

Elektromobilität

Industrieübergreifender Ansatz
zum Aufbau eines Leitmarkts



ZVEI:

ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik-
und Elektronikindustrie e.V.
Kompetenzzentrum Elektromobilität
Lyoner Straße 9
60528 Frankfurt am Main

Fon: 069 6302-339
Fax: 069 6302-366
Mail: verkehr@zvei.org
www.zvei.org

Stand: Juni 2010



Deutschland „gibt Strom“

Die Idee von elektrisch angetriebenen Autos ist nicht neu. Bereits Anfang des 20. Jahrhunderts waren in Amerika vier von zehn Neuwagen Elektromobile. Damals verlor der Elektroantrieb das Rennen gegen den Verbrennungsmotor vor allem wegen der nicht gelösten Aufgabe einer ausreichenden Stromspeicherung.

Doch die technologischen Prämissen haben sich geändert. Probleme, die die mehr als 100 Jahre alte Technologie „Elektromobilität“ bislang am Durchbruch hinderten, gelten inzwischen als lösbar. Neue Batterien erlauben verbesserte Reichweiten und die Industrie ist zuversichtlich, weitere Fortschritte erzielen zu können. Schon heute verfügt die Elektroindustrie über Systemkenntnisse in allen Bereichen der Wertschöpfungskette – von der Energieerzeugung über den Transport und die Verteilung der Elektrizität bis hin zu den Steuerungs- und Antriebselementen im Fahrzeug.

Elektromobilität wird mittlerweile als Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts angesehen. Die Bundesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, dass auf Deutschlands Straßen bis 2020 mindestens eine Million Elektrofahrzeuge verkehren. Der ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie unterstützt dieses Vorhaben. Wir beteiligen uns aktiv an der „Nationalen Plattform Elektromobilität“, die beim Kanzlertreffen am 3. Mai 2010 in Berlin gemeinsam von Politik, Industrie, Wissenschaft und Forschung sowie Verbraucher- und Umweltverbänden etabliert wurde.

Elektromobilität darf jedoch nicht auf Elektroautos beschränkt, sondern muss ganzheitlich betrachtet werden. Der ZVEI tritt deshalb dafür ein, dass Energie-Infrastruktur und Elektroautos eine Symbiose eingehen. So kann es gelingen, einen Leitmarkt Elektromobilität in Deutschland zu etablieren. Unser Positionspapier zum Thema Elektromobilität liegt dieser Broschüre bei.

Das Rennen um die Mobilität der Zukunft hat begonnen. Anders als vor 100 Jahren stehen die Chancen für Elektromobilität diesmal gut, erfolgreich durchs Ziel zu gehen.

Dr. Kaus Mittelbach
Vorsitzender der Geschäftsführung

I Einleitung	5
II Das Kompetenzzentrum Elektromobilität im ZVEI	8
III Voraussetzungen für einen Leitmarkt Elektromobilität	10
IV Technologische Aspekte der Elektromobilität	13
V Ausblick	17



I Einleitung

Der frühe Beginn der Elektromobilität

Schaut man auf die Anfänge der Mobilität zu Beginn des 20. Jahrhunderts, so ist der Wettstreit dreier Technologien zu erkennen. Im Jahr 1899 konkurrierten der gerade entwickelte und voller Kinderkrankheiten steckende Verbrennungsmotor, die ausgereifte, aber voluminöse Dampfmaschine und der seit Mitte des Jahrhunderts weiterentwickelte Elektromotor mit dem Energiespeicher Bleibatterie miteinander. Damals den Ausgang des Rennens vorauszusagen, war nur schwer möglich. Heute wissen wir, dass die Verbrennungsmaschine sich gegenüber der Dampfmaschine und dem Elektromotor durchgesetzt hat.

Der Einstieg in die Elektromobilität ist also eher eine Renaissance als eine neue Technologie. Allerdings sind die Auslöser dafür neu: die stetig strengeren Grenzwerte für die Abgasemissionen eines Pkw, die steigenden Preise für Standardkraftstoffe Benzin und Diesel und nicht zuletzt die Debatte um die klimaschädlichen CO₂-Emissionen aller Verbrennungsmotoren. Diese Gründe haben zu einem Umdenken geführt.

