

## **Große Anfrage**

**der Fraktion der SPD**

**und**

**Antwort**

**der Landesregierung**

### **Elektromobilität und Wertschöpfung**

Große Anfrage

Wir fragen die Landesregierung:

#### **I. Ausgangslage**

1. Wie bewertet sie die Bedeutung der Automobilbranche für Baden-Württemberg?
2. Wie viele Mitarbeiter sind in der Automobilbranche in Baden-Württemberg tätig?
3. Wie hat sich der Umsatz der Automobilbranche in Baden-Württemberg in den letzten zehn Jahren entwickelt?
4. Welche Märkte haben aus ihrer Sicht die größte Bedeutung für die baden-württembergische Automobilbranche?
5. Welche Herausforderungen und Innovatoren für Veränderungen sieht sie für die baden-württembergische Automobilbranche, insbesondere im Hinblick auf die Entwicklung von Märkten, zukünftige Gesetzgebung und Kundenwünschen?
6. Wie beurteilt sie aus ihrer Sicht den automobilen Handel, Werkstatt-, Kundendienst- und Ersatzteilemarkt und welche Bedeutung misst sie ihm bei?

#### **II. Zukunftsperspektiven**

1. Wie bewertet sie aus ihrer Sicht die Zukunft folgender Schlüsseltechnologien und -bereiche in Bezug auf die Elektromobilität:
  - a) autonomes Fahren,
  - b) Vernetzung der Mobilität,
  - c) Intermodalität,
  - d) elektrische Speicher für Elektromobilität,
  - e) Handel, Werkstatt-, Kundendienst- und Ersatzteilemarkt in der Elektromobilität,
  - f) Elektromobile als dezentrale Stromspeicher.

2. Welche weiteren bedeutenden Entwicklungen sieht sie nach ihrem Kenntnisstand für die Elektromobilität in Zukunft?

### III. Unterstützung der wirtschaftsnahen Forschung durch die Landesregierung

1. Welche Schlüsseltechnologien der Elektromobilität fördert sie und durch welche Maßnahmen tut sie dies?
2. Welche Forschungseinrichtungen fördert sie im Bereich der Elektromobilität und der dafür relevanten Technologien?
3. Wie bewertet sie den bisherigen Erfolg der Landesinitiative Elektromobilität II und welchen Einfluss werden diese Erkenntnisse auf mögliche zukünftige Maßnahmen haben?
4. Wie bewertet sie die Auswirkungen der Elektromobilität im Hinblick auf Weiterbildung und Qualifizierung von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in den Unternehmen und welche Schritte sind notwendig, um diese in dieser Technik fortzubilden?
5. Wie wirkt sich die Clusterförderung des Landes auf Elektromobilität aus?
6. Wie unterstützt sie den Handel, Werkstatt-, Kundendienst- und Ersatzteilmarkt der Elektromobilität und welche Maßnahmen ergreift sie, um diesen Sektor in Baden-Württemberg zu etablieren?

23.09.2014

Schmiedel, Storz  
und Fraktion

#### Begründung

Knapper werdende fossile Brennstoffe, sich verändernde weltweite Rahmenbedingungen und die vom Menschen beeinflusste Veränderung des Klimas machen neue Mobilitätskonzepte notwendig. Als eine mögliche Schlüsseltechnologie für die Zukunft präsentiert sich die Elektromobilität. Die Elektromobilität bietet nicht nur das Potenzial, die ökologischen Herausforderungen in den Griff zu bekommen, sondern auch die Beschäftigung in der baden-württembergischen Automobilbranche langfristig zu sichern und ein zukünftiger Wachstumsmotor zu sein. Es ist im Interesse der baden-württembergischen Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer, dass die Automobilbranche mitsamt ihren großen und kleinen Zulieferbetrieben auch in Zukunft eine wichtige Rolle im Land spielt. Ziel dieser Großen Anfrage ist es zu erfahren, wie die Landesregierung die Bedeutung und Zukunft der Elektromobilität für Baden-Württemberg beurteilt und welche Schritte sie unternimmt, um die Elektromobilität zu fördern.

#### Antwort

Schreiben des Staatsministeriums vom 4. November 2014 Nr. III-4224.04:

In der Anlage übersende ich unter Bezugnahme auf § 63 der Geschäftsordnung des Landtags von Baden-Württemberg die von der Landesregierung beschlossene Antwort auf die Große Anfrage.

Krebs

Ministerin im Staatsministerium

**Anlage:** Schreiben des Ministeriums für Finanzen und Wirtschaft mit Schreiben vom 30. Oktober 2014 Nr. 73-4224.040/442 beantwortet das Ministerium für Finanzen und Wirtschaft im Einvernehmen mit dem Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst, dem Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, dem Ministerium für Verkehr und Infrastruktur sowie dem Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz im Namen der Landesregierung die Große Anfrage wie folgt:

*Wir fragen die Landesregierung:*

## I. Ausgangslage

*I.1. Wie bewertet sie die Bedeutung der Automobilbranche in Baden-Württemberg?*

Zu I.1.:

Die Fahrzeugindustrie mit ihren Zulieferern, Komponenten- und Fahrzeugherstellern nimmt in Baden-Württemberg eine Schlüsselrolle ein. Rund 18 % der Beschäftigten in der Industrie im Land sind direkt im Umfeld des Fahrzeugbaus tätig. Rund 40 % der Gesamtausfuhren der Industrie in Baden-Württemberg werden durch die Automobilindustrie erbracht. Baden-Württemberg ist in Deutschland der bedeutendste Standort für die „Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen“: Jeder vierte Arbeitsplatz im Kraftwagensektor ist in Baden-Württemberg angesiedelt. Mehr als ein Fünftel des Branchenumsatzes werden hier erwirtschaftet und rund 30 % der deutschlandweiten Investitionen des Wirtschaftszweiges werden in den baden-württembergischen Standorten getätigt. Auch bei den Investitionen in Forschung und Entwicklung ist die Fahrzeugbranche führend.

*I.2. Wie viele Mitarbeiter sind in der Automobilbranche in Baden-Württemberg tätig?*

Zu I.2.:

In 2013 waren laut amtlicher Statistik rund 220.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in den Wirtschaftszweigen „Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen“ sowie „Sonstiger Fahrzeugbau“ in Baden-Württemberg beschäftigt.

Darüber hinaus sind weitere Unternehmen anderer Branchen im Umfeld der Herstellung von Fahrzeugen aktiv. Eine Analyse des Fraunhofer Instituts für System- und Innovationsforschung (ISI) ergab, dass z. B. rund 13 % aller Beschäftigten der Chemischen Industrie, rund 20 % der Mitarbeiter der gummi- und kunststoffverarbeitenden Industrie und rund 32 % aller Beschäftigten der metallver- und bearbeitenden Industrie im weiteren Sinne zum Kreis der Automobilzulieferer zuzurechnen sind.

*I.3. Wie hat sich der Umsatz der Automobilbranche in Baden-Württemberg in den letzten zehn Jahren entwickelt?*

Zu I.3.:

Die Entwicklung des Umsatzes der Automobilbranche (amtliche Statistik: Wirtschaftszweig „Fahrzeugbau“ inklusive „Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen“ und „Sonstiger Fahrzeugbau“, Berichtskreis 50plus) in Baden-Württemberg der letzten zehn Jahre ist in den beiden nachfolgenden Tabellen dargestellt. Aufgrund geänderter wirtschaftlicher Zusammenhänge wurde es in der amtlichen Statistik notwendig, die zur Beschreibung der unternehmerischen Aktivitäten verwendeten Wirtschaftszweigklassifikationen auf europäischer Ebene grundsätzlich zu überarbeiten. Die dabei entstandene neue NACE Rev. 2 wurde so abgestimmt, dass auch die weiteren überarbeiteten Wirtschaftssystematiken mit berücksichtigt werden konnten. Für Deutschland wurde eine aus der NACE

Rev. 2 abgeleitete nationale Fassung der Wirtschaftszweigklassifikation erarbeitet, die unter der Bezeichnung »Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008)« die bisherige Systematik ablöste. Im Laufe des Jahres 2008 erfolgte bundesweit die Einführung und Umstellung für alle betroffenen Einheiten im statistischen Unternehmensregister nach einem innerhalb der deutschen amtlichen Statistik abgestimmten Verfahren. Die neue Systematik kam erstmal bei den Zahlen für 2009 zum Einsatz. Gleichzeitig führte die Finanz- und Wirtschaftskrise 2009 zu einem starken Umsatzeinbruch.

Umsatz	2008	2007	2006	2005	2004
„Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen“ [t €]	80.826.274	83.501.767	81.034.186	72.718.323	67.147.558
„Sonstiger Fahrzeugbau“ [t €]	1.261.081	1.201.803	1.288.050	1.171.883	1.180.543
<b>Summe „Fahrzeugbau“ [t €]</b>	<b>82.087.355</b>	<b>84.703.570</b>	<b>82.322.236</b>	<b>73.890.206</b>	<b>68.328.101</b>
Veränderung zum Vorjahr [%]	-3,09	2,89	11,41	8,14	

Umsatz	2013	2012	2011	2010	2009
„Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen“ [t €]	87.377.990	84.072.664	78.210.249	69.664.373	52.913.984
„Sonstiger Fahrzeugbau“ [t €]	1.667.654	1.576.784	1.510.470	1.506.075	1.565.170
<b>Summe Fahrzeugbau [t €]</b>	<b>89.045.644</b>	<b>85.649.448</b>	<b>79.720.719</b>	<b>71.170.448</b>	<b>54.479.154</b>
Veränderung zum Vorjahr [%]	3,97	7,44	12,01	30,64	

#### I. 4. Welche Märkte haben aus Ihrer Sicht die größte Bedeutung für die baden-württembergische Automobilbranche?

Zu I. 4.:

Die Automobilbranche in Baden-Württemberg ist in allen relevanten Märkten der Erde vertreten. Von besonderer Bedeutung sind die Märkte mit ausgeprägtem Wachstumspotenzial. Hierzu zählen aktuell beispielsweise China und die USA. Bis zum Jahr 2020 wird erwartet, dass China die USA als weltweit größter Markt für Premium-Automobile überholt. Der Absatz im Premiumsegment wird in China nach Berechnungen von McKinsey & Company um rund 12 % pro Jahr zulegen. Aber auch die Märkte in Europa haben nach wie vor Bedeutung.

Im *Heimatmarkt Deutschland* lagen die Pkw-Neuzulassungen zur Jahresmitte um knapp 7 % über dem Vorjahr. Insgesamt erhöhte sich die Pkw-Nachfrage in Westeuropa im ersten Halbjahr 2013 um gut 5 % auf 7,4 Mio. Neufahrzeuge.

Im ersten Halbjahr lag der Absatz auf dem US-Markt mit knapp 4,6 Mio. Einheiten leicht über dem Vorjahreszeitraum (+1 %). Insgesamt erhöhte sich das Marktvolumen von Light-Vehicles in den USA um rund 5 % auf knapp 9,6 Mio. Einheiten.

In *China* wurde im ersten Halbjahr das Vorjahresergebnis um 14 % übertroffen – der Neufahrzeugabsatz erreichte ein Volumen von gut 10,1 Mio. Einheiten. China hat 2014 erstmals bereits nach sieben Monaten die 10-Millionen-Marke bei den Pkw-Neuwagen überschritten.

In *Indien* sanken die Neuwagenverkäufe im ersten Halbjahr um 2 % auf knapp 1,5 Mio. Einheiten. Der *russische Light-Vehicle-Markt* zeigte sich im abgelaufenen Halbjahr deutlich abgekühlt: Im bisherigen Jahresverlauf gingen die Verkäufe von neuen Light Vehicles auf gut 1,4 Mio. Einheiten zurück – das bedeutet ein Minus von fast 10 %. Auf dem Light-Vehicle-Markt in *Brasilien* wurden im ersten Halbjahr rund 1,9 Mio. Neuwagen angemeldet (-8 %).

*I. 5. Welche Herausforderungen und Innovatoren für Veränderungen sieht sie für die baden-württembergische Automobilbranche, insbesondere im Hinblick auf die Entwicklung von Märkten, zukünftiger Gesetzgebung und Kundenwünschen?*

Zu I. 5.:

Die wesentlichen Treiber für Veränderungen in der Automobilbranche sieht die Landesregierung in den Feldern

- Verfügbarkeit fossiler Kraftstoffe,
- veränderte Kundenanforderungen,
- neue technologische Möglichkeiten, vor allem durch die Verknüpfung mit Technologien der Informations- und Kommunikationstechnik,
- zukünftige Märkte und
- politische bzw. gesetzliche Rahmenbedingungen.

Im Feld der Verfügbarkeit fossiler Kraftstoffe stehen global sinkende Ölfördermengen einem global steigenden Ölverbrauch gegenüber. Deutschland ist hierbei in einer starken Abhängigkeit von Kraftstoffimporten. Die Ölförderung erfolgt in zunehmend instabilen Regionen.

Bei den Kunden in Europa, aber auch in den zukünftigen Wachstumsmärkten wie China und USA, ist ein steigendes Bewusstsein der Wechselwirkungen zwischen Fahrzeugemissionen und lokaler Umwelt sowie globalem Klima zu erkennen. Dieses Bewusstsein sowie die kontinuierlich steigenden Kraftstoffkosten führen zu der Kundenanforderung einer Verringerung des Kraftstoffverbrauchs. Weiter ist vor allem bei den 18- bis 25-jährigen ein abnehmender Fahrzeugbesitz festzustellen. Die geteilte Fahrzeugnutzung kombiniert mit modernen Informations- und Kommunikationstechnologien und Anwendungen aus dem Umfeld Social Media gewinnen zunehmend an Bedeutung.

Moderne Informations- und Kommunikationstechnologien bieten sehr großes Potenzial für die Fahrzeug- und Mobilitätsbranche mit Blick auf Sicherheit, Komfort und Umweltschutz. Die heute allgegenwärtige Vernetzung und dauerhafte Verfügbarkeit von Informationen im Alltag sowie damit einhergehende Themen wie Datensicherheit und Datenschutz stellen aber auch neue Erwartungen und Kundenanforderungen an die Automobilbranche sowie den Gesetzgeber.

Wie unter Ziffer I. 4. dargestellt, sind die zukünftigen Wachstumsmärkte in China und USA, wobei der europäische Heimatmarkt eher stagniert. Dies stellt nicht nur neue Anforderungen an das Produkt Fahrzeug, sondern auch an die Organisation und die Struktur der gesamten Wertschöpfungskette. Die Automobilbranche benötigt hierfür langfristig angelegte Produkt-, Produktions- und Internationalisierungsstrategien.

