



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 China

Matthias Klötzke¹, Stefan Trommer², Philipp Hillebrand³

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

²DLR Institut für Verkehrsforschung (DLR-VF)
Rutherfordstraße 2
12489 Berlin

³Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie
Döppersberg 19
42103 Wuppertal

Juli 2014

1	Einleitung	3
2	Durchführung der Reisen	4
3	Ergebnisse	5
3.1	Erkenntnisse zu den Rahmenbedingung der Elektromobilität in China	5
3.2	Erkenntnisse zu den Schlüsseltechnologien	9
4	Fazit.....	14

1 Einleitung

Im Rahmen der STROM-Begleitforschung fand eine Forschungsreise nach China 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, Japan, 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 China 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 durchgeführten 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 Technologie-Monitorings 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 13.04. – 18.04.2014 wurde in China mit insgesamt 19 Vertretern von 9 verschiedenen lokalen Institutionen gesprochen. Dabei handelte es sich um Automobilhersteller bzw. Automobilverbände und Dachorganisationen, Forschungsinstitute sowie Ministerien und öffentliche Verwaltungen. Neben Interviews in Shanghai wurden einige der Interviews bei Unternehmen und politischen Einrichtungen vor Ort in Peking durchgeführt. Darüber hinaus nahm das Wuppertal Institut an einer Delegationsreise der Energieagentur NRW teil. Die Ergebnisse der Interviews werden anonymisiert behandelt und spiegeln nicht zwangsläufig die Meinungen und Aussagen aller Interviewpartner sowie der durch sie vertretenen Institutionen wider.

3 Ergebnisse

3.1 Erkenntnisse zu den Rahmenbedingungen der Elektromobilität in China

China ist der weltweit größte Markt für motorisierte Fahrzeuge. Aktuell sind ca. 126 Millionen Fahrzeuge zugelassen und jährlich werden ca. 20 Millionen neue Fahrzeuge verkauft. Es wird erwartet, dass die Verkaufszahlen bis 2020 auf 31 Millionen Neufahrzeuge steigen wird, während sich der Bestand auf 281 Millionen Fahrzeuge mehr als verdoppelt.

Der Status der Elektromobilität ist in China stark abhängig von der Region sowie dem Fahrzeugsegment. Zum einen gibt es zukunftsorientierte, innovative Regionen, in welchen es bereits einen hohen Anteil an elektrifizierten Fahrzeugen im öffentlichen Verkehr (wie z.B. Busse und Taxen) gibt, um die Umweltauswirkungen des öffentlichen Personentransports zu reduzieren. Hierfür werden häufig Mittel des Regierungsprogramms „10/25 Städte - 1.000 Einheiten“ („10 cities and 1000 units“) verwendet. Im Vergleich zum privaten Bereich, konnten die Kaufanreize zehnmal höhere Verkaufszahlen von elektrifizierten Fahrzeugen anregen.

Ein weiterer wichtiger Markt in China sind die kleinen drei- und vierrädrigen Fahrzeuge, so genannte „Low-Speed-Fahrzeuge“. Diese Fahrzeuge finden einen sehr weit verbreiteten Einsatz im Personen- und Gütertransport in Entwicklungs- und Schwellenländern wie China. Derzeit sind ungefähr 100.000 dieser „Low-Speed-Fahrzeuge“ in China zugelassen.

Der Bereich der alternativen Antriebe wird in China „New Energy Vehicles“ (NEV) genannt. Hierzu zählen rein Batterie-elektrische Fahrzeuge (BEV), Plug-In Hybrid-Fahrzeuge (PHEV) sowie Brennstoffzellenfahrzeuge (FCEV). Hierbei benötigen PHEVs in den meisten Provinzen eine Reichweite von mindestens 50km. Anfang 2014 waren insgesamt 40.000 NEVs registriert, wovon 20.000 in 2013 neu zugelassen wurden.

