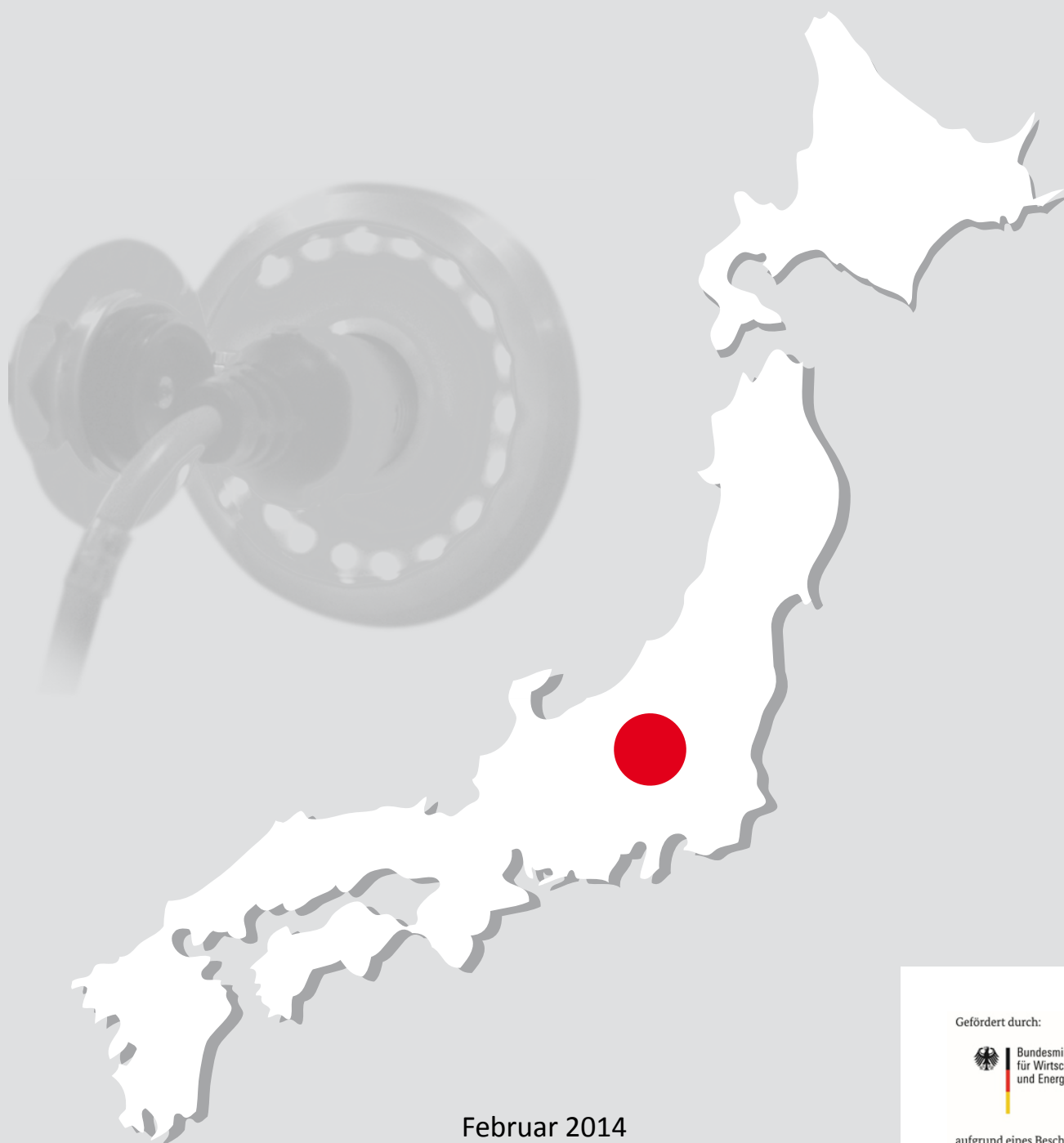


Trendbericht Elektromobilität in Japan



Februar 2014

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Impressum

Autoren:

VDI/VDE-IT:

Dr. Frauke Bierau
Dr. Beate Müller
Dr. Gereon Meyer

VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Steinplatz 1
10623 Berlin

AHK Japan:

Bastian Lidzba
Marcus Schürmann

Deutsche Industrie-
und Handelskammer in Japan
Sanbancho KS 5F,
2-4 Sanbancho, Chiyoda-ku
102-0075 Tokyo

Layout:

VDI/VDE-IT, Anita Theel

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Haftungsausschluss:

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Herausgebers. Sämtliche Inhalte wurden mit größtmöglicher Sorgfalt und nach bestem Wissen erstellt. Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Aktualität, Richtigkeit, Vollständigkeit oder Qualität der bereitgestellten Informationen.

Für Schäden materieller oder immaterieller Art, die durch die Nutzung oder Nichtnutzung der dargebotenen Informationen unmittelbar oder mittelbar verursacht werden, haftet der Herausgeber nicht, sofern ihm nicht nachweislich vorsätzliches oder grob fahrlässiges Verschulden zur Last gelegt werden kann.

Nachdruck und Fotokopien, auch teilweise, sind unter genauer Angabe der Quelle und mit Hinweis auf erstens die herausgebende AHK und zweitens die Förderung durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) gestattet.

Stand:

Februar 2014

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
1 Zielmarkt Japan im globalen Kontext	5
1.1 Länderprofil	5
1.2 Politisches System und Wirtschaft	5
1.3 Japans Rolle auf dem globalen Markt	7
1.3.1 Binnenwirtschaft	8
1.3.2 Internationaler Markt und Außenwirtschaft	9
2 Gesellschaftliche Herausforderungen	12
2.1 Ein Querschnitt durch die japanische Bevölkerung	12
2.2 Sozialökonomische Randbedingungen	13
2.3 Einfluss der Globalisierung	15
2.4 Energiewende in Japan	18
2.5 Mobilität in Japan	21
2.6 Voraussetzungen für Elektromobilität in Japan	23
3 Innovationsfelder der Elektromobilität	26
3.1 Elektromobilitätssystem: Ineinandergreifen von Automobiltechnik, IKT,	26
Energiewende und Netzausbau	26
3.2 Japanischer Elektromobilitätsmarkt: Aktueller Status	29
3.3 Stand der Technologieentwicklungen in Japan und japanischen Unternehmen	35
3.3.1 Energiespeicherung und Batterietechnologien	35
3.3.2 Antriebstechnologien	40
3.3.3 Systemintegration ins Fahrzeug	43
3.3.4 Demonstrationsprojekte	45
3.3.5 Integration ins Versorgungsnetz	47
3.3.6 Integration in das Verkehrssystem	50
3.3.7 Recycling	52
3.4 Markt- und Wertschöpfungsstrukturen in Japan	54
3.4.1 Automobilindustrie	54
3.4.2 Energieversorger	64
3.4.3 IKT, Halbleiterindustrie und Elektronik	67
3.4.4 Batteriehersteller	69
3.5 Einführung von innovativen Technologien und Standardisierung	72
3.5.1 Smart Community	72
3.5.2 Ladeinfrastruktur und Netzausbau	74
3.5.3 Technologien zur Fahrzeugintegration ins Netz	77
3.5.4 Energiespeicher- und Transportsystem	78
3.5.5 Internationale Standardisierung	81
4 Förderung von Elektromobilität	87
4.1 Regulatorische Rahmenbedingungen in Japan	87
4.1.1 CO ₂ -Emissions-Richtlinien und Kraftstoffverbrauch	87
4.1.2 Relevante Institutionen und Behörden	88
4.2 Förderstrategien und Incentivierung in Japan	89
4.2.1 Forschung & Entwicklung	90
4.2.2 Anschaffung und staatliche Förderung	91
4.2.3 Infrastrukturaufbau	92
4.3 Fördermittelgeber, Forschungseinrichtungen & Industrieplattformen	93
5 Rahmenbedingungen für Unternehmen in Japan	97
5.1 Wettbewerbsrecht	97
5.2 Markteintritt für ausländische Unternehmen	97
5.3 Arbeitsmarkt in Japan: Rekrutierung von Mitarbeitern	98

5.4	Steuersystem in Japan	100
5.4.1	Steuererklärung	102
5.4.2	Verbrauchssteuer (Mehrwertsteuer)	103
5.4.3	Einkommenssteuer (Personal Tax)	103
6	Marktchancen für deutsche Unternehmen	105
6.1	Markt- und Absatzpotenziale	105
6.2	Marktbarrieren und Anforderungen	107
6.3	Fazit und Handlungsoptionen	108
7	Abkürzungsverzeichnis: Glossar	112
8	Literaturverzeichnis	115
9	Abbildungsverzeichnis	123

Zusammenfassung

Japan gilt als Pionier und als weltweit fortschrittlichster Markt für Elektromobilität. Das betrifft die Forschung und Entwicklung im Bereich der Batterien ebenso wie die Produktion und die Markteinführung von Elektro- und Plug-In-Hybridfahrzeugen. So wurde der allererste Lithium-Ionenakkumulator im Jahr 1991 von einem japanischen Unternehmen, der Firma Sony, auf den Markt gebracht. Heute sind japanische Hersteller wie Panasonic, Sanyo, GS Yuasa, Toshiba und NEC Marktführer bei Energiespeichern für den Einsatz in Plug-In-Hybrid- und Elektrofahrzeugen. Mit dem Prius gelang Toyota 1997 erstmals die Markteinführung eines Hybridfahrzeuges in nennenswerter Stückzahl. Heute führen alle namhaften japanischen Automobilhersteller elektrifizierte Fahrzeuge im Programm. Die Produktpalette reicht dabei von rein batteriebetriebenen Elektrofahrzeugen wie dem Mitsubishi i-MiEV, dem Nissan LEAF, dem Honda Fit EV und dem Toyota REV4 EV bis zu Plug-In-Hybridfahrzeugen wie dem Honda Accord PHEV und Toyota Prius Plug-In Hybrid. Die Einbindung der Elektromobilität in die Energieversorgung und das Verkehrssystem wird in Japan in zahlreichen Feldtests und Demonstrationsvorhaben erprobt. Im Jahr 2012 wurden in dem Land schon mehr als 22.000 Plug-In-Hybrid- und Elektrofahrzeuge verkauft. Damit steht Japan in Bezug auf die Absatzzahlen weltweit an zweiter Stelle hinter den USA.

Die Gründe für diesen Erfolg sind vielfältig: Angesichts des Schwindens der Vorräte an fossilen Energieträgern und der Abhängigkeit des Transportwesens vom Öl hat Japan als Land ohne nennenswerte eigene Ressourcen schon frühzeitig nach Möglichkeiten der Energieeinsparung und der Nutzung nicht-fossiler Energiequellen Ausschau gehalten und die Entwicklung und Markteinführung von Hybrid- und Elektrofahrzeugen vorangetrieben. Einen wichtigen Anreiz dafür stellten die an ambitionierten Zielen ausgerichteten Förderprogramme der japanischen Regierung für die Entwicklung leistungsfähiger und erschwinglicher Fahrzeugbatterien dar. Diese stießen bei der japanischen Industrie, die schon im Bereich der Unterhaltungselektronik erfolgreich war, auf einen geeigneten Nährboden. Heutzutage lassen Kaufanreize, die Verfügbarkeit von öffentlich zugänglichen (Schnell-)Ladestationen sowie das Angebot eines sehr gut ausgebauten Netzes von Hochgeschwindigkeitszügen für den Fernverkehr die Nachteile von Elektrofahrzeugen, wie den hohen Anschaffungspreis oder die geringe Reichweite, in Japan als geringere Barrieren erscheinen. Das ausgeprägte Umweltbewusstsein und die hohe Technikaffinität eines Großteils der japanischen Bevölkerung wirken zusätzlich als Faktoren, die die Akzeptanz der Elektromobilität in Japan erhöhen.