Auch die Politik und Gesetzgebung reagiert auf diese sich verändernden Rahmenbedingungen und fordert beispielsweise eine Verringerung der Schadstoffemissionen, reguliert die CO<sub>2</sub>-Emissionen von Fahrzeugen oder führt Umweltzonen und emissionsfreie Gebiete ein.

Aus diesen Veränderungen resultieren Konsequenzen wie die Forderung nach sparsameren und umweltfreundlicheren Fahrzeugen sowie vernetzten, automatisierten und emissionsfreien Mobilitätslösungen. Die Automobilbranche reagiert hierauf zum Beispiel mit der Optimierung des Verbrennungsmotors, der zunehmenden Elektrifizierung des Antriebstrangs (Hybrid, batterieelektrisch und Brennstoffzelle) sowie der Nebenaggregate im Fahrzeug, der Reduzierung der Fahrwiderstände (Leichtbau, Aerodynamik, Reifen usw.), der Fahrzeugvernetzung, der Automatisierung des Fahrens, dem Aufbau internationaler Produktionsstätten und neuen Geschäftsmodellen z. B. im Bereich der Sharing-Angebote.

*I. 6. Wie beurteilt sie aus ihrer Sicht den automobilen Handel, Werkstatt-, Kundendienst- und Ersatzteilemarkt und welche Bedeutung misst sie ihm bei?*

Zu I. 6.:

Das Kraftfahrzeuggewerbe umfasst alle Betriebe, die mit der Vermarktung sowie der Wartung und Reparatur von Kraftfahrzeugen beschäftigt sind. Neben den herstellerebenen umfasst es auch die nicht-herstellerebenen 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 herstellerebenen klassifiziert werden. Die Gesamtzahl der Kraftfahrzeugbetriebe war in den letzten Jahren deutlich rückläufig. Sie sank von 2000 bis 2013 um 18 %. 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 weniger dafür aber größeren Händlerbetrieben zusammenzuarbeiten.

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 %.

Die Umsatzentwicklung auf dem Markt für Wartungs- und Reparaturarbeiten hat längerfristig betrachtet nahezu stagniert. Lag das Umsatzvolumen im Jahr 1995 bei 29,8 Mrd. Euro, so erreichte es im Jahr 2009 34,5 Mrd. Euro. Das entspricht einem durchschnittlichen jährlichen Anstieg von 1,1 %. Real betrachtet, also unter Abzug der inflationären Preissteigerungen war der Markt damit sogar rückläufig. Verantwortlich für die längerfristig betrachtet gedämpfte Entwicklung im After Sales sind vor allem die verlängerten Wartungsintervalle und die geringere Reparaturanfälligkeit der Fahrzeuge. Auch die Zahl der Reparaturen je Fahrzeug und Jahr waren deutlich rückläufig. Dem stand ein nur leicht wachsender Fahrzeugbestand gegenüber. 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.

Der Aftermarket umfasst den Markt für Ersatzteile und Zubehör. Hierbei 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 Wartungs- und Reparaturen verbaut oder auch an Endkunden vertrieben. Der restliche Teil entfällt auf die herstellerebenen Werkstätten. Insgesamt weist der Aftermarket in Deutschland in den letzten Jahren ebenfalls eine stagnierende Tendenz auf. Das Marktvolumen für Pkw-Komponenten lag im Jahr 2012 mit 21,2 Mrd. Euro nur wenig höher als im Jahr 2008 (20,2 Mrd. Euro). 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. Allein der zunehmend ältere Fahrzeugbestand stellt auch für den Aftermarket einen stabilisierenden Faktor dar.

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.

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 herstelleregebundenen Betriebe von herausragender Bedeutung.

Für die Automobilzulieferer ist der Aftermarket ein wichtiger Umsatz- und Ergebnisträger. Seine Bedeutung divergiert im Hinblick auf das jeweilige Produktprogramm des Zulieferers. Produziert dieser 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 Ausgleichsmöglichkeit.

## II. Zukunftsperspektiven

*II. 1. Wie bewertet sie aus ihrer Sicht die Zukunft folgender Schlüsseltechnologien und -bereiche in Bezug auf die Elektromobilität:*

- a) autonomes Fahren,*
- b) Vernetzung der Mobilität,*
- c) Intermodalität,*
- d) elektrische Speicher für Elektromobilität,*
- e) Handel, Werkstatt-, Kundendienst- und Ersatzteilemarkt in der Elektromobilität,*
- f) Elektromobile als dezentrale Stromspeicher*

Zu II. 1.:

Zu a) bis c): autonomes Fahren; Vernetzung der Mobilität; Intermodalität

Die Ziffern II. 1. a) bis c) werden wegen ihres Sachzusammenhangs gemeinsam beantwortet:

Die zunehmende Verkehrsdichte in modernen Städten und die Einführung der Elektromobilität begünstigen die Entwicklung neuer Mobilitätskonzepte wie Car-Sharing und intermodale Mobilitätsketten als ideale Ergänzung zum klassischen ÖPNV, dem Bahn- und Flugverkehr. Elektrofahrzeuge sind heute in der Anschaffung noch teurer als rein verbrennungsmotorische Fahrzeuge. Im Betrieb sind Elektrofahrzeuge allerdings deutlich günstiger (Stromverbrauch, Wartung, Reparatur usw.) als vergleichbare Verbrennungsfahrzeuge. Die Amortisation bzw. der Break-Even-Point wird daher umso schneller erreicht, je mehr ein Elektrofahrzeug genutzt wird. Im privaten Umfeld werden Fahrzeuge statistisch im Durchschnitt ungefähr eine Stunde am Tag genutzt. Die restliche Zeit steht das Fahrzeug. Es dauert sehr lange bis eine Amortisation der Mehrkosten erreicht wird. Es ist daher sinnvoll und wirtschaftlich Elektrofahrzeuge in Flotten zu nutzen, in denen diese viele Stunden am Tag genutzt werden. Dies ist auch der Grund, warum Elektromobilität in Sharing-Konzepten heute erfolgreich zum Einsatz kommt. Hier ist die Nutzungszeit deutlich größer als im privaten Besitz. In diesem Zusammenhang können auch autonome und teilautonome Fahrzeuge einen Beitrag leisten. So ergeben sich durch den Einsatz von selbstständig fahrenden Fahrzeugen im Zusammenhang mit Carsharing-Modellen Möglichkeiten zur besseren Ausnutzung des vorhandenen Fahrzeugpools und somit zu einer Reduktion von Investitionskosten. Autonome Fahrzeuge müssen nicht an verteilten, fixen Stellplätzen vorgehalten werden, sondern könnten dem Kunden bedarfsgerecht und selbstständig bereitgestellt werden.

Auch wird die Bereitstellung von Stell- bzw. Ladeplätze für Elektroautos in öffentlichen Parkhäusern zukünftig wichtiger werden. Dabei wird es im Interesse

des Betreibers sein, die vorhandenen Ladeplätze möglichst effizient zu nutzen. Ein voll aufgeladenes Elektroauto auf einem Ladeplatz kostet Geld. Autonome Elektro-Fahrzeuge, die über eine intelligente Schnittstelle mit Ladestation und Parkhaus-Management kommunizieren, könnten selbstständig und bedarfsgerecht zwischen induktiven Ladeplätzen sowie gewöhnlichen Stellplätzen wechseln. Grundvoraussetzung hierfür ist die Vernetzung der Fahrzeuge.

Die Vernetzung des Autos wird in den kommenden Jahren zu weitreichenden Veränderungen führen: Verschiedene Informationsquellen im und um das Fahrzeug werden miteinander verknüpft, um Systeme für eine effiziente Steuerung des Verkehrsflusses und Fahrerassistenzsysteme für eine Verbesserung der Verkehrssicherheit zu ermöglichen. Ein wesentlicher Aspekt ist dabei die weitere Automatisierung von Fahrfunktionen. Zukünftig werden Fahrzeuge in der Lage sein, durch automatisierte Fahrfunktionen den Fahrer noch weiter zu entlasten und in kritischen Situationen zu unterstützen – oder solche Situationen sogar zu vermeiden. Gleichzeitig wird sich auch das Erlebnis Fahren über neue Komfortfunktionen verändern.

Das Fahrzeug vernetzt sich hierzu mit weiteren Fahrzeugen, Infrastruktur und der Umwelt und tauscht Daten beispielsweise mit Ladesäulen und „smarten“ Wohnhäusern aus. Dem Fahrer wird so eine Fülle an Informationen über Fahrzeugparameter und Navigation bis hin zum eigenen Internetzugang des Fahrzeugs geboten.

Die Verkehrsinfrastruktur und die CarIT-Architekturen müssen für die Vernetzung der Informationen erweitert werden. Die IT-Plattform eines Fahrzeuges wird mehr denn je einen wesentlichen Beitrag für den Erfolg eines Fahrzeugkonzeptes und für die digitale Marke eines Fahrzeugherstellers darstellen. Die Wertschöpfung der IT in der Automobilindustrie wird bei den Fahrzeugherstellern, Zulieferern und der IKT-Industrie zunehmen. Content, Daten und Services werden Mehrwertdienste ermöglichen und sind somit Grundlage für neue Geschäftsmodelle, für die ein Milliardenmarkt prognostiziert wird. Für das vernetzte Fahrzeug wird in der Branche eine jährliche Wachstumsrate von 36% erwartet. Insgesamt werden dann bis zum Jahr 2016 über 210 Mio. „Connected Cars“ auf der Straße fahren – viermal mehr als heute.

Die Vernetzung der Fahrzeuge und der entsprechenden Infrastruktur ist die Basis für eine nutzerfreundliche und komfortable Intermodalität. Intermodale Mobilitätslösungen müssen für den Nutzer möglichst einfach und attraktiv gestaltet sein. Dies erfordert die Berücksichtigung sämtlicher Mobilitätsangebote, einer umfassenden, aktuellen und zuverlässigen Information vor Ort sowie universeller Zugangs- und Abrechnungssysteme für alle verfügbaren Verkehrsmittel. Die Gewährleistung einer ausreichenden Datensicherheit bei cloud-basierten intermodalen Lösungen ist hierbei Grundvoraussetzung für eine breite Akzeptanz durch potenzielle Nutzer.

Basis für intermodale Verkehrssysteme sind daher leistungsfähige ÖPNV-Netze, eine gute Verfügbarkeit an alternativen Mobilitätslösungen und Fahrzeugen sowie eine effiziente, innovative und sichere IKT-Infrastruktur. Insbesondere in Städten, in denen diese Strukturen bereits vorhanden sind und beispielsweise durch die weitere Verbreitung von Carsharing-Angeboten und dem Ausbau der ÖPNV-Netze gestärkt werden, ist bereits heute ein verändertes Mobilitätsverhalten zu verzeichnen. So wandelt sich das Nutzungsverhalten allmählich von einer Verkehrsmittelperspektive hin zu einer Systemperspektive. Das Mobilitätsbedürfnis als solches tritt in den Vordergrund.

Zu d): elektrische Speicher für Elektromobilität

Entscheidend für eine erfolgreiche Etablierung der Elektromobilität ist ein effizientes Energiespeicherkonzept, das zuverlässig, langlebig und kostengünstig im Fahrzeug genutzt werden kann. Der Lithium-Ionen-Akkumulator gilt heute als Schlüsseltechnologie für die Zukunft von Elektrofahrzeugen und soll in den nächsten Jahren den Durchbruch dieser Fahrzeuge unterstützen. Laut den Experten der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) bergen heutige und künftige Lithium-Ionen-Batterien der Generationen 1 bis 3 das Potenzial, bis 2020 die geforderten 1 Mio. Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen zu bringen. Als aussichtsreiche Kandidaten für 2020 verweist die Technologie-Roadmap „Lithium-Ionen-



Batterien 2030“ des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung (ISI) insbesondere auf die Lithium-Schwefel-, Lithium-Hochvolt- und Lithium-Polymer-Batterie.

Zur Erreichung der NPE-Ziele sind jedoch sowohl auf Material- und Systemebene einige ernstzunehmende Hürden zu meistern. Keiner der favorisierten Lithium-Speichertechniken gelingt es bisher, allen Anforderungen für eine problemlose Verwendung in Elektrofahrzeugen gerecht zu werden. Der Schwerpunkt liegt darin, akzeptable Lösungen für die noch hemmenden Kompromisse zwischen technischen, ökonomischen und ökologischen Aspekten aussichtsreicher Lithium-Ionen-Technologien zu bieten.

Heute liefern Lithium-Ionen-Batterien die mit Abstand besten Ergebnisse bezüglich der Energie- und Leistungsdichte. Das ermöglicht es ihnen, für elektrische Speicher gute Gewichts-Leistungsverhältnisse zu erzielen. Dies lässt sich zum einen auf das hohe elektrochemische Potenzial und andererseits auf das geringe Gewicht von Lithium zurückführen. Dennoch sind heute realisierbare Energiemengen zu gering, um vergleichbare Reichweiten von Otto- oder Dieselfahrzeugen erreichen zu können. Die Forschung konzentriert sich derzeit insbesondere auf die Kathodenmaterialien, da diese maßgeblich für die Limitierung der Speicherkapazität verantwortlich sind. Ziel ist es, Materialien so zu wählen und zu kombinieren, dass eine möglichst hohe Ladungsdichte und Zellspannung erreicht wird. Dabei dürfen die Optimierungen nicht zu Lasten der Kosten und der Sicherheit gehen.

Die Kosten eines Lithium-Ionen-Batteriesystems für Elektrofahrzeuge entscheiden darüber, inwieweit sich dieses Energiespeichersystem gegen Komplementärtechnologien wie z. B. Superkondensatoren und der Brennstoffzelle behaupten kann. Sie bestimmen den Grad der Wettbewerbsfähigkeit batteriebetriebener Elektrofahrzeuge. Durch steigende Produktionsmengen und Erfahrungswerte werden die Kosten sinken. Uneinigkeit herrscht darüber, welches Preisniveau Batterien erreichen. Maschinen- und Anlagenbauer sind gefordert, Fertigungstechnologien weiterzuentwickeln, um die Qualität zu erhöhen und Ausschussraten zu senken. Sichere Fertigungsprozesse werden dazu beitragen, die Kosten weiter zu senken. Die Kooperation zwischen Maschinen- und Anlagenbauern, Batterieherstellern und OEMs ist daher unerlässlich.

