

Elf Thesen zur Entwicklung von Energiespeichern für die Elektromobilität in Deutschland

Strategiebericht

im Rahmen des Begleitforschungsprojektes

Energiespeicher-Monitoring für die Elektromobilität (EMOTOR)

in dem durch das BMBF geförderten Programm

Schlüsseltechnologien für die Elektromobilität (STROM)

Förderkennzeichen: 03X4616A

Projektleitung in EMOTOR: Dr. Thomas Reiß

Leitung des Expertenpanels: Prof. Dr. Martin Wietschel

Karlsruhe, Juni 2013

IMPRESSUM**Herausgeber**

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI

Breslauer Straße 48

76139 Karlsruhe

info@isi.fraunhofer.de

www.isi.fraunhofer.de

Förderung

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Referat 511, Neue Werkstoffe, Nanotechnologie

53170 Bonn

www.bmbf.de

Autoren und Projektmitarbeiter:

- Dr. Cheng Fan,
- Till Gnann,
- Tim Hettesheimer,
- Dr. Frank Marscheider-Weidemann,
- Dr. Thomas Reiß,
- Andreas Sauer,
- Dr. Axel Thielmann,
- Dr. Meike de Vries,
- Prof. Dr. Martin Wietschel.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitende Anmerkungen	5
2	Forschung – Trends und Ziele der Batterieforschung und -entwicklung	7
3	Industrie – Batterieproduktion	9
4	Nachhaltigkeit – Rohstoffe und Recycling.....	13
5	Politik – Politiksystem und Förderung	15
6	Wettbewerb – Schlüsseltechnologien für die Elektromobilität.....	17
7	Abschließende Anmerkungen.....	19
8	Anhang I: Liste der EMOTOR-Experten und -Expertinnen	21

1 Einleitende Anmerkungen

Das vorliegende Strategiepapier gibt die Ergebnisse des 1. Expertenpanels im Projekt EMOTOR wieder, welches am Dienstag, den 26. Juni 2012, in Frankfurt am Main durchgeführt wurde. Im Rahmen dieses Panels wurden die anwesenden Experten und Expertinnen (siehe Anhang I) aus Industrie und Wissenschaft in das Projekt EMOTOR eingeführt und über die Grundlagen zum Forschungsvorhaben STROM informiert. Danach wurden ihnen insgesamt zehn Thesen vorgestellt, welche aus der vorangegangenen Projektarbeit des Fraunhofer ISI resultierten und in fünf verschiedene Bereiche wie folgt eingeteilt wurden:

- Forschung – Trends und Ziele der Batterieforschung und -entwicklung,
- Industrie – Batterieproduktion,
- Nachhaltigkeit – Rohstoffe und Recycling,
- Politiksystem und Förderung,
- Wettbewerb – Schlüsseltechnologien für die Elektromobilität.

Die zehn Ausgangsthesen wurden intensiv diskutiert, bewertet und ggf. umformuliert. Daraus entstanden insgesamt elf überarbeitete bzw. neue Thesen, welche im Folgenden mit den wesentlichen Diskussionsaspekten wiedergegeben werden. Darin sind auch potenzielle Handlungsoptionen für die öffentliche FuE-Förderung aufgezeigt.

2 Forschung – Trends und Ziele der Batterieforschung und -entwicklung

Die Experten und Expertinnen einigen sich zu Beginn der Diskussion auf eine differenzierte Betrachtung von LIB-Zellen und LIB-Systemen, was sich unter anderem durch das Beispiel Chinas empfiehlt, wo ein Land als sehr stark in der Zellfertigung angesehen wird, aber Schwächen in der Systemtechnik hat. Diese Differenzierung zieht sich durch alle relevanten Bereiche, zum Beispiel der Materialforschung und der Batterieproduktion.

Hinsichtlich der LIB-Zellgenerationen und zur Einschätzung der aktuellen Position Deutschlands ist es für die Experten und Expertinnen wichtig, eine einheitliche Definition der Generationen als Gesprächsbasis zu haben. Unter der dritten Generation wird deshalb die sogenannte Hochvolt-Entwicklung verstanden. Neue Batteriekonzepte wie die Lithium-Schwefel- oder Lithium-Luft-Batterie fallen unter die vierte Generation.

