



ELEKTROMOBILITÄT

TECHNIK, FORSCHUNG UND PRAXIS

Ein Guide rund um das Thema
Elektromobilität im Automotive Engineering

VALENTUM ENGINEERING GMBH

www.valentum.de

Inhaltsverzeichnis

Einleitung.....	1
Die Technik.....	2
Nationale Plattform Elektromobilität	2
Nationale Plattform Elektromobilität – Antriebstechnologie	4
Übertragung des Momentums	5
Einige Vorteile von Elektroantrieben.....	5
Kraftübertragung	6
Nationale Plattform Elektromobilität – Batterietechnologie.....	7
Batterie-Management-Systeme und Energiespeicher	7
Jüngste Akkumulatoren	8
Akku-Konzepte	9
Nationale Plattform Elektromobilität - Ladeinfrastruktur und Netzintegration	10
Einige Prognosen zur Netzintegration	10
Die öffentliche Ladeinfrastruktur	11
Ladestationen	12
Nationale Plattform Elektromobilität - Standardisierung und Zertifizierung.....	12
Wesentliche Forderungen des Eckpunktepapiers	13
Handlungsempfehlungen für die Normung und Zertifizierung	14
Weiterer Handlungsbedarf aus Sicht der Wirtschaft	15
Nationale Plattform Elektromobilität - Materialien und Recycling	15
Erfolgskritische Schlüsselbedarfserfelder	15
Bericht der Unterarbeitsgruppe "Materialien für Batterien"	16
Materialien der II. bis IV. Generation	17
Nationale Plattform Elektromobilität - Nachwuchs und Qualifizierung	18
Bedeutung und Fokus der Ausbildung.....	18
Themen der Ersten Nationalen Bildungskonferenz Elektromobilität.....	19

Arbeitsfelder Elektromobilität.....	20
Akademiker sind gefragt.....	22
Nationale Plattform Elektromobilität – Rahmenbedingungen	22
Zukünftige Herausforderungen.....	23
Trend zu Megacities und Elektromobilität.....	24
Fächerstrategie der deutschen Automobilindustrie	24
Die Statistik spricht für das Elektroauto	25
Die Hybridtechnologie	25
Elektromobilität – Die Zukunft des Automobils	27
Praxisberichte.....	31
Aus dem Nähkästchen geplaudert - Interview mit einem Entwicklungsingenieur..	31
Aus dem Nähkästchen geplaudert - Interview mit einem Teamleiter der Formula Student.....	33
Gründung des Forschungscampus in Bruchsal.....	36
Abbildungsverzeichnis.....	38
Quellennachweis	38
Impressum.....	39
Haftungsausschluss	39
Urheber- und Leistungsschutzrechte.....	39
Herausgeber.....	40

Einleitung

Liebe Leserinnen und Leser,

mit diesem E-Book möchten wir euch das aktuelle und in Zukunft immer wichtiger werdende Thema Elektromobilität näher bringen. Die zunehmende Zahl an zugelassenen PKWs und die begrenzten natürlichen Ressourcen werden langfristig alternative Antriebstechnologien wie Elektromotoren in den Fokus rücken. Wir möchten euch daher einen Überblick über die Möglichkeiten und Anforderungen im Bezug Elektromobilität informieren. Neben der Antriebstechnologie werden Bereiche wie die verschiedenen Batterietechnologien, die Ladeinfrastruktur, die Standardisierung, die Netzinfrastruktur als auch die unterschiedlichen Materialien sowie Recyclingmöglichkeiten erörtert. Ein Beitrag zum Thema Nachwuchs und Qualifizierung sowie interessante Praxisberichte runden das E-Book ab

Wir wünschen euch schon jetzt viel Spaß beim Lesen und stehen für Rückfragen gerne zur Verfügung.

Euer Valentum Engineering Team

Stand Mai 2015

Die Technik

Nationale Plattform Elektromobilität

Im ersten Abschnitt wollen wir uns thematisch dem spannenden und zukunftssträchtigen Thema 'Elektromobilität' widmen. Näher beschäftigen wollen wir uns mit neuesten Technologien und Materialien und natürlich auch damit, wie ihr euch für diesen Arbeitsmarkt am besten qualifizieren könnt.

Die NPE - Nationale Plattform Elektromobilität - ist ein Gremium aus Spitzenvertretern von Industrie, Wissenschaft, Politik, Gewerkschaften und Verbänden, das die Bundesregierung bei Fragen zur Elektromobilität berät. Auf Initiative der Regierung wurde die NPE am 3. Mai 2010 ins Leben gerufen, nach Vorgängerprojekten trafen sich an diesem Tag die beteiligten Vertreter mit der Bundeskanzlerin Angela Merkel und beschlossen förmlich die Neugründung der Plattform. Deren Ziel besteht in einem Innovationsschub, durch den Deutschland bis zum Jahr 2020 auf dem Gebiet der Elektromobilität gleichermaßen zum Leitmarkt und Leitanbieter wird.

Koordinierung und Förderung der NPE

Eine Gemeinsame Geschäftsstelle der Regierung Elektromobilität (GGEMO) koordiniert die Fördermittel des Bundes in Höhe von 500 Millionen Euro. Die GGEMO und die NPE arbeiten eng zusammen. Vorangegangen ist das integrierte Klima- und Energieprogramm der Regierung (IEKP) aus dem Jahr 2007, im Jahr 2008 fand die nationale Strategiekonferenz Elektromobilität statt, auf der Maßnahmen konkretisiert wurden. Die ersten Förderprogramme waren Bestandteil des Konjunkturpaketes II aus dem Jahr 2009, auch die Industrie verpflichtete sich zur Bereitstellung von 360 Millionen Euro. Diese werden in die Entwicklung von Lithium-Ionen-Akkus investiert, die nach gegenwärtigem Stand der Forschung eine sehr aussichtsreiche Technologie bei der Umsetzung elektromobiler Verkehrsvarianten darstellen. Fördermittel des Bundes kommen von insgesamt fünf Bundesministerien:

- Wirtschaft und Technologie (BMWi)
- Verkehr, Bau, Stadtentwicklung (BMVBS)
- Umwelt, Naturschutz, Reaktorsicherheit (BMU)

- Bildung, Forschung (BMBF)
- Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz (BMELV)

Die Koordination erfolgt jeweils durch die Projektträger der Ministerien, beim BMU ist das beispielsweise der VDI/VDE-IT.



Abbildung 1: Modellregion Elektromobilität

Modellregionen Elektromobilität in Deutschland

Die Modellregionen Elektromobilität sind Teil eines Förderprogramms des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) mit dem die Elektromobilität in acht deutschen Metropolregionen finanziell unterstützt wird.

Hier soll neben dem Einsatz von Elektroautos auch der Ausbau von Ladestationen gefördert werden.

Entwicklung zur Nationalen Plattform Elektromobilität

Ein Vorläuferprojekt der NPE ist unter anderem das von Bundesforschungsministerin Annette Schavan im Jahr 2009 eröffnete Forum Elektromobilität bei der Fraunhofer-Gesellschaft. Es wurde dort in die Systemforschung integriert und soll seither die Forschung aller 33 Fraunhofer-Institute auf dem Gebiet der Elektromobilität koordinieren und mit der Industrie verzahnen. Zentrale der Systemforschung ist das Darmstädter Fraunhofer-Institut, bis 2011 wurde dieses Forum mit 30 Millionen Euro aus dem Bundeshaushalt (Konjunkturpaket II) gefördert. Die Kanzlerin erklärte die Elektromobilität zunehmend zur Chefsache, im Februar 2010 wurde die Gemeinsame Geschäftsstelle (GGEMO) eingerichtet, die schließlich zur Gründung der NPE führte. Die Industrie ging ihrerseits Verpflichtungen ein, es wurden branchen- und firmenübergreifende Arbeitsgruppen eingerichtet, der Verband Elektrotechnik/Elektronik/Informationstechnik (VDE) fungiert als Schaltstelle für die technische Abstimmung. Vom VDE gehen auch die Zwischenberichte zum Stand der Entwicklung an die Bundesregierung. In diesen

Berichten werden die Entwicklungsmöglichkeiten präzise beschrieben, auch der Umfang der nötigen Förderung konnte weiter konkretisiert werden. Die Industrie setzt voraus, dass sich die Fördermaßnahmen fortsetzen, aus welchen Mitteln auch immer, da sich sonst das anvisierte und propagierte Ziel von einer Million Elektroautos auf deutschen Straßen bis 2020 nicht realisieren lässt.

Aufgaben der NPE

Innerhalb der Nationalen Plattform Elektromobilität existieren sieben Arbeitsgruppen, die jeweils rund 20 Vertreter umfassen. Ein Lenkungskreis koordiniert die Arbeitsgruppen, er besteht aus deren Vorsitzenden und Vertretern der Bundesregierung. Die Kernaufgabe der NPE besteht in der Erarbeitung konkreter Vorschläge, mit denen der Nationale Entwicklungsplan Elektromobilität umgesetzt werden kann. Schwerpunktthemen sind hierbei:

- Antriebstechnologie
- Batterietechnologie
- Ladeinfrastruktur und Netzintegration
- Standardisierung und Zertifizierung
- Materialien und Recycling
- Nachwuchs und Qualifizierung
- Rahmenbedingungen

Mitglieder der NPE kommen vorwiegend aus der Regierung und der Industrie, Verbände, Gewerkschaften und Wissenschaft schicken als Vorsitzende jeweils einen Vertreter in das Gremium (unter anderem Berthold Huber von der IG Metall). Die Regierung ist auf Staatssekretärebene vertreten, adäquat schickt die Industrie Manager aus dem Kreis der zweiten bis dritten Führungsebene in die NPE.

Nationale Plattform Elektromobilität – Antriebstechnologie

Die Antriebstechnik von Elektroautos unterscheidet sich grundsätzlich von der von kraftstoffbetriebenen Fahrzeuge, es gibt sogar Ingenieure, die meinen, das Auto werde neu erfunden. Diese Auffassung geht insofern fehl, als dass sich im 19. Jahrhundert

Elektro- und Kraftstoffantriebe parallel entwickelten (hinzu kam noch der Dampftrieb) und E-Cars um 1900 sogar zur Hälfte das New Yorker Straßenbild beherrschten. Ferdinand Porsche meldete 1896 den elektrischen Radnabenmotor an und gewann mit dem E-Flitzer bis in die 1920er Jahre Autorennen. Erst als die Kraftstofftechnik hinsichtlich der Reichweite die batteriegetriebenen Fahrzeuge überrundete, verabschiedeten sich diese ab 1910 allmählich aus dem normalen Straßenverkehr. Der E-Antrieb blieb indes immer erhalten, schließlich wurden über das gesamte 20. Jahrhundert Gabelstapler, Loks und Multicars elektrisch betrieben. Man kennt also die Antriebs-Spezifika von Elektroautos.