Die Motivation hinter der Markteinführung von NEVs

Bei den Motiven für die Elektromobilität in China sind sich die Experten größtenteils einig. Im Augenblick steht nicht die Reduktion der Treibhausgasemissionen im Fokus. Vielmehr soll die chinesische Automobilindustrie verbessert und wettbewerbsfähiger gemacht werden. Die Möglichkeit, eine Technologie-Führerschaft bei einer der Schlüsselkomponenten (Batterie, Leistungselektronik und elektrische Maschine) zu übernehmen ist der am häufigsten genannte Grund. Zudem wird die Abkehr von der Abhängigkeit von Rohöl sowie die Minderung von Emissionen, insbesondere in urbanen Räumen mit hoher Luftverschmutzung, häufig genannt.

Die Experten vertreten die Einschätzung, dass die Elektromobilität einen positiven Einfluss auf die Sicherheit der Energieversorgung haben wird. Aktuell ist China stark abhängig von Rohölimporten. Ein Experte verwies zudem darauf, dass die Möglichkeiten aus dem Fracking, zehn Jahre nach den ersten Förderungen, inzwischen schon weitestgehend ausgeschöpft seien. Durch einen höheren Anteil von erneuerbaren Energiequellen könnte sich ein positiver Effekt noch verstärken, insbesondere hinsichtlich der Verminderung der Luftverschmutzung in den Ballungsräumen. So verwiesen manche Experten auf die regionale Abhängigkeit des Einflusses der Elektromobilität auf die Luftverschmutzung. In den drei größten Regionen Chinas fällt 80% des gesamten straßengebundenen Transportvolumens an. In diesen Regionen könnte somit die Elektromobilität gemeinsam mit einem Ausbau von erneuerbaren Energien den größten Einfluss haben. Im Augenblick ist die Stromerzeugung hauptsächlich durch Kohle realisiert, wobei im Süden ein größerer Anteil an erneuerbaren Energien im Strom-Mix zu finden ist, als im Norden. Ein Grund, warum einige Experten Skepsis gegenüber den Auswirkungen der Elektromobilität auf die

Luftverschmutzungen haben, ist, dass die direkten Auswirkungen auf die Luftqualität durch Kraftwerke und Fabriken als weitaus höher eingeschätzt werden als die Emissionen aus dem Verkehrssektor.



Abbildung 1: Eine Smartphone App zur Anzeige der Luftverschmutzung in Peking

Die Frage, ob China eine Technologie-Führerschaft im Bereich der Entwicklung und Produktion der Schlüsselkomponenten übernehmen könnte, führte zu angeregten Diskussionen. China könne, so die Einschätzung der Experten, weltweit führend im Bereich von Technologien werden, bei denen die Anforderung an Qualität und Performance nicht so hoch seien. Solche Technologien haben einen großen Marktanteil im Transportsektor in Entwicklungs- und Schwellenländern.

Kundenanforderungen und erste Märkte

In China gibt es ungefähr 120 Millionen Roller und Motorräder. Da es hier, dank politischer Vorgaben, bereits einen hohen Anteil an elektrifizierten Fahrzeugen gibt, sind die Menschen schon an die Elektromobilität gewöhnt. Durch bezuschusste Strom-Lieferungen für Privathaushalte ist es ökonomisch sinnvoll, sich elektrisch fortzubewegen. Jedoch sind die Anforderungen an elektrische Autos andere. Selbst bei Kunden aus dem Oberklasse-Segment haben nur 5-10% eine Garage oder einen eigenen, fest zugewiesenen Parkplatz, welcher ein wichtiges Kriterium für die Anschaffung eines Elektroautos darstellt. Zudem sind die Fahrprofile chinesischer Kunden stark schwankend und die Verbreitung von Führerschein in der Bevölkerung ist deutlich geringer als in anderen Ländern. Darüber hinaus besitzen viele Haushalte lediglich ein Fahrzeug, wodurch viele der Fahrten spontan durchgeführt werden und schwer zu planen sind. Hierbei muss auch das eine Fahrzeug im Besitz allen Anforderungen gerecht werden. Da eine öffentliche Ladeinfrastruktur noch nicht flächendeckend vorhanden ist und durch die hohen Anforderungen der Kunden an die Flexibilität, scheinen Batterie-elektrische Fahrzeuge im Augenblick noch ein Nischenprodukt zu sein. Da Plug-In Hybride nicht von der Ladeinfrastruktur abhängen, wird ihnen von Seiten der Experten ein großes Potential voraus gesagt.

