote öffentlicher Einrichtungen, Innungen und der einschlägigen Verbände.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Umsatzentwicklung im Servicegeschäft 7
Abbildung 2: Wartungs- und Reparaturereignisse je Fahrzeug und Jahr 8
Abbildung 3: Wettbewerbssituation im Servicegeschäft 8
Abbildung 4: Werkstattwahl nach Fahrzeugalter 8
Abbildung 5: Ort der Durchführung von Instandsetzungsarbeiten nach Aggregaten im Jahr 2013 9
Abbildung 6: Entwicklung der Kfz-Betriebe in Deutschland 9
Abbildung 7: Beschäftigung im Kfz-Gewerbe 10
Abbildung 8: Vertriebswege im Aftermarket 10
Abbildung 9: Marktvolumen für After Sales PKW-Komponenten 10
Abbildung 10: Ertragsstruktur im deutschen Automobilhandel 11
Abbildung 11: Profitabilität einzelner Geschäftsbereiche im Autohaus 11
Abbildung 12: Bedeutung alternativer Antriebe am PKW-Bestand in Deutschland 12
Abbildung 13: Technische Merkmale verschiedener Antriebskonzepte 13
Abbildung 14: Wartung konventioneller Verbrennungsmotor 14
Abbildung 15: Sichtprüfung der Hochvoltleitung am Fahrzeug 15
Abbildung 16: Ölwechsel am Toyota Prius-in-Hybrid 15
Abbildung 17: Elektromobilität und Wartung / Reparatur aus technischer Sicht 17
Abbildung 18: Wartungs- und Reparaturumfänge unterschiedlicher Antriebskonzepte 17
Abbildung 19: Korrodierte, verschlissene Bremsscheibe 17
Abbildung 20: Sicherheitswerkzeug für Service an Elektrofahrzeugen 18
Abbildung 21: Qualifizierungsmatrix für Arbeiten an Elektrofahrzeugen 19
Abbildung 22: Arbeits- und Serviceprozess in der Kfz-Werkstatt 20
Abbildung 23: Freischaltung Toyota Prius Plug-in-Hybrid 20
Abbildung 24: Zündkerzenwechsel am Toyota Prius Plug-in-Hybrid 21
Abbildung 25: HV-Kabelführung im Motorraum 21
Abbildung 26: Herausforderungen im After Sales 22
Abbildung 27: Arbeitswerte Vollhybrid 23
Abbildung 28: Arbeitswerte Plug-in-Hybrid 23
Abbildung 29: Arbeitswerte Plug-in-Hybrid mit Range Extender 23
Abbildung 30: Arbeitswerte BEV 24
Abbildung 31: Arbeitswerte Brennstoffzelle 24
Abbildung 32: Szenario I – Langsame Diffusion 25
Abbildung 33: Szenario II – Beschleunigte Diffusion 25
Abbildung 34: Szenario III – Extrem-Szenario BEV 26
Abbildung 35: Ergebnis der Variantenberechnung 27
Abbildung 36: Zusammenfassung der Szenarien 28
Abbildung 37: Kfz-Betriebe in Deutschland / Kraftfahrzeuge je Kfz-Betrieb 28
Abbildung 38: Veränderungen des After Sales – Umsatzes in Szenario I und II 29
Abbildung 39: Kostenaufwand in der Werkstatt durch Elektrofahrzeuge 30
Abbildung 40: Relevante Teilepositionen im Bereich Antrieb 31
Abbildung 41: Veränderung des Teileumsatzes im Szenario I und II 31

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AW	Arbeitswert
BEV	Battery Electric Vehicle
CAST	Center of Automotive Service Technology der Hochschule Esslingen
CFK	Kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff
CO_2	Kohlenstoffdioxid
DAT	Deutsche Automobil Treuhand GmbH
DIN	Deutsches Institut für Normung
EFK	Elektrofachkraft
EN	Europäische Normen
ET	Einzelteile
GAP	Gasanlagenprüfung
GVA	Gesamtverband Autoteile-Handel e.V.
GVO	Gruppenfreistellungsverordnung
GW	Gebrauchtwagen
H_2	Wasserstoff
HfWU	Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen
HV	Hochvolt
ICE	Internal Combustion Engine
IFA	Institut für Automobilwirtschaft der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
Kfz	Kraftfahrzeug
Nfz	Nutzfahrzeuge
NW	Neuwagen
PIH	Plug-in-Hybrid
PKW	Personenkraftwagen
REEV	Plug-in-Hybrid mit Range Extender
UE	Unterrichtseinheiten
VDE	Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.
VEFK	Verantwortliche Elektrofachkraft
ZDK	Zentralverband Deutsches Kraftfahrzeuggewerbe e.V.

