



STROM – Begleitforschung zu Technologien, Perspektiven und Materialintensitäten der Elektromobilität

Dokument zur internen Verwendung für die STROM-Projekte
„Schlüsseltechnologien der Elektromobilität“ des BMBF

Arbeitspapier der STROMbegleitung
Ergebnisse der Forschungseise Japan

Benjamin Frieske¹, Matthias Klötzke¹, Hanna Hüging², Thorsten Koska²

¹DLR Institut für Fahrzeugkonzepte (DLR-FK)
Pfaffenwaldring 38-40
70569 Stuttgart

²Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie
Döppersberg 19
42103 Wuppertal

August 2013

1	Einleitung	3
2	Durchführung der Reisen	4
3	Ergebnisse	5
3.1	Erkenntnisse zu den Rahmenbedingung der Elektromobilität in Japan.....	5
3.2	Erkenntnisse zu den Schlüsseltechnologien	8
4	Fazit.....	10

1 Einleitung

Im Rahmen der STROM-Begleitforschung fand eine Forschungsreise nach Japan statt. Vertreter des DLR und des Wuppertal Instituts führten dort Interviews mit regionalen Akteuren der Elektromobilität durch. Die Forschungsreisen, die auch in weiteren Regionen durchgeführt werden (USA, Europa, China, Indien), sind zentrale Elemente zweier Themenbereiche der STROM-Begleitforschung: Zum einen der Trendanalyse zu Fahrzeugtechniken und –konzepten, die spezifisch auch die internationalen Trends in der Fahrzeugtechnik betrachtet, und zum anderen des weltweiten Monitorings der Elektromobilitätsarena, welches detaillierte Regionalstudien in den entsprechenden Ländern umfasst.

Entsprechend der verschiedenen Inhalte der beiden Themenbereiche wurden unterschiedliche Akteure interviewt.

Die Interviews, die im Rahmen der Regionalstudie Japan geführt wurden, fokussierten sich dementsprechend auf folgende vier Bereiche

- Politischer Rahmen und Strategien (z.B. Förderprogramme und –budgets, Standards und Regularien, Infrastruktur und Stromwirtschaft)
- Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte (z.B. Forschungsthemen, Organisation der Elektromobilitätsforschung, Kooperation zwischen den Akteuren)
- Wirtschaft und Industrie (z.B. zentrale Hersteller von Elektroautos, Fahrzeugmodelle, Strategien, Geschäftsmodelle der Elektromobilität im weiteren Sinne)
- Marktstruktur Verbraucher (z.B. derzeitige Bestand von Elektrofahrzeug und Verkaufstrends, Akzeptanz von Elektrofahrzeugen, derzeitige Nutzer)

Im Rahmen der Regionalstudie dienen die vor Ort Interviews zum einen dazu Informationen zu erhalten, die über die von den Regionalpartnern erstellten Studien hinausgehen. Insbesondere in Themenfeldern, die nur zum Teil durch öffentliche Dokumente abgedeckt werden können, sind die Interviews eine zentrale Erkenntnisquelle. Zum anderen werden bisherige Erfahrungen und Einschätzungen zur weiteren Entwicklung in den Themenfeldern abgefragt.

Die Interviews, die im Rahmen des internationalen Technologiemonitorings geführt wurden, thematisierten insbesondere Fragestellungen zur Forschungslandschaft, zu Trendentwicklungen und zum Stand der Technik verschiedener Schlüsseltechnologien der Elektromobilität in der spezifischen Weltregion und im Vergleich zu weiteren Weltregionen thematisiert. Die Schlüsseltechnologiefelder umfassen:

- Fahrzeugkonzept (mit detaillierten Fragen z.B. zu Antriebsstrang-Architekturen)
- Leistungselektronik (z.B. Halbleiter-Materialien)
- Elektrische Maschine (z.B. Substitution Permanentmagnete)
- Thermomanagement (z.B. Luftkühlung) und
- Leichtbau (z.B. Bauweisen und Materialien)

Neben diesen Schwerpunktfeldern wurden je nach Interviewpartner z.T. auch Fragestellungen zu Brennstoffzellen-Systemen und Traktionsbatterien aufgegriffen.