Aufgrund der bei Privatkunden in naher Zukunft nur schwachen Nachfrage, sehen die meisten Experten öffentliche Flotten als ein sinnvolles Mittel, die Elektromobilität in China zu etablieren und wie es in einigen Regionen durch staatliche Programme unterstützt (bei z.B. Bussen und Taxen), schon passiert ist. Allein zwei Millionen Fahrzeuge sind in China auf die Regierung zugelassen. Diese staatliche Flotte wurde in den letzten Jahren nur sehr zögerlich elektrifiziert. Jedoch wird von der Zentralregierung inzwischen der

Druck erhöht, diesen Anteil zu steigern, wodurch die Experten erwarten, dass bei neuen Fahrzeugen für diese Flotten der Anteil an NEVs signifikant steigen wird. So plant Peking einen Anteil von 30% in seiner Regierungsflotte.

EV Vorgaben und Richtlinien

Schon 2001 hat die chinesische Regierung ein großes Pilot-Programm aufgesetzt, um in zehn großen Städten die Erforschung und Entwicklung sowie die Markteinführung von Elektrofahrzeugen voran zu treiben. 2010 wurde dieses Programm auf 25 Städte ausgeweitet. Hiervon wurden sechs Städte ausgewählt, in welchen der private Kauf von NEVs finanziell unterstützt wird. 2012 wurden NEVs als einer von sieben neuen strategischen Industriezweigen identifiziert, wodurch umgerechnet mehrere Milliarden Euro in das Programm fließen. Um die lokale Industrie zu schützen werden nur solche Fahrzeuge bei Kaufanreizen berücksichtigt, welche in China gefertigt werden. Die Höhe der Anreize unterscheidet sich von Stadt zu Stadt. Kunden in Hangzhou können umgerechnet bis zu 15.000 Euro für BEVs und etwas weniger für PHEVs von regionalen sowie der zentralen Regierungseinrichtungen erhalten. Einige Städte haben dabei sehr strenge Regulierung für die Neuzulassung von Fahrzeugen, so kann z.B. in Peking eine Person nur ein Fahrzeug anmelden oder die Anmeldung, wie in Shanghai, umgerechnet bis zu 8.000 Euro kosten und es gibt Vergabelotterien für neue Zulassungen. Die Ausnahme von NEVs von diesen Regulierungen, beziehungsweise eine deutliche Besserstellung gegenüber konventionellen Fahrzeugen, ist ein hoher Anreiz für den Kauf von NEVs. So können Kunden in Shanghai, anstatt mehrere Jahre auf die Möglichkeit, ein neues Fahrzeug zu zulassen zu warten, einfach ein BEV anmelden und gleichzeitig noch die Zulassungsgebühren sparen.

Trotz dieser Maßnahmen haben die meisten Städte ihre Ziele noch nicht erreichen können. Insbesondere ist der private Sektor noch deutlich hinter den Erwartungen zurück geblieben. 2012 wurde vom Staatsrat der „Energy Saving and New Energy Vehicle Industry Development Plan“ verabschiedet. Die chinesische Regierung verfolgt dabei das Ziel, bis 2015 500.000 NEVs und bis 2020 fünf Millionen NEVs im Fahrzeugbestand zu haben. Umgerechnet ca. 12 Milliarden Euro an Fördergeldern sollen dabei helfen, diese Ziele zu erreichen.

Die finanzielle Unterstützung für Elektrofahrzeuge wurde im September 2013 reformiert und im Februar 2014 noch einmal angepasst. Die neuen Regelungen für die Anreize, welche durch das Ministerium für Industrie und Informationstechnologie (Ministry of Industry and Information Technology of the Peoples Republic of China, MIIT), das Finanzministerium (Ministry of Finance of the Peoples Republic of China, MOF), das Wissenschafts- und Technologieministerium (Ministry of Science and Technology of the Peoples Republic of China, MoST) und die Nationale Entwicklungs- und Reformkommission (National Development and Reform Commission of the Peoples Republic of China, NDRC) getragen werden heißen zusammengefasst „Inform about the popularization and application of new energy vehicles 2013 ~ 2015“. In den folgenden zwei Jahren nach 2013 liegt der Fokus auf der Verbreitung und Nutzung von NEVs, jedoch nicht nur in den sechs Pilotstädten, sondern im speziellen in Mega-Städten oder Metropolregionen wie der Region Peking-Tianjin-Hebei, dem Yangtze-Delta (Shanghai, Hangzhou, Wuxi und Suzhou) oder dem Perfluss-Delta (Gungzhou, Shenzhen und Hongkong).