Aktuell steht Deutschlands Forschung und Entwicklung (FuE) zwischen der ersten und zweiten Generation, wobei die erste Batteriegeneration dem Stand der Technik entspricht: Lithium-Kobaltdioxid (LCO) als Kathodenmaterial ergänzt um Graphit als Anodenmaterial und organische Karbonate mit Lithium-Hexafluorophosphat (Summenformel LiPF_6) als Elektrolyt. Die zweite Batteriegeneration grenzt sich gegenüber der ersten Batteriegeneration durch den Ausschluss von LCO-Kathodenmaterial sowie der Entwicklung sichererer Batterien ab. Technologien der zweiten Batteriegeneration werden heute bereits in kommerziell verfügbaren Elektrofahrzeugen eingesetzt. Hinsichtlich des Kathodenmaterials bringen sie neue Schichtstrukturen bzw. Schichtoxide oder Olivin-Strukturen, Spinell-Strukturen etc. mit sich. Auch verbesserte Kohlenstoff-basierte Anodenmaterialien sowie verbesserte Elektrolyte spielen hier eine Rolle. Bei Anoden befindet sich Deutschlands FuE eher in der ersten, und bei den Kathoden eher in der zweiten Batteriegeneration.

These 1: Deutschland hat Potenziale bei einer FuE-Fokussierung auf Lithium-Ionen-Batterie-Systeme der heutigen und der nächsten Generationen (zweite bis vierte) mit hoher Qualität (Lebensdauer und Zuverlässigkeit) und Sicherheit, um jenseits 2020 eine wettbewerbsfähige Batterieproduktion aufzubauen.

Fördermittel müssen so investiert werden, dass Deutschland seine derzeitigen Kompetenzen für die Systemintegration der aktuellen Batterietechnologien festigt und ausbaut. Wird dies konsequent umgesetzt, sehen Industrievertreter schon kurzfristig die Chance für Deutschland, bei Batterie-Systemen führend zu werden.

Der Fokus sollte den Experten und Expertinnen zufolge auf Qualität und Sicherheit des Batterie-Gesamtsystems liegen – was Kapazität, Lebensdauer und Zuverlässigkeit von Batteriesystemen anbelangt, kann Deutschland seine Stärken schon heute ausspielen. Gelten deutsche Batterie-Systeme weltweit als qualitativ hochwertig und sicher, sind das die besten Verkaufsargumente: Gerade die Sicherheit hat einen hohen Stellenwert, weil sie direkte Auswirkungen auf die Entwicklung der Kundenakzeptanz mit sich bringt.

These 2: Deutschland hat Potenziale bei einer FuE-Fokussierung auf Lithium-Ionen-Batterie-Zellen der dritten und vierten Generation (inkl. alternativer Batteriekonzepte zu LIB), um jenseits 2020 eine wettbewerbsfähige Batterieproduktion aufzubauen.

Deutschland kann hinsichtlich der aktuell gängigen LIB-Zellchemien nicht im internationalen Wettbewerb konkurrieren. Gerade die asiatischen Länder haben hier einen relevanten Vorsprung, welcher durch jahrelange, konsequente Investitionen in die Geräte-Batterie-Industrie entstanden ist und so auch die notwendigen Voraussetzungen für die Entwicklung der größeren Batterieformate geschaffen hat. Hinsichtlich der Batteriezellenforschung sollten in Deutschland deshalb gleich die nächsten Generationen (dritte und vierte Generation) adressiert werden.

Die Experten und Expertinnen sehen aber die Lernprozesse innerhalb der verschiedenen Generationen und insbesondere beim Wechsel von der zweiten zur dritten und von der dritten zur vierten Generation als wichtig an und raten daher von einem Sprung direkt zur vierten Generation (so, wie es die USA verfolgt) ab. Gerade hinsichtlich der Produktionstechnik ist es wichtig, dass Lerneffekte im Umgang mit allen Materialien realisiert werden, auch denen der ersten und zweiten Batteriegeneration.