Für den zukünftigen Materialbedarf der Elektromobilität sind ausreichend nutzbare Ressourcen verfügbar. Beim aktuell nicht substituierbaren Lithium besteht jedoch eine große Abhängigkeit von wenigen Ländern. Mittelfristig gilt es, sich durch langfristige Verträge sowie Partnerschaften den Zugang zu diesen Rohstoffen zu sichern, um eine stabile Versorgung zu gewährleisten. Parallel dazu gilt es bei der Forschung nach leistungsfähigeren Batterietechnologien die Materialzusammensetzung der Batterien weiter zu optimieren, um den Bedarf an knappen Rohstoffen zu verringern. Zudem müssen vor allem rohstoffarme Länder frühzeitig nach wirtschaftlichen Recyclingverfahren für Lithium-Ionen-Batterien forschen und ein tragfähiges Recyclingsystem etablieren, um den Primärbedarf an wichtigen Ressourcen und damit die Abhängigkeit von rohstoffreichen Ländern langfristig zu reduzieren. Dies ist auch vor dem Hintergrund der Minimierung der Umweltbelastung durch Rohstoffgewinnung und Weiterverarbeitung unabdinglich.

Eine Alternative zu klassischen Lithium-Ionen-Technologien könnte die Power-Cap-Technologie darstellen, einem Hybrid-Speicher, welcher die Vorteile von Batterien und Superkondensatoren in sich vereint. Bisher sind Superkondensatoren, sogenannte Supercaps, das Mittel der Wahl, wenn Energieströme von bis zu zehn Kilowatt kurzzeitig aufgenommen und wieder abgegeben werden sollen. Das Problem dabei ist jedoch, Supercaps reagieren zwar schnell und lassen sich fast unendlich oft wieder aufladen. Sie erreichen aber nur einen Bruchteil der Speicherkapazität der deutlich langsameren Nickel-Metallhydrid- oder Lithium-Ionen-Batterien und können die gespeicherte Energie nur über eine sehr begrenzte Zeit erhalten. Hier setzen PowerCaps an. Entwicklungsziel ist eine vergleichbare Leistungsdichte und Schnellladefähigkeit wie Supercaps sowie eine Energiedichte, die an die herkömmlicher Batterien heranreicht. Gleichzeitig streben die Entwickler eine Lebensdauer von zehn bis fünfzehn Jahren an – für Batterien sind drei bis acht Jahre typisch. Zudem sollen PowerCaps eine deutlich höhere Temperaturbeständigkeit gegenüber Batterien aufweisen, hundert mal mehr Ladezyklen

überstehen und ihre Ladung über mehrere Wochen ohne nennenswerte Verluste durch Selbstentladung erhalten können. Das Marktpotenzial für die Hybridzellen ist erheblich. Bereits heute liegt es bei zirka einer halben Milliarde Euro und in vier bis sechs Jahren könnten es zwei bis drei Milliarden Euro sein.

Unabhängig davon, welche Technologie sich schlussendlich durchsetzen wird, elektrische Speichertechnologien werden zukünftig im Bereich der Mobilität eine herausragende Bedeutung einnehmen. Bei der für Baden-Württemberg besonders relevanten Wertschöpfungskette der Automobilindustrie wird im Zusammenhang mit hybridisierten oder elektrischen Antriebssträngen ein dominierender Wertschöpfungsanteil im elektrischen Speichersystem liegen. Die Batterie ist für die Umsetzung der Elektromobilität nicht nur aus technologischer Sicht der Schlüssel. Das Thema „Batterie“ hat auch volkswirtschaftlich weitreichende Dimensionen. Nach Angaben der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) können 30-40% der Wertschöpfung am Gesamtfahrzeug mit der Batterie erreicht werden, etwa 60 bis 80% davon alleine durch die Batteriezellen. Entsprechend groß stellt sich das potenzielle Marktvolumen dar. Aktuell liegen Deutschland und Baden-Württemberg bei der industriellen Umsetzung gegenüber der asiatischen Konkurrenz zurück. Grund dafür ist die in Deutschland fehlende international wettbewerbsfähige Zellproduktion bei großen Zellen. Daher ist neben Forschung und Entwicklung der Transfer der Forschungsergebnisse in die Industrie und darauf basierend der Aufbau einer deutschen Zellproduktion von entscheidender Bedeutung für den Standort Baden-Württemberg. Um die heutigen Wertschöpfungsanteile in den klassischen Prozessketten des Automobils mit Blick auf die zukünftigen Wertschöpfungsketten mindestens zu erhalten, muss sich eine entsprechende Produktion von elektrischen Speichern (Zelle und Batteriesystem) im Land etablieren. Für das Verständnis des Systems „Batterie“ ist die Batteriezelle die entscheidende Komponente, zu deren Realisierung ein grundlegendes Verständnis von Materialien, Elektrochemie, Prozess- und Systemkompetenz zwingend erforderlich sind.

Zu e): Handel, Werkstatt-, Kundendienst- und Ersatzteilemarkt in der Elektromobilität

Die zunehmende Elektrifizierung des Antriebsstranges stellt für das Kraftfahrzeuggewerbe sowohl unter quantitativen wie auch qualitativen Gesichtspunkten eine Herausforderung dar. Zum einen gilt es die wachsenden Anforderungen an die Qualifizierung der Mitarbeiter zu bewältigen. Zum anderen 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.

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 längerfristig 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 Fahr-

zeug 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: Wie oben beschrieben, wird die Elektrifizierung zu einer weiter steigenden Vernetzung von Fahrzeugen, Fahrern und insbesondere der Infrastruktur führen. 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: Wie ebenfalls oben aufgezeigt geht die Ausbreitung der Elektromobilität einher mit der Entwicklung und Nachfrage nach innovativen Mobilitätskonzepten. 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 Fahrzeuges für seine Urlaubsreise temporär ein Fahrzeug mit höherer Reichweite möchte.

Insgesamt bietet die Elektrifizierung dem Kraftfahrzeuggewerbe nicht nur im Verkauf, sondern gerade auch im After Sales vielfältige Chancen, sich neue Geschäftsfelder zu erschließen.

#### Zu f): Elektromobile als dezentrale Stromspeicher

Die Einbindung von Elektrofahrzeugen in ein zunehmend „smarter“ Energienetz (Smart Grid), die wirksame Nutzung der Fahrzeugbatterie als dezentraler Speicher und das Lademanagement werden künftig zu den Aufgaben von Energieunternehmen in der Elektromobilität zählen. Seit Jahren wird deshalb das Thema „Vehicle-to-Grid“ diskutiert. Hierbei ist vorgesehen, die Fahrzeugbatterie bidirektional als dezentraler Speicher im Stromnetz zu nutzen. Vehicle-to-Grid-Konzepte können aber die Lebensdauer der Fahrzeugbatterie negativ beeinflussen und setzen voraus, dass der Fahrzeugnutzer einen Teil seiner „Lade-Autonomie“ an das Energieunternehmen abgibt. Hierbei ist noch unklar, ob und für welche Gegenleistung der Nutzer bereit ist, seine Fahrzeugbatterie als Speicher zur Verfügung zu stellen. Teilweise wird die Fahrzeugbatterie heute durch den Nutzer des Fahrzeugs selbst vom Fahrzeughersteller oder einem Dienstleister geleast, was die Nutzung innerhalb von Vehicle-to-Grid-Konzepten weiter komplexer werden lässt. In der Marktstudie „Future Mobility“ waren 45,9% der Befragten Nutzer von Elektrofahrzeugen grundsätzlich bereit, die eigene Fahrzeugbatterie als dezentralen Stromspeicher zur Verfügung zu stellen. 54,1% lehnten dies grundsätzlich ab. Die Studie zeigt weiter, dass über ein Viertel der Befragten, welche grundsätzlich zur Beteiligung an Vehicle-to-Grid-Konzepten bereit sind, mehr als 200 Euro pro Jahr Kompensationsleistung durch das Energieunternehmen für die Bereitstellung des Fahrzeugspeichers erwarten würden.

Die Themen im Bereich Vehicle-to-Grid sind ebenfalls Teil der Arbeiten der Nationalen Plattform Elektromobilität. Ziel der Entwicklungen im Themencluster Netzintegration der NPE ist eine in das Stromnetz integrierte Ladeinfrastruktur, die das intelligente Laden sowie perspektivisch das Rückspeisen ins Stromnetz ermöglicht. Dafür werden über die Möglichkeiten des gesteuerten Ladens der Batterie (Grid to Vehicle) hinaus auch die Möglichkeiten des bidirektionalen Energieaustauschs (Vehicle to Grid) untersucht. Dies umfasst auch das Angebot dynamischer Tarife zur Incentivierung der Kunden. Im Rahmen der Ansätze zur netztechnischen, beziehungsweise energiemarktorientierten Steuerung, werden rechtliche Zugriffsmöglichkeiten des Netzbetreibers oder des Energiedienstleisters auf die Ladesteuerung der einzelnen Fahrzeuge untersucht, mit dem Ziel, die Versorgungsqualität aufrechtzuerhalten. Zudem werden die technischen Voraussetzungen für die Bewertung des Netzzustandes und das regulierende Eingreifen in Echtzeit anhand bestehender Netze erprobt und entwickelt. Dies erfolgt aktuell z. B. in Forschungs- und Demonstrationsvorhaben im Rahmen der Schaufenster Elektromobilität. In Baden-Württemberg werden Aspekte der Vehicle-to-Grid-Konzepte beispielsweise in Projekten im Schaufenster LivingLab BWe mobil sowie im Spitzencluster Elektromobilität Süd-West erforscht und validiert.

Zu den Aspekten der Ladeinfrastruktur sowie dezentraler Speicher im Zusammenhang mit der Elektromobilität wird weiter auf die Drucksache 15/4968 Frage 3 verwiesen.

## *II. 2. Welche weiteren bedeutenden Entwicklungen sieht sie für die Elektromobilität in Zukunft?*

Zu II. 2.:

Wichtige weitere Bausteine bei der Strategie zur Elektrifizierung des Antriebsstrangs sind zum einen die Steigerung der Effizienz im Fahrzeug und zum anderen die Reduzierung der Fahrwiderstände. Da auch mittelfristig die mitgeführte Energiemenge durch die Batterie stark begrenzt sein wird, ist es zur Steigerung der Reichweiten bzw. zur Reduzierung von Kosten, Volumen und Gewicht der Batterie erforderlich, den Energieverbrauch im Betrieb zu reduzieren und die mitgeführte Energie so effizient wie möglich zu nutzen. Die Elektrifizierung der Nebenaggregate, die Einführung eines 48 V Bordnetzes, neue schnelldrehende Elektromotoren, integrierte Hochvolt-Elektronikkomponenten, Fahrzeugleichtbau, rollwiderstands- und aerodynamisch optimierte Reifen, neue Ansätze zur Fahrzeug- und Antriebsstrangklimatisierung, Fahrgastraumisolation sowie Testing- und Validierungsprozesse für eine optimierte Gesamtantriebsstrangintegration sind einige beispielhafte Entwicklungen auf diesem Weg.

Die Brennstoffzellentechnik, die im Fahrzeug Wasserstoff als chemischen Energiespeicher nutzt um den Strom zum Fahren an Bord zu erzeugen, hat aus Sicht der Landesregierung ebenfalls ein großes Potenzial, sich zu einer Schlüsseltechnologie für die Elektromobilität zu entwickeln. Rein batterieelektrische Antriebe und Brennstoffzellenantriebe sind dabei keine gegensätzlichen Entwicklungen, sondern sie haben ihre jeweiligen Vorzüge und Charakteristika. Insbesondere die kurzen Tankzeiten und längeren Reichweiten sowie die Verknüpfung mit der langfristigen Speichermöglichkeit von Wasserstoff sind als Stärken der Brennstoffzellentechnologie zu sehen. Für eine zukünftige emissionsfreie Mobilität werden beide Antriebstechnologien benötigt.

Für eine reibungslose Versorgung elektrisch betriebener Fahrzeuge ist der zügige Aufbau eines flächendeckenden Netzes von Ladestationen erforderlich. Schnellladesäulen, die das Aufladen der Batterien auf rund 80 % der Gesamtkapazität in weniger als einer halben Stunde ermöglichen, können maßgeblich zu einer weiter steigenden Attraktivität der Elektromobilität beitragen. Die Schnellladetechnik ist hierbei besonders für die interurbane Elektromobilität interessant. Dies zeigen nicht nur erste Pilotversuche in Europa, USA und Japan, sondern auch die Ergebnisse diverser Nutzerbefragungen.

### III. Unterstützung der wirtschaftsnahen Forschung durch die Landesregierung

*III. 1. Welche Schlüsseltechnologien der Elektromobilität fördert sie und durch welche Maßnahmen tut sie dies?*

*III. 2. Welche Forschungseinrichtungen fördert sie im Bereich der Elektromobilität und der relevanten Technologien?*

Zu III. 1. und III. 2.:

Die Ziffern III. 1. und III. 2. werden wegen ihres Sachzusammenhangs gemeinsam beantwortet:

Die Elektromobilität als branchenübergreifende Entwicklung wird nicht nur Einfluss auf die Automobilindustrie haben. Sie wird vielmehr zu einer Konvergenz der Branchen Automobilindustrie, Informations- und Kommunikationstechnik, Energiewirtschaft und Produktion führen. Innovative Geschäftsmodelle und ein sich wandelndes Nutzerverhalten rücken in den Fokus. Baden-Württemberg ist als Technologiestandort für die Elektromobilität bereits heute gut aufgestellt: Universitäten, Hochschulen für Angewandte Wissenschaften und zahlreiche Institute der außeruniversitären Forschung bilden ein über die gesamte Wertschöpfungskette gespanntes vernetztes System, um einerseits Technologien der Zukunft zu entwickeln und andererseits die erforderlichen hochqualifizierten Nachwuchskräfte für Wirtschaft und Wissenschaft bereit zu stellen. Dabei gewinnen die Auftragsforschung der Wirtschaft an den Hochschulen und die dort durchgeführten Kooperationsprojekte der Wirtschaft mit der Wissenschaft im Innovationsprozess immer mehr an Bedeutung. Im Bereich der wirtschaftsnahen Forschungseinrichtungen arbeiten die Einrichtungen der Fraunhofer-Gesellschaft, des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) sowie der Innovationsallianz Baden-Württemberg (InnBW) zumeist in enger Zusammenarbeit mit Unternehmen an den Herausforderungen der Elektromobilität. Diese Institutionen sind teilweise durch Bund und Land, teilweise nur durch das Land grundfinanziert. Weiter unterstützt das Land diese Einrichtungen durch strategische Sonderinvestitionen zur Stärkung der Forschungsinfrastruktur sowie durch gezielte Projektförderungen. In der Forschung und Entwicklung von elektrifizierten Antriebsstrangkomponenten und der zugehörigen Ladeinfrastruktur entsteht im Spitzencluster Elektromobilität Süd-West durch die aktive Zusammenarbeit von Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen ein solides Fundament. Um eine hohe Wertschöpfungstiefe bei den neuen Antriebsstrangkomponenten zu erzeugen, müssen Erkenntnisse aus Forschung und Entwicklung auf die industrielle Fertigung übertragen werden. Hierfür hat Baden-Württemberg mit seinem hervorragend aufgestellte Anlagen- und Maschinenbau beste Voraussetzungen. Um wesentliche Anteile der Wertschöpfung im Land auf sich zu vereinen, muss es den hier ansässigen Unternehmen gelingen, nicht nur im Bereich der Forschung und Entwicklung, sondern auch in der Herstellung bedeutender elektrifizierter Antriebsstrangkomponenten eine Spitzenposition im globalen Wettbewerb einzunehmen. Dabei ist das Erreichen einer großen Wertschöpfungstiefe eine wesentliche Grundvoraussetzung für die Schaffung von Arbeitsplätzen. Weiterhin kann auch durch die Planung und Installation von Produktionsanlagen durch im Land ansässige Unternehmen und die im Laufe der betrieblichen Nutzung der Einrichtungen erforderlichen Optimierungen erhebliche Wertschöpfung generiert werden. Gerade mit Blick auf den bevorstehenden Markthochlauf der Technologien der Elektromobilität ist es für die Unternehmen im Land wichtig eine starke wirtschaftsnahe Forschung als Partner zu haben, ohne hierbei die Grundlagenforschung zu vernachlässigen, welche die Basis für zukünftige Innovationen legt.