Die Demonstrations-Städte müssen einige Bedingungen erfüllen, um eine finanzielle Unterstützung zu erhalten. So muss eine Mega-Stadt zwischen 2013 und 2015 mehr als 10.000 NEVs vorweisen, andere Städte mindestens 5.000. Zudem müssen mehr als 30% nicht-lokaler Hersteller am Markt vertreten sein. So soll sichergestellt werden, dass nicht nur Kunden von regionalen Herstellern, wie es zum Beispiel BYD in Shenzhen ist, von den Förderungen profitieren können. Allerdings werden Fahrzeuge, die nicht in China produziert wurden, weiterhin von der Förderung ausgeschlossen. Auch muss die lokale Regierung

Pläne für die Beschaffung von NEVs und Bussen sowie für den Aufbau von Infrastruktur entwickeln. Städte, die diese Kriterien erfüllen, hatten die Möglichkeit, bis zum 15. Oktober 2013 ihre Pläne einzureichen.

Die finanzielle Förderung hängt bei den Fahrzeugen nicht mehr länger von der Batteriekapazität, sondern von der Reichweite von NEVs ab. Sie sind in drei Kategorien unterteilt (<150km, <250km, >250km). Es existieren auch Fördermaßnahmen bei Bussen (anhängig von der Bus-Länge) sowie für FCEV und PHEV. HEV, also Hybridfahrzeuge ohne externe Lademöglichkeit der Batterie, sind von der Förderung ausgeschlossen.

Die Summe für die Förderung wird von Jahr zu Jahr verringert. 2014 und 2015 werden die Mittel gegenüber 2013 auf 95% bzw. 90% reduziert und sollen im Jahr 2020 komplett auslaufen. Lediglich Busse erhalten über die gesamte Zeit eine konstante Förderung. Diese beläuft sich auf umgerechnet 18.200 Euro für Superkondensator- und Schnellladebusse.

Der Grund, warum China derzeit noch hinter seinen Zielen zurück bleibt, ist nach Ansicht der Experten vor allem auf die fehlende Ladeinfrastruktur zurück zu führen. Auch deshalb halten einige der Experten es für sinnvoll, weiter den öffentlichen Verkehr anstelle des privaten Verkehrs zu elektrifizieren.

Auch nannten einige Experten die Unsicherheit, inwieweit die Regulierungen beibehalten werden und Befürchtungen, dass kurzfristige Änderungen vorgenommen werden können sowie die regional spezifischen Anpassungen als weitere Gründe für die zurückhaltende Marktdurchdringung. Das macht es auch für die Hersteller schwierig, passende Produkte anzubieten. So werden interessierte Kunden eventuell abgeschreckt und greifen doch lieber wieder auf konventionelle Fahrzeuge zurück.



Abbildung 2: Feierabendverkehr an einem Wochentag in Peking

3.2 Erkenntnisse zu den Schlüsseltechnologien

Ein großer Teil der Elektrofahrzeuge, die derzeit in China entwickelt und produziert werden, kommen aus chinesisch-westlichen Joint Ventures. Um für die Kaufanreize zugelassen zu werden und um mögliche Strafzölle zu umgehen, muss mindestens eine der Schlüsselkomponenten (Batterie, Leistungselektronik oder elektrische Maschine) direkt innerhalb des Joint Ventures entwickelt und gefertigt werden.