Übertragung des Momentums

Elektromotoren verfügen über den Vorteil der weitgehend stufenlosen Kraftübertragung, weil das maximale Drehmoment schon bei kleinsten Drehzahlen zur Verfügung steht. Es kann dann so weit genutzt werden, wie es Betriebsspannung und Bauart des Elektromotors zulassen. Erst mit steigender Drehzahl fällt es hyperbolisch ab, was bei hohen Geschwindigkeiten in etwa dem Effekt nahekommt, mit einem kraftstoffbetriebenen Fahrzeug im sechsten Gang bei Tempo 150 km/h nur noch schlecht beschleunigen zu können. In unteren Geschwindigkeitsbereichen ist jedoch die Beschleunigung des E-Antriebs derjenigen kraftstoffbetriebener Fahrzeuge überlegen, gemessen am verfügbaren Drehmoment in Newtonmeter in Relation zur Masse des Fahrzeuges. Daher beschleunigen Elektroautos bei vergleichbarer Leistung in kW stets schneller von 0 auf 100 km/h als kraftstoffbetriebene Fahrzeuge. Prinzipiell wird also weder Getriebe noch Kupplung benötigt, nicht einmal zum Rückwärtsfahren. In der Praxis werden jedoch Getriebe eingesetzt, um das Drehmoment noch optimaler übertragen zu können. Spätestens ab 700 kg Fahrzeuggewicht - also bei nahezu jedem Pkw – ist dies erforderlich.

Einige Vorteile von Elektroantrieben

Neben der optimalen Übertragung des Drehmoments verfügen Elektroantriebe über den unschätzbaren Vorteil der Wartungsarmut. Sie sind einfacher aufgebaut, es gibt viel weniger bewegliche Teile, Ölwechsel sind nicht erforderlich. Als Lager verwendet man Wälzlager mit Fettschmierung, was das gesamte aufwendige Hydrauliksystem

eines Verbrennungsmotors überflüssig macht. Die Kühlung erfolgt meist durch Luft, auch hier entfällt ein hoher Aufwand, den Verbrennungsmotoren benötigen. Die gesamte Liste der Vorteile lässt sich wie folgt zusammenfassen:

- sehr hoher Wirkungsgrad
- sehr gute Übertragung des Drehmoments aus dem Stand bis zu etwa 130 km/h
- Wartungsarmut
- einfache Bauart
- kein Tank nötig
- umweltfreundlich und leise
- Energieverbrauch entspricht weniger als ein Liter Kraftstoff auf 100 km

Die Vorteile sind so groß, dass eigentlich das Elektroauto längst das Rennen machen müsste. All diese Vorteile werden überkompensiert durch den Nachteil der geringen Energiedichte von Akkus und ihrem hohen Gewicht sowie - last, not least - ihren (noch) sehr hohen Kosten. Diese Nachteile konnten nun über geschlagene 100 Jahre nicht wettgemacht werden, eigentlich ist die Zeit dafür überfällig.

Kraftübertragung

Es gibt mehrere Konzepte, wie die Kraft vom Motor auf die Räder übertragen wird. Der Radnabenmotor, den Ferdinand Porsche Ende des 19. Jahrhunderts erfand, scheint dabei das Rennen zu machen. Jedes Rad erhält einen eigenen Motor innerhalb der Felge. Dadurch können Antriebsstränge eingespart werden, ein einfacher Aufbau vermindert die Störanfälligkeit. Allerdings entsteht auch eine höhere ungefederte Masse, zudem sind die Motoren stärkeren Umwelteinflüssen ausgesetzt. Prinzipiell muss ein E-Motor für das Auto den folgenden Bedingungen entsprechen:

- hoher Wirkungsgrad auch bei geringen Leistungsanforderungen
- Leistung adäquat dem Gewicht
- robuste Mechanik
- kurze Umschaltdauer von Motor- auf Generatorbetrieb (wichtig für die Nutzbremmung, also die Rückgewinnung von Bremsenergie)

Eine moderne Variante von Radnabenmotoren stellte im Frühjahr 2012 der Bottroper Autotuner Brabus vor. Das Team von Professor Bodo Buschmann (Brabus-Chef) hat die Erfindung von Ferdinand Porsche inzwischen in höchster Perfektion in Modelle der Luxusklasse integriert. Der Effekt: Ein Elektro-Mercedes hat plötzlich wieder so viel Platz im Innen- und Kofferraum wie ein kraftstoffbetriebenes Fahrzeug, Motoren und Batterien sind optimal verteilt. Das Auto mit der Technik des preisgekrönten Konzepts beschleunigt von 0 auf 100 km/h in 6,9 Sekunden.

Nationale Plattform Elektromobilität – Batterietechnologie

Die Batterietechnologie von Elektroautos ist das brisanteste Thema bei der Umsetzung der umweltfreundlichen Technologie, und trotz der untadeligen Fortschritte der letzten Jahre erreichen die Akkus noch längst nicht die geforderte Reichweite von kraftstoffbetriebenen Fahrzeugen. Das ist umso bedauerlicher, als dass der Wirkungsgrad eines Elektromotors und seiner Batterie den von Kraftstoffmotoren weit hinter sich lässt. Zum Vergleich: Motoren, die mit Superbenzin angetrieben werden, erreichen einen Wirkungsgrad von rund 15 Prozent, bei Dieselmotoren sind es bis 25 Prozent. Elektromotoren können den stolzen Wirkungsgrad von 95 bis 97 Prozent vorweisen. Doch die Energiedichte der Akkus bleibt weit hinter der von Kraftstoffen zurück. Bei Bleiakumulatoren sind es gerade 0,03 kWh/kg, bei Lithium-Ionen-Akkus 0,13 kWh/kg. Dieselkraftstoff weist hingegen eine Energiedichte von 11,8 und Superbenzin von 12,0 kWh/kg auf.

Batterie-Management-Systeme und Energiespeicher

Mit den BMS werden die Auf- und Entladung, die Reichweitenabschätzung, Temperaturüberwachung und Diagnose der Batterien übernommen. Die Akkus, die als Energiespeicher dienen, erlauben bei den alltagstauglichen, bereits auf den Straßen befindlichen Elektroautos Reichweiten von gewöhnlich 150 bis 250 km, wobei nach heutigem Stand der Technik rund 500 km denkbar wären. Einige Fahrzeuge im Luxusbereich verfügen über diese Reichweiten, sind jedoch aufgrund der entsprechenden Preise nicht massentauglich. Der Grund für die geringe Reichweite ist die schiere Masse von Akkus, die aufgrund der geringen Energiedichte benötigt wird. Um 400 km

Reichweite mit einem Pkw zu erzielen, müsste ein Bleiakku 1350 kg wiegen, ein Lithium-Ionen-Akku über 300 kg. Beim Dieselfahrzeug sind es inklusive Gewicht des Tankbehälters keine 25 kg, beim Benziner weniger als 35 kg. Um den Gewichtsnachteil zu kompensieren, werden unterschiedliche Konzepte favorisiert. Ein Radnabenantrieb, der vom Autotuner Brabus aus Bottrop im Frühjahr 2012 vorgestellt wurde, verschafft einem Mercedes der C-Klasse immerhin eine Reichweite von 350 km, und das ohne viel Platz für die Akkus zu verbrauchen - im Gegenteil: Diese sind so elegant über das Fahrzeug verteilt, dass Innen- und Kofferraum genauso viel Volumen erreichen wie beim Kraftstoff-Mercedes. Auch die Nutzbremmung spart ungeheuer viel Energie und damit Masse und Platz von Akkus. Hierbei wird beim Bremsen die Energie per Generator in die Batterien zurückgeführt, was sich im Stadtverkehr - für den das E-Auto vorläufig prädestiniert ist - besonders lohnt. Wie gut das funktioniert, hängt sehr von der Fahrweise des Fahrers ab, ebenso von den Antriebsdimensionen und dem Wirkungsgrad der Elektronik.

Jüngste Akkumulatoren

Die modernsten, bereits umgesetzten Konzepte des Jahres 2012 setzen auf Lithium-Ionen-Akkus, der preiswerte Bleiakku gilt aufgrund seiner geringen Leistungsfähigkeit und der viel kleineren Zahl von Wiederaufladezyklen als Auslaufmodell. Der Lithium-Polymer-Akku, bei Pedelecs (Elektrofahrrädern) seit 2012 schon im Einsatz, kann gemeinsam mit dem Lithium-Luft-Akku als kommende Innovation betrachtet werden. Auf der Autoshow vom 06. - 15.04.2012 in New York zeigte Nissan mit seiner Luxusmarke Infiniti, was schon möglich ist. Bei der Konzeptstudie wird unter anderem die induktive Batterieaufladung eingesetzt, bei der über eine im Boden befindliche Induktionsschleife über ein Magnetfeld die Batterien aufgeladen werden. Das kann sich der Autofahrer in der heimischen Garage installieren lassen, die Technik ist sehr sicher. Die Batterien bringt Nissan beim Infiniti LE Concept unter den Sitzen unter, der Innenraumplatz wird dadurch dramatisch vergrößert. Zudem erreicht das Fahrzeug einen tieferen Schwerpunkt, mithin eine bessere Straßenlage und übrigens eine höhere Anzugsperformance. Der 100 kW (136 PS) Hochleistungs-Synchronelektromotor erzeugt ein Drehmoment von 325 Newtonmeter, das aus dem Stand zur Verfügung steht. Nissan

verwendet hier Lithium-Ionen-Akkus mit einer 24-kWh-Kapazität, die für eine Reichweite von rund 160 km sorgen. Sie können neben der induktiven Möglichkeit normal per Kabel, auch per Gleichstrom-Schnellladeanschluss geladen werden.

Akku-Konzepte

Prinzipiell stehen seit der jüngsten E-Car-Revolution, die in den 2000er Jahren begann, mehrere Akku-Konzepte parallel zur Verfügung, die auch alle straßentauglich eingesetzt werden. Selbst der Bleiakku kommt in französischen Elektroautos im Kleinwagenbereich zum Einsatz (zum Beispiel in einer älteren Version des Kangoo), er ist einfach immer noch die weitaus preiswerteste Lösung. Die einzelnen Akku-Varianten lassen sich wie folgt umreißen:

- Bleiakku: geringste Energiedichte, wenige Wiederaufladezyklen, aber sehr preiswert
- Lithium-Ionen-Akku: höhere Energiedichte, viele Wiederaufladezyklen (bis rund 7.000), hoher Preis
- Nickel-Metallhydrid-Akku: hohe Energiedichte, aber gefährlicher Betrieb (empfindlich gegen Überhitzung, Überladung, Falschpolung), hat sich nicht durchgesetzt
- ZEBRA-Batterie (Zero-Emission-Battery-Research-Activities): Natrium-Nickelchlorid-Zelle mit festem Elektrolyt, eingesetzt unter anderem im britischen Smart EV und im Think City, in Deutschland in einigen E-Bussen. Nachteil: Sehr niedriger Energiegehalt, noch unter dem von Bleiakkus.
- Lithium-Polymer-Akku: Fester Elektrolyt auf Polymerbasis, dadurch geringeres Gewicht als bei Lithium-Ionen-Akkus bei höherer Energiedichte, keine Beschränkung in der Bauform.
- Lithium-Luft-Akku: Hier wird die Katode gänzlich durch Luft ersetzt, die Anode bildet metallisches Lithium. Allein die Anoden-Größe bestimmt die Kapazität, da als Katode die Umgebungsluft dient. Die Bauart kann dadurch bei höherer Energiedichte noch kleiner und leichter werden, theoretisch ist eine Energiedichte von 11 kWh/kg erreichbar, mithin vergleichbar der von Kraftstoffen (~12 kWh/kg).