Die Ergebnisse der Interviews dienen dazu, die im Rahmen des Technologie-Monitorings identifizierten Forschungsschwerpunkte einzuordnen und bewerten zu können. Weiterhin dienen die Ergebnisse dazu, die Ausrichtung des Monitorings für die weitere Projektlaufzeit fokussieren oder ggfs. auf weitere, neuartige technologische Lösungen erweitern zu können. Die im Rahmen des Technologiemonitorings durchgeführten Interviews haben einen hohen technischen Detailfokus, gehen damit über die in den

beauftragten Regionalstudien identifizierten Fragestellungen hinaus und ergänzen diese auf technologischer Ebene.

Nachfolgend wird ein Überblick über die Interviewpartner von verschiedenen Institutionen gegeben und die Expertenaussagen werden zusammengefasst.

2 Durchführung der Reisen

Im Zeitraum vom 02.06. – 07.06.2013 wurde in Japan mit insgesamt 36 Vertretern von 14 verschiedenen lokalen Institutionen gesprochen. Dabei handelte es sich um Automobilhersteller bzw. Automobilverbände und Dachorganisationen, Forschungsinstitute sowie Ministerien und öffentliche Verwaltungen. Neben Interviews in Tokio wurden einige der Interviews bei Unternehmen, Forschungseinrichtungen vor Ort im Großraum Nagoya und Kyoto durchgeführt. Die Ergebnisse der Interviews werden anonymisiert behandelt.

3 Ergebnisse

Die Entwicklung der Elektromobilität ist in Japan schon sehr weit fortgeschritten. Zum einen kam das erste wirkliche Volumen-Hybrid-Fahrzeug mit dem Toyota Prius aus Japan, zum anderen wird die Marktdurchdringung durch Kaufanreize von der Regierung gefördert ; auf diese Weise konnte die Akzeptanz für diese Technologien gesteigert werden.

Nachfolgend werden zunächst die auf den Interviews basierenden Erkenntnisse zu den Rahmenbedingung für Elektromobilität in Japan dargestellt und im Weiteren Einblicke hinsichtlich der einzelnen Technologiefelder gegeben.

3.1 Erkenntnisse zu den Rahmenbedingung der Elektromobilität in Japan

Die japanische Regierung hat sich ambitionierte Ziele für die Marktdurchdringung von Elektrofahrzeugen gesetzt. Bis 2020 sollen BEV und PHEV einen Anteil von 15% an den Verkäufen neuer Fahrzeuge haben. Zurzeit liegt ihr Anteil bei 1% bis 2%. Weiterhin wurden hohe Ziele für die Entwicklung der Ladeinfrastruktur gesetzt. Bis 2020 sollen 2 Millionen reguläre Ladepunkte und 5.000 Schnellladepunkte in Japan entstehen. Bislang hat Japan mit ca. 1700 öffentlichen Schnellladepunkten schon eine vergleichsweise hohe Anzahl.

Als Hauptmotiv für die Förderung von Elektromobilität wird, von den befragten Interviewpartner aus dem politischen Bereich, insbesondere eine erhöhte Energiesicherheit genannt. Daneben sind die Stärkung der nationalen Automobilindustrie sowie Klima- und Umweltschutzaspekte weitere Treiber. Die Motivation dazu, Elektromobilität voranzutreiben ist nach der Katastrophe von Fukushima weiter gestiegen. Elektrofahrzeuge werden als möglicher zukünftiger Stromspeicher gesehen, um im Fall von Stromausfällen eine Notversorgung bereitzustellen. Im Rahmen dieses „Vehicle-to-X“ Konzeptes wird zunächst eine Versorgung für einzelne Geräte (z.B. Laptop, Handy etc.) gesehen, weiter wird die Versorgung von einzelnen Haushalten oder Gebäuden gesehen. Eine Netzintegration von Elektrofahrzeugen wird erst sehr langfristig erwartet. Nach Fukushima wurde die Kernenergie in Japan in Frage gestellt. Bis heute gibt es allerdings keine verabschiedete Strategie welche Energiequellen zukünftig zur Stromerzeugung genutzt werden sollen.

Um die ambitionierten Ziele hinsichtlich der Elektromobilität zu erreichen, setzt die japanische Regierung in erster Linie auf Subventionen. Kaufanreize für Elektrofahrzeuge sollen dazu beitragen, dass Skaleneffekte bei der Produktion erzielt werden können um somit die Kosten für Elektrofahrzeuge langfristig zu senken.