Wertschöpfungskette Automobilproduktion verschiebt sich

2008 wurden weltweit über 70 Millionen Fahrzeuge hergestellt, davon rund 5,5 Millionen in Deutschland. Die in Deutschland angestrebte Marktpräsenz von einer Million Elektrofahrzeugen im Jahr 2020 (und von fünf Millionen im Jahr 2030) wird zu einer deutlichen Verschiebung der Wertschöpfungsketten im Automobil- und Zulieferbereich führen. Ist heute noch der Antriebsstrang eines der wesentlichen Alleinherstellungsmerkmale der Automobilindustrie, so wird hier zukünftig eine deutliche Verschiebung in Richtung Elektroindustrie eintreten. Dies wird zu Arbeitsplatzverlusten bei den Fahrzeugherstellern führen und zu Beschäftigungsgewinnen bei den Automobilzulieferern; Studien renommierter Beratungsfirmen zeigen dies.

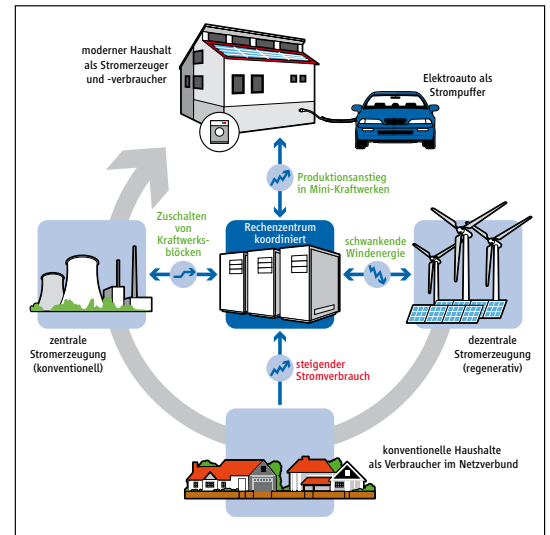
Die Beschäftigung in der Elektroindustrie wird sich durch die Vielzahl elektrischer Komponenten positiv entwickeln. Im angestammten klassischen Automobilssektor sind deutliche Rückgänge an Arbeitsplätzen zu erwarten: Verbrennungsmotor, Kupplung, Getriebe und Auspuffanlagen werden weniger gebraucht.

Herausforderungen für die Elektroindustrie

Die deutsche Elektroindustrie liefert schon heute eine Vielzahl von Komponenten für das Automobil. Der Anteil der Elektronik am Produktionswert eines Pkw beträgt momentan rund 15 Prozent und für 2020 sind auch ohne Elektroantrieb über 30 Prozent prognostiziert (ZVEI-Mikroelektronik-Trendanalyse bis 2013). Neben dem Elektroantrieb ist sowohl in Hybrid- als auch in reinen Elektrofahrzeugen der Speicher für die elektrische Energie entscheidend. Die Automobilindustrie hat sich auf das Lithium-System festgelegt. Offen ist, wie groß letztlich der Energieinhalt einer Antriebsbatterie sein muss: Fahrzyklus und Reichweite sind die bestimmenden Kriterien. Aber auch der Preis darf nicht außer Acht gelassen werden, Mobilität muss bezahlbar bleiben.

Der Weg in ein neues Stromzeitalter

Die Energietechnik und die Mobilität stehen vor einem Paradigmenwechsel. Die Erzeugung elektrischer Energie – bisher über eine Vielzahl großer Kohle-, Gas- und Kernkraftwerke realisiert – verlagert sich zunehmend in Richtung kleiner Erzeugungseinheiten – häufig auf der Basis regenerativer Energien. Zudem hat eine Vermischung von Erzeugung und Verbrauch eingesetzt: Elektrische Bahnen verbrauchen Energie während der Fahrt und speisen diese beim Abbremsen zurück ins Netz. Energieeffizienz ist das Schlagwort der Zeit geworden. Energiesparen ist oberstes Gebot; jedwede Art der Rückspeisung zu nutzen, bedeutet endliche Ressourcen zu schonen und laufende Kosten zu senken.



E-Mobilität im intelligenten Netz

Diese Veränderungen stellen die gesamte Branche der Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU) vor neue Herausforderungen: Regelbare, ausfallsichere virtuelle Kraftwerke im Verbund mit den klassischen Großkraftwerken erfordern eine neue Art von intelligenten Netzen (Smart Grids). Aber nicht nur die Netze müssen erhöhten Anforderungen genügen, auch die einspeisenden Energieerzeuger sind mit flexibleren Steuer- und Regelungsmechanismen auszustatten. Deutschland und Europa sind auf dem Weg zu einem neuen Energiemarkt, dem „Internet der Energie“.