Mit dem Lithium-Luft-Akku wäre das Batterieproblem theoretisch gelöst. Dieses stellt sich schließlich allein über die Energiedichte dar, das heißt dem Gewicht/Volumen der Energieträger im Verhältnis zur Leistung. Zu hinterfragen wäre dann lediglich der Preis, der aber per Massenproduktion sinken könnte. Möglicherweise sollte die Politik, wenn sie Subventionen in die Hand nimmt, genau auf diese Technologie fokussieren.

Nationale Plattform Elektromobilität - Ladeinfrastruktur und Netzintegration

Ein Diskussionspunkt, der einem häufig begegnet beim Thema Elektromobilität, ist das Aufladen und die Reichweite von Elektroautos. Gibt es überhaupt genug Ladestationen und welche Möglichkeiten des Aufladens gibt es?

Für die Ladeinfrastruktur beziehungsweise die Netzintegration bei der Elektromobilität gibt es verschiedene Szenarien. Das hängt eng mit der Entwicklung der Akkutechnik zusammen, die seit 2011 realistische Prognosen hinsichtlich künftiger Reichweiten zulässt, sowie mit jüngeren Verkehrskonzepten. Selbst die Entwicklung der Solartechnik für Eigenheime und die verstärkte Förderung des Eigenverbrauchs von Solarstrom spielen eine Rolle. Eine Modellvorstellung sieht nämlich vor, dass der durchschnittliche elektromobile Autofahrer täglich selten mehr als 120 bis 150 km in der Stadt unterwegs ist, wofür sämtliche verfügbaren E-Car-Konzepte genügen. Gleichzeitig möchte er sein Elektroauto am liebsten mit daheim erzeugtem Solarstrom aufladen, der ihm auf diese Weise die höchste EEG-Vergütung bringt. Also ist ein flächendeckendes Netz an Stromtankstellen nicht mehr so dringend erforderlich, wie man noch 2008 bis 2009 glaubte.

Einige Prognosen zur Netzintegration

Ein im Rahmen der 2011er Bildungskonferenz vorgestelltes MarkthochlaufszENARIO der Vertriebsgesellschaft Hager geht davon aus, dass bis 2020 das Verhältnis Ladepunkt: Fahrzeug auf weniger als 1 sinkt, sodass es mehr Fahrzeuge als Ladepunkte gibt (momentan ist es umgekehrt!). Das Verhältnis von privaten zu öffentlichen Ladelösungen soll im Jahr 2020 75:25 betragen. Nach den Hochrechnungen von Hager wird der Bedarf durch die produktive und technologische Entwicklung in etwa gedeckt.

Es gibt allerdings weltweit unterschiedlichste Konzepte, die ganz andere Ansätze verfolgen. In Israel und Dänemark - beides Staaten mit wenig Fläche und nirgends mehr als 150 km Entfernung zwischen zwei Städten - verfolgt man das Konzept des Akkuwechsels. Die israelische Firma Better Place des ehemaligen SAP-Managers Shai Agassi treibt diese Idee voran, die sich auf sämtliche Metropolen der Welt übertragen lässt. Gerade im Stadtverkehr haben Elektroautos, welche die Bremsenergie zur Wiederaufladung des Akkus nutzen, große Vorteile, der Stau von Megastädten mit seinem Stop-and-go erhöht etwas die Reichweite von Elektroautos. Und auch in Tokio, Rio oder New York ist der normale Autofahrer kaum über 150 km unterwegs. Verschiedene Modellregionen Elektromobilität bestätigen inzwischen die Auffassung, dass die Fahrzeuge überwiegend ohne städtische Ladestationen auskommen, und wenn doch, wäre ein Akkuwechsel die unproblematischste Lösung. Die Alternative sind Schnellladestationen.

Die öffentliche Ladeinfrastruktur

Bei einer öffentlichen Ladeinfrastruktur ergeben sich eine Reihe von Fragestellungen, die auf bislang auf unterschiedliche Weise gelöst werden. Dazu gehören:

- Art des Ladevorgangs: Hier werden Schnellladestationen oder Induktionsladungen präferiert.
- Bezahlvorgang: Es ist alles denkbar - und wird praktiziert - zwischen Bezahlung beim Tankwart wie üblich, Wechselgeldautomaten, Kartenzahlung und Bezahlvorgang mit mobilen Geräten über Onlineabbuchung. Künftig könnten Smartphones mit NFC (Near Field Communication) den Bezahlvorgang sehr vereinfachen.
- Ordnungsrechtlicher Rahmen: Der Strom kommt immerhin aus dem öffentlichen Netz, ein Inhaber für die Ladestation kann nicht nur eine Tankstelle, sondern im innerstädtischen Raum auch die Kommune sein.

Regionale Projektförderungen in Modellregionen setzen derzeit mit unterschiedlichen Konzepten an. Was sich am Ende durchsetzt, bleibt abzuwarten. Der Autofahrer benötigt schließlich eine planbare Methode, wenn er in fremden Städten unterwegs ist.

Ladestationen

Es gibt prinzipiell drei Varianten von Ladestationen:

- Induktionsschleifen, die berührungsloses Laden ermöglichen und in einigen heimischen Garagen schon eingesetzt werden
- AC-Ladestationen für das langsame Laden mit Wechselstrom aus einer üblichen Steckdose
- DC-Schnellladestationen für Ladevorgänge in maximal 30 Minuten mit Gleichstrom

Schnellladestationen können bis zu 100 kW laden, der Vorgang dauert je nach Akkukapazität zwischen 15 bis 30 Minuten. An einer Tankstelle oder einer innerstädtischen Ladestation würde der Autofahrer kaum mehr Zeit benötigen als beim Betanken eines kraftstoffbetriebenen Fahrzeugs. Die Ladestationen sind mit Kassensystemen und Benutzerschnittstellen für den Fahrer ausgestattet, einer RFID-Zugangskontrolle (der schon lange etablierten Vorgängertechnologie zu NFC), einer Integration in das Back Office einer Tankstelle oder Kommune und Tools für ein Online-Management jedes Standortes. Beim kürzesten Ladevorgang in 15 Minuten wird der Akku des Elektroautos auf bis zu 80 Prozent seiner Kapazität aufgeladen. Das genügt, wenn in der Stadt mal schnell nachgeladen werden muss.

AC-Ladegeräte hingegen nutzen ganz normalen Wechselstrom aus der heimischen Steckdose, die Aufladung erfolgt nach Feierabend oder über Nacht in fünf bis acht Stunden. Die Batterie wird vollständig aufgeladen.

Nationale Plattform Elektromobilität - Standardisierung und Zertifizierung

Damit Elektromobilität übergreifend eingesetzt werden kann, bedarf es einheitlicher technischer Standards. Zudem sollen wesentliche Bauteile zertifiziert werden, damit Sicherheitsanforderungen untadelig und zweifellos erfüllt werden, wie das auf sämtlichen technischen Gebieten mit kritischen Kräften und Energien der Fall ist. Die Arbeitsgruppe 4 der Nationalen Plattform Elektromobilität ist mit der Vereinheitlichung von Standards europa- und weltweit befasst. In Zusammenarbeit mit der Wirtschaft erarbeitete die Arbeitsgruppe eine „Deutsche Normungs-Roadmap Elektromobilität“,

in welcher ein Überblick über bestehende Strukturen der Normungslandschaft zu finden ist, in die sich neue Technologien der Elektromobilität einfügen müssen. Der Fokus des Papiers liegt auf Handlungsempfehlungen, mit denen sich Elektromobilität durchsetzen kann.

Wesentliche Forderungen des Eckpunktepapiers

Die zentralen Forderungen der Normungs-Roadmap werden im Eckpunktepapier zusammengefasst. Gleichzeitig identifiziert es erforderliche Rahmenbedingungen und gibt Handlungsempfehlungen. Zu den wesentlichen Forderungen gehören:

- Politische Flankierung der Normierung auf europäischer und internationaler Ebene
- Verzahnung von Forschung, Regulierung und gesetzlichem Rahmen
- Nationale Normung darf die internationale Normung nicht behindern

Derzeit konkurrieren nationale mit internationalen Normungskonzepten, was den von vornherein internationalen Kraftfahrzeugmärkten widerspricht. Für die Schnittstellen zwischen Infrastruktur und Fahrzeugen gilt dasselbe, weshalb deutsche oder europäische Normen allein als nicht ausreichend betrachtet werden. Eine schnelle Erarbeitung von international tragfähigen Normungskonzepten gilt daher als essenziell, diese müssen zwingend zwischen den Staaten koordiniert werden. Die Elektromobilität wird durch viele Akteure vorangetrieben, die in unterschiedlichen Fachgebieten agieren, was eine gremienübergreifende Zusammenarbeit erforderlich macht. Diese soll durch den Lenkungskreis EMOBILITY und die existierenden Gremien in DKE und DIN koordiniert werden. Das Ziel der Normierung besteht in funktionsbezogenen, eindeutigen Normen, die sich den fortschreitenden Innovationen anpassen, um diese nicht zu behindern (performancebasierte Normen). Bestimmte technische Lösungen vor allem bei Schnittstellennormen bedürfen hingegen einer Festlegung, damit die Interoperabilität gewährleistet bleibt. Dazu gehört vorrangig eine international einheitliche Ladeinfrastruktur, mit der jedes Elektrofahrzeug immer und überall Strom tanken kann. Hier sind die Ladetechnik und die Abrechnung so zu standardisieren, dass eine komfortabel nutzbare, sichere und einheitliche Ladeschnittstelle existiert. Nutzerinteressen haben in diesem Kontext Vorrang vor Unternehmensinteressen. Da schon verschiedene Normen existieren, sind diese zu nutzen und weiterzuentwickeln. Diese Normen stammen

aus zwei etablierten Domänen, der Automobiltechnik und der Elektrotechnik. Die Normungs-Roadmap informiert über die Normierungsarbeiten und ihren jeweils aktuellen Status. Der Schwerpunkt liegt weniger auf neuen Normungsvorhaben, vielmehr sollen bestehende Normen angepasst und erweitert werden. Die Domänen übergreifende Zusammenarbeit muss besonders bei Schnittstellenthemen auf internationaler Ebene stattfinden.

Handlungsempfehlungen für die Normung und Zertifizierung

Deutsche Unternehmen bringen sich stärker in die nationalen und internationalen Standardisierungsvorhaben ein. Die Normierungsarbeiten sind förderwürdig, da sie einen integralen Bestandteil der F&E-Vorhaben darstellen. Aus der Wirtschaft kommen verschiedene Vorschläge zur Zertifizierung und Standardisierung. Dazu gehören unter anderem:

- Anwendung des AC-Ladesteckers entsprechend IEC 62196-2: Dieser stellt die ausgereifteste Lösung dar, in Europa hat er sich durchgesetzt. Shuttern sollten hingegen nicht verwendet werden, es fehlen Erfahrungen zur Ausfallwahrscheinlichkeit.
- Nutzung der Ladebetriebsarten Mode 1 - 3 nach IEC 61851-1: Hierzu wird empfohlen, Mode 1 nicht zu nutzen, da RCD (Fehlerstrom-Schutzeinrichtung) nicht in jeder Hausinstallation vorhanden ist. Mode 2 kann jederzeit, Mode 3 bei Neuproduktionen genutzt werden. Besonders Mode 3 ermöglicht das Lastmanagement über die Ladeschnittstelle, auch die Energierückspeisung wird gewährleistet.
- Normung der Batteriegeometrie: Diese sollte ausschließlich auf Zellebene erfolgen. Die äußere Geometrie hingegen würde durch Normierung das Fahrzeugdesign zu sehr einschränken.
- Zusammenarbeit zwischen den Normungsorganisationen IEC und ISO ist zu sichern
- SAE soll in die Normierungsarbeiten auf ISO/IEC-Ebene eingebunden werden
- Kooperation mit China: Das Land muss in die internationale Normierung eingebunden werden.