Leistungselektronik

Die größten Herausforderungen und den bedeutendsten Aufholbedarf bei Elektrofahrzeugen sehen die Experten im Bereich der Leistungselektronik. In der Regel wird diese Komponente aktuell vom westlichen Partner in das Joint Venture eingebracht. In vielen Fällen wird, nach Aussage der Experten, die Leistungselektronik überdimensioniert. Somit wirken die Fahrzeuge sehr innovativ und leistungsfähig, auch da sehr hohe Spannungen erwartet werden (Bauteile haben zum Teil ein mögliches Spannungslevel von 1 kV). Jedoch sind diese Niveaus eher als Reserve zu verstehen, da das Verhalten der Leistungselektronik sehr komplex ist. Insbesondere bei Sicherheitsanforderungen oder im Zusammenhang mit elektromagnetischem Verhalten. Um Bauteile vor Versagen aufgrund von zu hohen Spannungen oder Strömen zu schützen, werden diese oftmals deutlich größer dimensioniert, als es eigentlich notwendig wäre. Auch ein thermisches Versagen soll auf diese Weise ausgeschlossen werden. Somit wird es aber auch deutlich schwieriger, wenn nicht unmöglich, die Leistungselektronik, in, z.B. die elektrische Maschine, zu integrieren, was wiederum zu Lasten der Packaging-Eigenschaften geht. Durch die Überdimensionierung können auch die Produktionskosten höher ausfallen, als das bei einem optimierten System der Fall wäre.

In einigen auf dem chinesischen Markt verfügbaren Fahrzeugen können aber reale Spannungsniveaus von 450V, in Spitzenlastfällen auch bis 500V, identifiziert werden. Die Experten erwarten, dass das Spannungsniveau in den nächsten Jahren weiter ansteigen wird, um effizientere Antriebsstränge möglich zu machen.

Neuartige Technologien und Materialien, wie Silizium-Carbid (SiC) sind laut Experten derzeit nicht Gegenstand der Entwicklungen. Sollten jedoch andere Märkte beginnen, SiC-Bauteile im großen Stil zu verbauen, wodurch die Preise sinken würden, werden auch chinesische Hersteller sehr schnell auf diese Bauteile umsteigen. Hier wird der Vorteil im thermischen Verhalten, welcher sich positiv auf die Anforderungen des Thermomanagements auswirkt, vordergründig genannt. Die Möglichkeit des Bidirektionalen Ladens, also das Rückspeisen der Energie aus der Batterie in das Strom-Netz, wird in naher Zukunft für chinesische Fahrzeuge keine große Rolle spielen, so die Experten. Die Anforderungen an die Leistungselektronik sowie die höhere Belastung für die Batterie sind neben dem erforderlichen Strom-Netz die genannten Hauptgründe.

Elektrische Maschinen

Einige Experten vertreten die Meinung, dass elektrische Maschinen nicht sondern anspruchsvoll sind. Nach ihrer Ansicht sind die Maschinen von chinesischen Herstellern von der gleichen Qualität wie die Maschinen von Herstellern aus Industrienationen. Dem gegenüber stehen die Einschätzungen von anderen Experten, dass die Anstrengungen, welche im Augenblick von chinesischen Herstellern unternommen werden, hauptsächlich darauf abzielen, existierende Konzepte und Technologien zu verstehen und mit ihnen umgehen zu können. So könnte es noch eine ganze Zeit dauern, bis ausreichende Kompetenzen aufgebaut sind, um Neu- und Weiterentwicklungen im großen Maßstab zu realisieren. Jedoch sind sich die Experten auch nicht sicher, ob es für die chinesische Industrie überhaupt notwendig ist, neue,

fortgeschrittene elektrische Maschinen für die Elektromobilität zu entwickeln. In diesem Zug wird der chinesischen Industrie in manchen Aussagen ein eher geringes Innovationsvermögen bescheinigt. Durch das niedrige Preisniveau auf dem chinesischen Markt sowie die große Anzahl schlecht vernetzter Hersteller, steht, mit wenigen Ausnahmen, nur ein geringes Forschungs- und Entwicklungsbudget zur Verfügung.