Anders als in Deutschland liegt das Einsatzgebiet von privat genutzten Elektrofahrzeugen in Japan dabei weniger in den Großstädten, wo kaum Parkflächen vorhanden sind, sondern eher im ländlichen Raum und bei Berufspendlern, die damit die Anbindung an die Bahnverbindungen herstellen. In Firmenflotten hingegen kommen Elektrofahrzeuge in Japan gerade auch in den Städten zum Einsatz, weil sie aufgrund geringer Geräusch- und Schadstoffemissionen als umweltfreundlicher und daher kompatibler mit den Lebensumständen in Verdichtungsräumen gelten.

Infolge des Erdbebens und des Tsunamis sowie des Reaktorunglücks im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi im März 2011 strebt Japan – auch wenn die Ausrichtung der Energiepolitik nicht abschließend geklärt ist – einen verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien verbunden mit einer noch weiteren Verbesserung im Bereich von Energieeffizienz an. Damit gewinnt die Elektromobilität zusätzlich an Bedeutung: Die Batterien von Plug-In-Hybrid- und Elektrofahrzeugen können eine wichtige Rolle als Zwischenspeicher für lokal erzeugten Strom aus erneuerbaren Energiequellen wie Wind und Sonne spielen und so einen Beitrag zur Netzstabilisierung und zur Überbrückung von Stromausfällen leisten. Elektrofahrzeuge sind daher ein integraler Bestandteil des Smart Community-Konzepts für die dezentrale Stromversorgung, welches die japanische Regierung derzeit stark propagiert. Elektromobilität stellt in diesem Zusammenhang aus japanischer Sicht ein ganzheitliches System dar, in dem die relevanten Akteure aus der Automobilindustrie, der Elektronik- und Softwarebranche sowie aus den Reihen der Batteriehersteller und Energieversorger über eine IT-Struktur miteinander vernetzt sind.

Vor dem Hintergrund dieser günstigen Voraussetzungen ist damit zu rechnen, dass der Markt für Elektromobilität in Japan in den kommenden Jahren weiter und überdurchschnittlich stark wachsen und die japanische Automobil- und Zulieferindustrie ihre hervorragende Wettbewerbsposition in diesem Technologiefeld auch weltweit weiter ausbauen wird. Zudem ist es wahrscheinlich, dass das Thema Elektromobilität in Japan mittelfristig mit anderen Zukunftskonzepten wie der Smart Community oder der Vernetzung und Automatisierung von Fahrzeugen verschmilzt und so zu neuen Produktklassen führt.

Für Unternehmen aus Deutschland verbinden sich mit diesen Trends aussichtsreiche Perspektiven für den Aufbau von Kooperationen und Handelsbeziehungen mit japanischen Unternehmen innerhalb und auch außerhalb Japans - insbesondere dort, wo beide Seiten über komplementäres Knowhow im Bereich der Elektromobilität verfügen. Das trifft in Deutschland künftig möglicherweise für innovative, energieeffiziente und kompakte Elektrofahrzeuge und zum Teil auch für bestimmte Bauteile wie leistungselektronische Komponenten, Steuer- und Regelungstechniken, modulare Antriebe und Leichtbaukomponenten zu. Insbesondere das Knowhow deutscher Unternehmen im Bereich der Systemintegration, wie Lösungen für die elektrische und elektronische Architektur und Energie- und Thermomanagementsysteme, eignet sich zum Export, ebenso wie Produktionsmaschinen. Mittelfristig werden Software- und Hardwareprodukte aus den Bereichen der intelligenten Netzsteuerung sowie der Fahrassistenzsysteme und der Fahrzeugkommunikation hinzutreten – alles Felder, in denen hierzulande ein erhebliches Knowhow auf Weltklassenniveau besteht, und zwar nicht nur bei Tier-1 Zulieferern, sondern gerade auch bei kleinen und mittelständischen Spezialisten.

Unternehmen aus Deutschland werden diese großen Chancen sorgfältig gegen die Herausforderungen eines Engagements in Japan abwägen müssen. Schließlich sind Japan und Deutschland im Automobilsektor auch Konkurrenten. Bei Kooperationen muss daher das Risiko eines eventuellen Abflusses von technologischem und strategischem Knowhow abgewendet bzw. gegenüber den Vorteilen einer Kooperation

sorgfältig geprüft werden. In der Zusammenarbeit mit japanischen Unternehmen als Kooperations- und Handelspartnern kommen erschwerend noch sprachliche und kulturelle Unterschiede hinzu. Die größte Hürde für die direkte Einbindung deutscher Unternehmen in die Wertschöpfungsketten der japanischen Industrie stellen jedoch die netzwerkartig organisierten und traditionell von außen wenig zugänglichen Zulieferstrukturen der Konzerne in Japan dar. Da die zunehmende und nachhaltige Globalisierung der japanischen Wirtschaft auch die Elektromobilität betrifft, sind Kooperationspartner möglicherweise leichter bei japanischen Firmen an Standorten außerhalb Japans zu finden. Schon heute beobachten deutsche Unternehmen verstärkt, dass höhere Umsatzpotenziale mit japanischen Unternehmen auf Drittmärkten bestehen, als in Japan selbst.

In dem vorliegenden Trendbericht „Elektromobilität in Japan“ nimmt die VDI/VDE Innovation + Technik GmbH in Zusammenarbeit mit der Deutschen Industrie- und Handelskammer in Japan eine sorgfältige und umfassende Analyse des Standes von Technologieentwicklung, Standardisierung und Marktentwicklung bei der Elektromobilität sowie bei der Schaffung der Ladeinfrastruktur in Japan vor. Ein besonderes Augenmerk gilt den Markt- und Wertschöpfungsstrukturen sowie den öffentlichen Förderstrategien. In Abwägung von Potenzialen und Herausforderungen werden konkrete Handlungsempfehlungen für Unternehmen aus Deutschland gegeben, die Interesse an einem Markteinstieg im Bereich der Elektromobilität in Japan haben. Zudem werden Vorschläge für die Verbesserung der Rahmenbedingungen dafür unterbreitet. Die Zielgruppe schließt ausdrücklich kleine und mittelständische Unternehmen ein.

Die Erstellung dieses Trendberichts wurde im Rahmen des Vorhabens „EMOGlobal“ durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert (FKZ: 01MX13004).

1 Zielmarkt Japan im globalen Kontext

In diesem Kapitel wird als erstes Japan im Länderprofil vorgestellt. Dies betrifft geographische Gegebenheiten und die politische Aufteilung. Das politische und wirtschaftliche System und seine historische Entwicklung werden in Kap. 1.2 beschrieben. Dabei wird besonderes Augenmerk auf die Keiretsu-Struktur gelegt, welche als traditionelle, quasi informelle Geschäftspraxis einen großen Einfluss auf das Wirtschaftsgeschehen hat. In Kap. 1.3 schließlich wird Japans Rolle auf dem inneren wie dem globalen Markt analysiert, der von zunehmender Wichtigkeit für das Land ist.

1.1 Länderprofil

Japan ist eine dem asiatischen Kontinent im Osten vorgelagerte Inselkette, bestehend aus den vier Hauptinseln Honshu (mit der Hauptstadt Tokio), Kyushu im Süden, Shikoku sowie der nördlichsten Insel Hokkaido. Hinzu kommen etwa 6.000 kleinere Inseln. Der japanische Archipel ist umgeben vom Nordpazifik. Die Entfernung zu China beträgt rund 820 km (Nagasaki - Shanghai). Bis nach Sibirien (Sapporo - Yuzhno Sakhalinsk) müssen rund 440 km und nach Südkorea (Fukuoka - Busan) 215 km zurückgelegt werden. Diese Topographie prägte die sehr eigenständige Entwicklung der japanischen Kultur und beeinflusste die wirtschaftliche Entwicklung.

Tektonisch betrachtet stellt Japan wie Island den Rücken eines aus Vulkanen bestehenden Gebirgszuges dar, der durch die Subduktion der pazifischen Platte unter die Eurasische Platte entstanden ist. Durch den anhaltenden Vulkanismus gehören Erdbeben und Tsunamis zu relativ häufigen Erscheinungen in Japan. Gleichzeitig ist auf diese Weise die gebirgige Natur der Inselkette zu erklären, die lediglich auf 20% der Gesamtfläche von 377.800 km² Landwirtschaft beziehungsweise Städtebau erlaubt. Auf 2% der Fläche, im Großraum Osaka (Kinki-Region) und im Großraum Tokio (Kanto-Region), konzentrieren sich 50% der 128 Mio. Menschen umfassenden Bevölkerung. Japan ist in acht Regionen und 47 Präfekturen untergliedert. Das Land ist, ähnlich wie Frankreich, zentralstaatlich organisiert. Politisches und wirtschaftliches Zentrum ist Tokio, das mit 36 Mio. Einwohnern die größte Metropolregion der Welt ist.

Im März 2011 wurde Japan von dem stärksten Erdbeben seit Aufzeichnungsbeginn getroffen. Der nachfolgende Tsunami richtete große Schäden in den Präfekturen Chiba, Ibaragi, Iwate Miyagi und Fukushima an, insbesondere des Atomkraftwerks Fukushima-Daiichi. Die Katastrophe kostete Tausende von Menschen das Leben und beeinträchtigte die Wirtschaft des gesamten Landes, auch wurde teilweise die Infrastruktur und Energieversorgung lahmgelegt. Seit diesem Zeitpunkt steht Japan vor tiefgreifenden Fragestellungen und Herausforderungen hinsichtlich einer neuen Energiepolitik.

1.2 Politisches System und Wirtschaft

Seit Inkrafttreten der Verfassung am 3. Mai 1947 ist Japan eine zentralistisch organisierte, parlamentarische Monarchie. Der japanische Kaiser (Tenno) repräsentiert als Monarch das japanische Volk im In- und Ausland. Er ist Symbol der nationalen Einheit. Die Souveränität liegt im japanischen Volk begründet. Die Legislative besteht

aus einem Zweikammerparlament mit Ober- und Unterhaus, ähnlich dem britischen Modell. Die stärkste Partei des Unterhauses stellt durch Wahl das Kabinett und den Premierminister. Diese bilden die exekutive Gewalt. An der Spitze der Judikative steht der Oberste Gerichtshof.

Die japanische Politik wurde mit kurzer Unterbrechung in den 1990er Jahren durchgehend durch die Liberaldemokratische Partei (LDP) geprägt, die 50 Jahre lang den Ministerpräsidenten gestellt hatte. Ab 2009 regierte für drei Jahre die Demokratische Partei (DPJ), und seit 2012 stellt die Liberaldemokratische Partei wieder die Regierung mit dem amtierenden Premierminister Shinzo Abe, welcher das Amt zum zweiten Mal bekleidet. Unter der starken Verflechtung von Politik und Administration in Japan leidet die politische Handlungsfähigkeit. Reformen werden oft nur eingeschränkt vorangetrieben, und ihre Durchsetzung wird durch die in den letzten Jahren oft kurzen Amtszeiten der japanischen Ministerpräsidenten zusätzlich erschwert. Shinzo Abe erfreut sich aber derzeit einer sehr hohen Beliebtheit, und nach Einschätzung von Experten sieht Japan seit langer Zeit wieder einer stabilen Regierungsperiode entgegen.