Weiterer Handlungsbedarf aus Sicht der Wirtschaft

Es gibt weitere Optionen, die im Eckpunktepapier bislang nicht explizit vermerkt sind, aus Sicht der Wirtschaft aber als ebenso essenziell gelten. Dazu gehören die elektrische Sicherheit von Ladestationen, für die gegenwärtig an IEC 60364-7-722 gearbeitet wird, was zügig zum Abschluss zu bringen wäre. Auch das Hochvolt-Bordnetz bedarf einer Zertifizierung nach ISO 6469-3, die sich in der Ausarbeitungsphase befindet. Straßenfahrzeuge nutzen derzeit Leitungen bis 600 Volt, höhere Spannungen dürften aber künftig ebenso genutzt werden. Hierzu müssen die ISO 6722 und die ISO 14572 für Leitungen bis 1.000/1.500 Volt ergänzt werden. Weitere Vorschläge der Wirtschaft betreffen Zertifizierungen, die auf die mechanische, chemische und elektrische Sicherheit von Batteriesystemen Bezug nehmen.

Nationale Plattform Elektromobilität - Materialien und Recycling

Um die Ziele hinsichtlich der Elektromobilität zu erreichen, werden neue Materialien benötigt, für deren Recycling ebenfalls Systeme und Methoden zu entwickeln sind. Nur so sind eine ausreichende Reichweite von Elektrofahrzeugen, angemessene Fahrleistungen sowie attraktive Preise zu erzielen, mit deren Akzeptanz ökologischer Anforderungen erfüllt werden können.

Erfolgskritische Schlüsselbedarfsefelder

Es werden im Wesentlichen drei Bedarfsefelder ermittelt, die zu den Schlüsselpositionen bei der Material- und Recyclingentwicklung gehören. Das sind:

- Materialien für Batterien
- Material für den Konstruktions- und Werkstoffleichtbau
- Rohstoffsicherungs- und Recyclingkonzepte

Die Batterien und ihr Material entscheiden im Wesentlichen über den Erfolg der Elektromobilität. Das war von Anfang an so, schon in der Pionierära des Automobilbaus setzten sich zwischen etwa 1910 bis 1920 nur deshalb kraftstoffbetriebene Fahrzeuge als dominierend durch, weil die Ladekapazität von Batterien an Grenzen stieß, die bis zum Beginn des 21. Jahrhunderts nur unwesentlich verschoben werden konnten. Der

Grund ist die viel höhere Energiedichte von Kraftstoffen, wobei moderne Konzepte bereits in der Lage sind, diese durch einige Batterievarianten annähernd zu erreichen. Maßgeblich beim Akkuaufbau sind die Zellkomponenten Anode und Kathode, das eingesetzte Elektrolyt, die Additive und der Separator sowie die Wechselwirkungen dieser Komponenten zueinander.

Der Konstruktions- und Werkstoffleichtbau kann durch den Einsatz innovativer Materialien den Energieverbrauch der Elektrofahrzeuge erheblich senken, dadurch Komfort, Reichweite und Betriebskosten positiv beeinflussen. Vor allem auf neue Leichtbaumaterialien wird hierbei fokussiert.

Rohstoffsicherungskonzepte sind frühzeitig zu entwickeln, es könnten sonst Versorgungsengpässe entstehen. Mit angemessenen, durchdachten Recyclingkonzepten reduziert sich die Abhängigkeit von Schlüsselrohstoffen, die Wirtschaftlichkeit der Elektrofahrzeuge verbessert sich ebenso wie ihre Ökoeffizienz. Die Recyclierbarkeit von Batterien stellt hierbei ein völlig neues Technologiefeld dar. Für weitere Schlüsselkomponenten werden die Materialien gegenwärtig entwickelt. Neue Werkstoffe benötigt man unter anderem für Range-Extender, Elektromotoren oder das Wärme- und Akustikmanagement, durch sie kann der Energieverbrauch von Haupt- und Nebenaggregaten optimiert werden. Auch die Effizienz und Leistung des Antriebsstrangs ist stark vom eingesetzten Material abhängig. Aufgrund der Schwerpunktproblematik Batterietechnik sollen hier die Ergebnisse der UAG (Unterarbeitsgruppe) "Batterien" näher beschrieben werden.

[Bericht der Unterarbeitsgruppe "Materialien für Batterien"](#)

Das Problem der mangelnden Energiedichte ist bekannt, sie steht der Kommerzialisierung reiner Elektrofahrzeuge entgegen. Im Jahr 2012 weisen sämtliche zu marktfähigen Preisen vertriebenen Elektroautos Reichweiten zwischen rund 160 bis 250 km auf. Es gibt natürlich Fahrzeuge mit größeren Reichweiten, bei denen entsprechend aufwendigere Konzepte zum Einsatz kommen. Diese sind aber nicht massenmarktauglich und besetzen daher bestenfalls Nischen. Optimierungspotenzial wird auch bei weiteren Key-Performance-Parametern gesehen, nämlich in Bezug auf:

- Lebensdauer von Akkus
- Sicherheit
- Kosten von Energiespeichersystemen

Diese Parameter werden durch das Zusammenwirken von Zellkomponenten am meisten beeinflusst, wie oben erwähnt der vier Komponenten Anode und Kathode, Elektrolyt und Separator. Das Verständnis der Interaktionen zwischen diesen Komponenten ist für die Weiterentwicklung von Aktivmaterialien essenziell. Die Zielsetzung besteht darin, die Elektrodenmaterialien für die Batterien, welche in der II. und III. Generation von Elektrofahrzeugen zum Einsatz kommen (ab 2017/2020), hinsichtlich ihrer Lebensdauer, Kosten und Sicherheit zu optimieren. Voraussichtlich werden nur Lithium-Ionen-Batterien zum Einsatz kommen, die heute schon existieren. Es wurden in der Betrachtung der Arbeitsgruppe auch aktuelle Entwicklungen bei Lithium-Polymer- und Lithium-Luft-Akkus berücksichtigt, die eine wesentlich höhere Energiedichte erzeugen (Lithium-Luft in der Nähe von Dieselmotoren). Eine marktfähige Entwicklung dieser Technologien hält man bis 2020 nicht für wahrscheinlich. Höhere Energiedichten sollen auch durch neue Hochvoltkathoden-Materialien bei höheren Betriebstemperaturen im 5-Volt-Bereich erzeugt werden. Hierfür müssen stabile Separatoren und Elektrolyte entwickelt werden.

Materialien der II. bis IV. Generation

Ein kurzer Anriss zeigt auf, welche Optionen aktuell zur Verfügung stehen und was in naher Zukunft hinsichtlich der Batteriematerialien zu erwarten ist. Sämtliche schon bestehenden und angedachten Varianten können hier aus Platzgründen nicht aufgeführt werden.

- Kathoden: Aktuell dominiert mit einem Marktanteil >50% die LiCoO₂-Kathode, sie ist bei einer Energiedichte von 160 Wh/kg relativ stabil, weist aber Nachteile bezüglich Sicherheit und Kosten auf. Eine Entwicklung konzentriert sich auf Li-NixCoyMnzO₂ (sogenannte NMC-Materialien) mit einer Energiedichte von 175 Wh/kg und LiFePO₄ mit 130 Wh/kg.

- Anoden: Derzeit dominiert Graphit, für höhere Leistungsdichten kommen amorphe Kohlenstoffe infrage (Hard & Soft Carbons), ebenso Silizium, Zinn und deren Legierungen. Diese Systeme sind noch nicht zyklenstabil, was durch leitfähige Skelette aus hierarchisch porösem Carbon verbessert werden kann.

Die IV. Generation von Batterien soll Energiedichten bis 1.100 Wh/kg erreichen (zum Vergleich Diesel: 1.200 Wh/kg, Benzin: 1.350 Wh/kg), gleichzeitig sollen die Kosten sinken. Post-Lithion-Ionen-Technologien sind Metall-Chalkogen-Systeme wie Lithium-Schwefel, Lithium-Luft, Zink-Luft. Sie sind schon länger bekannt, aber kaum in sekundären, also marktfähigen Systemen installiert worden. Kernproblem ist die Herausbildung von Dendriten bei Lithium, was zu einem schnellen Versagen von Akkus führen kann. Zink-Luft als Anode weist eine Energiedichte von ~300 Wh/kg auf, die Betriebssicherheit ist höher, die Systeme werden in vielen Bereichen der Industrie eingesetzt. Lediglich die Zyklenzahl ist für den Automobilbereich zu gering. Dasselbe trifft auf Lithium-Schwefel zu.

Nationale Plattform Elektromobilität - Nachwuchs und Qualifizierung

Für Nachwuchs und Qualifizierung ist innerhalb der Nationalen Plattform Elektromobilität die Arbeitsgruppe 6 zuständig, die im März 2012 einen Zwischenbericht vorlegte. Ihr vorrangiges Ziel ist der weitere Kompetenzaufbau an den wichtigen Hochschulen, an denen sich heute schon Forschungsschwerpunkte gebildet haben, beispielsweise in Karlsruhe und Jülich. Im Juni 2011 wurden auf der ersten Bildungskonferenz Elektromobilität in Ulm die künftigen Kernfelder bei der Nachwuchsentwicklung herausgearbeitet.

Bedeutung und Fokus der Ausbildung

Einer der Schwerpunkte der Ausbildung liegt auf dem Feld der Elektrochemie, da die Entwicklung der Batteriesysteme zur Kernproblematik der Elektromobilität gehört. Für Forschungen auf diesem Gebiet werden zwei Forschungsverbünde aufgebaut, die durch das KIT Karlsruhe und das Forschungszentrum Jülich geleitet werden. An den führenden Forschungsinstituten und Universitäten werden Partner eingebunden, wodurch die Qualität der Ausbildung und Forschung optimiert werden soll.

Gleichzeitig können auf diese Weise verfügbare Kapazitäten ausgeweitet und Nachwuchs gewonnen werden. Damit Deutschland seine Rolle als Leitanbieter für Elektromobilität einnehmen kann, bedarf es einer fundierten Lehre und der systematischen beruflichen Weiterqualifizierung. Viele Beschäftigte, die in Zukunft Elektroautos entwickeln und produzieren werden, stehen heute schon im Berufsleben. Für ihre Weiterqualifizierung müssen beruflicher und akademischer Betrieb vernetzt werden. Das BMBF (Bundesministerium Bildung/Forschung) hat daher die Ulmer Bildungskonferenz initiiert.