Die Symbiose zwischen Elektromobilität und Energie-Infrastruktur gilt es zu stärken. Verbraucher, d. h. der Betreiber von Elektrofahrzeugen, werden interaktive Prosumer (Produzent und Konsument). Sie nehmen aktiv am Energiemarkt (Internet der Energie) teil, da Elektrofahrzeuge mit ihren Batterien als kleine Kraftwerke Strom ins Netz einspeisen können: Millionen Fahrzeuge zur Bereitstellung virtueller Regelenergie. Elektromobilität ist unter diesem Gesichtspunkt mehr als die Summe der Komponenten in einem Fahrzeug.

II Das Kompetenzzentrum Elektromobilität im ZVEI

Mehr als Kompetenztreffen und Messebeteiligungen

Das Kompetenzzentrum Elektromobilität im ZVEI wurde 2008 gegründet und hat seitdem eine Vielzahl von Aktivitäten mit unterschiedlichen Partnern gestartet. Der Großteil der Arbeit ist die Verbreitung von Wissen, der Dialog mit der Politik und die Bildung von Experten-Netzwerken, um anstehende Probleme schneller zu lösen.

Aufgabe des Kompetenzzentrums Elektromobilität ist die Koordination der Aktivitäten von ZVEI-Mitgliedsunternehmen im Bereich von Komponenten, Systemen und Infrastrukturen. Der ZVEI leistet einen aktiven Beitrag zu einem zukünftigen Leitmarkt Elektromobilität, indem er die Zusammenarbeit unter den beteiligten Unternehmen fördert und ausbaut.

Eine weitere Aufgabe des Kompetenzzentrums ist es, Marktchancen für die Mitgliedsfirmen des ZVEI zu identifizieren und darüber zu informieren. Es arbeitet dabei mit anderen Verbänden wie dem BDEW und VDA eng zusammen.

Das Kompetenzzentrum Elektromobilität organisiert Zusammenkünfte der involvierten ZVEI-Mitglieder:

- Das erste Kompetenztreffen Elektromobilität im Juli 2009 widmete sich dem Thema „Stecker zum Tanken“, diskutierte den Energiespeicher und zeigte Visionen einer Elektromobilität der Zukunft auf.
- Das zweite Kompetenztreffen Elektromobilität im März 2010 im Tagungszentrum der Messe Köln war mit 300 Teilnehmern (und einer kleinen, begleitenden Ausstellung) stark in Richtung Politik und betroffene Verbände – national und europäisch – ausgerichtet. Die Vorträge der Referenten zeigten die breite Vielfalt der zukünftigen Elektromobilität in vielen Vorträgen.

Messebeteiligungen sind ein weiteres Anliegen; Diskussionsforen zu diversen Themen rund um die Mobilität bereicherten

- die erstmals ausgerichtete internationale Messe für Elektromobilität, die eCarTec 2009 in München, sowie
- die MobiliTec, eine Leitmesse zur Elektromobilität im Rahmen der Hannover Messe 2010.



Auch zukünftig wird das Kompetenzzentrum Elektromobilität wichtige Impulse in diesem neuen Feld geben.

Nur gemeinsam sind BDEW, VDA und ZVEI stark

Die Herausforderungen bei der Einführung einer völlig neuen Art von Mobilität kann ein Industriezweig allein kaum meistern. Die Energieversorger, die Automobilindustrie und die Unternehmen der Elektroindustrie haben deshalb über den Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW), den Verband der Automobilindustrie (VDA) und den ZVEI in einem gemeinsamen Positionspapier ihren Standpunkt formuliert und an die Bundesregierung und die Öffentlichkeit gerichtet.

Mit ihrer Forderung, für eine breite Einführung von Elektrofahrzeugen eine Reihe von politischen, regulatorischen und technischen und infrastrukturellen Voraussetzungen zu schaffen, sind sie bei der Bundesregierung auf offene Ohren gestoßen. So waren bisher vier Ministerien gemeinsam für das Thema verantwortlich: die Ministerien für Verkehr-, Bau- und Stadtentwicklung (BMVBS), für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) sowie für Wirtschaft und Technologie (BMW) und für Bildung und Forschung (BMBF). Inzwischen hat die Bundesregierung dem BMWi und BMVBS die Führung übertragen und die Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität (GGEMO) eingerichtet

Leitmarkt Elektromobilität in Deutschland

Das ZVEI-Kompetenzzentrum Elektromobilität ist angetreten, alles zu unternehmen, um in Deutschland einen Leitmarkt Elektromobilität aufzubauen. Andere Länder – vor allem im asiatischen Raum – haben bereits Aktivitäten gestartet, den Markt zu besetzen. Das Fehlen einer klassischen automobilen Vergangenheit hilft ihnen hierbei.