3 Industrie – Batterieproduktion

Auch in diesem Bereich wünschen die Experten und Expertinnen eine differenzierte Diskussion, getrennt nach Zell- (inklusive aller Komponenten) und Systemfertigung.

These 3: Wenn in Deutschland großvolumig Elektrofahrzeuge gebaut werden, wird sich hier auch eine Batterieproduktion ansiedeln.

Asiatische Batteriehersteller dürften unter der Annahme entsprechender Absatzmengen schon in den nächsten Jahren nach Europa kommen, um mit ihrem Know-how Zell-Produktionsstätten aufzubauen und somit Logistik-Kosten einzusparen. Die Ausprägung einer solchen Entwicklung hängt zum einen von der Stückzahlen-Entwicklung und zum anderen von der Entwicklung der verschiedenen Währungen zueinander ab. Damit konkurrieren die europäischen Länder über die Förderpolitik hinsichtlich der Ansiedlung von asiatischen Unternehmen. Dass asiatische Unternehmen in Deutschland Produktionsstätten errichten, gilt als sehr realistisch, weil die Lohnkosten bei den großformatigen Batterien nur eine kleine Preiskomponente darstellen und es zahlreiche Standort-Vorteile gibt.

So entsteht zwar keine in deutschem Besitz befindliche Batterieproduktion, aber Produktionskapazitäten in Deutschland bringen ähnlich wie in den USA eine einheimische Wertschöpfung und vor allem Arbeitsplätze mit sich. Aus Sicht der deutschen Unternehmen ist das Risiko zu groß, angesichts erheblicher Herausforderungen eigene (äußerst kapitalintensive) Produktionsstätten aufzubauen, welche im Erfolgsfall wahrscheinlich ohnehin von asiatischen Herstellern übernommen werden würden.

Für den erfolgreichen Aufbau einer deutschen Batterieproduktion sehen die Experten und Expertinnen zwei wesentliche Voraussetzungen: Zum einen wäre eine hierzulande entwickelte, enorm leistungsfähige Batterietechnologie notwendig. Zum anderen müsste sich der deutsche Maschinenbau einbringen und mit den asiatischen Batterieherstellern kooperieren. Damit könnte er an der Wertschöpfung partizipieren, denn asiatische Unternehmen setzen beim Aufbau von ausländischer Batterieproduktion gerne auf lokale Maschinenbau-Unternehmen. Hier könnte eine Chance für den deutschen Mittelstand liegen, wenn asiatische Unternehmen ihre Kapazitäten in Deutschland und Europa ausweiten. Das würde allerdings voraussetzen, dass der deutsche Maschinenbau auch tatsächlich die Kompetenzen erwirbt, in der Batterieproduktion mitzuwirken.

Zentral für die Experten und Expertinnen ist die Frage, ob Deutschland bis 2020 im ganzen Systemfeld Leitanbieter bzw. Leitmarkt werden kann. Nur dann wird Deutschland von dem Automatismus profitieren können, dass asiatische Zulieferer ihre Zellfertigung in Europa aufbauen und deutsche Anlagenhersteller die Chance bekommen,

benötigte Produktionstechnik zu liefern. Der Fokus muss deshalb auf dem Thema „System“ liegen, in der Systemtechnik, dem Systemwissen und auch in der Produktion dieser Systeme. Hier haben weder Japan noch Südkorea nennenswerte Vorteile, im Gegensatz zur Zellproduktion, da dort höchstens vor dem Hintergrund eines langfristigen Zeithorizonts und für die nächsten Batteriegenerationen Chancen für deutsche Unternehmen bestehen.

These 4: Für deutsche Batterieproduzenten ist es notwendig, auch eine kleinvolumige Produktion (von Piloten zur Demonstration) aufzubauen, um Erfahrungen mit den nächsten Generationen (dritte und vierte Generation) von LIB zu generieren.

Um Lerneffekte zu realisieren, sind Pilotanlagen in Deutschland dringend notwendig, auch um in die Produktion der kommenden LIB-Generationen einsteigen zu können. Mit solchen Anlagen wäre vermutlich für längere Zeit kein Geld zu verdienen, aber das notwendige Personal könnte ausgebildet werden, um als Produktionsstandort mit dem für die Batterieproduktion benötigten Know-how und Personal attraktiv zu sein. Für den Aufbau von Fertigungsanlagen müsste auch öffentliche Unterstützung einbezogen werden, denn gerade die ersten Aktivitäten dürften alles andere als kostendeckend bzw. wettbewerbsfähig sein.