Für rein batterieelektrische und Plug-in-Hybrid-Pkw werden Subventionen im Umfang von 50% der Kostendifferenz zu einem konventionellen Auto beim Kauf von Elektrofahrzeugen angeboten. Neben Pkw werden auch Taxis und Busse bezuschusst, wobei diese sogar 30% bzw. 50% des Gesamtkaufpreises (nicht nur der Kostendifferenz) erhalten. Nationale Zuschüsse werden in einigen Präfekturen noch durch regionale Zuschüsse aufgestockt. Insbesondere in diesen Präfekturen stieg die Zahl der registrierten Elektrofahrzeuge in der Vergangenheit deutlich an. Neben Kaufanreizen haben einige Präfekturen auch Anreize durch Steuererleichterungen oder Reduktion von Park- oder Mautgebühren für Elektrofahrzeuge geschaffen. Diese Anreize spielen laut der befragten Experten bei den Käufern allerdings eine untergeordnete Rolle. Besonders aktiv sind die Präfekturen, die am Demonstrationsprojekt „EV/PHEV Town Concepts“ teilnehmen. Zurzeit nehmen 18 Präfekturen mit verschiedenen Modellprojekten an dem zentralen japanischen Demonstrationsprojekt teil.

Auch bezüglich des Ausbaus der Ladeinfrastruktur setzt Japan auf Subventionen. Auf nationaler Ebene werden bis zu 50% der Investitionskosten über Subventionen abgedeckt. Dazu hat die Regierung im

Steuerjahr 2012 100 Milliarden JPY (ca. 760 Millionen EUR) ausgegeben. Die nationalen Subventionen werden wiederum in einigen Städten oder Präfakturen durch zusätzliche Zuschüsse aufgestockt. Derzeit sind die Ladestationen in erster Linie in den Städten des „EV/PHEV Town Concepts“ installiert. In Japan wird ein Großteil der öffentlichen Ladesäulen von Privatunternehmen betrieben. Die Hälfte der bestehenden Schnellladestationen ist bei Autohändlern installiert. Bei Regierungsgebäuden und Stromversorgern sind ca. jeweils 10% der Stationen aufgestellt. Schnellladestationen an Tankstellen und an Autobahnen machen einen eher geringeren Anteil aus. Der verbleibende Anteil der Stationen befindet sich vor allem bei Hotels, Restaurants oder Supermärkten (Abbildung 1). Hierbei nutzen viele Unternehmen zum Beispiel die Möglichkeit, über Schnellladestationen Kunden in ihre Geschäfte zu locken. So stellt beispielsweise der Einzelhändler „7Eleven“ Schnellladestationen auf seinen Kundenparkplätzen auf, welche genutzt werden können, um während dem Einkauf das Elektrofahrzeug aufzuladen. An den Stationen von Hotels, Restaurants oder Geschäften ist das Laden meist kostenlos, so dass diese Stationen auch häufig genutzt werden auch wenn Heimplademöglichkeiten zur Verfügung stehen.



Abbildung 1: Öffentliche Schnellladestation auf einem "7eleven" Supermarktparkplatz

Im Bereich von Standards für Elektrofahrzeuge hat Japan internationale Standards übernommen. Ein Standard für Hochvoltssysteme in Fahrzeugen ist bereits in Kraft und ein Standard für Batteriesicherheit wird zeitnah implementiert.

Im Vergleich zu dem hohen Budget für Kaufanreize und Ladeinfrastruktur sind die Fördermittel für Forschung und Entwicklung geringer. Fördermittel für Elektrofahrzeuge werden in erster Linie durch das Wirtschaftsministerium (METI) bzw. durch NEDO, welches die Forschungsfinanzierung organisiert, vergeben. Im Steuerjahr 2011 wurden ca. 10,5 Mrd. JPY (ca. 80 Mio. EUR) vom Wirtschaftsministerium für Forschungsprojekte zu Elektrofahrzeugen (v.a. Batterieforschung) bereitgestellt. Insbesondere werden zwei große Projekte zur Entwicklung von innovativen Batterien (Metall-Luft-Batterien) und zur Verbesserung von Li-Ionen Batterien gefördert. Nach Einschätzung der befragten Experten ist Japan in der

Batterieforschung gut bei der Verbesserung von bestehenden Materialkonzepten, aber wenig stark aufgestellt bei der Entwicklung von innovativen Materialien. Bei diesen wird insbesondere die Forschung in Europa als führend angesehen.