Die hohe Komplexität eines Elektrofahrzeugs – insbesondere bei einer Einbindung in Smart Grids – prädestiniert jedoch gerade den Hightechstandort Deutschland, den Leitmarkt Elektromobilität nachhaltig zu prägen.

III Voraussetzungen für einen Leitmarkt Elektromobilität

Das Positionspapier des ZVEI

Der ZVEI hat seine Überlegungen zu einem Zukunftsmarkt Elektromobilität in einem Positionspapier dargelegt, das einen industrieübergreifenden Ansatz beinhaltet. Energienetz als Smart Grid und Elektrofahrzeuge als potenzielle Energiespeicher bilden eine symbiotische Beziehung, das Elektrofahrzeug wird damit zur Komponente eines neuen integrierten Energiesystems, davon ist man im ZVEI überzeugt.

Wenn die deutsche Industrie im Leitmarkt Elektromobilität eine führende Rolle einnehmen soll, ist eine Reihe von Voraussetzungen zu schaffen. Die Voraussetzungen betreffen viele Bereiche: von der Ausbildung über Forschung und Entwicklung (F+E), Standardisierung, Produktion, Vermarktung, Recycling bis hin zum ordnungspolitischen Rahmen.

Internet der Energie gestalten

Elektromobilität als Teil der neuen Energiewelt muss möglichst schnell in die „harten“ (Elektrizitäts-) und „weichen“ (Informations- und Kommunikations-)Netze integriert werden. Infrastrukturinvestitionen in beiden Bereichen sind hierzu notwendig. Weiterhin ist eine umfangreiche Ladeinfrastruktur vonnöten. Sie nimmt dem Kunden die Angst, mit leerem Speicher liegen zu bleiben.

F+E-Bereiche öffnen, Investitionen ausweiten, profunde Aus- und Weiterbildung ermöglichen

Eine Internationalisierung der Forschung und Entwicklung kann helfen, den Rückstand, den Deutschland beispielsweise im Feld Energiespeicher hat, aufzuholen. Auch hilft sie, Produkte und Lösungen an internationalen Trends auszurichten.

Selbstverständlich ist, dass die relevanten Bereiche der Wertschöpfungskette eine deutliche Intensivierung im F+E-Bereich erfahren müssen. Hierzu sind die notwendigen Investitionen bereitzustellen.

Schließlich sind Produkte immer ein Ergebnis der Kreativität, des Know-hows und des Wissens der Menschen, die diese designen und herstellen. Alle Bereiche, die Ausbildung der Fachkräfte, die Weiterbildung der Facharbeiter und die Ausbildung der Studenten und Spezialisten werden einem starken Wandel unterworfen sein. Neue Berufsbilder, neue Methoden der Weiterbildung (E-Learning) sind gemeinsam auszuformen.

Nationale und europäische Roadmap für die Standardisierung erstellen

Zu einer zügigen Etablierung eines Leitmarkts Elektromobilität in Deutschland und Europa ist das Vorhandensein von einheitlichen und grenzüberschreitenden Normen und Standards eine zwingende Voraussetzung. Frühzeitig einheitliche Standards vorzufinden, bietet den im Leitmarkt Elektromobilität agierenden Firmen die notwendige Investitionssicherheit. Notwendig ist hier eine aktive Unterstützung der Normungs- und Standardisierungsaktivitäten durch die Politik auf nationaler und europäischer Ebene. Sie ebnet zum einen den politischen Weg (IEC, ISO) und kann zum anderen für eine entsprechende finanzielle Unterstützung (Anschlussfinanzierung) der Normungsvorhaben sorgen.



Industrie zur Herstellung wettbewerbsfähiger Energiespeicher aufbauen

Der Energiespeicher ist die zentrale Komponente zukünftiger Elektrofahrzeuge. Die Kompetenz zur Entwicklung und kostengünstigen Fertigung ist von strategischer Bedeutung für den Industriestandort Deutschland.