Eine Förderung dieses Bereiches sehen die Experten und als notwendig an, um Innovationen anzustoßen und wettbewerbsfähig zu bleiben. Schon in These 2 klingt die Wichtigkeit von Kontinuität in der Batterieentwicklung an, um die Entwicklung einer Lernkurve zu gewährleisten. Bereits heute muss in die FuE der zweiten Batteriegeneration investiert werden, damit die deutsche FuE der dritten und vierten Generation vor dem Hintergrund eines gewissen Erfahrungsschatzes und insbesondere zum Aufbau einer wettbewerbsfähigen Batterieproduktion ab dem Jahr 2020 gelingen kann.

Zur Umsetzung dieser Strategie ist die öffentliche Hand gefordert und parallel muss die einheimische Nachfrage stimuliert werden, damit die produzierten Batterien (sofern es die Qualität und Sicherheit erlauben) in den Markt eingehen. Die öffentlichen Subventionen sollten laut den Experten und Expertinnen im Zweifelsfall so hoch sein, dass die japanischen Preise (vor dem Hintergrund größerer Stückzahlen) eingeholt werden können.

These 5: Ohne eine heimische oder europäische Batterieproduktion werden sich deutsche Maschinen- und Anlagenhersteller schwertun, Kompetenzen und Marktanteile auf- bzw. auszubauen.

In Deutschland sollte das für die Zellproduktion notwendige Know-how aufgebaut und die einheimische Nachfrage angeregt werden. Das heißt, dass die langfristigen Chancen des deutschen Anlagenbaus mit dem Aufbau einheimischer Produktionsanlagen stehen oder fallen.

Diese dürfen nicht nur an einem Standort stehen, weil das die FuE maßgeblich zentralisieren und der weit verstreuten Forschungslandschaft in Deutschland nicht gerecht werden würde. Sie sollten schnell zur Verfügung gestellt und nicht erst über mehrere Etappen realisiert werden. Außerdem darf laut den Experten und Expertinnen nicht der Fehler begangen werden, dass die wenigen Fördermittel für Anlagentechnik zur Herstellung von LIB der zweiten und dritten Generation ausgegeben werden. Diese Produktionsmittel würden vielleicht rückwirkend Sinn machen, aber „nur“ den aktuellen Stand der Technik darstellen. Pilotanlagen müssen zukunftsgerichtet aufgebaut werden, um die deutsche Industrie an die internationale Spitze heranzuführen.

4 Nachhaltigkeit – Rohstoffe und Recycling

These 6: Bei der Bereitstellung der Rohstoffe für die Elektromobilität kann nur partiell Entwarnung gegeben werden, Versorgungsrisiken liegen unter anderem bei den Magnetwerkstoffen.

Bei Lithium sehen die Experten und in den nächsten Jahren keinerlei Versorgungslücken. Andere, vormals wichtige Elemente wie Kobalt oder Nickel werden in Zukunft zunehmend weniger verbaut werden, was sich ebenfalls positiv auswirkt bzw. eventuelle Versorgungsengpässe umgeht. Recycling ist eine mögliche Maßnahme zur Vermeidung von Versorgungsengpässen, aber auch die Frage nach Substitutionsalternativen (wie beispielsweise beim Asynchronmotor).

Während bei den Batteriematerialien in den kommenden Jahren keine Versorgungsengpässe zu befürchten sind, könnten sie sich bei anderen Werkstoffen ergeben, was die Elektromobilität und damit auch die Batterieproduktion beeinflussen würde. Darunter fallen Magnetwerkstoffe, deren Abbau-Umfang sich schon in fünf oder zehn Jahren deutlich vergrößert haben dürfte. Diesem Trend zu begegnen würde bedeuten, dass man die FuE an diesen Werkstoffen in einen größeren Zusammenhang einordnet und sie umfassend fördert. Durch die Entwicklung rund um die seltenen Erden haben sich in diesem Bereich bereits viele neue Aktivitäten aufgetan, welche noch weiter forciert werden könnten.