Jedoch müssten die elektrischen Maschinen auch nur „gut genug“ sein, um bei einer bestimmten Anwendung zum Einsatz zu kommen. Wie andere Bauteile auch, unterliegen die elektrischen Maschinen einem starken Preisdruck. Zwar befindet sich die chinesische Industrie durch die Versorgungssituation mit seltenen Erden im Vorteil gegenüber internationalen Wettbewerbern im Bereich der Permanentmagneten und somit bei permanent-erregten elektrischen Maschinen, jedoch wird dies nicht als entscheidend angesehen. Neben den Kosten gibt es weitere Kriterien, welche bei der Entwicklung und Auslegung von elektrischen Maschinen eine wichtige Rolle spielen. Laut den Experten sind die Widerstandsfähigkeit, der Komfort (genauer das NVH-Verhalten (Noise-Vibration-Harshness)) und die Leistungsfähigkeit die wichtigsten Aspekte, wobei die Leistungsfähigkeit zum Teil durch eine Überdimensionierung realisiert werden kann. Die Leistungsdichte (sowohl volumetrisch wie auch gravimetrisch), welche sich wiederum auf die Größe und das Gewicht der Maschine auswirkt, spielen eher eine untergeordnete Rolle. Die Effizienz der Maschinen spielt nach Aussage der Experten keine Rolle im Entwicklungsprozess der Fahrzeuge. Hier sollte jedoch erwähnt werden, dass bei permanent-erregten elektrischen Maschinen, wie sie in China häufig zum Einsatz kommen, die Leistungsdichte und die Effizienz im Vergleich zu anderen Konzepten schon sehr gut ist.

Durch eine künstliche Verknappung beim Export von seltenen Erden könnte China Druck auf die konkurrierenden Industrienationen ausüben. Die Experten würden aufgrund der Weiterentwicklung von fremd-erregten Maschinen sowie der Erforschung von Substitutionsmaterialien hierdurch jedoch keinen allzu großen Effekt erwarten. Wegen der Situation in China, welche eine Verfügbarkeit von seltenen Erden weitestgehend sicherstellt, erwarten die befragten Experten keine großen Aktivitäten, weg von permanent-erregten Maschinen hin zu alternativen Konzepten wie Asynchronmaschinen, auch wenn diese in einigen Fahrzeugen eingesetzt werden.

Leichtbau

Nach Aussage der Experten spielt Leichtbau in der Chinesischen Automobilindustrie keine große Rolle. Insbesondere werden keine großen Aktivitäten im Bereich von Faserverbundwerkstoffen erwartet.

Fahrzeugkonzepte

Das uneinheitlichste und widersprüchlichste Meinungsbild zeigte sich auf die Frage nach dem richtigen Fahrzeugkonzept für den chinesischen Markt.

Die Einschätzungen nach einem beobachtbaren Trend bei der Größe von Fahrzeugen gehen weit auseinander. Einige vertreten die Ansicht, dass Fahrzeuge aufgrund der angespannten Verkehrssituation in Zukunft eher kleiner werden. Das wird durch die Tatsache unterlegt, dass ein Verkehr zwischen den Metropolregionen, verglichen mit westlichen Ländern, nur sehr schwach existiert. Da Fahrzeuge aber auch als Statussymbol gelten und allen Anforderungen, die ein Kunde an ein Fahrzeug stellt, gerecht werden müssen, gehen andere befragte Experten davon aus, dass diese auch in Zukunft weiter wachsen werden. Das wiederum geht einher mit der Tatsache, dass chinesische Kunden oftmals Langversionen der Fahrzeuge kaufen, wie sie z.B. in Europa nicht einmal angeboten werden. Einige deutsche OEMs bieten die normalen, kurzen Versionen, wie man sie von deutschen Händlern kennt, in China nicht einmal an.

Hinsichtlich des geeigneten Antriebsstrangs sind sich die interviewten Experten weitestgehend einig, dass diese in Zukunft elektrifiziert sein werden, auch, wenn man konventionelle Verbrennungsmotoren noch eine ganze Weile am Markt sehen wird. Durch die Tatsache, dass die öffentliche Ladeinfrastruktur derzeit noch nicht ausreichend ausgebaut ist, dass nur wenige Menschen einen eigenen Parkplatz haben, an dem sie laden könnten und dass ein einziges Fahrzeug allen Anforderungen des Mobilitätsverhaltens gerecht werden muss, sehen die Experten ein großes Potential bei Plug-In Hybriden in naher und mittelfristiger Zukunft. So werden Plug-In Hybride wohl in allen Segmenten angeboten, doch für die mittleren und großen Segmente werden höhere Anteile von elektrifizierten Antriebssträngen erwartet als dies in kleinen Segmenten der Fall sein wird. Aufgrund des Platzbedarfs für den zusätzlichen Verbrennungsmotor werden bei den kleineren Segmenten eher rein Batterie-elektrische Fahrzeuge erwartet.