Die japanische Wirtschaftslandschaft unterliegt einem Dualismus zwischen ausgeprägten Unternehmensnetzwerken (Keiretsu), die meist auch international tätig sind, sowie kleinen und mittelständischen Unternehmen. Das japanische Wirtschaftssystem ist deshalb bekannt als Keiretsu-System. Es hat seine Wurzeln im 17. Jahrhundert (Twomey, 2009). Im Jahre 1866 im Zuge der Meiji Restauration, als sich weltweit die industrielle Revolution vollzog, wurden sogenannte Zaibatsu gegründet. Ein Zaibatsu, was sich mit "Vermögender Clan" übersetzen lässt, hat die Bedeutung eines Konglomerats. Die Ursprünge von Zaibatsus waren oftmals kleine Familienunternehmen, spezialisiert auf bestimmte wirtschaftliche Zweige. Als die japanische Wirtschaft wuchs, weiteten sich die Zaibatsu zu Beteiligungsgesellschaften (Holdings) aus. Nach dem Zweiten Weltkrieg wurde die japanische Verfassung neu geschrieben. Die Alliierten verboten die Wirtschaftsform der Zaibatsu aufgrund ihrer undemokratischen Monopolstruktur sowie bestehender Korruptions- und Bestechlichkeitsvorwürfe gegen Politiker, die den Zaibatsu im Gegenzug für Verträge auf politischem Wege entgegenkamen. Außerdem galt das Preissystem der Zaibatsu Holdings als ausbeuterisch gegenüber Geringverdienenden. Im Wiederaufbau der kriegsgeschädigten japanischen Wirtschaft reorganisierten die Zaibatsu sich schließlich als Keiretsu. Der Begriff "Keiretsu" bedeutet im Deutschen so viel wie "Reihe" oder "Linie".

Keiretsu sichern den weltweiten Güterverkehr ihnen zugehöriger Unternehmen und erschließen neue Märkte für ihre Mitgliedsunternehmen. Die Keiretsu leisten Unterstützung bei der Niederlassung von Tochtergesellschaften im Ausland und kümmern sich um das Vertragsgeschäft mit internationalen Unternehmen, um eine Versorgung der japanischen Industrie mit den notwendigen Rohstoffen und Wirtschaftsgütern zu sichern. Wie in den alten Zaibatsu sind auch in den Keiretsu die Organisationsstrukturen so aufgebaut, dass mehrere zusammengehörige Unternehmen um eine Bank herum gruppiert sind. Diese Banken haben die höchste Kontrollgewalt über alle Mitgliedsorganisationen in den Keiretsus inne und kontrollieren sämtliche finanziellen Transaktionen. Für gewöhnlich besitzt die jeweilige Bank einen Teil des Kapitals ihrer

Keiretsu-Mitglieder, und andersherum besitzen die Unternehmen einen Teil des Bankkapitals. Außerdem halten auch die Mitgliedsunternehmen gegenseitig Aktien, so dass Investoren von außen geringe Chancen auf den Erwerb großer Unternehmensanteile haben. In einem Keiretsu wird so ein weitverschachteltes Beziehungsgeflecht mit gegenseitigen Abhängigkeiten geschaffen. Diese Verflechtung gestattet den Banken die Aufsicht über die Finanz- und Verleihgeschäfte eines Unternehmens und seiner Kunden und versetzt sie in die Lage, bei Problemen helfend einzugreifen.

Wo vormals in den Zaibatsu die Gründungsfamilien in den Schlüsselpositionen saßen, haben in den Keiretsu die Aktionäre die Kontrollfunktionen inne. Das vernetzte Gefüge schützt die Mitgliedsunternehmen vor Fremdübernahmen durch Firmen außerhalb des Keiretsu und führt gleichfalls zu einem verringerten Wettbewerb innerhalb des Keiretsu. Neue Mitarbeiter werden meist aus anderen Unternehmen im Keiretsu rekrutiert, und auch der Aufsichtsrat ist in den meisten Fällen aus Mitgliedern des Keiretsu zusammengesetzt. Alle Unternehmen müssen die Nachhaltigkeit ihrer Geschäftstätigkeiten innerhalb des Keiretsu gewährleisten. In diesem System ist es möglich, durch kostengünstige gegenseitige Beauftragungen oder Lieferungen eine Erhöhung der Effizienz in den Zulieferketten zu erreichen. Ein Beispiel dafür ist das Just-in-Time-Prinzip in der Automobilindustrie. Auch die erhöhte Transparenz von Transaktionen und Investitionen zwischen Kunden (OEM), Zulieferern und Mitarbeitern durch das gegenseitige Teilen von Informationen und Rechten an geistigem Eigentum trägt zu einer gesteigerten Effizienz bei.

Durch die Begrenzung des Wettbewerbs innerhalb der Keiretsu besteht die Gefahr der Unwirtschaftlichkeit und Ineffizienz einzelner Unternehmen. Da ihre Finanzierung durch das Keiretsu-Kartell weitgehend gesichert ist, könnten Mitgliedsunternehmen dazu verführt werden, sich übermäßig zu verschulden oder sich an zu risikoreichen Projekten zu beteiligen. Durch die in Keiretsu praktizierte Abschottung nach außen und die starke interne Vernetzung gelten Keiretsu gemeinhin als zu träge, um sich zeitnah an die Nachfragen des internationalen Marktes anpassen zu können. Aufgrund des Drucks durch die Finanzkrisen der vergangenen Jahre sehen sich die Keiretsu zunehmend gezwungen, Umstrukturierungen durchzuführen und sich dem Ausland weiter zu öffnen.

1.3 Japans Rolle auf dem globalen Markt

Japan konnte sich aufgrund seiner starken und stabilen Wirtschaft über 40 Jahre lang als zweitgrößte Volkswirtschaft weltweit behaupten. Allerdings leidet Japan seit Ende der 1990er Jahre unter einem Verlust der globalen Wettbewerbsfähigkeit. Neben der Isolation der japanischen Wirtschaft gegenüber anderen ökonomischen Systemen und den gesellschaftlichen Veränderungen der vergangenen Jahre gelten als ursächliche Faktoren dafür die nachteiligen Effekte des abgeschlossenen Keiretsu-Systems. Auch jetzt hat Premierminister Shinzo Abe die Stärkung der nationalen Wirtschaft zur obersten Priorität erklärt. Als Ergebnis steht Japan im Jahr 2013 trotz Weltwirtschaftskrise und Katastrophe in Fukushima wirtschaftlich an dritter Stelle weltweit, nach den USA und China.

Aufgrund der national gut funktionierenden Industriekooperation und hohen Arbeitsmoral der Japaner, zusammen mit der Beherrschung von Hochtechnologien setzt Japan unverändert weltweit Maßstäbe und gehört zu den führenden Ländern in wichtigen Zukunftssektoren wie der Robotik, dem Automobilbau, dem medizinischen Bereich sowie in der Elektromobilität. Die Ressourcenarmut als Inselstaat wirkt gleichzeitig als Antrieb für die Entwicklung neuer Technologien und bringt Japan in die Rolle der Pioniere in vielen modernen Technologiebereichen. Insgesamt betrachtet erlebt die japanische Wirtschaft seit Beginn des Jahrtausends einen leichten Aufwärtstrend. Zudem besitzt Japan eine sehr gut entwickelte Infrastruktur, gut ausgebildete Arbeitskräfte und Bürger mit hoher Kaufkraft. Die hohe Innovationsfähigkeit der japanischen Industrie und die Stärke des japanischen produzierenden Sektors gewährleisten, dass das Land weiterhin eine globale Spitzenposition einnimmt. Japanische Produkte sind bekannt für ihre hohe Qualität. Zurzeit kommen die weltweit größten und technologisch fortschrittlichsten Hersteller von motorisierten Fahrzeugen, elektronischem Equipment, Maschinenteilen, Stahl und eisenfreien Metallen, Schiffen, Chemikalien und verarbeiteten Lebensmitteln aus Japan. Ein wichtiges Standbein Japans ist der Automobil- und Transportsektor. Die japanische Automobilindustrie ist eine der bedeutendsten und größten Industrien der Welt. Seit den 1960er Jahren befindet sich Japan ständig unter den Top 3 der Länder mit den größten Produktionszahlen von Automobilen.

1.3.1 Binnenwirtschaft

Japan befindet sich in einer angespannten wirtschaftlichen Lage. Nachdem das Land seit der Jahrtausendwende wieder ein leichtes aber stabiles Wirtschaftswachstum erreichte, schrumpfte die Wirtschaftsleistung nach dem Ausbruch der Weltfinanzkrise dramatisch. Dies spiegelt sich an der Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts (Abbildung 1). Das Fiskaljahr 2010 brachte zwar Linderung, doch trug die Wirtschaft Japans durch das Dreifach-Desaster Erdbeben/Tsunami/Nuklearkatastrophe im Frühjahr 2011 erneut schwere Schäden davon. Die japanische Wirtschaft schrumpfte im Fiskaljahr 2011 insgesamt leicht. Unter anderem durch Investitionen in den Wiederaufbau konnte die japanische Wirtschaft 2012 zwar wieder wachsen, allerdings blieb der Zuwachs hinter den Voraussagen von Beobachtern zurück. Das Investitionsklima in Japan entwickelte sich in der ersten Hälfte des Jahres 2013 zum ersten Mal seit 2011 wieder positiv. Ein Grund für die gute Stimmung liegt sicher in den Maßnahmen, welche die Regierung ergriffen hat, um die Wirtschaftslage in Japan zu verbessern. Die allgemein als „Abenomics“ bekannte Wirtschaftspolitik Japans zielt darauf ab, die Wirtschaft mit radikalen geld-, fiskal- und strukturpolitischen Maßnahmen wiederzubeleben. Die Aufträge im Maschinenbau von April bis Juni stiegen 2013 erstmals wieder auf das Niveau vor der weltweiten Finanzkrise. Exportierende Unternehmen konnten durch den schwachen Yen ihre Profitabilität erhöhen und größere Investitionen tätigen. Auch der Dienstleistungssektor erweist sich als investitionsfreudiger. Im Geschäftsjahr 2013 (ab 1. April) wird ein Zuwachs der Kapitalinvestitionen um 5,5% erwartet. So sind große Unternehmen, KMU in der herstellenden Industrie sowie der Dienstleistungssektor guter Dinge, dass die japanische Wirtschaft sich im Zuge von

„Abenomics“ weiter erholen wird. Allerdings steht Japan im nächsten Jahr eine Erhöhung der Mehrwertsteuer von 5% auf 8% bevor.