Im Bereich der Grundlagenforschung gibt es häufig gute Kooperation zwischen Industrie und universitärer Forschung. Für Forschungsprojekte senden Unternehmen ihre Mitarbeiter zu den Forschungszentren. Die Grundgehälter dieser Mitarbeiter werden dann über die Fördermittel der Regierung getragen und durch die Unternehmen aufgestockt. Bei Forschungsthemen, die näher an der Marktreife sind, ist die Kooperation durch den starken Wettbewerb zwischen den Unternehmen gering.

Es besteht außerdem ein starker internationaler Wettbewerb hinsichtlich der Anwendung von neuen Technologien. Vieles, was in Japan erforscht und entwickelt wurde, wurde letztendlich in anderen Ländern, wie Südkorea, Taiwan oder China, produziert. Die Experten sehen eine große Gefahr für den japanischen Industrie- und Wirtschaftsstandort durch die fehlende Wertschöpfung aus den neu entwickelten Technologien in Japan. Hier einen besseren Schutz für die japanischen Unternehmen zu ermöglichen, ist nach Meinung der Experten eine große Herausforderung für die Zukunft.

Für die japanischen Hersteller von Elektrofahrzeugen stellen neben dem inländischen Markt vor allem die USA und Europa bedeutende Märkte dar. Die Hersteller erwarten bezogen auf die Fahrzeugkosten eine Konkurrenzfähigkeit von PHEV und BEV erst in 10 bis 15 Jahren. Es besteht die Befürchtung, dass die japanischen Subventionen jedoch bereits in den nächsten Jahren eingestellt werden und somit eine Lücke entsteht, die zum Einbruch des Marktes führen könnte.

Im Jahr 2012 waren 20% der neuzugelassenen Pkws in Japan elektrifiziert, wobei es sich dabei zum Großteil um HEV handelt. Genauere Zahlen liegen für 2011 vor: ca. 640.000 HEV, ca. 14.000 BEV und 4.000 PHEV wurden in diesem Jahr zugelassen. Die meisten rein elektrischen oder Plug-In-Hybridfahrzeuge werden dabei privat genutzt. Umweltbewusstsein und Technikaffinität seien laut Experten die stärksten Motivationen der Käufer. Die zukünftige Rolle der verschiedenen elektrifizierten Fahrzeugkonzepte im japanischen Markt muss differenziert betrachtet werden. Generell gibt es in Japan eine Tradition kleiner Autos. Seit dem zweiten Weltkrieg gibt es die sogenannten „Kei Cars“. Diese Fahrzeugklasse erhält Steuervergünstigungen und ist in ländlichen Gegenden von der Pflicht ausgenommen, bei der Registrierung einen Parkplatz für das Auto nachweisen zu müssen. Kei Cars sind in ihrer Größe und Hubraum beschränkt. In Japan werden Kei Cars hauptsächlich als Zweitwagen zum Pendeln genutzt und haben einen Marktanteil von rund einem Drittel. Elektrofahrzeuge wie der Mitsubishi i-Miev ersetzen häufig Kei Cars. Jedoch haben die meisten Haushalte in Japan nur ein Auto, welches dann verschiedenen Einsätzen gerecht werden muss. Wegen dem vielseitigen Einsatz der Fahrzeuge könnte es schwierig werden, hier reine batterieelektrische Fahrzeuge einzusetzen. So wird erwartet, dass die Mehrheit dieser Fahrzeuge, zumindest in der näheren Zukunft, Range-Extender oder PHEVs sein könnten. Aus diesem Grund sieht man für Tokio eher größere und vielseitige Fahrzeuge für die Zukunft auf den Straßen. Jedoch gibt es insbesondere in den Ballungsräumen auch eine Tendenz kein Auto zu besitzen. Das wird auch dadurch beeinflusst, dass man dort einen Parkplatz nachweisen muss, um sich ein Auto anschaffen zu können, egal ob Kei-Car oder größere Autos. Ein Parkplatz kostet in einigen Städten bis zu 50.000 JPY (ca. 380 EUR) im Monat. Bei Car-sharing Anbietern machen Elektrofahrzeuge derzeit nur ca. 1% der Fahrzeuge aus. Gute Einsatzmöglichkeiten für BEV bieten sich auf den kleineren japanischen Inseln. Dort liegt der Kraftstoffpreis zum Teil bis zu 30% über dem der japanischen Hauptinseln, wodurch die Stromer auch von einer Kostenperspektive attraktiv werden. Zudem fällt spielt die limitierte Reichweite dort kaum eine Rolle.