Einige Interview-Teilnehmer brachten ihre Ansicht zum Ausdruck, dass, zumindest zu Beginn der Entwicklung, eher Fahrzeuge aus dem Luxus-Segment voll elektrifiziert werden. Ein gern genommenes Beispiel ist das Model S von Tesla. Hierbei wird argumentiert, dass Kunden, welche sich ein Elektrofahrzeug leisten können, das auch zeigen wollen. Da auch Kunden aus dem mittleren Segment schon oft einen Chauffeur haben, sollte in jedem Fall bei diesen Fahrzeugen das Platzangebot im hinteren Bereich des Fahrzeugs ausreichend ausfallen.



Abbildung 3: Elektrifiziertes Dreirad im Straßenverkehr

Durch die Richtlinien zu Kaufanreizen wird man elektrifizierte Fahrzeuge hauptsächlich in den Metropolregionen sehen, wo Kunden durch die Bevorzugung bei der Vergabe der Zulassung sowie den hohen finanziellen Unterstützungen profitieren können.

Wie schon zu Beginn erwähnt, sind neben den Autos auch sogenannte „low-speed“ oder „Nachbarschaftsfahrzeuge“, welche eine recht geringe Höchstgeschwindigkeit aufweisen, sowie Roller weit verbreitet in China. In diesem Segment sieht die chinesische Industrie ein großes Potential, diese Fahrzeuge auch global anzubieten. Die niedrigen Produktionskosten werden hierbei hauptsächlich als entscheidender Vorteil genannt. Der Hauptgrund, warum sich diese Fahrzeuge in China so großer Beliebtheit erfreuen können, ist die Tatsache, dass man keinen Führerschein benötigt. Auch sind sie in der Anschaffung und im Unterhalt recht günstig.

Generell wird die Reichweite als ein, aus Kundensicht, sehr wichtiges Kriterium eingeschätzt. Daneben gilt das Beschleunigungsverhalten, insbesondere die Elastizität bei Überholvorgängen, als wichtiger Parameter. Die absolute Höchstgeschwindigkeit sowie Sicherheit spielen nach Ansicht der Experten eine eher untergeordnete Rolle bei den generellen Anforderungen an die Fahrzeuge in China. Die ersten Kunden, welche sich für ein Elektrofahrzeug entscheiden, sind, wie man es in vielen Regionen der Welt beobachten kann, auch in China weniger kostensensibel. Allgemein sind Kosten aber ein sehr wichtiges Kriterium für chinesische Neuwagenkunden. Betriebs- und Gesamtkosten gewinnen zunehmend an Bedeutung, sind aber nach wie vor eher untergeordnet.

Bezüglich des Designs von Elektrofahrzeugen sehen die befragten Experten keinen übermäßigen Vorteil von Fahrzeugen im Purpose Design, also solchen Fahrzeugen, die sofort als Elektrofahrzeug erkennbar sind. Obwohl somit die Sichtbarkeit von EVs erhöht werden kann, werden die notwendigen Investitionen in Entwicklung und Fertigung dieser Fahrzeuge als zu hoch eingeschätzt.

Brennstoffzellenfahrzeuge sind noch weit entfernt von einer flächendeckenden Markteinführung in China, so die Experten. Der Erfolg, den diese Fahrzeuge zukünftig am Markt haben könnten, hängt demzufolge stark von der Entwicklung im Bereich der Batterie-Technologien ab.

Infrastruktur

Wie schon erwähnt, wird der verlässliche Zugang zu einer ausreichenden Infrastruktur als einer der wichtigsten Schlüssel für den Erfolg der Elektromobilität in China angesehen. Jedoch müssen hierfür noch einige Hindernisse überwunden werden.

Hierbei wird erwartet, dass es keinen positiven Business-Case für die Installation und den Betrieb einer Ladeinfrastruktur unter den gegebenen Rahmenbedingungen geben wird. Der Strom für Privathaushalte wird in China subventioniert und der Staats-eigene Netzbetreiber „State Grid Corporation of China“ dominiert den Markt und macht einen offenen Wettbewerb fast unmöglich. In der Vergangenheit wurden die Ladesäulen nach Vorgaben von oben aufgestellt und werden, aufgrund ihrer Lage oder weil sie schlicht nicht mehr funktionieren, nur sehr wenig genutzt.