LITERATURVERZEICHNIS

1 Boston Consulting Group (2012)
The European Automotive Aftermarket Landscape, o.O. 2012

2 Deutsche Automobil Treuhand (2014)
DAT-Report 2014, Stuttgart 2014

3 Diez, W. und Kohler, M. (2010)
Otto-, Diesel-, Elektromotor – wer macht das Rennen?,
Studie im Auftrag der IHK Stuttgart, Stuttgart 2010

4 Diez, W. und Schreier, N. (2013)
Electromobility – Implication for After Sales,
Presentation at the e-mobil BW Technologietag 2013,
Stuttgart 2013

5 Diez, W. (2013)
Die Zukunft des Aftermarkets im Spannungsfeld veränderter
Märkte und neuer Technologien, Ausführungen beim
Zulieferertag Automobil Baden-Württemberg 2013, Stuttgart

6 Dispan, J. und Meißner, H.-R. (o.J.)
Elektromobilität – Wirkungen auf regionale
Wertschöpfungsketten und auf die Beschäftigung in
Baden-Württemberg, Stuttgart o.J.

7 ELAB (2012)
Elektromobilität und Beschäftigung, Stuttgart 2012

8 e-mobil BW (2011)
Strukturstudie BW^e Mobil 2011, Stuttgart 2011

9 e-mobil BW (2013)
Systemanalyse BW^e mobil 2013 - IKT- und Energieinfra-
struktur für innovative Mobilitätslösungen in Baden-
Württemberg, Stuttgart 2013

10 Fraunhofer-Institut für System und Innovationsforschung (2013)
Markthochlaufszenarien für Elektrofahrzeuge,
Karlsruhe 2013

11 Kraftfahrtbundesamt (2013):
Bestand an Kraftfahrzeugen in Deutschland, Flensburg 2013

12 Reindl, St. und Klümper, M. (2013)
Automobilservice 2025 – Entwicklungslinien im
Servicegeschäft der Zukunft, München 2013

13 Roland Berger Strategy Consultants (2013)
Customization – The Key to Success in Aftersales, in:
Automotive Insights, Issue 2/2013, S.24-37

14 Rührmair, Chr.(2013)
In drei Stufen zum Elektroservice, in: Automobilwoche
Spezial BMWi, Oberpfaffenhofen 2013, S. 40

15 Schreier, N. (2012)
Service für das saubere Automobil, Beitrag zur Vortrags-
tagung der Schweizerischen Studiengesellschaft für
Motorbetriebsstoffe: CO_2-Reduktion im Straßenverkehr –
Technische Möglichkeiten und Konsequenzen, Sursee 2012

16 Schreier, N. (2013)
Improving diagnostic skills in the Porsche dealership
network, Presentation at 10th CTI Forum Automotive
Diagnostic Systems, Stuttgart 2013

17 Zentralverband Deutsches Kraftfahrzeuggewerbe (2014)
Jahresbericht, Bonn 2014

Studien der e-mobil BW

Die Rolle von Wasserstoff in der Energiewende – Entwicklungsstand und Perspektiven

Ziel der Studie ist die Darstellung der mit Wasserstoff, Brennstoffzellen und Energiespeicherung verbundenen Entwicklungen und Entwicklungspläne im Gesamtkontext der Energiewende. Im Fokus stehen mobile und stationäre Anwendungen sowie Energieproduktion und -speicherung. Aus der vergleichenden Analyse aktueller Studien werden grundlegende Handlungsempfehlungen erarbeitet.