Zudem wurde das DRIVE-E-Programm ins Leben gerufen, mit dem technischer Nachwuchs an Universitäten und Fachhochschulen motiviert wird, eine Karriere in der Entwicklung von Elektroautos anzustreben. Federführend ist hier neben dem BMBF die Fraunhofer-Gesellschaft. DRIVE-E ist das erste einer Reihe von Programmen, die in den nächsten Jahren die Nachwuchsförderung vorantreiben sollen. Es werden Studierende der Elektrotechnik, Mechatronik, des Maschinenbaus und weiterer Themengebiete gezielt mit verschiedenen Fachgebieten der Elektromobilität vertraut machen. Für besondere Leistungen wird während der Laufzeit des Programms jährlich ein DRIVE-E-Studienpreis ausgeschrieben, der innovative studentische Arbeiten besonders würdigt. Zudem stellen in der DRIVE-E-Akademie führende Experten die neuesten Forschungsergebnisse vor.

Themen der Ersten Nationalen Bildungskonferenz Elektromobilität

Die Konferenz fand am 28./29.06.2011 an der Universität Ulm statt, die Finanzierung hatte das BMBF übernommen. Im Mittelpunkt stand die Kernaussage der Bundesregierung, dass nur durch die Ausbildung von Fachkräften Deutschland sein Ziel erreichen kann, Leitanbieter für elektromobile Lösungen zu werden. Die wichtigsten Fragen, die auf der Ulmer Konferenz geklärt wurden, waren:

- Benötigt die Elektromobilität spezifische, neue Berufsbilder? Sind deutsche Hochschulen für die Thematik gerüstet?
- Wie kann speziell die Elektrochemie gestärkt werden?
- Welche Beiträge kommen von der Industrie?
- Welche Rolle wird künftig die Forschungsförderung spielen?

In Ulm trafen sich 450 Akteure aus allen relevanten Arbeitsgebieten der beruflichen wie akademischen Aus- und Weiterbildung auf dem Feld der Elektromobilität. Die Konferenzteilnehmer kamen aus Bildungseinrichtungen und Hochschulen, Unternehmen, Gewerkschaften und Verbänden sowie aus unterschiedlichen Bereichen des Handwerks.

Die Aussage der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE), dass neue Berufsbilder nicht erforderlich sind, konnte bestätigt werden. Vielmehr sind Ausbildungsinhalte zu standardisieren, wobei die schon bestehenden Aktivitäten besser gebündelt und verzahnt werden müssen, um kosten- und zeitintensive Parallelentwicklungen zu vermeiden. Neuer Studiengänge an den Hochschulen bedarf es nach Meinung der Konferenzteilnehmer nicht, die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Bereichen wie der Elektrotechnik, dem Maschinen- und dem Fahrzeugbau sind hingegen zu verstärken.

Arbeitsfelder Elektromobilität

Künftige Fachkräfte werden nicht nur in der Forschung und Produktion von Elektrofahrzeugen benötigt. Aufgrund der Komplexität des Themas bedarf es auch weitergehender Qualifizierungen auf den Gebieten:

- Infrastrukturaufbau
- Ausrichtung des Gewerbes
- Handel und Service
- Innovationen bei Finanzierung und Vertrieb
- Energieerzeugung und -verteilung

Damit die Elektromobilität homogen über die gesamte Wertschöpfungskette entwickelt werden kann, werden auf all diesen Gebieten adäquat ausgebildete Fachkräfte benötigt. Zusätzlich müssen gesetzliche Rahmenbedingungen geschaffen werden, innerhalb derer die Bildungs- mit der Sozial-, Beschäftigungs- und Wirtschaftspolitik verzahnt wird. Diese Rahmenbedingungen gibt es auf anderen Gebieten schon, sie müssen an die Entwicklung der Elektromobilität angepasst werden. Das wäre zum Beispiel der Fall, wenn es verlängerte Studiengänge oder aber kurze, nebenberufliche Weiter-

bildungsmaßnahmen (eine präferierte Option) geben sollte. Das Fazit der Ulmer Konferenz lässt sich in Stichpunkten wie folgt zusammenfassen: Einen Königsweg für die Ausbildung gibt es derzeit nicht.

- Die schulische Ausbildung muss stärker naturwissenschaftlich fokussiert werden, neue Technologien sind in die Lehrpläne einzubinden.
- Schülerwettbewerbe wie "SolarMobil Deutschland" und „Invent a Chip“ können weiter gestärkt werden.
- In der Berufsausbildung kann die derzeitige duale Ausbildung mit universitären Studiengängen verbunden werden, um moderne Ausbildungsinhalte für die Elektromobilität zeitiger zu vermitteln.
- Die berufliche Weiterbildung muss unmittelbar gestärkt werden, da Elektromobilität bereits Realität ist.

In unserem nächsten und vorerst letzten Artikel in unserer Themenreihe Elektromobilität wollen wir uns überlegen, welche Rahmenbedingungen nötig sind für einen Übergang zu einer elektromobilen Zukunft.

Akademiker sind gefragt

Wie viele Akademiker werden in den Mobilitätsbranchen jährlich benötigt, um

	2015	2020
	-	
	2019	
... altersbedingt ausscheidende Akademiker zu ersetzen.	8.000	8.800
... den Fachkräftebedarf aufgrund des allgemeinen Wirtschaftswachstums und Strukturwandels zu decken.	12.400	12.400
... den Fachkräftebedarf aufgrund des Branchenwachstums zu decken.	3.500	4.400

Abbildung 2: Akademiker in der Mobilitätsbranche

*Akademiker: nur jene mit direkt relevanten Qualifikationen, z.B. Ingenieure, Physiker; E-Mobilitätsbranchen: z.B. Herstellung von Akkumulatoren und Batterien, Karosseriebau, Elektrizitätsversorgung; Ursprungsdaten: Statistische Ämter des Bundes und der Länder

Nationale Plattform Elektromobilität – Rahmenbedingungen

Heute also der letzte Artikel aus unserer Reihe 'Nationale Plattform Elektromobilität, indem wir uns Rahmenbedingungen anschauen wollen, die uns den Übergang in eine elektromobile Zukunft ermöglichen können.

Die Arbeitsgruppe 7 der NPE (Nationale Plattform Elektromobilität) befasst sich mit den Rahmenbedingungen, unter denen der Übergang zu einer elektromobilen Zukunft stattfinden wird. Hierzu ist es nötig, den gegenwärtigen Ist-Zustand zu beschreiben und die vorhandenen Optionen und Potenziale durch Elektromobilität aufzuzeigen. Der VDA (Verband der Automobilindustrie) hat hierzu im Mai 2011 ein Positionspapier veröffentlicht. Leiter der Studie war Dr.-Ing. Thomas Schwarz, Senior Consultant bei der Koordinierungsstelle der Industrie.

Zukünftige Herausforderungen

Zu den feststehenden Bedingungen, unter denen gegenwärtiger Verkehr weltweit stattfindet, gehören: Fossile Brennstoffe sind begrenzt, ihre Preise werden steigen. Es wird ein Ende der Förderung eintreten, wenn auch für die Theorien über den sogenannten "Oil-Peak" aus Sicht des frühen 21. Jahrhunderts die Datenbasis zu wenig valide erscheint.

- Der Straßenverkehr muss dennoch ab sofort unabhängiger von Öl oder anderen fossilen Brennstoffen werden, also auch von Erdgas und seinen derivaten Produkten (LPG, CNG).
- Eine große Herausforderung besteht im Klimaschutz, der ohne Elektromobilität nicht erreichbar ist. Das Äquivalent für 100 elektrisch gefahrene Kilometer besteht in weniger als einem Liter Kraftstoff, zudem kann Strom aus erneuerbaren Energien zur Batterieaufladung genutzt werden.
- Der Verkehr wird durch die Urbanisierung wachsen, der Trend geht zu Megacities und Megaregions. Gerade in urbanen Ballungszentren mit relativ kurzen Distanzen und der Möglichkeit, die Bremsenergie beim Stop-and-go zur Batterieaufladung zu nutzen, entfalten sich alle Vorzüge elektrischer Fahrzeuge. Auch gegenwärtige Modelle sind in dieser Hinsicht schon voll alltagstauglich.

Die Abhängigkeit des weltweiten Verkehrs von fossilen Brennstoffen ist indes noch sehr hoch, hybride und rein elektrisch betriebene Fahrzeuge werden zu einem äußerst geringen Prozentsatz eingesetzt. Auch in Deutschland, das sich doch nach der Intention der NPE zum Leitmarkt entwickeln soll, bleiben E-Cars bis zum Jahr 2012 ein Nischenprodukt. Das ausgerufene Ziel von einer Million Fahrzeugen im Jahr 2020 ist nach einer Studie des Kölner Instituts der deutschen Wirtschaft aus dem Herbst 2011 unrealistisch, hierzu müssten die Akkus 70 Prozent billiger werden. Einer der Mitautoren, Eric Heymann (DB Research, Berlin), bezeichnete dies jedoch als "nicht schlimm". Vorrangig ginge es derzeit um die besten technischen Lösungen. Im Jahr 2020 erwartet man demnach einen Anteil von drei Prozent reinen Elektroautos am deutschen Straßenverkehr, derzeit liegt der Anteil bei knapp 0,6 Prozent. Das IW sprach sich jedoch genauso wie DB Research gegen Kaufanreize aus, eine technologieoffene Förderpolitik sei sinnvoller. Diese strebt die NPE an, ebenso wie die von der IW-Studie

befürwortete Grundlagenforschung. Ein Fokus müsse sich auf die Kosten der Akkus richten. Die Reichweite, Stromquellen und Ladeinfrastruktur seien hingegen keine unlöslichen Probleme mehr, hierzu genügen auch gegenwärtige Lösungen schon. Die größten Herausforderungen sieht die Studie auf die Industrie zukommen, denn Automobilfirmen und Zulieferer müssten in Elektromobilität investieren, obgleich den Investitionen bislang kein adäquater Markt gegenübersteht.

Trend zu Megacities und Elektromobilität

Die Urbanisierung und damit Chancen für die Elektromobilität werden im Jahr 2050 voraussichtlich 70 bis 80 Prozent der Weltbevölkerung betreffen. Derzeit sind es etwa die Hälfte, die in größeren Städten (über 100.000 Einwohner) leben. Der Schwerpunkt der Urbanisierung liegt in Asien, hier sind auch die Versuche mit Elektroautos schon am weitesten vorangeschritten. Eine Vorreiterrolle bei elektrisch betriebenen Kleinkraftfahrzeugen nimmt derzeit China ein, wobei die Technologie aus dem Reich der Mitte mangels Standardisierung bislang schwer auf andere Weltregionen übertragbar scheint. Noch im Jahr 2012 werden im chinesischen Shenzhen 1000 elektrische Busse und 500 Taxen auf die Straße geschickt. In Tokio erprobt die israelische Firma Better Place schon seit 2010 Elektrotaxis im praktischen Straßenverkehr, hierbei geht es um die praktische Erprobung des Austauschkonzeptes für die Akkus, das Better Place vertritt.