Das Themenfeld Elektromobilität erfordert eine ganzheitliche Herangehensweise von der Erzeugung und Bereitstellung der elektrischen Energie über die Umsetzung in Mobilität im Fahrzeug bis hin zu attraktiven Geschäftsmodellen, die alle Beteiligten miteinander sinnvoll vernetzen. Für eine breite Markteinführung sind die Kostenstrukturen, die Alltagstauglichkeit der Fahrzeuge sowie der zugehörigen Infrastruktur zu verbessern. Hierfür besteht an zahlreichen Stellen der Wertschöpfungskette noch Forschungs-, Optimierungs- und Vernetzungsbedarf.

– *Akzeptanz neuer Technologien*

Die großen Herausforderungen, vor denen die Gesellschaft steht, wie z. B. der Klimawandel, die Energiewende oder der demografische Wandel können nur durch vielfältiges Wissen und die Zusammenarbeit vieler Akteure bewältigt werden. Das Wissenschaftsministerium hat deshalb eine Förderlinie für eine neue Form der gesellschaftsnahen Forschung aufgelegt – die Reallabore. Grundidee ist, dass sich die Wissenschaft mit den Erfahrungen verschiedener Akteure aus dem Alltag und dem Fachwissen von Experten aus Wirtschaft, Verbänden, Verwaltung und Politik auseinandersetzt und dieses Wissen in den Forschungsprozess integriert. In Reallaboren begleiten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler z. B. die Sanierung von Stadtteilen oder die Einführung neuer Mobilitäts- und Energiesysteme. Zusammen mit den späteren Nutzern werden Lösungen erarbeitet, die praxistauglich, nutzerfreundlich und sozial akzeptiert sind. Im Reallabor der Universität Stuttgart „Future City Lab\_ Stuttgart: Reallabor für nachhaltige Mobilitätskultur“ dient der unmittelbare Bezugsraum der Universität, Stadt und Region Stuttgart als reales Handlungsfeld, konkreter Laborraum und experimentelle Plattform für die Erforschung und Entwicklung nachhaltiger Mobilitätsvisionen und -praktiken. Dabei werden Akteure der Zivilgesellschaft als „Mitforscher“ in den Prozess des Wissenserwerbs, der Generierung von Forschungsdaten und Entwicklung von Szenarien und Pilotprojekten eingebunden.

– *Speichertechnologie als eine Schlüsseltechnologie für eine massenmarktfähige Elektromobilität*

Vor allem bei den Batteriespeichern sind Anstrengungen erforderlich, um die globale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Automobilindustrie zu behaupten und zu stärken. Bei der für das Land Baden-Württemberg besonders relevanten Wertschöpfungskette der Automobilindustrie wird im Zusammenhang mit hybridisierten oder elektrischen Antriebssträngen ein dominierender Wertschöpfungsanteil im elektrischen Speichersystem liegen.

Ein europaweites Alleinstellungsmerkmal innerhalb dieses Themenfeldes ist der Batterieforschungsstandort Ulm. Das Zentrum für Sonnenenergie und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) mit seinem Labor für Batterietechnologie (eLaB) und der Forschungsproduktionslinie bildet hierbei einen Nukleus für den Ausbau des Standortes Ulm zu dem national führenden Batterieforschungsstandort. Mit der Gründung des neuen Helmholtz-Instituts für elektrochemische Energiespeicher in Ulm (HIU) wurde ein weiterer Baustein geschaffen. Träger des HIU ist das Karlsruher Institut für Technologie (KIT), das als Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft die neue Einrichtung in Kooperation mit der Universität Ulm ins Leben gerufen hat. Assoziierte Partner sind das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), ebenfalls Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft, sowie das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW). Das HIU führt die Expertise dieser vier Partner zusammen, mit dem Ziel, anwendungsorientierte Grundlagenforschung für die Entwicklung fortschrittlicher Batteriesysteme zu betreiben.

Im HIU werden wissenschaftliche Grundlagen für die Entwicklung elektrochemischer Speicher für mobile und stationäre Anwendungen geschaffen und weiterentwickelt, um u. a. einen Beitrag zur Lösung aktueller Fragen beim Einsatz in der Elektromobilität und im Zusammenhang mit der Speicherung elektrischer Energie aus fluktuierenden Energiequellen zu leisten. Dafür wird am HIU eine enge Vernetzung zwischen batteriespezifischer Grundlagenforschung und konkreten Anwendungen im System verwirklicht. Das HIU deckt wie kein anderes Institut in Deutschland nahezu alle Felder in der Batterie(grundlagen)forschung ab.

Neben der Forschung und Entwicklung kümmert sich das HIU auch um die Lehre und die Nachwuchsförderung im Bereich Elektrochemische Energiespeicherung, um qualifizierte junge Wissenschaftler und Ingenieure für Forschung und Wirtschaft in diesem strategisch wichtigen Feld auszubilden.

Mit der Forschungsproduktionslinie am ZSW in Ulm soll ein weiterer Baustein für in Deutschland produzierte Hochleistungsbatterien gesetzt werden. Das

Forschungsinstitut ZSW errichtete mit Unterstützung des BMBF und des Ministeriums für Finanzen und Wirtschaft in Zusammenarbeit mit dem Industrieverbund KLiB eine Anlage zur Erforschung seriennaher Fertigungsprozesse von großen Lithium-Ionen-Batterien. Die Produktionslinie wurde in das ZSW Labor für Batterietechnologie (eLaB) integriert. Die Forschungsproduktionslinie soll Herstellverfahren für prismatische Lithium-Batterien ab einer Größe von 20 Amperestunden (Ah) erforschen, entwickeln und testen. Die Industrie favorisiert genau diese Technologie für Elektrofahrzeuge. Gleichzeitig können neue Materialien und Herstellverfahren validiert werden. Die Forschungsproduktionslinie schließt damit die Lücke beim Übergang vom Labormaßstab zur Serienfertigung, um die deutsche Industrie hin zum Leitanbieter von Batterien zu entwickeln. Mit der Forschungsproduktionslinie zur Erprobung neuer leistungsstärkerer Verfahren und Anlagenkomponenten eröffnet sich einmalig in Deutschland allen Unternehmen und Forschungsorganisationen entlang der Wertschöpfungskette eine Entwicklungsplattform, um eigene Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen zu ergänzen. Gerade mittelständischen Unternehmen bietet sich hier eine Möglichkeit, innovative Konzepte für Komponenten, Prozesse und Qualitätssicherungsmaßnahmen zu erproben.

Obwohl seit vielen Jahren intensiv im Laborbereich an Lithium-Ionen-Technologien geforscht wird, gibt es bisher noch zu wenig Wissen über den Einfluss des Produktionsprozesses auf Qualität, Sicherheit und Herstellkosten von Li-Ionen-Batterien. Das eLaB verfügt seit 2011 über Produktionstechnologien für kleine Lithium-Ionen-Zellen bis fünf Amperestunden (Ah) und über ein großes Sicherheits- und Batterietestzentrum. Mit der neuen Forschungsproduktionslinie können unter realen Produktionsbedingungen Musterserien hergestellt und Prozess- und Verfahrensparameter optimiert werden. Ziel ist, die Qualität der Zellen zu erhöhen, die Ausschussrate zu minimieren und gleichzeitig die Herstellkosten zu reduzieren.

Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) bündelt alle Arbeiten zur Speicherung elektrischer Energie für mobile und stationäre Anwendungen im Projekt „Competence E“. Mit dieser weltweit einmaligen Fokussierung von 26 Instituten aus den Bereichen Chemie, Materialforschung, Produktions- und Verfahrenstechnik, Elektrotechnik, Produktentwicklung, Fahrzeugsysteme, Informatik und Technikfolgenabschätzung auf das Gesamtsystem „Elektrischer Energiespeicher“ wird es möglich, industriell anwendbare kostengünstige Lösungen für stationäre Speichersysteme und elektrische Antriebssysteme der zukünftigen Generationen zu entwickeln. Dabei wird ein integrierter Ansatz vom Molekül über die Batterie, den Elektromotor mit Leistungselektronik bis hin zum vollständigen funktionsfähigen elektrischen Antrieb verfolgt.

Wie in der Stellungnahme zu Ziffer II.1.4. aufgezeigt, kann die PowerCap-Technologie eine Alternative zu klassischen Lithium-Ionen-Technologien darstellen. Im Rahmen eines vom Ministerium für Finanzen und Wirtschaft geförderten Verbundprojektes des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA, Stuttgart), des Fraunhofer-Instituts für Chemische Technologie (ICT, Pfinztal), des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoffforschung Baden-Württemberg (ZSW, Ulm), des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT, Karlsruhe), des Instituts für Energieeffizienz in der Produktion (EEP) der Universität Stuttgart und des Instituts für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW) der Universität Stuttgart wurde ein erster Schritt für eine Etablierung der Zukunftstechnologie „Powercaps“ in Baden-Württemberg mit weltweiter Vorreiterschaft durch den Einsatz und die Kombination von Hochenergie-Superkondensatortechnologie und neuartiger Hochleistungsbatterietechnologie, welche dem Stand der Technik wesentlich überlegen ist, erreicht. Durch diese der aktuellen Lithium-Ionen-/Produktions-Technologie überlegene Technologie bestünde die große Chance, dieses Feld wirtschaftlich erfolgreich in Baden-Württemberg aufzubauen und sich am Weltmarkt zu behaupten. Neben diesem Anwendungsfeld kann auch der Maschinenbau durch die Powercaps-Technologie und die damit mögliche Steigerung der Energieeffizienz stark profitieren.

Im durch das Wissenschaftsministerium geförderten Projekthaus „e-drive“ am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) wird schwerpunktmäßig die Optimie-

rung von Elektro- und Hybridfahrzeugen, einschließlich leistungsfähiger Batteriesysteme, erforscht. Das Kompetenzbündnis aus Wissenschaft und Wirtschaft soll gezielt die Marktreife von Elektro- und Hybridfahrzeugen beschleunigen. Die Bereiche Leistungselektronik, Steuerungs- und Regelungstechnik, Elektromaschinen und Energiespeicher werden zusammengeführt, sodass wertvolle Synergien für die Forschungsaktivitäten zur nachhaltigen Mobilität generiert werden. Im Projekthaus wird ein breiter Systemansatz verfolgt, bei dem neben der Entwicklung der Komponenten-Hardware auch Softwarelösungen für deren Ansteuerung und Betrieb sowie Werkzeuge für die sichere Auslegung entstehen. Wichtige Zielsetzung ist, die jeweiligen Schlüsselkomponenten optimal in den Antriebsstrang zu integrieren, um einen deutlichen Mehrwert in den Bereichen Energieverbrauch, Umweltverträglichkeit, Fahrdynamik und Komfort bei vertretbaren Kosten zu erreichen. Entwicklungen mit eher kurzfristiger Anwendung werden dabei ebenso verfolgt wie grundlagenorientierte Projekte mit langfristigem Anwendungshorizont. Bei all diesen Entwicklungen werden auch wirtschaftliche und produktionstechnische Aspekte berücksichtigt.

Im Rahmen des Projekthauses wird darüber hinaus ein Promotionskolleg „e-drive“ am KIT vonseiten des Wissenschaftsministerium gefördert, in dem zu Themen der Elektromobilität geforscht wird.

Um die fluktuierende erneuerbare Energie kontinuierlich der Mobilität bereit zu stellen, sind auch im stationären Umfeld neue Speichertechnologien und Konzepte erforderlich. Innerhalb des Projekts RedoxWind am Fraunhofer Institut für Chemische Technologie (ICT, Pfinztal) wird aktuell die Entwicklung und der Aufbau eines getriebelosen Windrads in Kombination mit einer Redox-Flow-Batterie in Baden-Württemberg erforscht und in Form eines Großdemonstrators realisiert.

Neue Werkstoffe für die elektrochemische Energiespeicherung und Energie wandlung stehen im Fokus des neuen Materialwissenschaftlichen Zentrums für Energiesysteme (MZE), das derzeit am KIT entsteht. Ein Schwerpunkt hier ist unter anderem die Entwicklung neuer Batteriematerialien und -konzepte. Im MZE sollen daher Materialkonzepte für eine effiziente Energie wandlung und -speicherung entwickelt werden. Ein Fokus in der Weiterentwicklung der Speicher liegt auf Lithium-Schwefel-Batterien. Die wissenschaftlich-technischen Herausforderungen finden sich vor allem bei den elektrochemischen Speichern: es geht darum, mit geringeren Herstellungskosten eine höhere Energiedichte zu erreichen. Darüber hinaus wird es Aktivitäten im Bereich der piezoelektrischen Bauelemente und der Magnetwerkstoffe geben. Während Piezoelektrika wichtige Materialien für energieautarke Systeme sind, gelten die Magnetwerkstoffe als Schlüsselkomponenten für den immer größer werdenden Bereich der Elektromobilität.