Es muss das langfristige Ziel sein, einen wettbewerbsfähigen Industriecluster zur Entwicklung und Herstellung hocheffizienter Energiespeicher zu etablieren. Hierzu sind die notwendigen steuerlichen, finanziellen und rechtlichen Rahmenbedingungen zu schaffen und im europäischen Kontext abzustimmen.

Elektrofahrzeuge aus steuerlicher und ordnungspolitischer Sicht betrachten

Um der Elektromobilität in Deutschland (und in Europa) zu einem schnellen Durchbruch zu verhelfen, muss über steuerliche und ordnungspolitische Anreizsysteme nachgedacht werden.

Diese steuerlichen Anreize können als Kaufargument notwendig werden, da ein Elektrofahrzeug – unabhängig davon, welche Art Energiespeicher es zukünftig antreiben wird – trotz Skalierungseffekt in einer Anfangsphase preislich über dem vergleichbaren von einer Verbrennungskraftmaschine getriebenen Fahrzeug liegen wird. Die Vergünstigungen kann man sich unterschiedlich vorstellen: steuerliche Entlastung für Hersteller im Bereich der Produktion von Elektrofahrzeugen, steuerliche Vergünstigung für die Käufer der ersten 100.000 Fahrzeuge.

In ordnungspolitischer Hinsicht sind verschiedene Maßnahmen vorstellbar: exklusive Reservierung kostenloser Parkplätze (mit Ladestation) in Parkhäusern, bevorzugte Behandlung im städtischen Umfeld (Umweltzonen etc.) für Elektrofahrzeuge. Nur wenn die zukünftigen Käufer das Gefühl haben, dass ihre Motive für den Einstieg in die Elektromobilität von den zuständigen staatlichen Einrichtungen anerkannt werden, werden sie dieser neuen Technologie aufgeschlossen gegenüberstehen.

IV Technologische Aspekte der Elektromobilität

Das Elektrofahrzeug enthält eine Vielzahl von elektrotechnischen Komponenten, deren optimales Zusammenspiel eine Grundvoraussetzung für einen Paradigmenwechsel zum Elektroantrieb ist. Die deutsche elektrotechnische Industrie produziert Güter im Wert von 150 Milliarden Euro und deckt dabei die gesamte Bandbreite elektrotechnischer Produkte ab: vom hochkomplexen, feinststrukturierten Mikrochip bis hin zum Großkraftwerk zur Erzeugung elektrischer Energie aus jedwedem Primärrohstoff.

Auch die Komponenten, die das Elektromobil der Zukunft ausmachen, werden in Deutschland bereits produziert: Energiespeicher Batterie und Energielieferant Brennstoffzelle, Antriebssystem Elektromotor, Steuerhardware Leistungselektronik und Schaltanlagen sowie Automatisierungssoftware für die Stromtankstelle.

In vielen Feldern hat die deutsche Industrie einen Entwicklungsvorsprung vor ihren Wettbewerbern. Doch asiatische Länder, insbesondere China, die die Elektromobilität in den Fokus gerückt haben, holen auf.

Kennzeichen des Elektrofahrzeugs

Die herausragende Eigenschaft eines Elektrofahrzeugs ist die Erzeugung des Antriebsmoments ausschließlich über einen Elektromotor. Spielarten sind Fahrzeuge mit Batterien oder Brennstoffzellen, aber auch der sogenannte Range Extender als serieller Hybrid. Die Hybridtechnologie kann für die großen deutschen Automobilhersteller eine Übergangslösung für einen sanften Einstieg in die Elektromobilität zu sein.



Moderne Antriebssysteme

Dem Antriebssystem kommt eine ähnlich hohe Bedeutung wie der Batterie zu, da es in etwa die gleichen Verluste produziert. Aktuell sind – je nach Anforderungen an die tatsächlichen Fahrzeugleistungen – drei Maschinentypen in der Diskussion.

Der Drehstromasynchronmotor – er ist beispielsweise im BMW MINI E eingebaut – ist sehr zuverlässig und hat eine hohe technische Reife erreicht. Die Synchronmotoren, die vergleichbar klein gebaut werden können, weisen als permanent erregte Maschinen – hier steht der Toyota Prius als Prototyp – die geringsten Verluste auf. Eine interessante Alternative zu diesen Motorkonzepten ist die geschaltete Reluktanzmaschine, die sich durch einfaches und robustes Design auszeichnet. Hinzu kommt eine gewisse Fehler-toleranz, die die anderen Motortypen nicht vorweisen können.