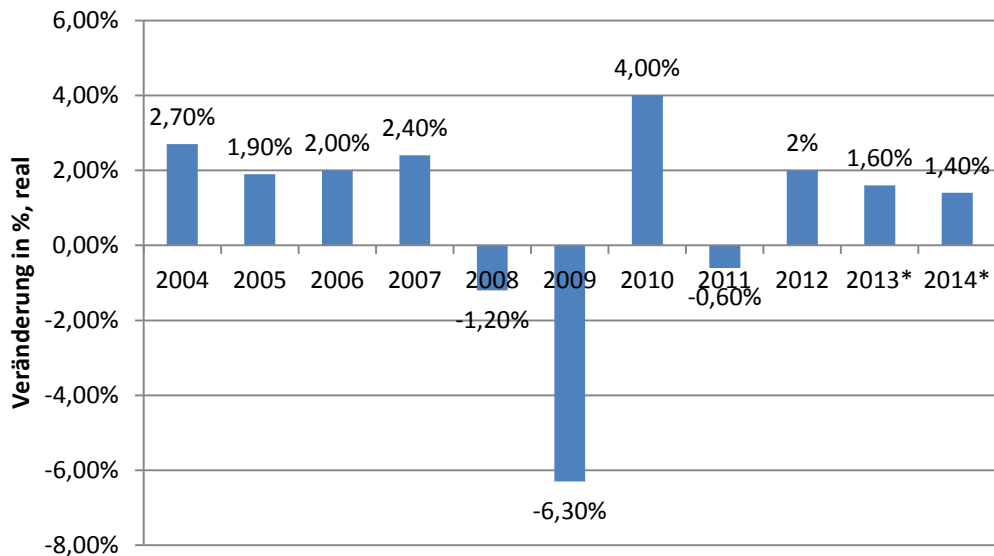


Abbildung 1: Entwicklung des japanischen Bruttoinlandsproduktes 2004 bis 2014 (GTAI, 2013); * Schätzung

Eine weitere Erhöhung von 8% auf 10% ist für 2017 geplant. Die Regierung ließ verlauten, dass die Durchführung der Steuererhöhung von den Wirtschaftszahlen abhängig sei. Die momentane wirtschaftliche Lage und die Ausrichtung der Olympischen Spiele im Jahr 2020 in Tokio lassen darauf schließen, dass die Mehrwertsteuer 2014 tatsächlich erhöht wird. Dies könnte kurzfristig zu weiteren Investitionen führen, die nach der Steuererhöhung aber wieder einbrechen könnten.

1.3.2 Internationaler Markt und Außenwirtschaft

Japan ist, wie Deutschland, von einer stark exportorientierten Wirtschaft geprägt. Die Stagnation des Binnenmarkts aufgrund der Überalterung und Schrumpfung der Gesellschaft wurde über einen Zuwachs in der Ausfuhrleistung ausgeglichen.

Insbesondere die Automobilindustrie ist ein starker Exportsektor und spielt mit knapp 20% aller Exportwaren eine wichtige Rolle für Japan. In 2009 machten Fahrzeug-Transporte 15,3% des Wertes der Gesamttransporte von Fertigungsartikeln aus (GrowthAnalysis, 2012). Japan ist dabei Nettoexporteur von Autos, d.h. es führt weit mehr Fahrzeuge aus als es importiert. Gut dreimal so groß wie der Export war in 2011 die Produktion im Ausland mit über 13 Mio. Fahrzeugen (s. Kap. 3.4.1).

Die japanische Wirtschaft wurde im Jahr 2011 von der Dreifach-Katastrophe in Fukushima und den daraus resultierenden steigenden Elektrizitätspreisen aufgrund der höheren Kohle- und Erdölimporte sowie von einem starken Yen unter Druck gesetzt. Der Yen ist im Vergleich zum Euro und zum Dollar seit 2007 stark gefallen, so dass das Land sein erstes Handelsdefizit seit 1980 verzeichnen musste. Dieser Trend setzte sich 2012 weiter fort, dort betrug das Handelsdefizit mehr als 80 Milliarden Yen (>600 Mio. Euro). Die starke Abhängigkeit von Rohstoff- und Kraftstoffimporten aufgrund der Ressourcenarmut des Inselstaats sowie die hohen Energiekosten und

durch die starke Währung hohen Produktionskosten in Japan führen dazu, dass japanische Unternehmen zunehmend ihre Produktionsstätten ins Ausland verlagerten.

China hat sich in den vergangenen Jahren zu Japans wichtigstem Außenhandelspartner entwickelt. Dabei spielt China nicht nur eine wichtige Rolle als Lieferant, sondern zunehmend auch als Absatzmarkt für japanische Produkte. Vor der Katastrophe verfolgte Japan die sogenannte "China plus one"-Strategie. Es wurde stets parallel zu einer Investition in China eine Investition in gleicher Höhe in einem anderen Land getätigt, um einer zu hohen Konzentration japanischer Investitionen in China vorzubeugen, einen gewissen Diversifizierungsgrad zu erhalten und Risiken zu senken. Diese Strategie spiegelt das tendenziell instabile Verhältnis zwischen Japan und China wider. Nach dem Erdbeben 2011 und den Folgen für die japanische Wirtschaft stellte sich im Lande die Überzeugung ein, dass es mindestens genauso riskant sei, Produktionsstätten in Japan zu betreiben wie Investitionen in China zu tätigen (RIETI, 2011). Zusammen mit der Energieknappheit durch die Abschaltung der Kernkraftwerke in Japan und den dortigen teuren Energiepreisen hat eine Reihe von Unternehmen begonnen, eine "Japan plus one"-Strategie zu entwickeln. In dieser Situation stellt sich China als erster Kandidat für ein Ausweichland dar, das sich japanischen Unternehmen für den Transfer ihrer Übersee-Produktionsanlagen anbietet. Diese "Japan plus one"-Strategie, die China in den Mittelpunkt rückt, wird sowohl von den produzierenden Gewerben als auch vom Finanz- und Dienstleistungssektor verfolgt.

Die Handelsbeziehungen mit Europa haben sich in den vergangenen zehn Jahren zunehmend verstärkt (s. Kap. 2.3). Deutschland ist dabei der wichtigste europäische Handelspartner Japans. Umgekehrt war Japan bis 2002 der wichtigste asiatische Markt für deutsche Unternehmen. Heute rangiert es an zweiter Stelle hinter China. Im März 2013 wurden Verhandlungen zum Freihandelsabkommen zwischen Japan und der EU aufgenommen. Wesentliches Ziel ist, Handel, Investitionen und Industriekooperationen zwischen der EU und Japan zu erleichtern, um so eine Stärkung der Wirtschaft auf beiden Seiten zu fördern. Wie sich die Verhandlungen entwickeln und welche Auswirkungen sie konkret auf die deutsche Wirtschaft haben, lässt sich aus heutiger Sicht nur schwer abschätzen.

Größte Rohstofflieferanten sind die USA, Australien, Saudi-Arabien und die Vereinigten Arabischen Emirate. Ein Großteil der primären Energieversorgung in Japan wird durch den Import von Rohstoffen gedeckt. So sind rund 93% der japanischen Energieproduktion importabhängig, und lediglich 2% des jährlichen Erdölbedarfs und 5% des Erdgasbedarfs in Japan werden durch eigene Ressourcen gedeckt. Kohle und Uran werden zu 100% importiert. Die Erreichung einer größeren Energieunabhängigkeit wurde, besonders seit der Öl-Krise der 70er Jahre, zu einer Priorität der japanischen Regierung. Seit dieser Krise förderte Japan bis 2011 aktiv die Energieerzeugung durch Erdgas und Nuklearenergie. Hierdurch ist Japan heute zum weltweit größten Importeur von Erdgas und zum bisher drittgrößten Produzenten von Kernenergie geworden. Sowohl bei Erdgas als auch bei Mineralöl versucht Japan, seine Rohstoffe möglichst diversifiziert zu beziehen. Hierdurch soll der Schaden beim Ausfall eines einzelnen Zulieferers minimiert werden.

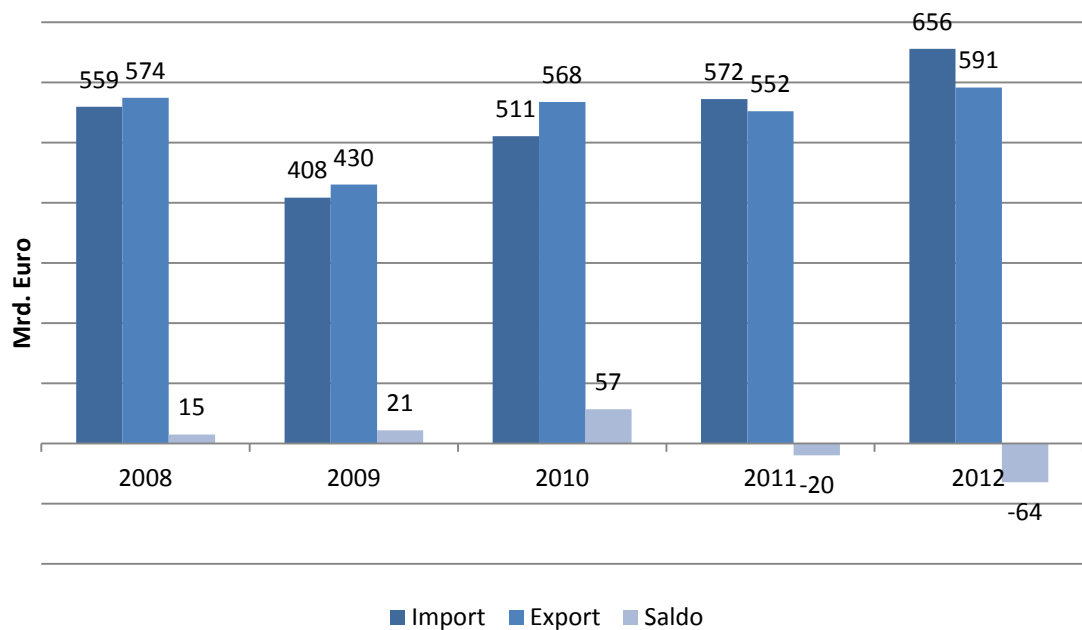


Abbildung 2: Importe und Exporte Japans 2008-2012 (Statistics Bureau, Ministry of Finance, 2011)

Bei Mineralöl ist Japan allerdings stark auf Importe aus dem Nahen Osten angewiesen, während Erdgas größtenteils aus Südostasien und Ozeanien importiert wird. Aufgrund der Abschaltung aller Atomkraftwerke nach der Katastrophe in Fukushima erhöhten sich die Importe von Erdöl und Erdgas. Dies war der Hauptgrund für den Anstieg des Gesamt-Importvolumens von Gütern im Jahr 2012 um 14,6% im Vergleich zum Vorjahr (s. Abbildung 2).

2 Gesellschaftliche Herausforderungen

Die Motivation dieses Kapitels ist es, die gesellschaftlichen Voraussetzungen zu beleuchten, die letztlich dazu führen, dass sich das System Elektromobilität in Japan bisher erfolgreich etablieren ließ. Dazu wird zunächst die japanische Bevölkerungsstruktur hinsichtlich sozialer, demographischer oder ethnischer Charakteristika umschrieben, anschließend werden die sozial-ökonomischen Randbedingungen in Japan vorgestellt. In Kap. 2.3 wird der Einfluss der Globalisierung auf die bisher eher isoliert lebende Inselbevölkerung analysiert. Nach der Dreifachkatastrophe in Japan im März 2011 wird in Japan – ähnlich wie in Deutschland – eine Energiewende beschlossen. Die Hintergründe und Folgen werden in Kap. 2.4 dargestellt. In Kap. 2.5 wird zunächst das allgemeine Mobilitätsverhalten der Japaner beschrieben, anschließend in Kap. 2.6 wird dies speziell im Hinblick auf Elektromobilität beleuchtet.

2.1 Ein Querschnitt durch die japanische Bevölkerung

Japan ist mit einer Gesamtbevölkerung von rund 127,5 Mio. Menschen im Jahr 2013 das zehntgrößte Land der Welt (Central Intelligence Agency (CIA), 2013). Allerdings ist das Bevölkerungswachstum mit einer Rate von -0,1% rückläufig. 2005 gab es erstmalig mehr Todesfälle als Geburten (AHK Japan, 2013), wobei die Geburtenrate in Japan bei 8,23/1.000 Einwohner liegt. Während in der Nachkriegszeit eine Frau im Durchschnitt 4,3 Kinder zur Welt brachte, ist die Anzahl mittlerweile auf rund 1,2 Kinder gesunken. Die Lebenserwartung zum Zeitpunkt der Geburt liegt in 2013 bei 84,19 Jahren und hat sich seit 2003 um mehr als 2 Jahre erhöht.