- *Energetische und informationstechnische Mobilitätsschnittstellen und Automatisierung als Schlüsseltechnologien für eine vernetzte, automatisierte und intermodale Elektromobilität*

Das erste Fraunhofer-Anwendungszentrum in Baden-Württemberg wurde gezielt an den Schlüsseltechnologien zur Vernetzung und Automatisierung der Mobilität und intermodalen Lösungen ausgerichtet. Das Kompetenzzentrum für energetische und informationstechnische Mobilitätsschnittstellen (KEIM) ist im September 2012 mit einer Anschubfinanzierung des Ministeriums für Finanzen und Wirtschaft für drei Jahre an der Hochschule Esslingen in Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) eröffnet worden. Zentrales Innovationsfeld des KEIM ist die Entwicklung und Gestaltung von energetischen und informationstechnischen Mobilitätsschnittstellen. Informationen, wie beispielsweise Verkehrsdaten, Identifizierungsdaten, Präferenzen und Abrechnungsdaten müssen zwischen den Nutzern, den Fahrzeugen, den Mobilitätsanbietern und der Infrastruktur ausgetauscht werden. Ziel des KEIM ist die Erforschung und Entwicklung dieser Mobilitätsschnittstellen mit einem starken Anwendungsbezug. Insbesondere mittelständische Unternehmen sollen befähigt werden, innovative Produkte in diesem Innovationsfeld anzubieten. Aktuell bearbeiten sechs wissenschaftliche und



zwölf studentische Mitarbeiter Projekte im Bereich des Lade- und Lastmanagement, der vernetzten Sensorik und der strategischen Flottenplanung.

Weiter fördert das Ministerium für Finanzen und Wirtschaft den Aufbau eines Zentrums für Mobilitätsforschung, dem sogenannten Ambient Mobility Lab. Mit dem Ambient Mobility Lab wird am Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) in Stuttgart – in Kooperation mit dem Massachusetts Institute of Technology (MIT), USA – ein erster Baustein für ein Zentrum für Mobilitätsforschung geschaffen. Dieses Zentrum soll stetig um weitere Kooperationen mit weltweit führenden Forschungseinrichtungen in Form von gemeinsamen Forschungslaboren im Bereich Mobilität erweitert werden. Jedes neu eingerichtete Forschungslabor forscht zu einem definierten Schwerpunkt im Kontext Mobilität. Ziel des Ambient Mobility Lab ist es, als wegbereitende Smart-Mobility-Forschungseinrichtung zu einem weltweiten Vorreiter bei Untersuchung, Entwurf, Entwicklung und Test eines nachhaltigen, sensitiv-adaptiven, vernetzten und intermodalen Mobilitätssystems zu avancieren, das mit anderen städtischen Systemen der Zukunft interagiert. Im Rahmen der gemeinsamen Initiative des SENSEable City Laboratory am MIT und des Mobility Innovation Lab am Fraunhofer IAO sollen aus dem interdisziplinären Forschungsansatz des MIT und der Stärke von Fraunhofer, Konzepte in Produkte umzusetzen, Synergien geschaffen werden.

Innerhalb des vom Wissenschaftsministerium geförderten Projektes „Elektrofahrzeuge und Antriebe (ElefAnt)“ an der Universität Stuttgart wurde der größte und leistungsfähigste Fahrsimulator an einer europäischen Forschungseinrichtung errichtet. Mit der Förderung des Fahrsimulators sowie von Forschungsprojekten soll die Entwicklung eines Forschungs- und Entwicklungszentrums „Elektro- und Hybridfahrzeuge“ an der Universität Stuttgart unterstützt werden. Ein Schwerpunkt des Vorhabens ist die Erforschung elektrofahrzeugspezifischer Assistenzsysteme zur präzisen Vorhersage der Reichweite und zur zuverlässigen Erreichung des Fahrtziels durch vorausschauendes Energiemanagement.

Weiterhin wird mit Unterstützung des Wissenschaftsministeriums ein neuartiger Fahrdynamikprüfstand an der Universität Stuttgart aufgebaut. Er bildet ein Modul in der Weiterentwicklung des eben genannten Forschungs- und Entwicklungszentrums „Elektro- und Hybridfahrzeuge“ an der Universität Stuttgart. Dieser Prüfstand stellt einen wichtigen FuE-Baustein auf dem Gebiet der Fahrsicherheit und des Fahrkomforts von Kraftfahrzeugen mit hybriden oder elektrischen Antrieben dar. Im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen besteht hier zunehmend der Bedarf, bei der Entwicklung konsequent wissenschaftliche Herangehensweisen anzuwenden. Dem Fahrzeugdynamikprüfstand kommt in diesem Kontext als Werkzeug für Forschung und Methodenentwicklung eine wichtige Rolle zu.

Zur Ableitung von Anforderungen an künftige Fahrzeug- und Mobilitätskonzepte wird am KIT der Ausbau des Zentrums Mobilitätssysteme durch das Wissenschaftsministerium gefördert. Ziel ist es, die Forschung für die Steigerung der Energieeffizienz und die Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes im Bereich Mobilität voranzutreiben.

Das Innovationscluster „regional eco mobility 2030 (REM 2030)“ ist ein Baustein zur Entwicklung der Mobilität von morgen und steht unter dem Leitthema einer effizienten regionalen Individualmobilität 2030. Ein interdisziplinäres Team aus Baden-Württemberg entwickelt und bewertet ganzheitliche Konzepte für eine effiziente regionale Individualmobilität. Die Betrachtung eines systemischen Ansatzes, der die Themen Fahrzeug, Infrastruktur und neue Geschäftsmodelle verbindet, ist hierbei zentral. Im Innovationscluster arbeiten Universitäten, Fraunhofer-Institute und Industrie eng zusammen.

Das Forschungszentrum Informatik Karlsruhe (FZI) arbeitet als eines der im Rahmen der Innovationsallianz Baden-Württemberg (innBW) durch das Ministerium für Finanzen und Wirtschaft grundfinanzierten wirtschaftsnahen Forschungseinrichtungen im Anwendungsfeld Mobilität daran, Fahrzeuge autonom fahrfähig, sicherer und umweltfreundlicher zu machen. Das FZI entwickelt hierfür Algorithmen und Sensortechnologien für konventionelle Fahr-

zeuge und Elektrofahrzeuge. Es beschäftigt sich auch mit entsprechenden Infrastrukturlösungen, IKT-basierte Vernetzungs- und Nutzungskonzepten sowie Geschäftsmodellen. Im Forschungsfeld „Sichere und intelligente Fahrzeuge“ werden am FZI Konzepte und Funktionen für intelligente Fahrzeuge und deren funktionale Sicherheit erforscht, entwickelt und evaluiert. Hierzu gehören auch autonome Fahrfunktionen im Überland- und Innenstadtbereich mit dem instrumentierten Testfahrzeug CoCar. Im Forschungsfeld „Eingebettete Systeme und Embedded Security“ beziehen sich die Aktivitäten im Anwendungsfeld Mobilität auf die Weiterentwicklung von Werkzeugen zur Modellierung und Bewertung von Elektrik/Elektronik Architekturen sowie dem Umgang und der Bewertung mit Modellierungs- und Analysemethoden für funktionale Sicherheit in frühen Phasen des Entwicklungslebenszyklus.

Mit Unterstützung des Wissenschaftsministeriums gründete die Universität Stuttgart, die Hochschule Reutlingen und die Bosch-Gruppe das „Robert Bosch Zentrum für Leistungselektronik“. Zur Leistungselektronik zählen Bauelemente, Komponenten und Systeme, die zum Beispiel für Hybrid- und Elektrofahrzeuge zum Einsatz kommen. Sie ist für die erfolgreiche und wirtschaftliche Anwendung von Lösungen der Elektromobilität, der Photovoltaik, in Windkraftanlagen, in der Mikroelektronik, in der Medizin und der Antriebstechnik in der Industrie von großer Bedeutung. Mit der Kooperation entsteht ein beispielgebendes Studien- und Forschungszentrum sowie ein herausragender Forschungs- und Lehrverbund, der die ganze Bandbreite von Hochschulausbildung, Forschung, Technologietransfer, Nachwuchsförderung und wissenschaftlicher Weiterbildung abdeckt.

Der Spitzencluster „MicroTec Südwest“ soll als führender Forschungs-, Entwicklungs- und Produktionsstandort für intelligente Produkte mit integrierter Mikrosystemtechnik etabliert werden. Die Mikrosystemtechnik schafft als Schlüsseltechnologie in zahlreichen Anwendungsfeldern die Voraussetzungen für intelligente Produkte, Prozesse und Dienstleistungen. Die im Cluster entwickelten hochinnovativen Produkte wirken in einer Vielzahl von starken Anwenderbranchen. Im Cluster wird u. a. auch der Bereich „Smart Mobility“ adressiert. Hier geht es z. B. um die Weiterentwicklung von smart systems, die gelieferte Daten mit weiteren Informationen kombinieren und damit die Fehlerneigung eines Verkehrsteilnehmers reduzieren können. Gleichzeitig ermöglichen sie eine optimierte Fahrzeugsteuerung und Navigation. Ebenso soll ein relevanter Beitrag zur ressourcenschonenden und schadstoffarmen Mobilität geleistet werden, indem durch Messungen von Sensoren, Emissionen deutlich verringert und dadurch die Abgasnormen eingehalten werden können. Vom Bund werden in diesem Verbund einzelne Forschungsprojekte über 5 Jahre mit insgesamt 40 Mio. € gefördert; die Wirtschaftspartner investieren die gleiche Summe zusätzlich. Das Land fördert den Spitzencluster zur Stärkung des Clustermanagements und zum Aufbau dauerhafter Clusterstrukturen.

– *Systemische Gesamtfahrzeugintegration und Industrialisierung als Schlüsseltechnologien für eine effiziente und bezahlbare Elektromobilität*

Mit dem Ziel der Gründung eines neuen Fraunhofer Instituts (erstmal wieder seit 1981) wird unter der Leitung der Fraunhofer Institute für Chemische Technologie (ICT) in Pfinztal und Werkstoffmechanik (IWM) in Freiburg und in Kooperation mit dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Karlsruhe eine Fraunhofer Projektgruppe „Neue Antriebssysteme – NAS“ auf- bzw. ausgebaut. Die Projektgruppe wurde an das Institut für Kolbenmaschinen (IFKM) des KIT angebunden und hat 2010 ihre Arbeit aufgenommen. NAS erhält eine 5-jährige Anschubfinanzierung seitens des Ministeriums für Finanzen und Wirtschaft und geht nach positiver Evaluation im Frühjahr 2014 durch die Fraunhofer-Gesellschaft ab 1. Januar 2015 als Fraunhofer-Projektgruppe in die 90/10-Bund/Länder-Finanzierung über. NAS beschäftigt aktuell rund 25 wissenschaftliche Mitarbeiter und 16 studentische Hilfswissenschaftler. Das Ziel der Projektgruppe ist ein ganzheitlicher Ansatz für eine zukünftige nachhaltige Mobilität und dezentrale Energieversorgung. Der Schwerpunkt hierbei liegt auf neuen Antriebsstrang- und Motorenkonzepten für stationäre und mobile Anwendungen. Einen Schwerpunkt legt die Projektgruppe hierbei auf die effiziente Ausgestaltung einzelner Komponenten und deren Zusammenspiel bei der

Gesamtantriebsstrangintegration. Hierbei spielen hauptsächlich das Verhalten und die Interaktion von thermischen und elektrischen Energieströmen eine Rolle. Das Themenfeld Gesamtantriebsstrangintegration ist vor allem mit Blick auf die Hybridisierung und die Elektromobilität eines der bedeutendsten Zukunftsfelder der Fahrzeugindustrie. NAS hat in der bisherigen Aufbauphase sehr umfangreiche Kompetenzen auf diesem Gebiet aufgebaut und sich damit ein Alleinstellungsmerkmal nicht nur in Baden-Württemberg erarbeitet. Innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft ist NAS weltweit das einzige Team, welches sich gesamtheitlich mit diesen Fragestellungen befasst.

Das Wissenschaftsministerium unterstützt ein von der Universität Stuttgart und der Hochschule Esslingen gemeinsam getragenes Promotionskolleg „HYBRID“ zum Thema Elektromobilität. Im Zentrum der Forschung stehen dabei Hybridantriebstechniken. Die beteiligten Hochschulen bündeln ihre fahrzeugtechnischen Kompetenzen auf einem der wichtigsten Zukunftsgebiete der Fahrzeugtechnik, dem der hybridisierten Antriebsstränge.

Der Innovationsrat Baden-Württemberg hatte der Landesregierung empfohlen, vorwettbewerbliche Verbundforschungsprojekte auf dem Themenfeld Elektromobilität zwischen Wirtschaft und Wissenschaft – insbesondere unter Beteiligung kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) – zu fördern. In der Vergangenheit haben sich Verbundforschungsprojekte als besonders geeignet erwiesen, Forschungsergebnisse mit Breitenwirkung für die Wirtschaft zu gewinnen. Im Rahmen der gemeinsamen Ausschreibung des Ministeriums für Finanzen und Wirtschaft und des Wissenschaftsministeriums vom 28. März 2011 werden aktuell vier laufende Verbundforschungsvorhaben mit einem Gesamtvolumen von rund 1,6 Mio. Euro mit Mitteln in Höhe von 740.000 Euro gefördert. In den Verbundprojekten zwischen Wissenschaft und Wirtschaft werden Themen wie die IKT-basierte Untersuchung des Fahrzeugverhaltens von Realkunden, die Integration und Demonstration multimodaler Mobilitätslösungen, ein Sicherheitsfahrwerk mit Elektro-Allradantrieb für E-Bikes und E-Motorräder sowie das emissionsfreie Range Extending erforscht.

Der von der Landesagentur e-mobil BW GmbH koordinierte Spitzencluster „Elektromobilität Süd-West – road to global market“ hat das Ziel, die Elektromobilität in Deutschland voranzubringen und Baden-Württemberg zu einem wesentlichen Anbieter elektromobiler Lösungen zu machen. Er nutzt die einmaligen Möglichkeiten der Region Karlsruhe – Mannheim – Stuttgart – Ulm, um renommierte große, mittlere und kleine Unternehmen aus den Bereichen Fahrzeugtechnologie, Energietechnologie, Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) sowie dem Querschnittsfeld Produktionstechnologie untereinander und mit Forschungsinstituten vor Ort zu vernetzen. Mit über 80 Akteuren aus Industrie, Hochschulen und Forschungsinstituten ist der Cluster bundesweit einer der größten regionalen Verbünde auf dem Gebiet der Elektromobilität.