Energiespeicher der Zukunft

Der Energiespeicher in der Anfangsphase der Elektromobilität wird die Batterie sein. Mehrere Batterietechnologien stehen zurzeit zur Verfügung. Starterbatterien werden bis heute als Blei-Säure-System produziert. Die Elektrofahrzeuge der 1980er-Jahre hatten Nickel-Cadmium-Batterien, heutige Hybridfahrzeuge nutzen Nickel-Metallhydrid-Systeme.

Das zukünftige Elektromobil wird Lithium-Ionen-Batterien einsetzen, die sich millionenfach im Consumerbereich im Laptop und Mobiltelefon bewährt haben. Hier bedarf es weiterer F+E-Arbeiten, um Energie- und Leistungsdichte dieser Systeme deutlich zu erhöhen und den Preis pro kWh zu senken.

Aber auch die Option mit einer wasserstoffbetriebenen Brennstoffzelle darf eine Gesellschaft, die immer stärker in die Nutzung regenerativer Energieträger einsteigt, nicht außer Acht lassen.

Leistungselektronik im Vormarsch



Die Leistungselektronik im Elektrofahrzeug hat vier Haupteinsatzgebiete. Der Antriebsinverter steuert den bzw. die Antriebsmotoren und erhält hierfür Energie aus der Batterie. Das Batterieladesystem verbindet den Energiespeicher mit der Stromzapfsäule und überwacht den Ladevorgang.

Der DC/DC-Konverter ist für die 12-V-Stromversorgung aller klassischen Einrichtungen des Fahrzeugs zuständig.

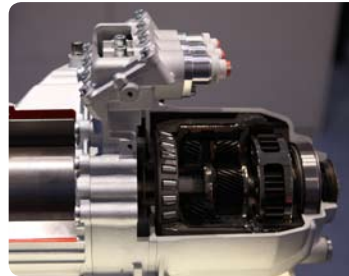
Hinzu kommt – zum Beispiel bei einem Range Extender – ein spezieller Inverter zum Einsatz, der die Batterie über einen Generator lädt.

Hard- und Software für die Stromtankstelle

Sicheres und zügiges elektrisches Betanken erfordert den Einsatz moderner Niederspannungsschalt- und Sicherungseinrichtungen. Ergänzt wird die Hardware durch intelligente Schutzsoftware. Automatisierte Systeme steuern die Betankung und ermöglichen eine europaweite Abrechnung der geladenen Strommengen. Hier sollte die Branche zu einem standardisierten, länderübergreifenden Abrechnungsverfahren kommen, wie es auch im Mobilfunkbereich vorhanden ist.

Sicherheit von Elektrofahrzeugen

Das elektrische Betanken eines Fahrzeugs muss genauso sicher sein wie das klassische Diesel- oder Benzintanken. Elektrofahrzeuge müssen aber auch gewartet werden, Elektromobile können in Unfälle verwickelt werden. Diese Risiken sind einer ausführlichen Risikoanalyse zu unterziehen. Nicht nur der Fahrer ist zu schützen, auch das Werkstattpersonal ist durch Weiterbildung für den zukünftigen Einsatz am Elektrofahrzeug zu schulen.



V Ausblick

Die Elektromobilität wird sich in Deutschland etablieren, alle Beteiligten sind hier einer Meinung. Offen ist nur die Geschwindigkeit, mit der dies geschehen wird.

Die deutsche Industrie hat es selbst in der Hand, Marktführer in einer Technologie zu werden, die in den nächsten Jahrzehnten die Mobilität nachhaltig verändern wird. Dies geht nicht ohne die Politik – die Weichen in die richtige Richtung hat sie mit der Etablierung der „Nationalen Plattform Elektromobilität“ gestellt.

Ziehen künftig alle Akteure aus Politik, Industrie, Wissenschaft und Forschung an einem Strang, sollte es gelingen, dass Deutschland bei Elektromobilität eine weltweit führende Position einnimmt. Das Ziel lautet, Deutschland zu einem Leitmarkt für Elektromobilität auszubauen und die deutsche Industrie zu einem Leitanbieter für den Weltmarkt Elektromobilität zu entwickeln.