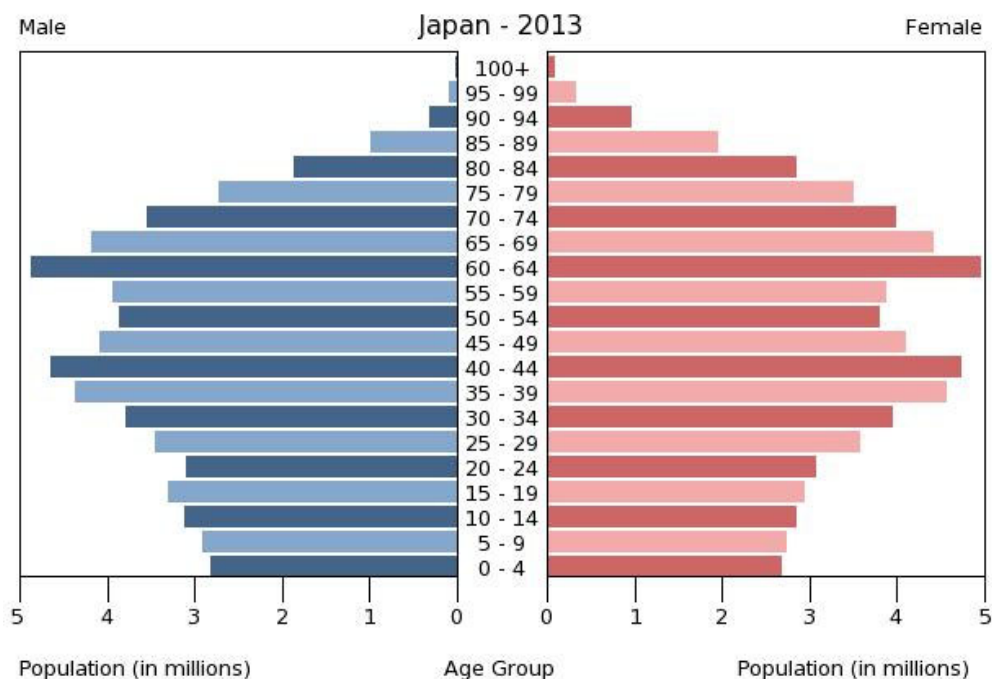


Abbildung 3: Alterspyramide der japanischen Bevölkerung in 2013 (Central Intelligence Agency (CIA), 2013)

Das Durchschnittsalter in der japanischen Bevölkerung beträgt 45,8 Jahre, wobei das von Frauen bei 47,2 Jahren und von Männern bei 44,4 Jahren liegt. In Abbildung 3 ist

die Alterspyramide der japanischen Bevölkerung nach aktuellem Stand zu sehen. Japan ist eine „vergreisende Gesellschaft“: In 20 Jahren werden rund 30 Prozent der Japaner im Rentenalter sein. Wie auch in anderen Industrieländern der Welt ist das Altern der Gesellschaft („koreika“) seit den 1970er Jahren ein Dauerthema in der öffentlichen Diskussion, auch wegen der Frage nach der Finanzierung der sozialen Sicherungssysteme. Die japanische Gesellschaft vollzieht allmählich einen Wandel hin zu mehr Singlehaushalten und kinderlosen Doppelverdiener-Haushalten („double income, no kids“). Lebten früher mehrere Generationen unter einem Dach, löst sich der Familienverbund in den letzten Jahrzehnten zunehmend auf. Die Pflege älterer Familienmitglieder wird im Bedarfsfall immer öfter von Pflegekräften außerhalb der Familie übernommen. Japan hat jedoch wie Deutschland das Problem, dass es an ausgebildeten Pflegekräften mangelt und ihre Bezahlung viel Geld kostet. Umgekehrt wird der „Silbermarkt“ auch als Chance für die Wirtschaft gesehen - so wird in Japan bereits an Möglichkeiten geforscht, Roboter in die Pflege mit einzubeziehen. Elektrische und intelligente Fahrzeuge könnten angesichts des demographischen Wandels dazu beitragen, die Mobilität der Gesellschaft auch auf Dauer zu gewährleisten.

Das Verhältnis von Japan zum Ausland ist – über 150 Jahre nach der Öffnung der Inselnation – zwiespältig und geprägt von Neugierde und Bewunderung einerseits und (ängstlicher) Ablehnung andererseits. Das spiegelt sich auch in der Zusammensetzung der japanischen Bevölkerung wieder: sie ist sehr homogen, was durch den recht geringen Ausländeranteil an der Gesamtbevölkerung zum Ausdruck kommt. Die größte Gruppe Ausländer mit 0,5% sind Koreaner, gefolgt von Chinesen mit 0,4% und anderen Nationalitäten mit zusammen 0,6%.

Japan ist eine urbane Gesellschaft, und die Stadtbevölkerung nimmt stetig zu. 2011 lebten 91,3% der Gesamtbevölkerung in Städten. In Japan konzentriert sich alles auf die Metropole Tokio, der mit rund 12,5 Millionen Einwohnern bevölkerungsreichsten und drittkleinsten Präfektur in Japan. In Tokio leben rund 5.750 Personen auf einem Quadratkilometer. Der Landesdurchschnitt liegt bei rund 340 Personen pro Quadratkilometer. Im Vergleich dazu sind es in Deutschland 230 Personen. Die Präfektur Tokio stellt das Zentrum der Kanto-Region im Osten Japans dar, in der rund ein Drittel der Gesamtbevölkerung wohnt, d.h. 42 Millionen Menschen. Zur Kanto-Region zählen auch die Präfekturen Gunma, Tochigi, Ibaraki, Saitama, Chiba und Kanagawa. Zum Vergleich leben in Nordrhein-Westfalen auf der gleichen Fläche rund 18 Millionen Menschen.

2.2 Sozialökonomische Randbedingungen

Japan zeichnet sich durch eine homogene Mittelschicht aus, in der es keine große Lücke zwischen arm und reich gibt. Die Japaner verdienen im Durchschnitt monatlich rund 1.760 Euro nach Stand von 2005 (Worldsalaries.org, 2008). Aufgeteilt nach Branchen liegen die durchschnittlichen Monatsgehälter in der fertigen Industrie bei 2.002 Euro, im Bausektor bei 1.902 Euro, im Finanzsektor bei 2.531 Euro und im Bereich Erziehung bei 2.265 Euro. Automechaniker verdienen im Schnitt 1.303 Euro, Ingenieure 1.782 Euro und Programmierer 1.405 Euro. Bei diesen Angaben sind die damaligen US-Inflationsraten, die Interbank Nominal Exchange Rate sowie die Schwankungen des Wechselkurses US-Dollar-Euro berücksichtigt. Die aktuelle Ar-

beitslosenquote liegt bei 4,4% (Central Intelligence Agency (CIA), 2013). Japan erwirtschaftete in 2012 ein Bruttoinlandsprodukt (BIP) von 4.152,68 Mrd. Euro, das Bruttonationaleinkommen (BNE) pro Kopf betrug dabei 25.555,42 Euro. Die Evolution von BNE und der Wachstumsrate des Bruttoinlandsprodukts über die Zeitspanne von 2003 bis 2012 ist in Abbildung 4 zu sehen.

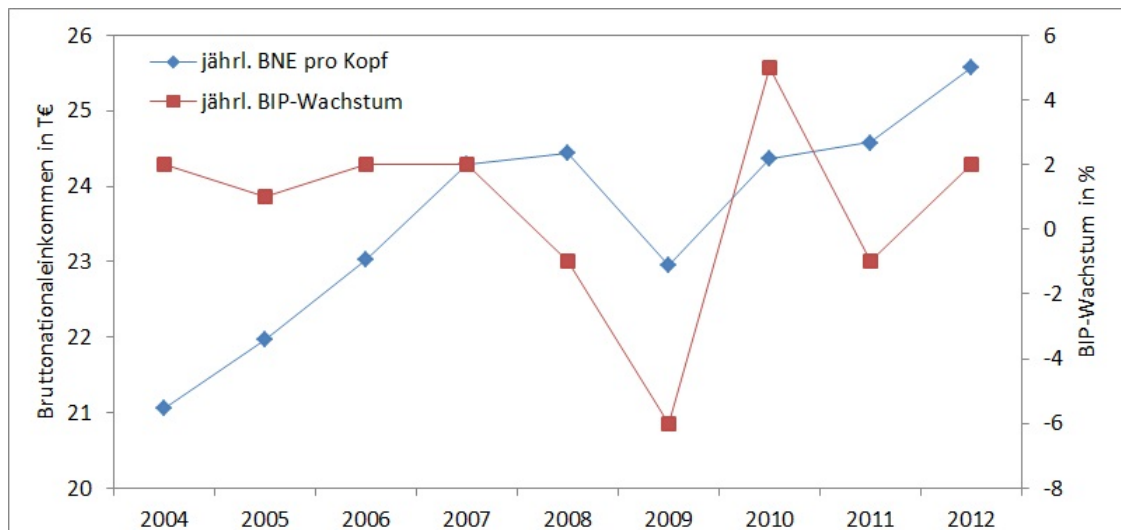


Abbildung 4: Bruttonationaleinkommen (BNE) und Wachstumsrate des Bruttoinlandsprodukts (BIP) in Japan, aus (The World Bank/Country, 2012)

Die Kluft zwischen Männern und Frauen wird jährlich im Global Gender Gap Report analysiert. In einer Auswahl von 134 Ländern wurde Japan 2009 auf Rang 75 platziert (AHK Japan, 2013). Japan ist eine Männergesellschaft, deutlicher als Deutschland, welches auf Rang 12 zu finden ist. 1985 wurde in Japan das erste Gesetz zur Gleichstellung von Männern und Frauen (Equal Employment Opportunity Law) erlassen. Dennoch erhalten japanische Frauen bis zu 20 Prozent weniger Gehalt. Dazu werden sie bei Beförderungen häufiger übergangen, so dass Frauen in Führungspositionen selten zu finden sind, sondern vielmehr häufig wenig anspruchsvolle Verwaltungsjobs ausüben. 1985 waren nur 6,6% aller Managementpositionen in Frauenhand. 20 Jahre nach dem Gleichstellungsgesetz belief sich die Zahl auf 10,1%, obgleich die rund 27 Millionen weiblichen Arbeitnehmerinnen rund die Hälfte des Arbeitsmarktes ausmachen. Vergleichsweise arbeiteten in Deutschland 25,8% der Frauen im Jahr 1985 auf Managementebene, 20 Jahre später waren es 37,3%; in anderen asiatischen Ländern wie Malaysia und Singapur schnellte die Rate im Vergleichszeitraum von knapp 10% auf über 23%. Die Gründe für den Unterschied in der Karriere von japanischen Männern und Frauen liegen unter anderem im Fehlen weiblicher Vorbilder und der starken Rollentrennung von Frauen und Männern im Alltag sowie in Diskriminierung. Hinzu kommt, dass selbst bei Fällen eindeutiger Diskriminierung nur wenige Frauen einen Prozess vor Gericht anstrengen, da die Aussichten schlecht sind, die Diskriminierung nachzuweisen und die betreffenden Firmen zur Verantwortung zu ziehen.