Das Land verfügt mit den Universitäten, Hochschulen für Angewandte Wissenschaften und außeruniversitären Forschungseinrichtungen in Baden-Württemberg auf dem Gebiet der Elektromobilität über eine leistungsfähige Forschungsinfrastruktur. Die zunehmenden Anforderungen an Größe und Leistungsmerkmale der Prüfstände und der sich verstärkende Wettbewerb um Fördermittel an den Hochschulen machen neue Wege und Vorgehensweisen erforderlich. Substantielle Innovationen lassen sich bei dem hohen Stand der Forschung in Baden-Württemberg am ehesten auf der System- und Komponentenebene und dem Zusammenführen der vorhandenen Expertisen und Kompetenzen erwarten. Das Wissenschaftsministerium hat dazu eine Arbeitsgruppe aus Vertretern verschiedener Hochschulen und Hochschularten und der e-mobil BW eingesetzt, um ein einheitliches Konzept zu erarbeiten, wie die Förderung der Forschungsinfrastruktur, deren Zugänglichkeit für die Akteure in diesem Bereich und die Befähigung der Hochschulen, auch im überregionalen Wettbewerb um weitere Fördermitteln erfolgreich zu sein, am besten realisiert werden kann. Diese Arbeitsgruppe unter der Moderation des Wissenschaftsministeriums hat den Aufbau eines (virtuellen) standortübergreifenden Prüfstandverbundes im Sinne einer weiteren Optimierung und Brückenbildung über die bestehenden Prüfstände vorgeschlagen und ein entsprechendes Konzept erarbeitet, das derzeit ab-

schließlich geprüft wird. Abgerundet werden wird dieser Prüfstandverbund durch weitere komplementäre Funktionen auf der Komponenten- und Datenebene.

– *Erprobung und Validierung von Technologien und Geschäftsmodellen als Schlüssel für einen erfolgreichen Markthochlauf der Elektromobilität*

Neben der Forschung und Entwicklung zukünftiger Fahrzeug- und Infrastrukturtechnologien und deren Produktionstechnik ist es notwendig, auch den Weg für einen erfolgreichen Markthochlauf zu ebnen. Baden-Württemberg realisiert dies mit dem Schaufenster „LivingLab BWe mobil“, ein intermodales, international vernetztes, bürger- und herstellernahes Schaufenster Elektromobilität. Baden-Württemberg ist bundesweit eine von vier geförderten Schaufensterregionen und schafft mit seinem Konzept ein Schaufenster für zukunftsfähige Lösungen nach außen, das gleichzeitig als Katalysator für unternehmerische Innovationen nach innen wirkt. Der Einsatz von Fahrzeugen im Alltag, integrierte Konzepte, die ÖPNV und elektromobilen Individualverkehr intelligent verknüpfen, Pilotlösungen für Infrastruktur wie Ladestationen im öffentlichen und halböffentlichen Raum sowie Entwicklungspartnerschaften zwischen Nutzern und Herstellern werden dabei verzahnt mit Stadtentwicklungskonzepten und städtebaulichen Referenzprojekten. Ziel ist es, in einem ganzheitlichen Ansatz Schlüsselfragen zum Markthochlauf der Elektromobilität in Baden-Württemberg und Deutschland zu beantworten um diese in umweltfreundliche und wirtschaftlich tragfähige Mobilitätskonzepte integrieren zu können.

Ein zentrales Element des baden-württembergischen Schaufensters Elektromobilität „LivingLab BWe mobil“ ist das sogenannte Online-Schaufenster. Hierbei handelt es sich um eine online-Plattform, die sowohl das zentrale Informationsmedium zu allen Aktivitäten des LivingLab BWe ist wie auch den Nutzern die Gelegenheit bietet, sich aktiv am Technologiewandel hin zur Elektromobilität zu beteiligen und sich einzubringen.

Mit dem Online-Schaufenster werden gleichzeitig auch neue Instrumente der Bürgerbeteiligung im praktischen Einsatz entwickelt und erprobt, um die Einbindung von Bürgerinnen und Bürgern in Veränderungsprozesse künftig noch wirksamer zu gestalten. Es wird vom Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) federführend betreut und vom Wissenschaftsministerium gefördert.

Im Sinne einer nachhaltigen Mobilität müssen alltagstaugliche Mobilitätslösungen in intelligente intermodale Reiseketten integriert und für Bürgerinnen und Bürger mit einem hohen Aufmerksamkeitsgrad erfahrbar werden. Bürgerbus-Initiativen sind hierbei ein hervorragender Ansatzpunkt und bieten die Möglichkeit bestehende Lücken im ÖPNV zu schließen. Innovative Bedienformen, wie Ruf taxis, Anrufsammeltaxis, Bürgerbusse werden insbesondere vor dem Hintergrund der demografischen Entwicklung immer wichtiger. Wenngleich die Aufgabenträgerschaft für den straßengebundenen ÖPNV bei den Stadt- und Landkreisen liegt, so sah sich das Land doch in der Verpflichtung, diesen bei der Einrichtung, Schaffung und Umsetzung von innovativen Bedienformen beratend zur Seite zu stehen. Vor diesem Hintergrund wurde bei der NVBW ein Kompetenzzentrum innovative Bedienformen eingerichtet, das die kommunalen Aufgabenträger beraten soll und einen Leitfaden für diese Bedienformen schaffen wird. Grundvoraussetzung zur demonstrativen Umsetzung eines elektromobilen Bürgerbus-Konzepts ist ein „bürgerbustaugliches“ Fahrzeugkonzept. Im Rahmen des vom BMVBS geförderten Projekts EleNa II wird aktuell an der Hochschule Esslingen ein E-Fahrzeug-Umrüstsatz für leichte Nutzfahrzeuge entwickelt. Auf dieser Basis wird im Rahmen eines vom Ministerium für Finanzen und Wirtschaft geförderten Projekts an der Hochschule Esslingen ein elektrisch betriebenes Bürgerbus-Fahrzeugkonzept entwickelt und prototypenhaft in fahrbereiten Demonstratoren umgesetzt. Die Fahrzeugerprobung und Anwendung in e-Bürgerbus-Geschäftsmodellen wird im Rahmen des Schaufensters LivingLab BWe mobil durchgeführt.

Darüber hinaus fördert das Land im Bereich des öffentlichen Linienbusverkehrs mit der Landesinitiative Elektromobilität II batterieelektrische und Hybrid-Busse. Mit Fördermittel des Landes werden seit 2013 zwei Brennstoffzellenbusse im Shuttlebetrieb zwischen Campus Süd und Campus Nord beim KIT

in Karlsruhe betrieben. Hier zeigt sich, dass bei den Verkehrsunternehmen ein zunehmendes Interesse besteht solche Busse einzusetzen und dass die Mehrkosten für diese neue Technik fallen.

– *Reduzierung der Fahrwiderstände und Optimierung der Nebenaggregate als wichtiger Baustein der Elektromobilität*

Um den Energieverbrauch von Elektrofahrzeugen zu senken um damit zum einen höhere Reichweiten und zum anderen kleinere und damit günstigere Batterien realisieren zu können ist die Reduzierung der Fahrwiderstände und die Reduzierung des Energieverbrauchs von Nebenverbrauchern im Fahrzeug für die Elektromobilität von besonderer Bedeutung.

Leichtbauwerkstoffe und -technologien sind hierbei ein wesentlicher Treiber für Innovationen im Umfeld der Elektromobilität. Mit dem verstärkten Einsatz von Leichtbautechnologien geht ein Strukturwandel einher, der Veränderungen für Industrie und Arbeitskräfte mit sich bringt. Zur aktiven Begleitung und Unterstützung der Unternehmen und Institutionen bei diesem Strukturwandel wurde die Landesagentur Leichtbau BW GmbH gegründet. Sie ist das Kernelement der 2013 durch die Landesregierung gestartete Landesinitiative Leichtbau. Im Bereich der wirtschaftsnahen Forschung besteht ihre Aufgabe darin, Forschungsverbünde zu initiieren und somit neue Innovationen anzuregen, einen funktionierenden Technologietransfer aus der Wissenschaft in die Wirtschaft zu ermöglichen und die Forschungseinrichtungen zu stärken. Begleitend hierzu beinhaltet die Landesinitiative ein aus Landesmitteln gefördertes Verbundforschungs- und Validierungsprogramm.

Faserverstärkte Bauteile werden im Automobilen Leichtbau vermehrt eine Rolle spielen. Das Ministerium für Finanzen und Wirtschaft förderte daher den Aufbau des Zentrums für Hochleistungsfasern an den Deutschen Instituten für Textil- und Faserforschung (DITF) in Denkendorf. Mit dem Zentrum wurde die zur Entwicklung einer neuen Generation von Carbonfasern auf der Basis nachwachsender Rohstoffe und kostengünstiger Hochleistungs-Keramikfasern erforderliche Infrastruktur aufgebaut.

Durch das Wissenschaftsministerium gefördert (u. a. mit Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung) arbeiten im Fraunhofer-Innovationscluster „KITE hy-LITE“ über dreißig Partner aus universitärer Forschung und Industrie unter der Federführung des Fraunhofer ICT zusammen. Ziel der Verbundpartner ist die Entwicklung von leistungsfähigen Hybridstrukturen zur Gewichts- und Leistungsoptimierung von Strukturbauteilen sowie von Materialkombinationen zur Senkung des Kraftstoffverbrauchs und der damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Aufbauend auf das Innovationscluster hat sich die Forschungsinitiative „KITE hyLITE PLUS – Technologie- und Netzwerkentwicklung für hybride Leichtbaulösungen in der Automobilindustrie“ des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) und des Fraunhofer ICT gebildet. Die Forschungsaktivitäten von KITE hyLITE PLUS konzentrieren sich auf die Entwicklung von leichten Werkstoffen, effizienten Verarbeitungsprozessen und innovativen Konzepten zur Produktionssteigerung. Dabei werden besonders zukunftssträchtige, hybride Bauweisen für den Fahrzeugleichtbau untersucht und im experimentellen Maßstab erprobt.

Zum Ausbau der Aktivitäten in Wissenschaft und Wirtschaft und zur schnelleren Einführung von Innovationen wurde der Technologie-Cluster Composites TC<sup>2</sup> mit Förderung des Wissenschaftsministeriums eingerichtet. In ihm arbeiten das KIT, die Universität Stuttgart, die Hochschulen Esslingen, Konstanz und Weingarten, die Fraunhofer Institute für Chemische Technologie, für Werkstoffmechanik, für Produktionstechnik und Automatisierung sowie für Kurzzeitdynamik, das DLR-Institut für Bauwesen und Konstruktionsforschung, die Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf und die Unternehmen Daimler und Porsche sowie mittelständische Unternehmen zusammen. In sechs Projekten werden Technologien für die Industrialisierung von Verbundwerkstoffen entwickelt und in Testanlagen erprobt. Der Transfer findet in drei Projekten statt.

Im Forschungscampus „ARENA2036 – Active Research Environment for the Next Generation of Automobiles“ werden Forschungen und Entwicklungen im Bereich des Leichtbaus sowie innovativer Produktionstechnologien zusammengebracht, um den Weg für den Automobilbau der Zukunft zu bereiten. Um dieses ehrgeizige Ziel zu erreichen, arbeiten zahlreiche Beteiligte des Forschungscampus ARENA2036 aus Wissenschaft und Wirtschaft in einer öffentlich-privaten Partnerschaft eng zusammen. Die in der Region Stuttgart vorhandenen Kompetenzen in Leichtbau und Produktion werden dadurch strategisch gebündelt und in einem gemeinsamen Forschungs- und Entwicklungsprogramm umgesetzt. Das Wissenschaftsministerium unterstützt mit Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) den Bau eines Forschungsgebäudes, in dem sowohl die Forschungsprojekte umgesetzt als auch die Ergebnisse aus der Forschung in Prototypen überführt werden sollen, um so die Demonstration der Marktreife und damit den Technologietransfer zu erleichtern.

Innerhalb des Verbundforschungsprogramms „Hybrider Leichtbau“ werden fünf Projekte durch die Landesregierung gefördert. Beim hybriden Leichtbau kommen Werkstoffverbunde zum Einsatz, die aus unterschiedlichen Werkstoffen hergestellt oder gefügt werden (z. B. Metall und faserverstärkte Kunststoffe). Die einzelnen Verbundprojekte haben eine Laufzeit zwischen zwei und drei Jahren und bearbeiten Forschungsthemen entlang der Wertschöpfungskette hybrider Leichtbauteile von der automatisierten Herstellung über die Verbindungstechnik bis zu deren Bearbeitung, wie sie unter anderem in der Automobilindustrie zunehmend eingesetzt werden.

Im Angesicht von Energiewende und Rohstoffknappheit haben sich die Reduzierung des Energieverbrauchs, die Schonung limitierter Rohstoff-Ressourcen sowie der Zwang zur Verringerung der Produktionskosten zu Innovationstreibern entwickelt. Neue Produkte und Verfahren, die z. B. im Bereich der Elektromobilität oder der regenerativen Energien eingesetzt werden, müssen diesen aktuellen Entwicklungen und Trends Rechnung tragen. Daraus resultiert ein massiver Forschungs- und Entwicklungsbedarf, der sich sowohl auf Bereiche der Grundlagen- als auch der angewandten Forschung erstreckt. Der vom Wissenschaftsministerium geförderte Forschungsverbund „ZAFH SPANTEC-light – Zerspanungstechnologie Leichtbauwerkstoffe – Verständnis der quantitativen Zusammenhänge zwischen Werkstoff- und Anwendungseigenschaften zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der Maschinen- und Werkzeughersteller“ adressiert dringende Fragestellungen aus dem Bereich der Werkstofftechnik und des Leichtbaus. Es ist ein Zusammenschluss der drei Hochschulen Aalen, Mannheim und Ulm unter der Federführung der Hochschule Aalen.