Fächerstrategie der deutschen Automobilindustrie

Die deutschen Autokonzerne, von deren Engagement im Wesentlichen der Erfolg der Elektromobilität abhängt, verfolgen aus wirtschaftlichen Gründen eine Fächerstrategie bei der Entwicklung effizienter und dabei klimaschonender Motoren. Ihnen bleibt nichts anderes übrig, denn die herkömmlichen Antriebe können so lange nicht vernachlässigt werden, wie sie das Kerngeschäft der Unternehmen darstellen. Der Fächer besteht dabei aus:

- Effizienzsteigerung und Leichtbauweise bei Verbrennungsmotoren
- Effizienzsteigerung durch Biokraftstoffe
- Effizienzsteigerung durch Hybridisierung
- Entwicklung von emissionsfreien Elektrofahrzeugen

Die Strategie hat sich bislang ausgezahlt, was die Erreichung von Klimaschutzziele angeht. Die CO₂-Emissionen deutscher Neuwagen sind von 2006 bis 2011 von 175 auf 148 g/km gesunken. Für das Jahr 2020 werden 95 g/km angepeilt, im Jahr 2050 könnte der Wert auf kaum nennenswerte Größenordnungen gesunken sein. Das größte Potenzial wird zwangsläufig in der Elektromobilität gesehen, in Verbindung mit Strom aus erneuerbaren Energien könnten die Emissionen gegen null sinken. Völlig abzuschaffen sind sie nach gegenwärtigem Stand der Technik noch nicht, auch nicht in naher Zukunft. Bei der Herstellung der Anlagen und Fahrzeuge wird nach wie vor CO₂ emittiert.

Die Statistik spricht für das Elektroauto

Für über 90% der privaten Fahrten genügen die geringen Reichweiten von Elektroautos. Die meisten davon sind nicht länger als 10 km.

Durchschnittliche private Fahrtstrecke pro Tag

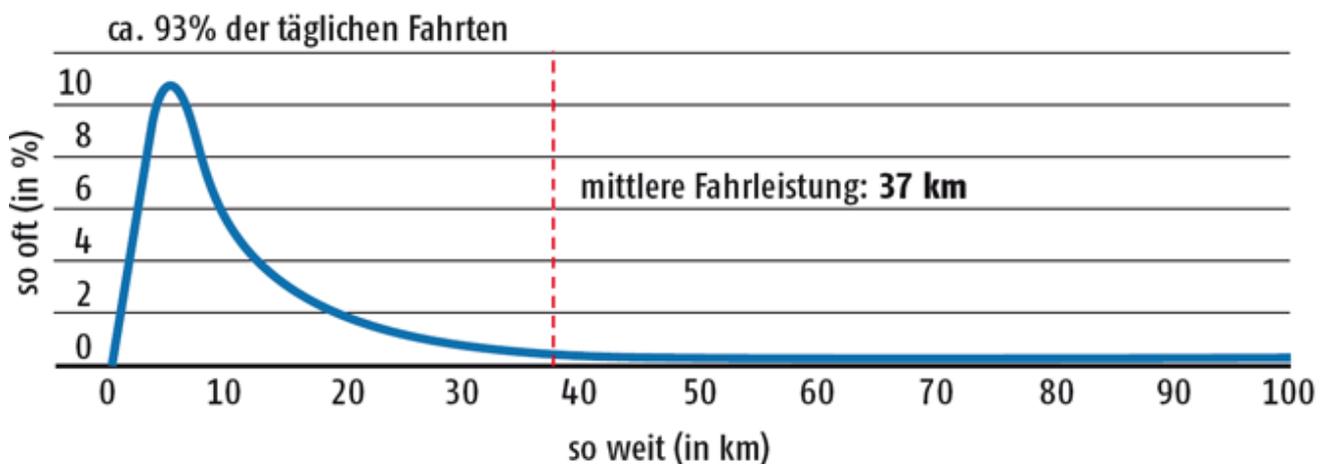


Abbildung 3: Durchschnittliche Fahrtstrecke pro Tag

Die Hybridtechnologie

Die Idealvorstellung in der Elektromobilität ist ein reines Elektroauto mit großer Reichweite, zu einem bezahlbaren Preis, dessen Batterien man mit Strom aus erneuerbaren Energien aufladen kann. So weit so gut, allerdings ist es noch ein weiter Weg zur rein

elektrischen, CO₂-neutralen und somit umweltfreundlichen Mobilität. Als eine Art „Zwischenlösung“ gibt es aktuell immer mehr Hersteller die auf die Hybridtechnologie setzen. Das heißt eine Kombination aus einem herkömmlichen Verbrennungsmotor und einem Elektromotor.

Man kann hierbei zwischen Mikro-Hybriden (Fahrzeuge mit Starter-Generatoren), Mild-Hybriden (hier wird der Elektromotor nur unterstützend eingesetzt) und der dritten Stufe, dem Full Hybrid, unterscheiden. Bei letzterem wird der Elektromotor auch intensiv als Fahrmotor genutzt.

Es gibt zwei verschiedene Ansätze bzw. Konzepte. Zu den ersten Entwicklungen in diesem Bereich zählen die sogenannten Serienhybride. Diese wurden u.a. im ersten Hybridfahrzeug der Welt, dem Lohner-Porsche, bereits 1896 (!) eingesetzt. Dabei treibt ein Verbrennungsmotor einen Generator an, dessen elektrische Leistung dann wiederum den elektrischen Fahrmotor antreibt. Somit hat man, durch den elektrischen Teil eine Art stufenloses Getriebe mit elektrischer statt mechanischer Leistungsübertragung. Die Vorteile dieser Hybridart liegen vor allem darin, dass der Verbrennungsmotor vom Fahrzeugantrieb entkoppelt ist und so unabhängig von der aktuellen Fahrsituation der optimale Kompromiss zwischen dem Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors und der Ladestrategie des Akkus gefunden werden kann. Ein Nachteil ist allerdings, dass Serienhybride durch den Einsatz zweier elektrischer Maschinen relativ teuer sind.

Die zweite und heutzutage gängigere Variante ist der sogenannte Parallelhybrid. Hierbei wirkt der Elektromotor unterstützend für den Verbrennungsmotor mit, wodurch beide Motoren ihre Antriebsleistung einbringen können. Es ist auch ein gemischter Betrieb beider Motoren möglich, was zu einer höheren Antriebsleistung und auch einer höheren Beschleunigung führt. Auf diesem Prinzip basieren auch die meisten aktuellen Hybridfahrzeuge. Hierbei wird die elektrische „Zusatzpower“ vor allem für das Anfahren, für die Start/Stop-Automatik und als Beschleunigungsunterstützung eingesetzt. So wird z.B. in einem engen Drehzahlbereich, mit wenig Veränderung der Drehzahl, der Verbrennungsmotor genutzt. Dies führt zu einem konstanten und relativ niedrigen Kraftstoffverbrauch. Der Elektromotor wird nur dann zugeschaltet, wenn das Auto stärker beschleunigt und somit mehr Kraftstoff verbrauchen würde. Außerdem kann man

in einem hybrid betriebenen Fahrzeug die Bremsenergie in elektrischer Form speichern (wie bei einem Start/Stop-Generator). Die Vorteile dieses Hybridantriebs, vor allem aus umwelttechnischer Sicht, sind die Minimierung des Kraftstoffverbrauchs und die damit verbundene Reduzierung der CO₂-Emissionen. Allerdings gibt es auch einige Nachteile, wie z.B. das höhere Gewicht des Wagens durch die Zusatzbatterien.

Als Weiterentwicklung wurde auch eine Kombination aus den beiden verschiedenen Konzepten entwickelt, wobei der Verbrennungsmotor sowohl den mechanischen Antrieb als auch einen Generator antreibt. Beim Antrieb werden wiederum der mechanische als auch der elektrische Zweig kombiniert. Somit kann das Auto z.B. rein elektrisch anfahren, bei höheren Leistungen den Verbrennungsmotor nutzen und bei starken Beschleunigungen beide Motoren. Bei geringen Geschwindigkeiten ist ein rein elektrischer Betrieb möglich.

Wie bereits angesprochen ist die Hybridtechnologie als eine Art Zwischenlösung angedacht, auf dem Weg zu einem rein elektrischen Antrieb. Der nächste Schritt hierbei sind die Plug-in-Hybride. Dies sind Hybridfahrzeuge, deren Batterien man auch aus dem öffentlichen Stromnetz laden kann. Bei diesen auf überwiegend elektrischen Betrieb angelegten Fahrzeugen ist nur noch ein kleiner Verbrennungsmotor im Einsatz, mit dem u.a. während der Fahrt die Batterie nachgeladen werden kann.

Der Übergang zum reinen Elektrofahrzeug scheint also vorbeschrieben.

Elektromobilität – Die Zukunft des Automobils

Viele von euch die ein eigenes Auto haben sind sicherlich jedes Mal wieder verärgert wenn es ans Tanken geht. Grund: die hohen Benzinpreise. Allerdings dürfte sich die Preislage nicht groß bessern, ganz im Gegenteil. Die Ressourcen schwinden und die Ölpreise werden immer weiter steigen. Deswegen ist schon längst ein Umdenken gefragt. Alternativen? Elektromobilität! Zwar ist dieses Thema groß im Kommen, doch gibt es noch viele Schwierigkeiten und Hindernisse auf dem Weg zur elektrischen und umweltfreundlichen Mobilität und somit einer Unabhängigkeit von den fossilen Ressourcen!

Zu allererst ist natürlich ein Umdenken der Gesellschaft, im Speziellen bei den Autofahrern gefragt, ein völlig anderes Verhalten in Sachen Mobilität. Man wird sich neuen Wegen öffnen müssen. Ein mögliches Beispiel ist das sogenannte Carsharing. Hier kann man an verschiedenen Standorten und Stromparkplätzen Elektroautos mieten und nutzen. Diese Autos bzw. deren Batterien werden alle durch regenerative Energien gespeist und fahren somit völlig emissionsfrei. Mittels Smartphone könnte man so z.B. vor Reiseantritt seine Route planen und Stromparkplätze und Fahrzeuge reservieren. Dies würde aber natürlich bedeuten, dass der liebste Freund des Deutschen, sein Auto, einen ganz anderen Stellenwert einnehmen würde. Weg vom Statussymbol des auf Hochglanz polierten Spritfressers in der Garage hin zu einer eher anwenderorientierten Nutzung des PKW.

Eine vom ADAC durchgeführte Umfrage bei Autofahrern zeigt, dass sich dreiviertel aller Befragten vorstellen könnten, ein Elektroauto zu kaufen.