Großen Einfluss auf die berufliche Karriere von Japanerinnen haben auch die langen Arbeitszeiten von bis zu 15 Stunden täglich. Diese machen die Ausübung eines Berufs schlecht mit der Familie vereinbar, so dass beruflich erfolgreiche Frauen deshalb häufig darauf verzichten, eine Familie zu gründen. Kinderbetreuungsplätze gibt es

zwar schon für Kinder ab dem Säuglingsalter, jedoch nur wenige. Auch wenn sich in der aktuellen Generation der 20- und 30-jährigen Japaner die Einstellung zu Karriere ändert und der Wunsch nach Balance in Arbeits- und Privatleben größer wird, bleiben die langen Arbeitszeiten eine Hürde. Erst seit sich mit den jährlich sinkenden Geburtenraten ein Mangel an Arbeitskräften in der Zukunft abzeichnet, wächst im japanischen Bewusstsein die Bedeutung der Frauen für den Arbeitsmarkt.

Das soziale Netz in Japan ist deutlich grobmaschiger als in Deutschland. Arbeitslosengeld besteht aus zwei Dritteln des vorherigen Monatsgehalts, welches über einen Zeitraum von drei Monaten bis zu maximal 330 Tagen vom Staat gezahlt wird. Sozialhilfe gibt es nur für Personen, die nicht arbeiten können oder keinen Rentenanspruch haben. Die über Jahrzehnte gegebene Sicherheit einer Anstellung auf Lebenszeit schwindet seit den krisenbetroffenen 1990er Jahren. Schätzungen zufolge haben bereits über 40% der japanischen Arbeitnehmer keine solche Anstellung mehr inne. Als minimale Verweildauer in einem Unternehmen werden heutzutage drei Jahre betrachtet. In Japan gewinnt der Begriff „Work-Life Balance“ zunehmend an Bedeutung. In diesem Zusammenhang wachsen die Bemühungen von Japanern, bei ausländischen Unternehmen eine Anstellung zu finden, da sie sich dort eine weniger strenge Unternehmenskultur erhoffen als in japanischen Unternehmen.

2.3 Einfluss der Globalisierung

Japans Wirtschaft befindet sich in einer Phase deutlich erhöhter Internationalisierungsbestrebungen, teils massiv gestützt durch staatliche Förderung und Wirtschaftsdiplomatie. Die Gründe dafür liegen einerseits in den drängender werdenden „hausgemachten“ Problemen des Landes, wie der hohen Staatsverschuldung, dem demografischen Wandel, geringem Wachstum im heimischen Markt oder dem seit der Katastrophe im Kernkraftwerk Fukushima vom März 2011 erhöhten Bedarf an fossilen Brennstoffen. Sie liegen aber auch in der Globalisierung selbst begründet. Erhöhter Kostendruck durch Konkurrenten aus Wachstumsmärkten (Emerging Markets), die Abhängigkeit von anfälligen Lieferketten, Wettrennen um Ressourcen und neue Märkte – zunehmend wird Japan klar, dass es diversifizieren und internationalisieren muss, um wettbewerbsfähig zu bleiben.

Nach außen hin drückt sich das in einer Welle von japanischen Zusammenschlüssen (Fusionen) und Akquisitionen (M&A) im Ausland in den vergangenen zwei Jahren aus. Der Wert japanischer M&A im Ausland stieg 2011 gegenüber dem Vorjahr um satte 93 Prozent auf rund 50 Mrd. Euro, verteilt über insgesamt 424 Geschäftsabkommen. Im gleichen Jahr verzeichnete Japan zum ersten Mal seit drei Jahren wieder Wachstum bei auswärtigen Direktinvestitionen (FDI), die derzeit schneller nach Japan fließen als je zuvor (JETRO, 2013). Japan bietet ein ausgereiftes und stabiles Geschäftsumfeld, was das Land zu einem Geschäftsstandort mit großen Gewinnsteigerungsmöglichkeiten für ausländische Unternehmen mit globalen Geschäftsambitionen macht. Die japanische Industriestruktur und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sind denen in Europa und den USA ähnlich. Dies vereinfacht den ausländischen Unternehmen den Markteintritt und die Etablierung im Vergleich zu anderen asiatischen Staaten. So ist bereits eine große Zahl ausländischer Firmen erfolgreich auf dem japanischen Markt tätig, meist mit der Absicht, ihr Japangeschäft mittels einer

langfristigen Investitionsstrategie zu erweitern. Auch seitens der japanischen Regierung werden Anstrengungen unternommen, das Investitionsumfeld weiter zu verbessern. Gleichzeitig investierten japanische Unternehmen trotz des Krisenjahres rund 86 Mrd. Euro im Ausland, nicht zuletzt infolge des damals starken Yen. Aber auch nach der massiven Abwertung der japanischen Währung investieren Japans Unternehmen in neue Produktionsstandorte und Vertriebsnetze. Der größte Teil fließt nach Asien, insbesondere nach China und in die ASEAN-Staaten, Tendenz steigend. Seit den 1990er Jahren ist dabei ein Strategiewechsel zu beobachten. Wurde bislang vornehmlich in die Produktion an billigen Standorten zum Ziel des Weiterverkauf in den Weltmarkt investiert, so werden durch die zunehmende Globalisierung der Finanzmärkte die Strukturen der Kapitalflüsse von internationalen Investoren in die „Emerging Markets“ stets komplexer (Metzger, 2011). Eine der gegenwärtig wichtigsten Formen von Kapitalzuflüssen aus Industrieländern in Schwellenländer stellen dabei ausländische Direktinvestitionen (FDI) dar. Ein Großteil der Investitionen fließt in die privaten Sektoren. Damit wächst auch der Einfluss japanischer Niederlassungen im Ausland auf die dortigen Märkte stetig.

Auch auf die Produkte japanischer Unternehmen im Ausland wirkt sich die Globalisierung aus. Um Bedürfnissen in Schwellenländern zu entsprechen, passen einige Unternehmen ihre Produkte „nach unten“ hin an, was Komplexität und Preis angeht – und folgen damit dem Trend zu „frugal products“. Weiterhin ist bei einigen Unternehmen der Trend hin zur Steigerung der eigenen Innovationskraft durch „open innovation“ und erhöhten Wettbewerb zu beobachten. Unter der aktuellen LDP-geführten Regierung (Liberaldemokratische Partei) haben diese Auslandsaktivitäten noch einmal deutlich zugenommen und werden massiv auf diplomatischer Ebene begleitet. Der japanische Premierminister allein hat in den ersten 8 Monaten des Jahres 2013 bereits 22 Länder besucht, mit dem Ziel die wirtschaftlichen Beziehungen zu stärken und strategische Bündnisse zu schließen. Viele Besuche haben weitere Treffen auf Minister- und Arbeitsebene angestoßen. Der Trend zu multilateralen Freihandelsabkommen hat Japan dazu gebracht, sich verstärkt um Teilnahme in den Verhandlungen um das Transpazifische Partnerschaftsabkommen (TPP) zu bemühen. Dabei sind nicht zuletzt die Globalisierungs- und Freihandelsbestrebungen konkurrierender Wirtschaften wie Südkorea die treibende Kraft, die hier Öl ins Feuer gießen. So treibt Japan ebenfalls ein regional übergreifendes asiatisches Freihandelsabkommen voran. Die Verhandlungen um die Regional Comprehensive Economic Partnership (RCEP) zwischen den 10 ASEAN Staaten und ihren Freihandelspartnern Australien, Neuseeland, Japan, China, Indien und Südkorea sollen bis Ende 2015 abgeschlossen sein (Association of Southeast Asian Nations, 2013). Gleichzeitig wurden im März 2013 offizielle Verhandlungen um ein bilaterales Europäisch-Japanisches Freihandelsabkommen (EPA/FTA) mit der EU begonnen (JAMA Europe, 2013).

Nach innen hin hat sich der Druck der Globalisierung bislang weniger stark in spürbare Veränderungen übersetzt. Während japanische multi-nationale Konzerne (MNC) reagieren, sind kleine und mittlere Unternehmen zögerlich. Für sie ist der Globalisierungstrend eine nicht zu unterschätzende Bedrohung. Der japanische Mittelstand zeichnet sich dadurch aus, dass er sich traditionell ausschließlich auf das heimische Geschäft konzentriert hat, oft als Zulieferer größerer, bzw. nur eines größeren MNC.

Das Knowhow und die Unternehmenskultur, um Geschäfte im Ausland zu tätigen, sind bei vielen oder gar den meisten noch unterentwickelt. Ihnen macht nicht nur der Preis- und Konkurrenzdruck ausländischer Unternehmen im eigenen Land Probleme. Auch die Produktionsverlagerung japanischer MNCs macht ihnen zu schaffen. Behörden wie das Wirtschaftsministerium oder die Außenwirtschaftsförderorganisation JETRO haben diverse Programme aufgelegt, um japanische KMU beim Gang ins Ausland zu unterstützen. Es ist auch ein Trend zu beobachten, der tatsächlich in diese Richtung geht. Doch Japans Mittelstand, der immerhin rund 90 Prozent der japanischen Unternehmen ausmacht, hat noch einen langen und harten Weg vor sich. Ähnliches trifft auf den japanischen Dienstleistungssektor zu.

Eine der größten Herausforderungen Japans wird die Ausbildung global einsetzbaren Humankapitals sein. Die Sprachbarriere ist für viele enorm, und Englisch ist bei vielen besser ausgebildeten Angestellten im Vergleich zu anderen Ländern wie China oder Deutschland unterentwickelt. Dies ist eine Konsequenz aus der Abgeschlossenheit der japanischen Wirtschaft. Ein Indikator dafür ist die niedrige durchschnittliche Punktzahl beim Abschluss des TOEFL-Tests (Test of English as a Foreign Language) als international anerkanntem Nachweis der Sprachkompetenzen in Englisch von Nicht-Muttersprachlern. Dieser brachte Japan zusammen mit der Mongolei noch 2006 an den unteren Rand der asiatischen Länder, weit hinter China und Südkorea (Fukushima, 2010). Generell gelte es als schwierig, gutes Personal zu sichern, das die Fähigkeit besitzt, zu handeln, sich selbst einzubringen, und eine multi-kulturelle Umwelt zu schaffen, so die Japanese Association of Corporate Executives, Keizai Doyukai (Keizai Doyukai, 2003). Die Regierung hat auch hier diverse Programme aufgelegt, die z.B. den Austausch japanischer Studenten mit ausländischen fördern soll. Studienpläne/-zeiten werden internationalen Rahmenbedingungen angepasst und in einigen Fällen wird Englisch bereits in Grundschulen gelehrt. De facto greifen diese Programme aber nur zögerlich. Einige Unternehmen haben angekündigt oder bereits damit begonnen, ihre interne Kommunikation vollkommen auf Englisch umzustellen – auf verlässliche Evaluationen solcher Aktivitäten wird man noch warten müssen. Auch sollen mehr ausländische Arbeitskräfte ins Land gelassen werden. Der Ausländeranteil ist in Japan mit unter zwei Prozent traditionell vergleichsweise niedrig. Vor allem südkoreanische und chinesische Arbeitskräfte sind aber zunehmend häufig in den Metropolregionen Japans zu sehen. Japanische Einzelhandelsketten stellen vermehrt Arbeitskräfte aus dem asiatischen Ausland ein, um sie in Japan auszubilden und dann in eigenen Filialen im Ausland einzusetzen.