Der Leichtbau gewinnt angesichts steigender Rohstoff- und Energiekosten zunehmend an Bedeutung. Hierbei werden Carbonfasern aufgrund ihrer einzigartigen mechanischen und funktionellen Eigenschaften vor allem im Automotivsektor zunehmend als Substitutionsmaterialien traditioneller Werkstoffe eingesetzt. Neben den technischen Eigenschaften von Carbon steht zunehmend auch die Herkunft der Carbonfaser, d. h. ihre Rohstoffbasis, im Mittelpunkt strategischer Überlegungen. Kommerzielle Carbonfasern für den Einsatz in Verbundwerkstoffen werden ausschließlich aus petrochemischen Grundstoffen hergestellt. Daher sind cellulosebasierte Carbonfasern für die Carbonfaser verarbeitende Industrie, vor allem im Automotivsektor, von großer technischer und wirtschaftlicher Bedeutung. Die Entwicklung von Carbonfasern auf der Basis des nachwachsenden Rohstoffs Cellulose ist hochinnovativ, da solche „green-Carbonfibers“ völlig unabhängig von petrochemischen Rohstoffen wären. Das Wissenschaftsministerium fördert daher das Forschungsvorhaben „Green-Carbonfibers: Carbonfasern aus dem nachwachsenden Biopolymer Cellulose“ an der Universität Stuttgart.

Technologien zur Reichweitenverlängerung (Range Extender) wird ein großes Potenzial zugemessen. Diese bieten wiederum den vielen Zulieferunternehmen im Land enormes Potenzial, an der elektromobilen Automobilwelt teilzuhaben. Der Freikolbenlineargenerator stellt hierbei eine viel versprechende und effiziente Lösung dar. Am 19. Februar 2013 konnte das DLR Institut für Fahrzeugkonzepte in Stuttgart im Rahmen eines Proof of Concept einen lauffähigen Prototypen im Laborumfeld der Öffentlichkeit demonstrieren. In einem seitens

Ministeriums für Finanzen und Wirtschaft geförderten Projekt soll aktuell die Betriebsstrategie sowie das Baukonzept weiterentwickelt und damit ein weiterer Schritt in Richtung einer industriellen Umsetzung realisiert werden.

Im Rahmen eines gemeinsamen Vorhabens von DLR und Fraunhofer wird mit Förderung des Ministeriums für Finanzen und Wirtschaft ein neuartiger Thermoelektrischer Generator (TEG) zur Steigerung der Effizienz von Range Extender Fahrzeugen erforscht. Hierbei soll der TEG speziell für den Anwendungsfall Range Extender untersucht werden. Es wurde bereits eine deutliche Steigerung des Wirkungsgrads der Gesamtkomponente nachgewiesen. Dies wird mittels einer neuen TEG-Bauweise ermöglicht, welche speziell die Anforderungen eines Range Extenders berücksichtigt. Neben der wissenschaftlichen Analyse der thermodynamischen, thermomechanischen und konstruktiven Kriterien wird die Bauweise auf ihren Einsatz in einem konstanten Betriebspunkt angepasst.

Das Ziel des vom Wissenschaftsministerium geförderten Forschungsprojekts „e-genius“ an der Universität Stuttgart war es, den elektrischen Antrieb auf Basis eines Lithium-Ionen Akkusystem zu erproben. Im ebenfalls durch das Wissenschaftsministerium geförderten Nachfolgeprojekt „Ökoflieg“ soll vorrangig untersucht werden, wie eine Range-Extender-Lösung am Beispiel des Flugzeuges aus dem Forschungsprojekt „e-Genius“ aussehen muss und welche neuen Flugleistungen mit einem geeigneten System zu erwarten sind sowie wie die Erkenntnisse aus allen Energiesystemvarianten in Zusammenarbeit mit dem Institut für technische Thermodynamik des DLR Stuttgart in einen sinnvollen Entwurf für ein größeres Flugzeug überführt werden können.

Weiter fördert das Ministerium für Finanzen und Wirtschaft ein Forschungsprojekt zur Entwicklung einer Wärmepumpe nach dem magnetokalorischen Wirkprinzip zur Klimatisierung von Batterien in Elektrofahrzeugen am Fraunhofer Institut für Physikalische Messtechnik (IPM) in Freiburg. Die Wärmepumpe nutzt den Effekt aus, dass spezielle Materialien sich erwärmen, wenn sie einem starken Magnetfeld ausgesetzt sind und sich abkühlen sobald man das Magnetfeld entfernt. Eine solche Wärmepumpe ist besonders für die Klimatisierung von Traktionsbatterien in der Elektromobilität interessant. Dies zeigen erste Untersuchungen, welche ein Wirkungsgradpotenzial gegenüber heutigen Systemen von 20 bis 30% versprechen. Außerdem wird beim Betrieb einer magnetokalorischen Wärmepumpe kein klima- bzw. umweltschädliches Kältemittel benötigt.

Die Eigenschaften eines Reifens stellen eine wichtige Einflussgröße dar, um den Energieverbrauch eines Fahrzeuges zu reduzieren. In drei seitens Ministerium für Finanzen und Wirtschaft geförderten Vorhaben am Institut für Verbrennungsmotoren und Kraftfahrwesen (IVK) der Universität Stuttgart, dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und der Hochschule Esslingen wird im Verbund an der Optimierung der aerodynamischen Eigenschaften sowie der Reduzierung des Rollwiderstands von Reifen unter den speziellen Randbedingungen der Elektromobilität gearbeitet.

– *Brennstoffzellentechnologie als bedeutendes Element der Elektromobilität*

Die Brennstoffzellentechnologie hat aus Sicht der Landesregierung ebenfalls ein großes Potenzial, sich zu einer Schlüsseltechnologie für die Elektromobilität zu entwickeln.

*III. 3. Wie bewertet sie den bisherigen Erfolg der Landesinitiative Elektromobilität II und welchen Einfluss werden diese Erkenntnisse auf mögliche zukünftige Landesinitiativen haben?*

Zu III. 3.:

Baden-Württemberg besitzt heute national wie auch international einen ausgezeichneten Ruf als Automobilstandort. Aus Baden-Württemberg kommen Hochschulen und Forschungseinrichtungen sowie Automobilhersteller und Zulieferer, die die Geschichte des Automobils maßgeblich beeinflusst und vorangetrieben

haben. Damit diese Position, die zugehörigen Wertschöpfungsanteile und Arbeitsplätze auch zukünftig gesichert werden können, müssen vor allem die KMU-geprägten Zulieferer auf die zukünftigen Herausforderungen und Technologien der Branche vorbereitet werden. Die zukünftige motorisierte Individualmobilität wird in erster Linie von den drei technologischen Trends

- Elektrifizierung und Hybridisierung des Antriebsstrangs,
- vernetztes und automatisiertes Fahren sowie
- Reduzierung der Fahrwiderstände, insb. Leichtbaumaterialien und -technologien

geprägt sein. Um Wertschöpfung und damit Arbeitsplätze sichern zu können, müssen die Unternehmen der beteiligten Branchen nicht nur die Technologien zukünftiger Fahrzeuge und Antriebe sowie der zugehörigen Infrastruktur beherrschen, sondern in der Lage sein, diese konkurrenzfähig in Komponenten und Produkten umzusetzen und am Standort zu produzieren. Die wesentlichen Antworten auf die Fragen der zukünftigen Produktion erhofft sich die Fachwelt von den Themen

- alternative Produktions- und Fertigungsverfahren,
- Ressourceneffiziente Fabrik und
- Industrie 4.0.

Forschung und Entwicklung kommt hierbei eine zentrale Rolle zu.

Mit den beiden Landesinitiativen Elektromobilität I und II, der Landesinitiative Leichtbau, dem Spitzencluster Elektromobilität Süd-West, der ARENA 2036, dem Schaufenster Elektromobilität LivingLab BWe mobil sowie gezielten Investitionen in die Forschungsinfrastruktur, wie das Batterieforschungslabor eLaB und die Batterieforschungsproduktionslinie FPL am ZSW in Ulm, die Fraunhofer Projektgruppe Neue Antriebssysteme (NAS) in Karlsruhe und dem Fraunhofer Kompetenzzentrum für energetische und informationstechnische Mobilitätsschnittstellen (KEIM) in Esslingen sowie dem Ausbau des KIT-Mobilitätszentrums oder dem Fahr Simulator an der Universität Stuttgart wurden und werden aktuell wegweisende Maßnahmen und Aktivitäten des Landes und des Bundes umgesetzt. Ein Engagement des Landes ist weiter erforderlich und in seiner Ausrichtung auf Erhalt und Ansiedlung von Forschung, Entwicklung, Innovation und Wertschöpfung in den neuen Technologien zu fokussieren. Gerade kleine und mittlere Unternehmen sind oftmals nicht in der Lage, den aufwendigen Schritt von der Innovation in die Großserienproduktion aus eigener Kraft zu gehen. Um den Nachweis einer Verwendbarkeit der neuen Technologien unter den Gesichtspunkten Fertigungskosten und Qualität in einer späteren Großserienproduktion am Standort Baden-Württemberg zu erbringen, ist deren Erforschung unter realistischen Fertigungsbedingungen zwingend erforderlich. Ohne diese Fertigungsmethodik ist es nicht möglich, die neuen Technologien für eine industrielle Anwendung auf Eignung und Prozessstauglichkeit zu überprüfen. Mit einer gezielt auf die spätere wirtschaftliche Produzierbarkeit in Baden-Württemberg ausgerichtete Forschungs- und Validierungsförderung kann diese Lücke auf Technologieseite geschlossen werden. Um KMUs die Technologievalidierung und die Skalierbarkeit auf Großserienniveau effektiv und bezahlbar zu ermöglichen, sind Forschungsproduktions- bzw. Pilotlinien an anwendungsorientierten Forschungseinrichtungen ein sinnvolles Instrument, welches im Verbund zur vorindustriellen Erprobung herangezogen werden kann.

Begleitend hierzu hat das Ministerium für Finanzen und Wirtschaft speziell für die Belange der KMUs im Rahmen der Landesinitiative Elektromobilität II erfolgreich ein Gutscheinprogramm Strukturwandel Elektromobilität aufgelegt. Im Rahmen des Gutscheinprogramms werden Beratungsleistungen gefördert, welche Chancen und Risiken bei dem Transformationsprozess durch die Elektromobilität aufzeigen.

Um mit einer Förderung der wirtschaftsnahen Forschung gezielte Effekte auf die Ansiedlung von Wertschöpfung im Land zu erreichen, muss diese zeitlich strategisch parallel zum Übergang von der Marktvorbereitung zum Markthochlauf und begleitend zum Markthochlauf erfolgen. Analog zu den Einschätzungen vieler Experten und der Nationalen Plattform Elektromobilität ist eine Umsetzung derartiger Maßnahmen ab 2015 sinnvoll.



Automobilhersteller allokieren aktuell verstärkt ihre Wertschöpfung an Produktionsstandorten, an denen auch ein dominierender Markt für die hergestellten Produkte existiert. System- und zunehmend Komponenten- und Teilelieferanten sind gezwungen, Teile ihrer Produktion in diese Märkte und an die Produktionsstandorte der Hersteller zu verlagern. Dieser Trend wird sich zukünftig noch verstärken. Es ist also unabdingbar, den Heimatmarkt für Produkte, welche auf die zukünftigen Technologien setzen, zu stärken. Dies wird nur erfolgreich sein, wenn neben den Zuliefererunternehmen auch die Bürgerinnen und Bürger im Land auf diesem Wandel mitgenommen werden. Das Land muss hier an seiner Vorreiterrolle und Vorbildfunktion festhalten. Mit der Beschaffungsinitiative zur Erneuerung des Landesfuhrparks und der Förderung des ÖPNV konnten bereits erste Erfolge erzielt werden. Weiter konnten über Modell- und Demonstrationsvorhaben in Kommunen viele Bürgerinnen und Bürger erreicht und informiert werden. Dies hat sich als erfolgreiche Maßnahme zur Mitnahme der künftigen Nutzer auf dem Weg zur Elektromobilität erwiesen.

Wie unter Ziffer II.2. dargestellt, hat die Brennstoffzellentechnik aus Sicht der Landesregierung ebenfalls ein großes Potenzial, sich zu einer Schlüsseltechnologie für die Elektromobilität zu entwickeln. Das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft unterstützt daher im Rahmen der Landesinitiative II im Innovationsprogramm *Wasserstoffinfrastruktur H2BW* erfolgreich Forschung und den Infrastrukturaufbau im Bereich Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie.

Im Rahmen der Landesinitiative Elektromobilität II wurde vom Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz (MLR) ein Ideenwettbewerb für Modellprojekte ausgeschrieben, mit denen die E-Mobilität im Alltag ländlicher Städte und Gemeinden praktisch erprobt werden soll. Aus über 30 Anträgen wurden 20 kommunale und interkommunale Projektideen durch eine Fachjury ausgewählt. Diese werden vom MLR während der Projektlaufzeit von Mai 2013 bis Dezember 2015 mit bis zu 50 % der zuwendungsfähigen Ausgaben, aber maximal 100.000 Euro, bei interkommunaler Zusammenarbeit mit bis zu 60 % der zuwendungsfähigen Ausgaben, aber maximal 150.000 Euro gefördert.

Es handelt sich hierbei unter anderem um Projekte zur Verbesserung der Grund- und Nahversorgung in ländlichen Gemeinden, den Einsatz elektrischer Bürgerbusse z. B. für den Transport von Senioren, behinderten Menschen und Schülern, e-Car-Sharing-Projekte mit touristischer Ausrichtung, die Verwendung eines Elektroautos als Lern- und Anschauungsobjekt für die Ausbildung von Mechatronikern an einem ländlichen Berufsschulzentrum oder den Einsatz eines elektrischen Minikippers bei der Pflege kommunaler Grünflächen. Die Modellvorhaben sollen möglichst über die Projektlaufzeit hinaus verstetigt werden.

Um die Elektromobilität im Ländlichen Raum auch auf größerer, zusammenhängender Fläche sichtbar und erfahrbar zu machen, führt das Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz seit Februar 2014 ein entsprechendes e-mobiles Modellvorhaben auch im regionalen Maßstab durch. Als Gebietskulisse wurde der Naturpark Südschwarzwald ausgewählt, da im Naturpark und seiner näheren Umgebung bereits fünf vom Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz im Rahmen des Ideenwettbewerbs „Elektromobilität Ländlicher Raum“ geförderte kommunale Modellprojekte laufen, viele innovative mittelständische Unternehmen vorhanden sind, der Tourismus eine große Rolle spielt und zudem Vorbereitungen für den Aufbau der deutschlandweit ersten leistungsfähigen und flächendeckenden Ladeinfrastruktur in einer ländlich geprägten Region getroffen werden.