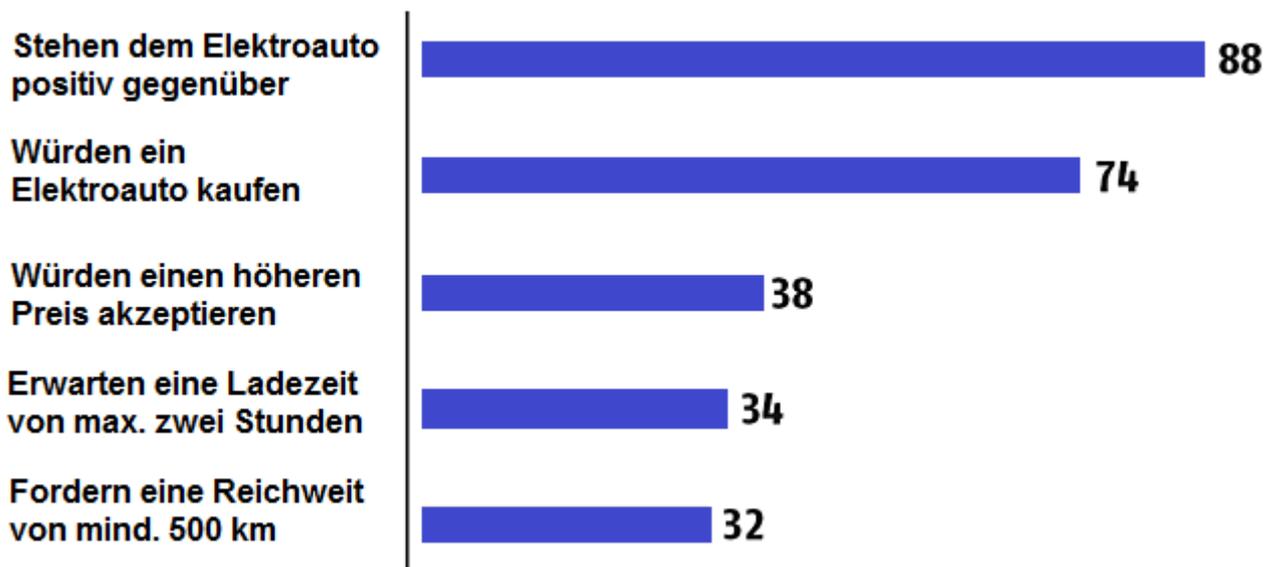


Abbildung 4: Umfrage Elektroautos

*Angaben in %

Natürlich muss man auch in Zukunft nicht auf das eigene Auto verzichten. Man kann sich ja auch sein ganz persönliches Elektroauto zulegen. Hier gibt es aber noch verschiedenste Probleme auf dem Weg zu einem serientauglichen und vor allem auch für die breite Masse bezahlbaren und praktikablen Elektroauto. Momentan sind ca. 2000 Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen unterwegs. Die Batterieleistungen reichen

in Schnitt für 150 Kilometer und preislich gesehen liegt ein Elektroauto momentan noch ca. 10.000 € höher als ein vergleichbares Auto mit Verbrennungsmotor. Der Weg zur neuen Elektromobilität ist eben doch schwieriger, als ein einfacher Austausch „Verbrennungsmotor gegen Elektromotor“. So ist neben der Entwicklung passender Motoren in den verschiedensten Varianten nichts „weniger“ nötig als die Entwicklung eines ganz anderen Autos im Vergleich zum herkömmlichen PKW mit Verbrennungsmotor. Das Hauptaugenmerk liegt dabei derzeit vor allem auf Kostenreduzierung und Reichweitenmaximierung. Hinzu kommen völlig neue Sicherheitskonzepte, Steuerungslösungen und Antriebsmöglichkeiten, Infotainment- und Fahrerassistenzsysteme wie z.B. Leistungs- und Batteriestandanzeigen oder externe Lautsprecher für die Erzeugung eines künstlichen Motorengeräuschs für den Fußgängerschutz.

Momentan übernehmen vor allem auch kleine Firmen eine wichtige Rolle in diesem Bereich Pionierarbeit. Ein Beispiel hierfür ist die Firma E-Motiontech in Regensburg die v.a. auf dem Gebiet der Radnabenmotoren-Entwicklung tätig sind. Die finanzielle Unterstützung erhalten diese Firmen zum Teil auch durch Bund und Länder in Form von Förderprojekten. Bei den großen Herstellern, die natürlich einen entsprechenden Etat für die Entwicklung bereitstellen könnten, laufen die Planungen noch etwas schleppend. Wobei hier z.B. die Firma Continental als einer der größten Automobilzulieferer weltweit eine Art Vorreiterrolle übernommen hat. Conti hat bereits ein Motorenwerk für hocheffiziente Elektromotoren errichtet und will seine Aktivitäten auf dem Gebiet E-Mobility weiter ausbauen.

Auch im Nachwuchsbereich wird an neuen Ideen und Entwicklungen gearbeitet. Um neue Fachkräfte auszubilden und um neue Ideen zu entwickeln wurde u.a. an der Hochschule Regensburg, am Lehrstuhl Elektro- und Informationstechnik, ein „Labor Elektromobilität“ eingerichtet. Professor Dr. Ing. Schimpfle und Prof Dr. Manfred Bruckmann beschäftigen sich dabei vor allem mit der Leistungselektronik, also der Ladetechnik, dem Batteriemangement, der Schaltungs- und Antriebstechnik sowie mit der Ansteuerung von Motoren. Neben dem Labor können die Studenten auch durch die Teilnahme an der „Formula Student Electric“ (das Team der Hochschule Regensburg heißt „Regenics“) praktische und wichtige Erfahrungen auf dem Gebiet E-Mobility sammeln.

Um die elektromobile Zukunft zu sichern reicht allerdings die Entwicklung von Elektroautos allein nicht aus. Der Bereich E-Mobilität umfasst auch den Aufbau eines Stromtankstellennetzes mit Ladesäulen, was wiederum eng im Zusammenhang mit der Energiewende steht. Die Umweltfreundlichkeit eines Elektroautos ergibt sich nämlich auch erst dadurch, dass der Strom für die Fahrzeuge aus regenerativen Energiequellen stammt. Jedoch ist hierfür ein leistungsfähiges Stromnetz nötig. Somit liegt der Schwerpunkt der Entwicklung zunächst auf dem Aufbau eines intelligenten Stromnetzes (Smart Grid), das alle Angeschlossenen (Erzeuger, Netzbetreiber, Verbraucher, etc.) miteinander kommunizieren lässt und etwaige Schwankungen im Stromnetz ausgleichen und kompensieren kann. Hinzu kommen noch die notwendigen intelligenten Stromzähler (Smart Meter) an den für das Aufladen der Batterien notwendigen Ladesäulen.

Die Automobilindustrie bzw. auch der Energiesektor müssen also noch einiges an Entwicklungs- und Forschungsarbeit leisten. Dies geht natürlich nicht ohne die nötige Unterstützung durch die Politik. Hier haben sich schon verschiedene Stellen zusammengeschlossen um die Entwicklung auf dem Gebiet Elektromobilität voranzutreiben. Ein Beispiel hierfür ist die Nationale Plattform Elektromobilität (NPE), über die wir euch ja hier auch schon berichtet haben.

Praxisberichte

Aus dem Nähkästchen geplaudert - Interview mit einem Entwicklungsingenieur

Passend zu unseren Themen Berufswahl und Karriere möchten wir euch einen Entwicklungsingenieur vorstellen, der im Bereich Elektromobilität seinen Berufseinstieg gefunden hat. Nach seinem Abschluss als Diplomingenieur für Kraftfahrzeugelektronik an der Westsächsischen Hochschule Zwickau arbeitet Christian Bienick nun als Entwicklungsingenieur und Projektleiter bei der Firma E-Motiontech GmbH (www.e-motiontech.de).

Herr Bienick, womit beschäftigt sich Ihre Abteilung?

Unsere Abteilung betreut im Moment diverse Projekte im Bereich der Entwicklung elektrischer Antriebsstränge. Kernentwicklungen sind im Moment ein passiv Luftgekühlter Radnabenantrieb sowie eine hierfür passende Leistungselektronik.

Wo liegen die Herausforderungen im Tätigkeitsbereich E-Mobility?

Die besonderen Herausforderungen im Tätigkeitsbereich der E-Mobility liegen meiner Meinung nach momentan vor allem in der sehr eingeschränkten Verfügbarkeit von geeigneten Teilkomponenten. Dies ist vor allem auf die unterschiedlichen Anforderungsbereiche von Automotive-Anwendungen und Anwendungen im Hochvoltbereich zurückzuführen. Zwar ist hier eine Verbesserung zu beobachten, die Problematik besteht aber weiterhin.

Eine weitere Herausforderung im Bereich E-Mobility ist das Thema der funktionalen Sicherheit. Dies wird bei vielen Herstellern (kleinen wie auch großen) gern vernachlässigt und mit einem vorgesehenen Berührungsschutz für HV-Systeme abgetan. Insbesondere das Verhalten des Fahrzeuges im Fehlerfall muss jedoch von Anfang an sehr diffizil betrachtet werden. Entwicklungsingenieur

Was kennzeichnet Ihre Tätigkeit, und was gefällt Ihnen an der Arbeit als Entwicklungsingenieur besonders?

Meine Tätigkeit kennzeichnet der hohe Grad an Abwechslung den die Arbeit mit sich bringt. Von der Arbeit mit Kunden, über die Vorentwicklung von Motoren und Schaltungen bis hin zur Programmierung fertiger Systeme ist prinzipiell all das vorhanden, auf das man im Studium nicht vorbereitet wird ;-)
Der damit verbundene „Lerneffekt“ ist ein sehr schöner Bonus zu dem tollen Arbeitsklima und der insgesamt sehr interessanten Tätigkeit.

Welche Ausbildung und fachlichen Kenntnisse sind für eine Karriere in der E-Mobility erforderlich? Welche Unis bieten entsprechende Studiengänge an?

Meiner Meinung nach ist es nicht zielführend besondere Studiengänge für die E-Mobilität aus dem Boden zu stampfen obwohl eine ebensolche Tendenz über die komplette deutsche Hochschullandschaft zu beobachten ist. Die grundsätzlichen Kenntnisse für eine Karriere in der E-Mobility werden in mehr oder weniger „klassischen“ Ingenieurstudiengängen wie Mechatronik Elektrotechnik Informatik oder auch Mathematik vermittelt. Das für die jeweilige Stelle benötigte Wissen muss sich der potentielle Berufseinsteiger ohnehin direkt im Unternehmen projektspezifisch aneignen. Daher macht es wenig Sinn unausgelegene Schmalspurstudiengänge mit aller Gewalt zu akkreditieren und den Studenten ein falsches Bild ihrer eigentlichen Kompetenz zu vermitteln.

Weiterhin werden von verschiedenen Organisationen Weiterbildungen zum Thema E-Mobilität angeboten. Diese sind teilweise sehr informativ teilweise aber einfach nur „bunt“. In jedem Falle sollten derlei Angebote grundsätzlich mit einer gewissen Skepsis betrachtet werden

Wie sehen Sie die Zukunft der E-Mobility?

Im Moment muss sich der Markt insgesamt noch finden. Man wird sich aber auch zukünftig auf Grund von mangelnder Ressourcen und härterer Reglementierungen im Bereich der Schadstoffemission mit der Thematik E-Mobilität auseinandersetzen müssen. Die Individualmobilität wird den Menschen auch in Zukunft begleiten und eher zu- als abnehmen.

Die E-Mobilität selbst wird als Nischenanwendung in Zukunft genauso ihren Platz haben wie der konventionelle Verbrennungsmotor.

Wir bedanken uns ganz herzlich bei Herrn Bienick für das informative Interview!

Aus dem Nähkästchen geplaudert - Interview mit einem Teamleiter der Formula Student

Ein weiterer Interviewbeitrag kommt von Herrn Michael Schneider, Team Leader Electric/ Electronic des WHZ Racing Teams der FH Zwickau. Nähere Informationen findet ihr hier: www.whz-racingteam.de

Was ist die Formula Student und welche Rolle spielt hierbei die Elektromobilität?