Baden-Württemberg Kompetenz in Elektromobilität

Umfassender Anbieter- und Marktüberblick: Der Kompetenzatlas Elektromobilität stellt Unternehmen, Forschungsinstitute und Hochschulen aus Baden-Württemberg im Bereich Elektromobilität vor. Zudem informiert er über Initiativen und Verbände und zeigt gleichzeitig Kooperations- und Einstiegsmöglichkeiten auf.

Auch als englische Version verfügbar.

Systemanalyse BW^{e} mobil 2013

Die Studie „Systemanalyse BW^{e} mobil 2013“ gibt in der zweiten, neu überarbeiteten Auflage einen Überblick über die Bedeutung der IKT- und Energieinfrastruktur für zukünftige Mobilitätslösungen unter Berücksichtigung der rasanten Entwicklungen der entsprechenden Technologien.

Strukturstudie BW^{e} mobil 2011 – Baden-Württemberg auf dem Weg in die Elektromobilität

Die vorliegende Analyse gibt einen umfassenden Einblick und Ausblick in die verschiedenen Technologieansätze der Elektromobilität und zeigt, dass Baden-Württemberg eine hervorragende Ausgangsposition besitzt, um sich in diesem Zukunftsmarkt eine Spitzenstellung zu sichern. Die Datenbasis der Erstauflage wurde hierfür umfassend geprüft, aktualisiert und um neue relevante Themenfelder erweitert.

Auch als englische Version verfügbar.

Wasserstoff-Infrastruktur für eine nachhaltige Mobilität – Entwicklungsstand und Forschungsbedarf

Die Studie gibt einen umfassenden Überblick über die aktuelle Ausgangslage der Wasserstoff-Infrastruktur sowie die verfügbaren technischen Konzepte und Komponenten der Tankstellen. Zudem sind konkrete Vorschläge für den weiteren Forschungs- und Handlungsbedarf von Industrie, Verbänden und öffentlicher Hand enthalten.

Energieträger der Zukunft – Potenziale der Wasserstofftechnologie in Baden-Württemberg

Die Studie gibt einen Überblick über den Stand der Technik, stellt den Aufbau der Wertschöpfungskette mit den jeweiligen Kompetenzen im Land dar und schätzt die zukünftigen Umsatz- und Beschäftigungspotenziale ab. Zudem enthält die Studie einen Leitfaden für Unternehmen zur Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Baden-Württemberg.

Sie haben die Möglichkeit, die Publikationen direkt als PDF herunterzuladen. Scannen Sie hierzu einfach mit Ihrem Smartphone den jeweiligen QR-Code ein. Alternativ können Sie die Publikationen aber auch direkt auf www.e-mobilbw.de in der Rubrik Service - Publikationen als E-Paper anschauen.

Akademische Qualifizierung – Analyse der Bildungslandschaft im Zeichen von Nachhaltiger Mobilität

Die umfassende Studie verschafft Unternehmen einen Überblick über das deutschlandweite Hochschulangebot im Themenfeld der Nachhaltigen Mobilität. Des Weiteren werden darin Anforderungen der Unternehmen an die Hochschulen und deren Absolventen dargestellt und es sind Empfehlungen enthalten, wie die Politik dazu beitragen kann, die Informations- und Kommunikationsprozesse zwischen Hochschulen und Unternehmen effektiver zu gestalten.

Neue Wege für Kommunen

Mit der Publikation „Neue Wege für Kommunen - Elektromobilität als Baustein zukunftsfähiger kommunaler Entwicklung in Baden-Württemberg“ wird den verantwortlichen Akteuren in den Kommunen im Land ein anschaulicher Einstieg in das Thema nachhaltige Mobilität gegeben und mit Beispielen aus der Praxis gezeigt, wie Elektromobilität vor Ort für die Bürgerinnen und Bürger umgesetzt werden kann. Es werden Handlungsoptionen, Konzepte und Ideen für Kommunen dargestellt, die sie bei der Initiierung oder beim Ausbau der Einführung der Elektromobilität unterstützen.

Spanende Bearbeitung von Leichtbauwerkstoffen – Einführung und Überblick

Die Potentialanalyse beleuchtet die technologischen Besonderheiten der Leichtbauwerkstoffe im Hinblick auf ihre spanende Bearbeitung und betrachtet die gesundheitlichen Aspekte, die bei der Bearbeitung von Leichtbauwerkstoffen zu beachten sind.