3.2 Erkenntnisse zu den Schlüsseltechnologien

Gestützt von Entwicklungen bei der Elektrotechnik in anderen Bereichen hat sich in Japan eine starke Elektrofahrzeug-Industrie entwickelt. Dabei wird die generelle Bedeutung von grundlagen- und anwendungsorientierter Forschung und Entwicklung für eine zukunftsfähige Automobilindustrie als sehr hoch eingeschätzt.

Leistungselektronik

Bei der Leistungselektronik als Schlüsseltechnologie der Elektromobilität sind verschiedene Forschungsschwerpunkte erkennbar. Das primäre Ziel von japanischen Tier-1-Lieferanten im Bereich Leistungselektronik liegt in der Reduzierung von Volumen und Masse des Systems sowie der Steigerung des Wirkungsgrads und der Temperaturbeständigkeit. So soll in zukünftigen elektrifizierten Fahrzeugen insbesondere die Hochintegration von E-Maschine und Leistungselektronik in einem zentralen System realisiert werden, um Komplexität und Kosten der Verkabelung im Fahrzeug zu reduzieren. Auch Boardnetz-Spannungen auf Seiten der elektrischen Maschinen von bis zu 1000V sind nach Meinung der Experten durchaus vorstellbar. Somit sollen Verluste und damit auch der Kühlaufwand der Leistungselektronik reduziert werden. Mit Hilfe von neuen Halbleiterelementen soll dabei die Notwendigkeit, die Leistungselektronik kühlen zu müssen, gänzlich wegfallen. Hierbei können die japanischen Lieferanten auf ihre langjährige Erfahrung im Bereich der Halbleiter-Technologie zurückgreifen. Leichtere und effizientere Leistungselektronik-Bauteile versprechen sich die Experten insbesondere von der Entwicklung und dem Einsatz neuer Halbleitermaterialien, die als wichtigste „Enabler“ zukünftiger Leistungselektronik-Module gelten. Insbesondere relevant sind dabei Silicium-Carbid (SiC) und Gallium-Nitrid (GaN).

Auch aufgrund der frühzeitigen Förderung dieser Technologie sehen sich japanische Zulieferer im internationalen Vergleich als technologisch führend an. Sehr stark werden dabei die eigene technologische Position sowie die Marktfähigkeit bewertet im Vergleich zu China und Indien, immer noch stark die Position im speziellen Vergleich mit Deutschland. Auf einem ähnlichen Level wird die derzeitige Marktfähigkeit im Vergleich zu den USA eingeschätzt, bei aktuellen und zukünftigen F&E-Aktivitäten wird allerdings ein leichter Nachteil in der Entwicklungsfähigkeit und –geschwindigkeit gesehen. Ein rapider Markthochlauf für leistungselektronische Bauelemente auf SiC-Basis wird bei Hybrid Electric Vehicles (HEV) und Battery Electric Vehicles (BEV) ab dem Jahr 2016 prognostiziert.

Die größten Herausforderungen in der Technologieentwicklung werden neben der Verringerung von Masse und Volumen in der Steigerung der Stromdichte, der Temperaturbeständigkeit sowie der Schaltfrequenzen gesehen, während die Kühlung leistungselektronischer Module auf SiC-Basis dann als unproblematisch angesehen wird. Notwendig ist zudem eine um drei- bis viermalige Reduzierung der Herstellkosten, um so das Niveau konventioneller Si-Module zu erreichen.

Die Forschungslandschaft und -struktur im Bereich Leistungselektronik in Japan wird als nicht optimal angesehen. Universitäten, Forschungseinrichtungen sowie Industrie arbeiten hier nicht eng genug zusammen, sondern forschen oft unabhängig voneinander an speziellen Einzellösungen. Forschungen werden meist losgelöst von konkreten, produktorientierten Anwendungszielen geleistet.