These 7: Deutschland hat die Chance, jenseits 2020 Leitanbieter für das Recycling von LIB-Rohstoffen/-Komponenten zu werden.

Für die deutschen Recycling-Anbieter sprechen im internationalen Wettbewerb die strengen europäischen Gesetzesvorgaben, welche auf mehr Nachhaltigkeit, höhere Materialeffizienz bzw. weniger Verschwendung und bessere Recycling-Quoten setzen. Außerdem gibt es weltweit und besonders in Asien keine großen Recycling-Unternehmen, welche bislang nennenswert (für Batterien aus der Elektromobilität) in Erscheinung getreten sind.

Mit dem Anstieg der Stückzahlen wächst auch der zu recycelnde Schrott an, wofür Kapazitäten vorgehalten werden müssen. Die erreichbaren Recycling-Quoten werden ebenfalls auf teilweise bis zu 80 Prozent steigen und der zunehmende Einsatz von Phosphor (zum Beispiel in Lithium-Eisenphosphat-Batterien) wird das nicht ändern. In hohen Recycling-Quoten (durch konstruktive Maßnahmen bei der Systemintegration für ein einfaches Recycling von Komponenten) liegt ein Schlüssel zur Leitanbieterschaft für Deutschland im Recycling.

Der aktuell geringe Preis von Lithium auf dem Weltmarkt sorgt jedoch dafür, dass sich Recycling-Aktivitäten wirtschaftlich für Lithium nicht rentieren. Allgemein ist es so, dass sich die Technologieentwicklung weg von den teuren, hin zu eher günstigen Materialien bewegt (zum Beispiel mit der Lithium-Schwefel-Batterie). Bei diesen Systemen lohnt sich derzeit ein Recycling für die Unternehmen kaum. Außerdem setzen Anlagen zum Recycling hohe Investitionen voraus und ihre Installation nimmt eine lange Zeit in Anspruch. Es wird deshalb nicht möglich sein, Deutschland schon bis 2020 zum Leitanbieter in diesem Bereich zu machen, auch, weil in Belgien bei Umicore schon eine fertige Recyclinganlage steht und insgesamt nicht so viel Material zum Recycling erwartet wird. Offen bleibt die Frage, ob eine einzige Anlage bzw. ein Unternehmen in Europa nicht ohnehin ausreichen, um den gesamten Recycling-Bereich abzudecken.

Kritisch für den Erfolg in Deutschland ist darüber hinaus, ob eine Infrastruktur geschaffen werden kann, mittels welcher Batterien (ähnlich den Katalysatoren) sowohl sicher als auch wirtschaftlich vom Endkunden zum Recycling gelangen. Weil viele Automobile ins Ausland exportiert werden, geht entsprechend viel Material für den deutschen Wirtschaftsstandort verloren. Speziell für Schwellenländer ist es denkbar, Materialien aus importierten Automobilen selbst zu recyceln und weiterzuverwenden oder zurück zu verkaufen.

5 Politik – Politiksystem und Förderung

These 8: Planungssicherheit ist ein wichtiger flankierender Faktor dafür, dass notwendige breite Investitionen deutscher Unternehmen in Elektromobilität getätigt werden und Deutschland so auf den Weg des Leit-anbieters für Batterie und Elektromobilität bis 2020 kommt. Hierzu zählen unter anderem ein politisches Bekenntnis für eine langfristige Förderung insbesondere von Forschungseinrichtungen und Unternehmen, welche Know-how aufbauen wollen, und die Gestaltung von Rahmenbedingungen (Standardisierung, Kooperationen etc.) zur Vorbereitung der Elektromobilität. Diese Voraussetzungen sind in Deutschland noch nicht im erforderlichen Maße gegeben.

Für endkundenferne Unternehmen wie zum Beispiel Material-Hersteller ist Planungssicherheit und die Umsetzung entsprechender Förderprojekte wichtig, was zum Beispiel verschiedene Batterietechnologie-Konzepte betrifft. Je näher Unternehmen dem Endkunden kommen, desto eher scheinen sie auf regierungsbezogene Planungssicherheit verzichten zu können, denn sie blicken von Vertriebsseite auf die Entwicklung ihres Marktes und ob sie eventuell zu produzierende Produkte verkaufen können.