Leichtbau in Mobilität und Fertigung Ökologische Aspekte

Die Studie untersucht das Thema Nachhaltigkeit im Leichtbau unter den Gesichtspunkten Ökologie und Gesundheit. Neben der Ökobilanz, bei der die Auswirkungen auf die Umwelt betrachtet werden, spielen auch gesundheitliche Aspekte der Herstellung und Nutzung von Leichtbauprodukten eine wichtige Rolle.

Leichtbau in Mobilität und Fertigung – Chancen für Baden-Württemberg

Mit dieser Studie wird ein ganzheitlicher Überblick über die technologischen Aspekte des Leichtbaus gegeben und die Relevanz dieser Schlüsseltechnologie für Baden-Württemberg dargestellt. Dabei werden Chancen und Risiken aufgezeigt und die Branchen identifiziert, die bereits Entwicklungen forciert vorantreiben. Betrachtet werden zum einen Konstruktionsweisen und Werkstoffe für Leichtbau, zum anderen wird ein Einblick in die Entwicklungen der verschiedenen Branchen gegeben.

Leichtbau in Baden-Württemberg – Kompetenzatlas

Der Kompetenzatlas präsentiert in gebündelter Form die Forschungskompetenzen im Bereich Leichtbau in Baden-Württemberg, gibt einen Einblick in die Komplexität und Vielfalt des Themengebiets Leichtbau und stellt die verschiedenen Kompetenzträger mit ihren Forschungsschwerpunkten vor. Präsentiert werden 11 außeruniversitäre Forschungsinstitute, 28 Universitätsinstitute und 13 Hochschulen für angewandte Forschung, deren Aktivitäten und Kompetenzen für die Entwicklung und Herstellung leichter Strukturen erforderlich sind.

Impressum

Herausgeber
e-mobil BW GmbH – Landesagentur für Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie Baden-Württemberg
Ministerium für Finanzen und Wirtschaft Baden-Württemberg
Institut für Automobilwirtschaft (IFA) der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt (HfWU) Nürtingen-Geislingen
Center of Automotive Service Technology (CAST) der Hochschule Esslingen

Autoren
Institut für Automobilwirtschaft (IFA) der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt (HfWU) Nürtingen-Geislingen
Prof. Dr. Willi Diez
Center of Automotive Service Technology (CAST) der Hochschule Esslingen
Prof. Dr. Norbert Schreier
Hochschule Esslingen Fakultät Fahrzeugtechnik
B. Eng. Alexander Haag

Redaktion und Koordination Studie
e-mobil BW GmbH
Frauke Goll
Institut für Automobilwirtschaft (IFA) der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt (HfWU) Nürtingen-Geislingen
Prof. Dr. Willi Diez

Layout/Satz/Illustration
TEAM STRUNZ | tswa.de
Agentur für Marketing & Kommunikation

Fotos
Umschlag: © shutterstock © Daimler AG
Die Quellnachweise aller weiteren Bilder befinden sich auf der jeweiligen Seite.

Druck
Karl Elser Druck GmbH
Kißlingweg 35
75417 Mühlacker

Auslieferung und Vertrieb
e-mobil BW GmbH
Leuschnerstr. 45
70176 Stuttgart
Telefon: 0711 / 892385-0
Telefax: 0711 / 892385-49
E-Mail info@e-mobilbw.de
www.e-mobilbw.de

Oktober 2014

© Copyright liegt bei den Herausgebern
Alle Rechte vorbehalten. Dieses Werk ist einschließlich seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Herausgebers unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen. Für die Richtigkeit der Herstellerangaben wird keine Gewähr übernommen.

e-mobil BW GmbH

Leuschnerstr. 45 | 70176 Stuttgart
Telefon: +49 711 892385-0
Telefax: +49 711 892385-49
info@e-mobilbw.de | www.e-mobilbw.de

FSC
www.fsc.org
MIX
Papier aus verantwortungsvollen Quellen
FSC® C110650

Print CO2 kompensiert
Id-Nr. 1440870
www.bvdm-online.de