Elektrische Maschinen

Im Bereich „Elektrische Maschine“ als Schlüsseltechnologie der Elektromobilität werden verschiedene Forschungsschwerpunkte verfolgt, die vor allem die schrittweise Optimierung von bestehenden Traktionsmotoren zum Ziel haben. Die Entwicklung neuer Technologien und alternativer Bauweisen wie z.B. der Transversalflussmaschine sowie Experimente mit Prototypen oder neuartiger Materialien findet im Gegensatz dazu relativ wenig statt. Das Hauptaugenmerk der Forschungen liegt dabei in der Reduzierung oder Substitution von Seltenen Erden in der E-Maschine sowie der Hochintegration von E-Motor und

Leistungselektronik. So wurde beispielsweise bei Nissan der Anteil von Dysprosium im Elektromotor der aktuellen Generation um über 40% im Vergleich zur vorherigen reduziert.

Für zukünftig elektrifizierte Antriebskonzepte werden in Japan zwei verschiedene Forschungsstränge verfolgt, die zum einen auf die Entwicklung von Elektromotoren für relativ kleine und günstig zu produzierende Fahrzeuge („low-cost type“) sowie für große und/oder sehr sportliche Fahrzeuge („performance type“) abzielen. Während bei ersterem der Fokus auf der Optimierung von permanentmagneterregten Synchronmaschinen (PMSM) liegt, um insbesondere den Anteil an Seltenen Erden signifikant zu reduzieren, wird bei letzterem der Forschungsschwerpunkt stark auf die Optimierung der fahrdynamischen Eigenschaften, hoher Effizienz sowie Leistungsdichte gesetzt. Hierbei spielen v.a. sehr kompakte und leistungsstarke Radnabenmotoren eine große Rolle, die über „torque vectoring“ Funktionen herausragende Fahrdynamiken ermöglichen. Zudem wird sehr stark im Bereich der konzentrierten Wicklungen geforscht, da davon ausgegangen wird, dass die Realisierung einer hohen Leistungsdichte der entscheidende Faktor für die Wahl des Traktionsmotors ist. Während Asynchronmaschinen im elektrifizierten Fahrzeug zukünftig in Japan keine Rolle spielen werden, sind stromerregte Synchronmaschinen nur dann eine Option für die Zukunft, wenn die Preise für Seltene Erden zu stark ansteigen. Über eine kontinuierliche Reduktion des Anteils an Seltenen Erden im Elektromotor können diese ab dem Jahr 2030 signifikant an Relevanz gewinnen. Der geschalteten Reluktanzmaschine wird aufgrund von Nachteilen im Bereich NVH (Noise, Vibration, Harshness), Steuerbarkeit und schwieriger Massenproduktion ebenfalls kein Markterfolg prognostiziert.

Im internationalen Vergleich sieht sich Japan im Bereich F&E für Elektromotoren stark bis sehr stark aufgestellt. So wird der Vorsprung gegenüber den USA, China, Deutschland und insbesondere Indien in der technologischen Position generell gesehen, vor allem aber in Forschungen zur Anwendung und Substitution von Seltenen Erden (Neodym) sowie der Analyse und Optimierung des magnetischen Felds und Flusses.

Generell liegen die größten Herausforderungen in der Technologieentwicklung neben der Verringerung von Masse und Volumen in der Steigerung des Wirkungsgrads über einen weiten Drehzahlbereich, der Leistungsdichte und erhöhten Temperaturbeständigkeit. **Leichtbau**

Beim Leichtbau gibt es in Japan ein ähnliches Meinungsbild wie in Deutschland. Aktuell werden in Japan schon erste Komponenten aus Faserverbund hergestellt, hauptsächlich bei Sportwagen der Oberklasse. Der Markt wird allerdings noch eindeutig von metallischen Werkstoffen dominiert. Für die Zukunft sehen die Entwickler aber ein großes Potential, gerade für CFK zusammen mit anderen, oftmals weiterhin metallischen Werkstoffen, in einem intelligenten Materialmix, auch bei Fahrzeugen im Massenmarkt zur Gewichtsreduzierung beizutragen. Um dies zu erreichen müssen die Produktionsprozesse günstiger und stabiler werden sowie die Simulation, gerade von hochdynamischen Vorgängen, wie sie beim Crash vorkommen, verbessert werden.