Abbildung 4: Wasserstofftankstelle in Shanghai

Zudem sind die genauen Umstände, insbesondere der Zustand des Leitungsnetzes nur sehr vage bekannt. Einige Experten berichten, dass selbst in neuen Gebäuden die Qualität des Leitungsnetzes derart gering sei, dass sie skeptisch sind, ob ein ausreichendes Netz von öffentlichen Ladestationen überhaupt installiert werden könnte. Es gibt keinen Zweifel, dass dieses Netz in Metropolregionen sehr wichtig wäre, auch wenn die wichtigsten Ladepunkte jene zu Hause sind. Doch nur wenige Haushalte verfügen über eigene Parkplätze mit der Möglichkeit, Ladesäulen zu installieren. Viele der Fahrzeuge müssen am Straßenrand abgestellt werden. Leider werden oftmals die Hausverwaltungen als schwache Unterstützung für potentielle EV-Kunden, die versuchen die Möglichkeit auszuloten, eine Ladestation an einem Parkplatz aufzustellen, angesehen. Die Hausverwaltungen scheuen oftmals die mit der Installation verbundenen Kosten sowie die Auswirkungen auf das Hausstromnetz.

4 Fazit

Neben den Elektrorollern und den „Nachbarschaftsfahrzeugen“, ist die Elektromobilität in China noch in einem sehr frühen Stadium. Eine große Herausforderung ist der fehlende Bezug der chinesischen Gesellschaft zur Elektromobilität. In einigen Provinzen wurden Programme zur Beschleunigung der Entwicklung und des Markthochlaufes von der Regierung aufgesetzt. Oftmals wird hierbei die Möglichkeit, überhaupt ein Fahrzeug zulassen zu können, wenn man ein NEV kauft, als wichtigster Vorteil gegenüber konventionellen Fahrzeugen eingestuft. Mit einem großen Volumen an finanziellen Kaufanreizen versucht die chinesische Regierung bis 2020 fünf Millionen NEVs auf die Straße zu bringen. In Metropolregionen wie Peking ist die Luftverschmutzung einer der Treiber für die Elektromobilität, auch wenn die positiven Effekte oftmals in Frage gestellt werden. Übergeordnet verfolgt die chinesische Regierung durch die Elektromobilität das Ziel, die erforderliche Menge an Rohölimporten zu reduzieren.

Wie in anderen Weltregionen wird die Installation einer in der Fläche ausreichend ausgebauten Ladeinfrastruktur als einer der Hauptherausforderungen für China angesehen. Deshalb wird vor allem der Plug-In Hybrid als eines der wichtigsten Konzepte für die kurz- bis mittelfristige Zukunft eingestuft.

In der Regel müssen Fahrzeuge für den chinesischen Markt in China produziert werden. Deshalb haben viele westliche OEMs Joint Ventures mit chinesischen Herstellern gebildet. Somit wird sichergestellt, dass zumindest Teile der EV-Technologien in China von chinesischen Unternehmen entwickelt und gefertigt werden, was der chinesischen Industrie helfen soll international attraktiv und wettbewerbsfähig zu sein.

Batterien aus chinesischer Produktion wird schon jetzt eine hohe Qualität bescheinigt und bei elektrischen Maschinen geht man davon aus, dass diese in naher Zukunft international konkurrenzfähig sein werden. So bleiben einige Herausforderungen im Bereich der Leistungselektronik, zumindest bezüglich innovativer Technologien, Komponenten und Lösungen.

Generell sieht sich China mit ähnlichen Herausforderungen und Hindernissen wie andere Regionen in dieser Welt bei der Einführung der Elektromobilität konfrontiert. Diese sind zum Beispiel Kosten, Reichweiten, Komfort, Sicherheitsbedenken, Komplikationen mit Batterien und eine nicht ausreichende Ladeinfrastruktur.

Schlussendlich erwarten alle befragten Experten, dass das Ziel der chinesischen Regierung, fünf Millionen Fahrzeuge, die von einer gestärkten chinesischen Automobilindustrie produziert werden, auf die Straße zu bringen, zwar erreicht wird, jedoch sehr ambitioniert ist und vollständig von den Rahmenbedingungen abhängt.

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