Die abgeschlossenen Struktur der traditionellen Keiretsus in der japanischen Automobilindustrie erschwert es ausländischen Unternehmen den Marktzugang. Nichtsdestotrotz bieten die Globalisierung und zunehmende Öffnung der japanischen Wirtschaft nach außen heutzutage auch für deutsche Unternehmen bessere Möglichkeiten, sich in die japanische Automobil-Zulieferkette einzugliedern und in Japan Fuß zu fassen. Um die globale Wettbewerbsfähigkeit japanischer Unternehmen zu steigern, soll der Markt für ausländische Unternehmen in Japan geöffnet werden – so sollen vor allem KMU sich an einen erhöhten Wettbewerb im eigenen Land gewöhnen. Die gesammelten Erfahrungen sollen sie dann im nächsten Schritt bei ihren eigenen Auslandsaktivitäten umsetzen können. In der Folge sind Liberalisierungen zu erwarten

und teils bereits auch zu beobachten. Beispielsweise im medizintechnischen Bereich gehen Zulassungsverfahren mittlerweile teils deutlich schneller vonstatten.

Für deutsche Unternehmen in Japan bedeutet dieser Trend Chancen. Denn wie die Deutsche Industrie- und Handelskammer in Japan in einer Umfrage vom Juli 2013 feststellt, machen immer mehr in Japan ansässige deutsche Unternehmen steigende Umsätze mit japanischen Unternehmen auf Drittmärkten. Oft kommt ihnen gerade die Schwäche japanischer KMU und Dienstleister zugute, da sich japanische MNC im Ausland neue Partner suchen müssen.

2.4 Energiewende in Japan

Nach dem schweren Erdbeben und Tsunami in Japan am 11. März 2011 und der darauffolgenden nuklearen Katastrophe im Atomkraftwerk Fukushima-Daiichi musste Japan seine Energiepolitik überdenken. Bei dem Unglück war das AKW schwer beschädigt worden. Wegen der Unterbrechung des Kühlkreislaufs kam es teilweise zu Kernschmelzen in den Reaktoren, Wasserstoffexplosionen und der Freisetzung von Radioaktivität. Der Vorfall wird als die schlimmste Atomkatastrophe seit Tschernobyl 1986 eingeschätzt. Die japanische Regierung unter dem vormaligen Premierminister Naoto Kan errichtete ein Sperrgebiet im Umkreis von 20 Kilometern um die Atomanlage. Zehntausende Bewohner mussten das Gebiet verlassen und leben seither in Notunterkünften. Seit diesem Tag arbeiten durchgehend Ingenieure und Techniker an den Reaktoren, es kommt immer wieder zu Ausfällen der Stromversorgung oder des Kühlwassers. Insbesondere die japanische Bevölkerung wendet sich zunehmend gegen die Kernkraft. Durch die sofortige Abschaltung aller 50 AKWs in Japan nach dem GAU wandelten sich sowohl die Energielandschaft als auch die Politik. Um den hohen Energiebedarf in Japan zu decken, wurde vornehmlich auf fossile Energieträger, hauptsächlich Kohle, zurückgegriffen, was zu einem sofortigen massiven Anstieg der CO₂-Emissionen in Japan führte.

Der Energiehunger in Japan ist durch das hohe wirtschaftliche Wachstum der Vergangenheit groß und nimmt durch den steigenden Bedarf an Energie im täglichen Leben in einer modernen Gesellschaft stetig weiter zu. Noch im Jahr 2003 war Japan mit 5% des weltweiten Gesamtausstoßes weltweit der fünftgrößte Erzeuger von CO₂. Nach dem Kyoto-Protokoll der UN, welches seit 2005 effektive Gültigkeit hat, verpflichtete Japan sich zu einer Reduktion seiner CO₂-Emissionen um 6% bis 2012 im Vergleich zum Stand von 1990. Nach Stand von Oktober 2012 erreichte Japan eine Reduktion von CO₂-Ausstoßen um 8% (CleanBiz.Asia, 2012). Damit hat Japan es trotz der Reaktorkatastrophe in Fukushima zunächst sogar geschafft, seine Ziele zu übersteigen.

Dennoch könnte sich die Einhaltung der im Kyoto-Protokoll gesetzten Ziele für Treibhausgas-Emissionen als schwierig erweisen. Von den 50 abgeschalteten Kernkraftwerken wurden bislang lediglich zwei Reaktoren wieder in Betrieb genommen (Ghelli, 2013; Harlan, 2013). Erhöhte Importe von fossilen Rohstoffen führten 2011 zum ersten Handelsdefizit Japans seit 1980. Hohe Stromerzeugungskosten haben zu hohen Quartalsverlusten bei den EPCO (Electric Power Company) geführt. Den Kunden von TEPCO wurde deshalb z.B. ein Anstieg der Stromkosten im September 2012 um

8,47% angekündigt (TEPCO, 2012). Für eine erfolgreiche Energiewende und die Einhaltung der Kyoto-Ziele müssen im ersten Schritt Investitionen getätigt werden, z.B. in den Ausbau der Wind- und Sonnenenergie sowie des Übertragungsnetzes. Diese treiben die Kosten für die ohnehin schon belastete Industrie und die Privathaushalte weiterhin in die Höhe und gefährden die Umsetzung der Klimaschutzziele.

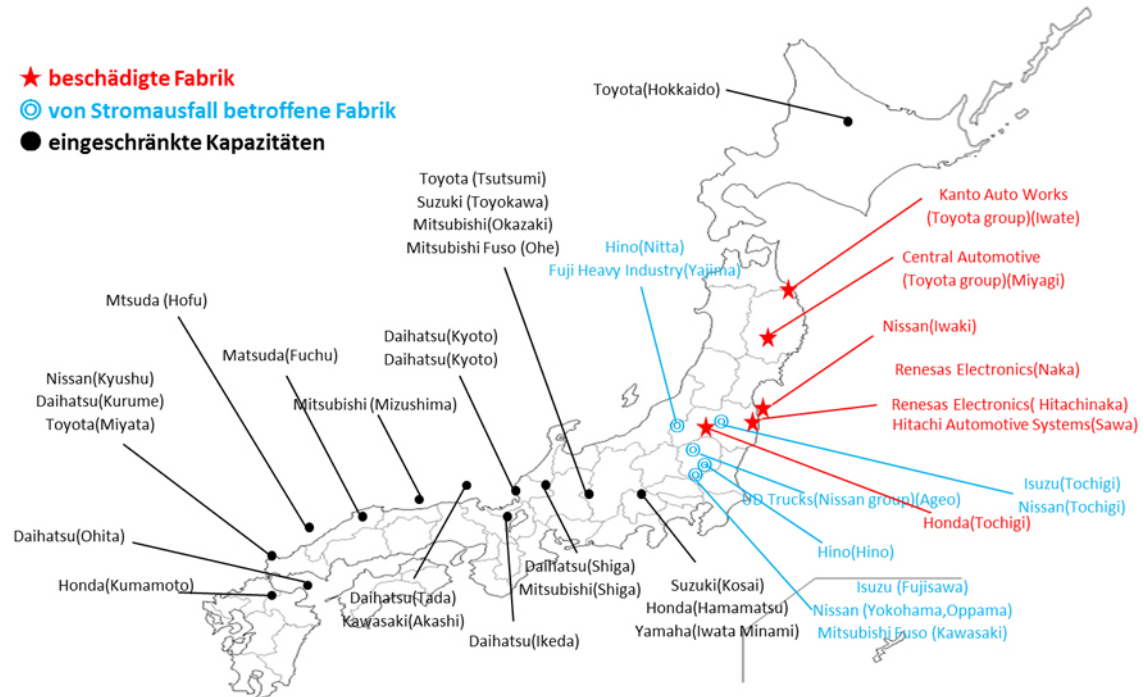


Abbildung 5: Auswirkungen des Erdbebens und Tsunamis auf die japanische Automobilproduktion, aus (METI, Kenji Miura, 2011)

Im Kyoto-Protokoll wurde zudem festgehalten, dass Energiesicherheit einhergehend mit ökonomischer Effizienz und ökologischer Verträglichkeit gewährleistet werden muss. Allein im Transportsektor verdoppelte sich der Energieverbrauch sogar seit der ersten Ölkrise, die die japanische Wirtschaft schwer geschädigt hat. Nun ist eine Reform des japanischen Energiesystems dringend erforderlich, um die eigenen Vorgaben des Kyoto-Abkommens erfüllen zu können. Durch den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien gekoppelt mit Elektromobilität wird erwartet, dass sich die Treibhausgas-Emissionen um bis zu 40% bis zum Jahr 2020 verringern lassen, gemäß dem Kyoto-Abkommen (avantTime Consulting GmbH, 2013).

Die Energie- und Wirtschaftskrise, die dem Erdbeben und atomaren GAU in Fukushima folgte, beeinflusste Japan auf verschiedene Arten. Aufgrund einer Unterbrechung der Stromversorgung wurde die Produktion in mehreren industriellen Sektoren, u.a. in der Autoindustrie, heruntergefahren und die Zulieferketten kamen zum Erliegen. Das Ausmaß der Auswirkungen auf die Automobilproduktion wird in Abbildung 5 ersichtlich. Es dauerte Monate, bis die Produktion sich erholte und wieder auf dem vorherigen Niveau betrieben werden konnte. In den kleinen Städten entlang der Küste, die am härtesten von dem Tsunami getroffen worden waren, mangelte es an Kraftstoff. Elektrofahrzeuge fungierten in der Zeit als Notfallnetzwerk (Growth Analysis 2011a). Sie wurden von Nissan und Mitsubishi zur Verfügung gestellt. Diesen Weg

möchten die beiden Automobilhersteller fortführen und planen die Fertigung von Systemen, um Nissan Leafs oder Mitsubishi i-MiEVs als Backup-Stromquellen zur Versorgung von Privathäusern in Notfallsituationen und unerwartetem Stromausfall nutzen zu können (Vehicle-to-home-Strategien).

Die Einflussnahme der Politik auf die Wirtschaft ist in Japan im Energiesektor besonders ausgeprägt. So wird ein Großteil der Mineralölbestände direkt von der Regierung kontrolliert, um Engpässe zu vermeiden. Japans Abhängigkeit von Importen wird stark von internationalen wirtschaftlichen und politischen Faktoren beeinflusst. Während Uranvorräte für mehrere Jahre vorhanden sind, ist dies bei Kohle, Gas und Mineralöl nicht der Fall, sodass eine Unterbrechung der Importe fossiler Rohstoffe ein erhebliches Problem darstellen würde. Um eine adäquate Versorgung sicherzustellen, suchen japanische Unternehmen aktiv die Teilnahme an „Upstream“-Projekten von Mineralöl- und Erdgas. „Upstream“ benennt in diesem Zusammenhang das Stadium von der Entdeckung neuer Öl- und Erdgas-Felder bis zur Produktion. Die japanische Regierung verfolgt zudem die Strategie, die Abhängigkeit des Landes vom importierten Rohöl zu senken und wird in Zukunft den Schwerpunkt verstärkt auf alternative Energieträger legen. Die Richtung der Energiepolitik ist derzeit aber noch unklar. Voraussichtlich werden zusätzlich zu den beiden wieder laufenden Atomkraftwerken mittelfristig weitere hinzugeschaltet. Kernkraft wird auch auf längere Zeit einen Anteil zur Energieversorgung Japans beitragen. Der Neubau von Kernkraftwerken ist zunächst aber noch auszuschließen. Es ist nicht auch davon auszugehen, dass Japan wieder zu seiner alten Energiepolitik zurückkehrt.