Die Formula Student ist ein internationaler Konstruktionswettbewerb, an dem Studenten in selbst organisierten Rennteams teilnehmen. Dabei treffen sich die verschiedenen Teams jedes Jahr zu diversen Events um Ihre Fahrzeuge der jeweiligen Jury vorzustellen. Dabei müssen verschiedene Disziplinen gemeistert werden. Grob lassen sich die Disziplinen in statische und dynamische Aufgaben unterteilen. Bei den statischen Disziplinen besteht die Aufgabe zum einen darin, die Jury als potentielle Investoren von seinem Produkt, dem Fahrzeug, zu überzeugen. Dies geschieht in Form einer Präsentation, die sich auf die Bereiche Wirtschaftlichkeit und Marketing konzentriert. Des Weiteren muss man sich den Fragen der „Technik-Judges“ stellen und diesen erklären aus welchen Gründen man etwas so konstruiert und entwickelt hat, und nicht anders. Um die dynamischen Aufgaben gut zu meistern, sollte man ein Fahrzeug haben, welches standfest und gleichzeitig schnell ist.

Der Formula Student Wettbewerb ist grundsätzlich in zwei Gruppen unterteilt. Es existiert die Formula Student Combustion, sowie die Formula Student Electric. Beide Sparten haben ihr eigenes Reglement und somit auch Ihren eigenen Bewertungsmaßstab. In den letzten Jahren ist der Kreis der Formula Student Electric Teams immer größer geworden, da immer mehr Teams auf die Energie aus der Zelle setzen.

Was fasziniert Sie am Thema Elektromobilität?

Mich persönlich fasziniert am Thema Elektromobilität die Möglichkeit neue Wege zu gehen und damit auch neue Erfahrungen zu sammeln. Des Weiteren kann man in einem gewissen Maß die Zukunft mit gestalten.

In welcher Form und in welchen Bereichen ist Elektromobilität ein Thema im WHZ Racing Team?

Das Thema Elektromobilität ist bei uns im Team nicht mehr wegzudenken, denn mit dem FP713e stecken wir bereits mitten in der Konstruktionsphase zu unserem vierten elektrisch betriebenen Rennfahrzeug. Unsere Sub- Teams Electrics/Electronics und Power Train haben es sich auch dieses Jahr wieder zur Aufgabe gemacht, das Thema Elektromobilität weiterzuführen. Dabei gilt es den Antriebsstrang korrekt auszulegen, zu konstruieren und zu fertigen. Auf der anderen Seite muss dazu der entsprechende Akkukasten gefertigt werden, welcher gleichzeitig leicht, aber auch die benötigte Kapazität bereitstellen soll.

Welche Qualifikationen benötigen Studenten um bei einem Formula Student Team mitzuwirken?

Meiner Meinung nach sollte man ein gewisses Maß an Zielstrebigkeit und Interesse am Motorsport mitbringen. Aber viel wichtiger ist der Punkt Teamwork. Denn nur ein funktionierendes Team kann Top-Leistungen bringen und dabei auch mal Niederlagen einstecken.

Da jedoch während der laufenden Saison viele unvorhergesehene Dinge passieren können, sollte man auch bereit sein, dem Formula Student Team, manchmal eine höhere Priorität zu geben als dem Studium.

Wo liegen die Herausforderungen im Tätigkeitsbereich Elektromobilität?

Die größte Herausforderung, welche in Bezug auf die Elektromobilität zu meistern ist, befindet sich im Bereich des Energiespeichers. Denn dieser muss bestimmte Punkte erfüllen. Zu den wichtigsten gehören ein geringes Gewicht, hohe Kapazität, preiswertes Gesamtkonzept und vor allem akzeptable Ladezeiten. Jedoch sollte auch die Sicherheit des Bedieners im Vordergrund stehen. Das soll heißen, dass das Hochvolt-system unter allen Umständen, in jeder Betriebssituation sicher sein muss.

Eine weitere Herausforderung liegt in der Konstruktion und Fertigung der Elektromotoren. Denn je höher der Wirkungsgrad dieser Maschinen ist umso kleiner kann die mitgeführte Kapazität sein, um eine identische Reichweite zu erzielen. Dieselbe Wirkung erzielt außerdem ein leichter Antriebsstrang.

In welcher Art und Weise kooperieren Sie mit Unternehmen? Wer sind Ihre Partner aus der Industrie?

Wir werden von den verschiedensten Unternehmen unterstützt. Sowohl kleine- und mittelständische Unternehmen, als auch internationale Großunternehmen zählen zu unseren Sponsoren, die uns mit Finanz- und/oder Sachleistungen versorgen. Dabei stehen wir mit unseren Förderern, aus den unterschiedlichsten Branchen, in engem Kontakt. Für diese Unterstützung sind wir sehr dankbar, denn ohne Sponsoren, könnten wir unser Projekt nicht finanzieren und auf die Beine stellen.

Wie sehen Sie die Zukunft der Elektromobilität?

Ich denke die Zukunft der Elektromobilität ist schwer auszumachen, da, wie bereits erwähnt, einige Probleme zu bewältigen sind, deren Lösungen zurzeit noch nicht erkennbar sind. Aber wenn sich Politik und Wirtschaft dem Problem weiter intensiv annehmen, ist es durchaus denkbar, bald mehr voll elektrisch betriebene Fahrzeuge auf unseren Straßen zu sehen. Es liegt jedoch auch an den Konsumenten, neue Techniken in ihr Leben zu lassen und nicht zu konservativ zu denken. Ich denke dabei auch an E-Fahrzeuge, denn diese sind mittlerweile schon auf dem Stand der Technik, dass man diese für die tägliche Fahrt zur Arbeit nutzen kann.

Möchten Sie nach Ihrem Abschluss in diesem Bereich auch beruflich tätig werden?

Sollte mir die Möglichkeit geboten werden, werde ich dies durchaus in Betracht ziehen.

Wie können Studierende ihr Studium interessant und aussagekräftig gestalten, für eine spätere Karriere in der Automobilindustrie?

Um später eine erfolgreiche Karriere in der Automobilindustrie starten zu können, sollte man sich unbedingt von der Masse der übrigen Studenten abheben. Dies kann man einerseits durch das Projekt Formula Student tun, in der man auch verstärkt mit OEMs,

aber auch deren Zulieferer zu tun hat oder man versucht sich an Projekten der eigenen Hochschule zu beteiligen, um mehr Erfahrungen zu sammeln als die Kommilitonen, mit denen man schließlich konkurriert. Auch ein Praktikum beziehungsweise eine Abschlussarbeit im Umfeld eines OEMs oder direkt bei einer Autofirma ist für den Einstieg sehr förderlich.

Vielen Dank auch an Herrn Schneider für dieses ausführliche und interessante Interview!

Gründung des Forschungscampus in Bruchsal

Die Firma SEW-Eurodrive und die Hochschule Karlsruhe haben in Bruchsal auf dem ehemaligen Campus der International University einen gemeinsamen Forschungscampus für Elektromobilität gegründet. Dies ist ein besonders gelungenes Beispiel für die Zusammenarbeit zwischen Forschung und Anwendung auf dem Gebiet der Elektromobilität.

Ziel ist es, Theorie und Praxis auf diese Weise eng miteinander zu verknüpfen und die räumlichen Voraussetzungen zu schaffen, um eine Kooperation auf inhaltlicher Ebene möglich zu machen. Auf diese Weise können dann auch Labore und Werkstätte gemeinsam genutzt werden.

Damit der Platz ausreicht, wird die HS Karlsruhe voraussichtlich Campus 3 sowie das Gebäude Campus 5 anmieten. Das ergibt schon mal eine Fläche von 700 m². SEW-Eurodrive wird Gebäude mit rund 3.500 m² mieten und einen Teil der Entwicklungsabteilung dorthin auslagern. Auch das Joint-Venture Brose-SEW Elektromobilitäts GmbH & Co. KG wird sich auf dem Campus ansiedeln, ein Unternehmen, das sich aus den Firmen SEW-Eurodrive und Brose zusammengeslossen hat. Zukünftig plant die HS Karlsruhe ein „Institut für energieeffiziente Mobilität“, das ebenfalls am Campus seinen Platz finden soll.

Insgesamt wird die HS Karlsruhe hier Arbeitsplätze für ca. 20 Personen schaffen, SEW-Eurodrive für ca. 30-35 Personen.

Noch eine zusätzliche Information für alle unter euch, die auf der Suche nach einem spannendem Master-Studiengang sind: An der Hochschule Karlsruhe wird der dreise-mestrige Masterstudiengang „Effiziente Mobilität in der Fahrzeugtechnologie“ angebo-ten und kann jeweils zum Wintersemester aufgenommen werden. Inhaltlich fokussiert dieses Zweitstudiums vor allem Innovationen in den Feldern Effizienz und Mobilität im Fahrzeugbau. Konkret geht es um neuartige Antriebskonzepte und die Entwicklung fahrzeugbezogener Funktionen in Soft- und Hardware, aber auch um Aerodynamik und Leichtbau zur Effizienzsteigerung eines Fahrzeugs.

Perfekte Voraussetzungen, um eine Karriere in der Automobilindustrie und im Bereich Elektromobilität zu starten!

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Modellregion Elektromobilität	3
Abbildung 2: Akademiker in der Mobilitätsbranche	22
Abbildung 3: Durchschnittliche Fahrtstrecke pro Tag.....	25
Abbildung 4: Umfrage Elektroautos	28

Quellennachweis

Abbildung 1: Quelle eigene Darstellung

Abbildung 2: Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft, Kön

Abbildung 3: Quelle: RWTH-Aachen

Abbildung 4: Quelle: ADAC

Impressum

Haftungsausschluss

Der Autor übernimmt keinerlei Gewähr für die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der bereitgestellten Informationen auf unserer Website. Haftungsansprüche gegen den Autor, welche sich auf Schäden materieller oder ideeller Art beziehen, die durch die Nutzung oder Nichtnutzung der dargebotenen Informationen bzw. durch die Nutzung fehlerhafter und unvollständiger Informationen verursacht wurden, sind grundsätzlich ausgeschlossen, sofern seitens des Autors kein nachweislich vorsätzliches oder grob fahrlässiges Verschulden vorliegt.

Alle Angebote sind freibleibend und unverbindlich. Der Autor behält es sich ausdrücklich vor, Teile der Seiten oder das gesamte Angebot ohne gesonderte Ankündigung zu verändern, zu ergänzen, zu löschen oder die Veröffentlichung zeitweise oder endgültig einzustellen.

Urheber- und Leistungsschutzrechte

Die auf dieser Website veröffentlichten Inhalte unterliegen dem deutschen Urheber- und Leistungsschutzrecht. Jede vom deutschen Urheber- und Leistungsschutzrecht nicht zugelassene Verwertung bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Anbieters oder jeweiligen Rechteinhabers. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigung, Bearbeitung, Übersetzung, Einspeicherung, Verarbeitung bzw. Wiedergabe von Inhalten in Datenbanken oder anderen elektronischen Medien und Systemen. Inhalte und Rechte Dritter sind dabei als solche gekennzeichnet. Die unerlaubte Vervielfältigung oder Weitergabe einzelner Inhalte oder kompletter Seiten ist nicht gestattet und strafbar. Lediglich die Herstellung von Kopien und Downloads für den persönlichen, privaten und nicht kommerziellen Gebrauch ist erlaubt.

Herausgeber

Für den Inhalt des E-Books ist die Valentum Consulting Group GmbH verantwortlich.

Bischof-von-Henle-Str. 2b

93051 Regensburg

info@valentum.de

www.valentum.de