Im Rahmen des Projekts „Naturpark Südschwarzwald – Modellregion E-Mobilität Ländlicher Raum“ sollen von den Akteuren der Region (Kommunen, Tourismusorganisationen, KMU u. a.) „bottom-up“ praxistaugliche Ideen für nachhaltige Mobilitätskonzepte unter besonderer Berücksichtigung der E-Mobilität generiert werden. Bei der Vorstellung erster Zwischenergebnisse am 11. September 2014 wurden Vorschläge für die besonderen Mobilitätsanforderungen von Unternehmen des Ländlichen Raums, z. B. den Flottenverkehr, die Mitarbeitermobilität, den Pendlerverkehr, die Standortlogistik und für eine nachhaltige und attraktive Mobilität von Studenten der Dualen Hochschule im Ländlichen Raum diskutiert.

*III. 4. Wie bewertet sie die Auswirkungen der Elektromobilität im Hinblick auf Weiterbildung und Qualifizierung von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in den Unternehmen und welche Schritte sind notwendig, um sie in dieser Technik fortzubilden?*

Zu III. 4.:

Eine solide Qualifikation basiert auch in der Elektromobilität auf der Vermittlung sicherer Grundlagenkenntnisse mit anschließender Spezialisierung in den relevanten Themenfeldern. Dies gilt gleichermaßen für den akademischen wie den gewerblichen Bereich. Diese aus einer umfangreichen Studie des Spitzenclusters Elektromobilität Süd-West im Bereich der akademischen Bildung sowie einer Recherche im gewerblichen Bereich resultierenden Erkenntnisse werden von der Promotorengruppe Mobilität der Forschungsunion in ihrem Abschlussbericht ebenfalls bestätigt.

Da die bisher klaren Grenzen zwischen Ausbildungsdisziplinen aufgehoben werden, empfiehlt die Promotorengruppe, Disziplinen übergreifende Aus- und Weiterbildungen einzurichten, in denen Disziplinen wie zum Beispiel Fahrzeugtechnik, Elektrotechnik, Elektrochemie, Informatik, Produktionstechnik, Verfahrenstechnik und Energiemanagement mit Blick auf die Elektromobilität integriert werden. Der Schlüssel zu einer fundierten Vertiefungsausbildung für die Elektromobilität liegt in der Kombination von bestehenden Aus- und Weiterbildungsmodulen, die eine Systemkompetenz vermitteln. Dazu gehört z. B. eine flächendeckende Einführung der Hochvoltausbildung für beteiligte Naturwissenschaftler und Ingenieure sowie gewerblich ausgebildete Fachkräfte.

Das Spitzencluster Elektromobilität Süd-West realisierte gemeinsam mit dem Ministerium für Finanzen und Wirtschaft 2013 ein umfangreiches Weiterbildungsprogramm, bei dem bereits mehr als fünfzig Multiplikatoren geschult wurden. Grundlage ist ein themenspezifisches Schulungskonzept, das vom Öko-Institut e. V. gemeinsam mit dem Clustermanagement des Spitzenclusters erarbeitet wurde.

Der Beirat der Landesagentur e-mobil BW, bestehend aus Vertretern von Industrie und Wissenschaft, hat als vordringliches Handlungsfeld „Fachkräftebedarf und Bildung“ für sich identifiziert und unterstützt die Aktivitäten in diesem Bereich durch eine Arbeitsgruppe. In Workshops werden Handlungsempfehlungen erarbeitet und anschließend über den Aufsichtsrat bzw. Gesellschafter der e-mobil BW GmbH der Landesregierung zugänglich gemacht.

Weiter wurden in Baden-Württemberg mehrere Maßnahmen umgesetzt bzw. gestartet:

- An der Universität Stuttgart ermöglicht der Bachelor-/Master-Studiengang Fahrzeug- und Motorentchnik eine fakultätsübergreifende Vertiefung in Richtung Elektromobilität. Darüber hinaus existieren umfangreiche Lehrangebote zu allen Themen der Mobilität, auch seitens der Fakultäten für Bauingenieurwesen und Luft- und Raumfahrt, die kontinuierlich erweitert und angepasst werden.
- Die HECTOR School of Engineering and Management des KIT bietet berufsbegleitend einen Executive Master „Green Mobility Engineering“ an, der sich speziell an zukünftige Führungskräfte im Bereich der Elektromobilität richtet.
- Seit 2013 bietet die Hochschulföderation SüdWest (HfSW) e. V. die vernetzten Kompetenzen der Hochschulen Aalen, Esslingen, Heilbronn, Mannheim und Ravensburg-Weingarten in einem berufsbegleitenden Masterstudiengang „Elektromobilität“ an.

Zur Unterstützung des technologischen Transferprozesses werden weiter folgende Maßnahmen in Baden-Württemberg durchgeführt:

- Lehrgang „Weiterbildung von Ausbildern und Multiplikatoren im Handwerk zum Thema Elektromobilität“ des Weiterbildungszentrums für innovative Energietechnologien der Handwerkskammer Ulm (WBZU) über Ausbildungsinstitutionen der Handwerkskammern und der Technischen Akademien zur Verknüpfung des akademischen und praktischen Wissens

- Jährliche Durchführung einer Summer School am FKFS zu der internationale Referenten, Unternehmensvertreter und Studenten eingeladen werden
- Förderung der Weiterbildung und Qualifizierung im Bereich Elektromobilität durch das Ministerium für Finanzen und Wirtschaft über Mittel des Europäischen Sozialfonds (Förderprogramm Fachkurse Schwerpunkt Elektromobilität)

### *III. 5. Wie wirkt sich die Clusterförderung des Landes auf die Elektromobilität aus?*

Zu III. 5.:

Die Clusterpolitik des Landes Baden-Württemberg versteht sich als Impulsgeber mit dem Ziel Innovationspotenziale zu schöpfen. Sie unterstützt dazu den Auf- und Ausbau nachhaltiger, sich langfristig selbsttragender Strukturen und begleitet die Cluster-Akteure mit bedarfsorientierten Angeboten im Entwicklungs- und Professionalisierungsprozess der Cluster-Initiativen und Innovationsnetze. Dazu sind alle clusterpolitischen Maßnahmen systematisch aufeinander abgestimmt. Die baden-württembergische Cluster-Strategie ist gekennzeichnet durch Dialogorientierung, einen bottom-up-Ansatz und eine aktive Einbeziehung aller Cluster-Akteure. Die baden-württembergische Landesregierung unterstützt systematisch die Entwicklung/-Weiterentwicklung von regional, national sowie international sichtbaren Clustern, Cluster-Initiativen und landesweiten Netzwerken. Zahlreiche Cluster-Initiativen wurden bisher in bundesweiten und regionalen Wettbewerben ausgezeichnet. Das belegt eindrucksvoll den Erfolg und die Effektivität der clusterpolitischen Maßnahmen. Clusterpolitik ist ein zentraler Bestandteil der Innovationspolitik des Landes mit dem Ziel insbesondere die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit kleine und mittlere Unternehmen zu erhöhen.

Die zentrale Maßnahme innerhalb der Landesstrategie Elektromobilität beinhaltet deshalb den Auf- und Ausbau sowie die Etablierung der Landesagentur für Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie. Die e-mobil BW GmbH wurde im Frühjahr 2010 gegründet. Durch die e-mobil BW wird zwischenzeitlich die Funktion eines „Daches“ für Elektromobilität inkl. Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnik in Baden-Württemberg effizient wahrgenommen. Sie hat sich als zentrale Anlauf- und Koordinierungsstelle für alle Belange rund um die Elektromobilität in Baden-Württemberg etabliert und ist ein anerkannter Partner für Wirtschaft, Wissenschaft und Politik. Die e-mobil BW repräsentiert die Akteure und Aktivitäten zur Elektromobilität in Baden-Württemberg und macht diese gegenüber Bund, EU und den weltweiten Mobilitätsregionen sichtbar. Die Agentur arbeitet hierbei eng verzahnt mit den bereits bestehenden Netzwerken und Landesagenturen.

Um im Umfeld der Elektromobilität schnell bezahlbare und kundenorientierte Konzepte und Lösungen zu schaffen, sind eine enge Verzahnung aller Akteure und die Industrialisierung der Technologien erforderlich. Der Spitzencluster Elektromobilität Süd-West verwirklicht dieses Ziel in Baden-Württemberg. Die gesamte Koordination während der Antragsstellung sowie das Clustermanagement wurden und werden durch die e-mobil BW wahrgenommen. Nur durch die effiziente und engagierte Arbeit der e-mobil BW und aller Akteure aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik konnte sich der Cluster Elektromobilität Süd-West im Spitzenclusterwettbewerb des Bundes durchsetzen. Er ist bundesweit der einzige geförderte Spitzencluster im Themenfeld der Elektromobilität. Mit der Auszeichnung ist eine Förderung in Höhe von 40 Millionen Euro für Forschungsprojekte verbunden, die die Entwicklung großserienfähiger Elektrofahrzeuge, deren Produktion, Ladetechnologien und IT-Lösungen vorantreiben sollen. Der Zeitraum der Bundesförderung beträgt insgesamt fünf Jahre und endet 2017. Für die erste Förderphase bis 2015 sind bereits 13 innovative Projekte definiert und bewilligt. Zum Beispiel sollen neue Produktionsverfahren die Kosten für die Herstellung von Energiespeichern senken. Neue Konzepte für eine vernetzte Mobilität, kabelloses Laden oder ein neuartiges Diagnosemanagement zielen neben den Kosten auch auf Handhabbarkeit, Komfort und Umweltverträglichkeit ab. Aufbauend auf den Projekten im Spitzencluster-Wettbewerb werden mit einer zusätzlichen För-

derung durch das Land weitere Maßnahmen zur Clusterentwicklung umgesetzt. Die Aus-, Fort- und Weiterbildung sowie die Internationalisierung des Clusters bilden dabei zentrale Elemente und sollen zum einen die bestehenden Arbeitsplätze sichern und zum anderen den Standort Baden-Württemberg attraktiver für neue Arbeitskräfte machen. 2014 wurde dem Spitzencluster Elektromobilität Süd-West das Label „Cluster-Exzellenz Baden-Württemberg“ verliehen. Das Label übernimmt hinsichtlich der Qualitätskriterien und des Begutachtungsprozesses die Vorgaben der von der Europäischen Kommission unterstützten European Cluster Exzellenz Initiative (ECEI). Zusätzlich basiert es neben den derzeit 31 ECEI-Kriterien auf weiteren Kriterien, die sich auf die nachhaltige Finanzierung und die Internationalisierungsbestrebungen einer Clusterinitiative oder eines (landesweiten) Netzwerkes beziehen. Die Gesamtkoordination des Schaufensters LivingLab BWe mobil wird ebenfalls durch die e-mobil BW gemeinsam mit der Wirtschaftsförderung Region Stuttgart (WRS) wahrgenommen.

Die Clusterförderung durch das Land war und ist somit die Basis für eine erfolgreiche Umsetzung der Maßnahmen im Bereich Elektromobilität im Land, einer ausgezeichneten nationalen wie internationalen Sichtbarkeit und Anerkennung sowie ein Multiplikator und Unterstützer bei der Akquise von Fördermitteln des Bundes und der EU.

*III. 6. Wie unterstützt sie den Handel, Werkstatt-, Kundendienst- und Ersatzteilemarkt der Elektromobilität und welche Maßnahmen ergreift sie, um diesen Sektor in Baden-Württemberg zu etablieren?*

Zu III. 6.:

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 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. Während im Hinblick auf die Veränderungen in der Automobilproduktion und Automobilentwicklung bereits eine Reihe von Untersuchungen zur Verfügung stehen, ist die Entwicklung des After Sales hinsichtlich zukünftiger Mobilitätslösungen noch wenig erforscht. Das Ministerium für Finanzen und Wirtschaft hat deshalb gemeinsam mit der IG Metall Baden-Württemberg und der e-mobil BW eine derartige Untersuchung initiiert. In einem durch das Ministerium für Finanzen und Wirtschaft geförderten gemeinsamen Forschungsvorhaben am Institut für Automobilwirtschaft (IFA) der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt (HfWU) Nürtingen-Geislingen und dem Center of Automotive Service Technology (CAST) an der Hochschule Esslingen wurden die Auswirkungen der Elektrifizierung auf den After Sales und Aftermarket wissenschaftlich untersucht. Ein besonderer Fokus lag hierbei auf den zu erwartenden Beschäftigungs-Effekten. Hierfür wurden drei Referenzszenarien erarbeitet, welche alle Formen der Elektrifizierung des Antriebsstranges sowie zu erwartende Verläufe in der Marktdurchdringung und 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 auch 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. 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 wurden mögliche Beschäftigungswirkungen in der Automobilzulieferindustrie durch Veränderungen hinsichtlich der Art und Anzahl der benötigten Ersatzteile analysiert.

Auf Basis der Ergebnisse dieser wissenschaftlichen Untersuchungen wurde eine Studie „Entwicklung der Beschäftigung im After Sales – Effekte aus der Elektro-

mobilität“ erarbeitet. Diese Studie wird über die Studienreihe der e-mobil BW erworben und sowohl elektronisch als auch in gedruckter Form bereitgestellt. Neben der wissenschaftlichen Analyse und Erarbeitung von möglichen Szenarien zeigt die Studie auch mögliche Anpassungsstrategien im Kraftfahrzeuggewerbe im Hinblick auf die Veränderungen im After Sales Geschäft auf und gibt hier konkrete Handlungsempfehlungen.

Weiter hat das Ministerium für Finanzen und Wirtschaft im Rahmen der Landesinitiative Elektromobilität II ein Gutscheinprogramm Strukturwandel Elektromobilität aufgelegt. Im Rahmen des Gutscheinprogramms werden Beratungsleistungen für das Handwerk und den Handel gefördert, welche Chancen und Risiken bei dem Transformationsprozess durch die Elektromobilität aufzeigen. Im Vorfeld wurden Berater gezielt zu den Fragestellungen des Strukturwandels geschult, um KMU fundiert auf dem Weg in die Elektromobilität begleiten zu können. Der Gutschein kann nur in Anspruch genommen werden, wenn die Beratung durch einen dieser zertifizierten Berater erfolgt. Gefördert werden bis zu drei Beratungstage. Es werden maximal 80 % der Beratungskosten gefördert. Die maximale Fördersumme beträgt pro Beratung und Unternehmen 2.400,- Euro.

Dr. Schmid

Minister für Finanzen und Wirtschaft