Fahrzeugkonzepte

Für die Fahrzeugkonzepte können in Japan einige Interessante Erkenntnisse gewonnen werden. Fahrzeugen mit Wasserstoff-Antrieb werden in Japan gute Chancen, auch auf dem Massenmarkt erfolgreich zu sein, eingeräumt. Neben den Fahrzeugen, die von zahlreichen japanischen Unternehmen, teilweise in Kooperation mit anderen Unternehmen aus Übersee, entwickelt werden, soll im Großraum Tokio in naher Zukunft ein flächendeckendes Wasserstoff-Tankstellen-Netz aufgebaut werden.

4 Fazit

Die Einführung der Elektromobilität ist in Japan im Vergleich zu Deutschland schon wesentlich weiter fortgeschritten. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass die ersten Hybrid- und Batterie-Elektrischen Fahrzeuge, die in großer Stückzahl auf dem Neuwagenmarkt verfügbar waren, von japanischen Herstellern kamen. Zum anderen ist auch der Aufbau der Ladeinfrastruktur in Japan weiter vorangeschritten als in Deutschland. Technologisch gesehen hat Japan den Vorteil, dass, gerade im Bereich der Leistungselektronik, viele Technologieführer in Japan zu finden sind. Generell sieht sich Japan sehr gut gerüstet im Hinblick auf zukünftige Herausforderungen im Zusammenhang mit der Elektromobilität. Allerdings sehen die japanischen Experten auch die Gefahr, dass die Technologien, welche in Japan entwickelt werden, nicht in Japan sondern in anderen asiatischen Ländern, wie China, Taiwan oder auch Südkorea, ihren Weg in Produkte finden könnten, wodurch die japanische Wirtschaft nicht an der Wertschöpfung teilhaben könnte, wie es in der Vergangenheit schon des Öfteren vorgekommen ist.

Zur Unterstützung und Einführung der Elektromobilität hält die Regierung zahlreiche Programme bereit. Zum einen werden Käufe von elektrifizierten Fahrzeugen finanziell unterstützt. Zum anderen gibt es Förderprogramme für die Industrie, um neue Technologien und Produkte zu entwickeln. Neben der staatlichen Maßnahmen haben sich in Japan schon einige Geschäftsmodelle rund um die Elektromobilität entwickelt. Ein Großteil der Schnelllade-Infrastruktur wird von Unternehmen aufgebaut, welche diese auf ihren Kundenparkplätzen bereithalten und Kunden ein sehr kostengünstiges Aufladen der Batterie während dem Aufenthalt z.B. im Supermarkt oder Restaurant anbieten. Neben der Infrastruktur für Elektrofahrzeuge arbeitet Japan auch an einem Auf- und Ausbau der Infrastruktur für Wasserstoff, um auch Brennstoffzellenfahrzeuge für den Massenmarkt attraktiv zu machen. Auch hier haben Hersteller schon erste Fahrzeugvarianten, welche in kürze in großem Stil eingeführt werden soll.

Durch die große Anzahl an Automobilherstellern, die eine steigende Anzahl an Elektrofahrzeugen in ihrem Angebot haben, sowie den voranschreitenden Aufbau der Infrastruktur, sind in Japan in naher Zukunft große Erfolge in der Marktdurchdringung elektrifizierter Fahrzeugkonzepte zu erwarten.

Bei Fragen und/ oder Anregungen wenden Sie sich jederzeit gerne an

Matthias Klötzke

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)
Institut für Fahrzeugkonzepte | Fahrzeugsysteme und Technologiebewertung
Pfaffenwaldring 38-40
70569 Stuttgart

Telefon +49 (0)711 6862 8092

Telefax +49 (0)711 6862 258

Matthias.Kloetzke@dlr.de

Hanna Hüging

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie
Forschungsgruppe 2: Energie-, Verkehrs- und Klimapolitik
Döppersberg 19
42103 Wuppertal

Telefon: + 49 202 24 92-246

Telefax: + 49 202 24 92-250

hanna.hueging@wupperinst.org