Unsicherheit entsteht in gewissem Maße durch die Entwicklung der politischen Mehrheiten in Deutschland, welche sich nicht vorhersagen lässt. Der langfristige Planungshorizont vieler Unternehmen überschreitet in der Regel die Dauer von Legislaturperioden. Sie investieren in die Erschließung von vielversprechenden Märkten, unabhängig davon, ob sich eine aktuelle Regierung damit beschäftigt oder nicht. Förderprojekte sind dann eher flankierende Maßnahmen, welche gerne wahrgenommen werden.

Für Forschungsinstitutionen und Universitäten ist es für die Planungssicherheit kritisch zu wissen, ob Förderprojekte verlängert werden oder auslaufen – wobei auch darauf hinzuweisen ist, dass vor dem Hintergrund der ausschreibungsbezogenen Vergabe für einzelne Institute keine Planungssicherheit gegeben werden kann. Es wäre deshalb hilfreich, wenn sich ein gewisser Förderkonsens bzw. eine Signalwirkung auch langfristig über eine Legislaturperiode hinaus fortsetzen würde. In der Forschung gibt es zwar die Möglichkeit zur Einrichtung einer gewissen Kontinuität durch die Grundfinanzierung im Gegensatz zur Programmfinanzierung, aber auch die Grundfinanzierung sollte kontinuierlich eingesetzt werden können.

These 9: Für Nachwuchswissenschaftler, die sich auf die vierte Generation der Batterietechnologie spezialisieren, müssen heute attraktive Arbeitsmöglichkeiten in der Forschung geschaffen werden, da sonst das für die vierte Generation erforderliche Know-how in andere Felder diffundiert.

Die Forschungsförderung beeinflusst die Forschungsausrichtung des Wissenschaftsbetriebes, und damit auch die Entwicklung des wissenschaftlichen Nachwuchses bzw. seine Ausrichtung. Die Konzentration sollte entsprechend der oben diskutierten Thesen weniger auf reinen Batterieexperten und -expertinnen als vielmehr auf Systemexperten und -expertinnen liegen. Es wird in diesem Sinne nicht nur die Elektrochemie benötigt, sondern unter anderem auch die Elektrotechnik, die Mechatronik und der Maschinenbau, die sich alle des Systemfelds annehmen und dann im Zusammenspiel verkäufliche Produkte erstellen.

Es besteht die Problematik, dass es ausgebildete Experten und Expertinnen vor allem aus finanziellen Gründen eher in die Industrie zieht, weshalb ihnen alternative (auch lukrative) Perspektiven in der akademischen FuE aufgezeigt werden müssen. Strategisch wichtige und eher langfristige Forschungsthemen wie die Lithium-Schwefel- oder Lithium-Luft-Batterie leiden unter dieser Entwicklung, da langfristig angelegte Kapazitäten benötigt werden und die zuständigen Professoren oft mit der Akquise von Fördergeldern beschäftigt sind.

These 10: Die Ausbildung von Nachwuchskräften darf nicht zu stark spezialisiert sein. Eine breite Ausbildung, die Systemwissen vermittelt, ist erforderlich. Dies wird am besten durch Schwerpunktbildung in etablierten Studiengängen erreicht.

Im Bereich der Ausbildung ist es wichtig, die „Schweinemarktzyklen“ bzw. Interaktion zwischen der Ausbildung und dem tatsächlichen Bedarf zu verstehen und entsprechende Maßnahmen für die Elektromobilität einzuleiten. Um die Ausbildung nicht zu eng auszugestalten bzw. den Systemgedanken zu transportieren, sollte Wissen rund um die Batterietechnologie in vielen klassischen Studiengängen als optionales Wahlmodul angeboten werden.

Deutschland sollte deshalb auch weiterhin hinsichtlich der angebotenen Studiengänge auf Interdisziplinarität setzen und daran arbeiten, dass vielseitige Arbeitskräfte zur Verfügung stehen. Der Fachkräftemangel ist nicht rein auf den Bereich der Batterietechnologie zu beschränken.

6 Wettbewerb – Schlüsseltechnologien für die Elektromobilität

These 11: Bis 2020 kann Deutschland nicht zum Leitanbieter im Bereich der Batterie-(Zell-) Produktion werden, stattdessen aber bei anderen Schlüsseltechnologien wie Elektromotoren oder der Leistungselektronik.

Hinsichtlich der Batterietechnologie als Schlüsseltechnologie für die Elektromobilität ist Deutschland noch kein Leitanbieter, weshalb die oben diskutierten Thesen zur Entwicklung von Energiespeichern für die Elektromobilität in Deutschland äußerst wichtig sind. Ein gänzlich anderes Bild ergibt sich aber zum Beispiel bezüglich der deutschen Führungsrolle bei Elektromotoren und Leistungselektronik. FuE sowie die Märkte werden schon heute teilweise maßgeblich von deutschen Unternehmen dominiert, was den Experten und Expertinnen zufolge auch weiterhin der Fall sein wird.

7 Abschließende Anmerkungen

Zum Abschluss dieses Strategiepapiers sind natürlich nicht alle Fragen beantwortet. In diesem Sinne müsste zum Beispiel die Forschungslandschaft in Deutschland näher betrachtet werden: Welche Institution kann in Deutschland Spitzenforschung betreiben, die nicht sofort auf ein verkäufliches Produkt hinzielt (die produktorientierte Forschung macht die Industrie)? Und wie soll die Personalfrage gelöst werden, also das Problem, dass heute schon in der Forschung sehr stark auf eigentlich in Ausbildung befindliche Diplomanden und Doktoranten gesetzt wird, welche gut ausgebildete Topforscher nicht ersetzen können und außerdem die Gefahr besteht, dass diese nach dem Ende ihrer Ausbildung von der Industrie abgeworfen werden? Kann darunter langfristig auch das gesamte System leiden, wenn möglicherweise weniger exzellente Fachkräfte in den Hochschulen verbleiben und dort für Forschung und Lehre verantwortlich sind?

Außerdem sollte das Thema Elektromobilität auch im Zusammenhang der Erneuerbaren Energien diskutiert werden – elektrische Speicher im Zusammenhang mit dem größeren gesellschaftlichen Szenario für den Einsatz fluktuierender regenerativer Energien. Elektromobilität gilt als wesentlicher Treiber für die Speicherentwicklung.

Darüber hinaus müssen auch die unterschiedlichen Anforderungen diskutiert werden, welche sich in den kommenden Jahren noch an die Entwicklung von Energiespeichern ergeben werden, zum Beispiel im Kontext der Schnellladefähigkeit.

8 Anhang I: Liste der EMOTOR-Experten und -Expertinnen

Am 1. Expertenpanel im Projekt EMOTOR haben am Dienstag, den 26. Juni 2012, in Frankfurt am Main teilgenommen:

	Name	Organisation
1	Prof. Dr. Helmut Baltruschat	Universität Bonn/Elektrochemie
2	Dr. Joachim Binder	Karlsruher Institut für Technologie/IAM-WPT
3	Dr. Jörg Huslage	Volkswagen AG
4	Prof. Dr. Rüdiger Klingeler	Universität Heidelberg/KIP
5	Matthias Klötzke	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
6	Dr. Uwe Köhler	Johnson Controls Power Solutions EMEA
7	Dr. Frank Kroll	Schott AG
8	Dr. Arnold Lamm	Daimler AG
9	Dr. Kai-Christian Möller	Fraunhofer ISC
10	Dr. Kristian Nikolowski	Karlsruher Institut für Technologie/IAM-ESS
11	Dr. Sebastian Scharner	BMW AG
12	Dr. Paul Spurk	Umicore AG
13	Dr. Ulrike Tagscherer	Chinese Academy of Sciences/IPM
14	Dr. Andreas Volz	Projektträger Jülich
15	Dr. Heribert Walter	SGL Carbon SE

Wir danken allen Experten und Expertinnen für Ihre Teilnahme und Unterstützung sehr herzlich.