Die starke Einflussnahme der Politik auf den Energiesektor setzt sich allerdings auch für den zukünftigen Energiemarkt zur Durchsetzung der Energiewende fort. Bereits im Juli 2012 ist zu diesem Zweck ein neuer Einspeisetarif zur Förderung der erneuerbaren Energien in Kraft getreten. Hierin ist ein erster großer Schritt in Richtung einer umweltfreundlicheren Energiepolitik zu sehen (GTAI, 2013). Mit den neuen Einspeisetarifen sollen Windenergie, Geothermie, Wasserkraft, Photovoltaik, Biogas und Biomasse gefördert werden. Im Vergleich zu den bereits länger etablierten Tarifen in Deutschland fallen die japanischen Tarife um einiges höher aus. Die Höhe der Vergütung wird jedes Jahr neu bestimmt und schrittweise reduziert (siehe Tabelle 1). Beispielsweise wurden die Preise für Photovoltaik bereits am 1. April 2013 angepasst und von 40,6 Eurocent auf 38 bzw. 37,8 Eurocent gesenkt. Die Regierung entschied sich zu diesem Schritt, weil sich Photovoltaik-Anlagen speziell im Bereich Einfamilienhäuser einer sehr hohen Nachfrage erfreuen. In den ersten drei Jahren plant die japanische Regierung die Vergütung allerdings möglichst hochzuhalten, um positive Renditen für Einsteiger in den Markt zu garantieren. Wie auch in Deutschland werden die Kosten der Einspeisetarife durch eine Zulage hauptsächlich auf die Stromkosten von Privatverbrauchern umgelegt. Das Ziel ist es, 20% des Energiebedarfs Japans bis 2020 mit erneuerbaren Energien zu decken. Dafür möchte die japanische Regierung 775 Mio. Euro als Fördermittel zur Verfügung stellen. Zur Stabilisierung des Versorgungsnetzes ist dann ebenfalls die Installation stationärer Energiespeicher erforderlich. In 2012 sollen 2,5 GW zusätzlich an erneuerbarer Energie im Vergleich zum Vorjahr gewonnen werden. Insbesondere solarerzeugte Energie soll auf großer Skala

um etwa 2 GW ausgebaut werden, gefolgt von Windenergie (+380 MW), Biomasse (+90 MW) und Wasserkraft (+30 MW) (NEDO, Hiroshi Kuniyoshi, 2013).

Tatsächlich wurden im Fiskaljahr 2012, das am 31. März 2013, endete, zusätzlich 2,08 GW an erneuerbarer Energie im Vergleich zum Vorjahr erzeugt.

Energietyp	Eurocent / kWh	Strombezugsvertragsdauer
Onshore/Offshore <20 kW	55,9	20 Jahre
Onshore/Offshore >20 kW	23,3	20 Jahre
Geothermie <14 MW	40,6	15 Jahre
Geothermie >14 MW	26,4	15 Jahre
Wasserkraft <200 kW	34,5	20 Jahre
Wasserkraft 200 kW - 1MW	29,5	20 Jahre
Wasserkraft 1 MW- 30 MW	24,4	20 Jahre
Photovoltaik <10 kW	38,0	10 Jahre
Photovoltaik >10 kW	37,8	20 Jahre
Biogas	39,6	20 Jahre
Biomasse	13,7-33,6	20 Jahre

Tabelle 1: Einspeisetarife für erneuerbare Energien Japan, Juli 2012 (METI, 2012)

Bis Ende Mai 2012 wurden weitere 1.280 MW Leistung durch erneuerbare Energiequellen gewonnen (Watanabe & Bloomberg, 2013). Dabei nahm solar erzeugte Energie einen Anteil von 1,98 GW ein, gefolgt von Windenergie (+63 MW), Biomasse (+36MW). Die Gewinnung von Energie aus Wasserkraft erhöhte sich nur um vernachlässigbare Werte (NEDO, Hiroshi Kuniyoshi, 2013). Die Ausbauziele für 2020 betragen 5 GW Windenergie, 28 GW Photovoltaik, 49% Hydroenergie, 0,53 GW Geothermische Energie und 3,3 GW Biomasse (REN21, 2012).

2.5 Mobilität in Japan

Das bevorzugte Verkehrsmittel von Japanern ist neben Auto und Bus die Bahn. Alle großen Städte sind in das Netz von Hochgeschwindigkeitszügen eingebunden, die daher für die Langstrecke häufig das Verkehrsmittel der Wahl darstellen. Mit installierten Schienenwegen mit einer Gesamtlänge von 27.182 km und 1.210.251 km Fahrwegen steht Japan im weltweiten Vergleich auf Rang elf im Ausbau des Schienennetzes und nach den USA, China, Indien und Brasilien auf Rang fünf im Ausbau des Straßennetzes (Central Intelligence Agency (CIA), 2013). Es gibt insgesamt 175 Flughäfen in Japan. Wichtige Hafenstädte sind Chiba, Kawasaki, Kobe, Mizushima, Moji, Nagoya, Osaka, Tokio, Tomakomai und Yokohama.

In Japan kamen 2010 auf 1.000 Menschen statistisch 453 PKW (The World Bank/Data, 2012), in Deutschland sind es dagegen per Januar dieses Jahres 617 (KBA- Kraftfahrtbundesamt, 2013). Im Mai 2013 betrug die Anzahl der zugelassenen Fahrzeuge nach Auskunft der Automobile Inspection & Registration Information Association 76 Millionen Stück, darunter 380 Tausend Neuzulassungen (AIRIA, 2013). Im Vergleich gab es zum Stichtag 1. Januar 2013 in Deutschland 52,4 Millio-

nen Kraftfahrzeuge und 3,08 Mio. Neuzulassungen von Personenkraftwagen. Mit einer Gesamtzahl von 4,4 Mio. Parkplätzen im öffentlichen Raum standen im April 2013 in Japan statistisch nur 580 Parkplätze für 10.000 Autos zur Verfügung (Japan Parking Association, 2013). In Deutschland gibt es keine offiziellen Statistiken zu der Anzahl der Parkplätze. Meist regeln Bebauungspläne, wie viele Parkplätze durch den Bauherrn angelegt werden sollten. Für einzelne Kommunen existieren genaue Zahlen, so zum Beispiel im Bezirk Berlin Charlottenburg-Wilmersdorf, in dem im Herbst 2007 auf rund 300.000 Einwohner 11.420 Stellplätze kommen (Spohr, 2007).

Mitunter aufgrund des Parkplatzmangels halten Privatpersonen in japanischen Städten selten privat ein Auto. Hingegen gewinnt das Mobilitäts-Modell Car-Sharing auch in Japan an Beliebtheit. Zurzeit sind 290 Tausend Menschen bei japanischen Carsharing-Agenturen registriert. Es gibt 5.541 Ausleihstationen verschiedener Anbieter mit einer Gesamt-Flottenstärke von 8.831 Fahrzeugen (Eco-Mo Foundation, 2013). Diese Beliebtheit ist zum einen in der Bequemlichkeit begründet, die das Car-Sharing bietet, zum anderen in der Kostenersparnis gegenüber der Haltung eines eigenen Autos. Die Betreiber übernehmen beispielsweise die Kosten der Fahrzeugversicherung, anfallende Parkgebühren und die Steuern für die Straßeninstandhaltung.

Auch bei Unternehmen ist die Nutzung von Carsharing-Angeboten für ihre Angestellten im Außendienst sowie für Kunden und Geschäftspartner verbreitet. Die Anzahl der Nutzer von Car-Sharing-Angeboten hat sich laut der Foundation for Promoting Personal Mobility and Ecological Transportation in zwei Jahren verzehnfacht (Kyodo, 2012). Neben dem in Tokio aktiven Marktführer Time24.Co ist auch die Orix Auto Corp. sehr erfolgreich, die im Großraum Tokio und in Osaka agiert. Die Flexibilität dieser Systeme reicht aber nicht an die in Deutschland verbreiteten (Car2Go, DriveNow) heran, denn entscheidender Nutzervorteil besteht in der Möglichkeit, ein Fahrzeug innerhalb des Geschäftsgebiets überall auf öffentlichen Parkplätzen abholen und wieder abstellen zu können.

Der zeitliche Aufwand für den Arbeitsweg der Japaner beträgt im Durchschnitt etwa 1,17 Stunden, in Tokio liegt er etwas höher, bei 1,37 Stunden (NHK, 2010). Der größte Teil dieser Strecken wird mit öffentlichen Verkehrsmitteln oder auch dem Fahrrad zurückgelegt. Gerade für die vielen Pendler werden Konzepte zu Park & Ride unterstützt. Dazu gehören Online-Routenplanungssysteme inklusive Kostenrechnung hinsichtlich Einsparmöglichkeiten und Umweltauswirkungen (CO₂- und Partikel-Emissionen) für verschiedene Optionen, oder spezielle Park & Ride-Programme für Berufspendler, die verschiedene Privilegien wie freie Parkplätze und reduzierte Fahrpreise für Bus-Shuttles und öffentliche Verkehrsmittel beinhalten (JFS, 2008).

Betrachtet man dagegen die Mobilitätsangewohnheiten der japanischen Bevölkerung, gibt es massive Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen. Die durchschnittlich zurückgelegte Strecke auf Autobahnen mit einem Personenfahrzeug beträgt 40 km an Werktagen und 60 km an Wochenenden und Feiertagen. Im Vergleich zur jüngeren Generation benutzen immerhin noch 48% der Japaner zwischen 65 und 75 die Autobahn. Diese Distanz wird dabei vorwiegend für Einkaufszwecke (80%) und Verabredungen (40%) vorgenommen. Ab einem Alter von 75 Jahren nimmt die durchschnittlich gefahrene Entfernung allerdings zunehmend ab. Während nur noch 34% Auto-

mobilität für sich nutzen, findet diese vorwiegend über kürzere Strecken (weniger als 10 km) abseits der Autobahn, aber immer noch vorwiegend für Einkaufszwecke (80%), statt (Kawashima, 2013).

2.6 Voraussetzungen für Elektromobilität in Japan

Japan gilt als der am weitesten entwickelte Markt für Elektromobilität auf der Welt. Das ausgeprägte Umweltbewusstsein eines Großteils der japanischen Bevölkerung wirkt sich auf die Akzeptanz der Elektromobilität in Japan förderlich aus, und Elektrofahrzeuge erfreuen sich einer großen Beliebtheit. Elektrofahrzeuge haben den Vorzug und das Potenzial, ohne Einbußen des Fahrspaßes die individuelle Mobilität auf einen ökologisch nachhaltigen Kurs bringen zu können. Dafür notwendig ist ein gut ausgebautes und leistungsfähiges Stromnetz, welches die Möglichkeit bietet, nahezu überall Ladepunkte zu installieren. Fahrer von Elektromobilen können sich ohne großen Aufwand eine „Stromtankstelle“ nach Hause holen. Nachteile wie die geringe Reichweite erscheinen in Japan vor dem Hintergrund des gut ausgebauten Bahnnetzes für den Fernverkehr als geringere Barrieren.

Eine wichtige Voraussetzung und Grundlage für die erfolgreiche Entwicklung der Elektromobilität in Japan waren die Erfahrungen mit der Li-Ionen-Batterietechnologie, die in den frühen 1990er in Form von Batterien für kleine Elektrogeräte erstmals von japanischen Herstellern auf den Markt gebracht wurde. In Anschluss daran hat das METI bereits in den 90er Jahren ein umfangreiches Förderprogramm für die Entwicklung von Traktionsbatterien auf Basis der Li-Ionentechnologie aufgelegt, die die heute am Markt verfügbaren Elektrofahrzeuge von japanischen Herstellern im Wesentlichen ermöglicht hat (Shimizu, 2013).

Der Erfolg der Elektromobilität lässt sich in Japan an der großen Zahl der bereits vorhandenen elektrifizierten Fahrzeuge auf japanischen Straßen ablesen. Dabei ist zunächst insbesondere die klare Führung der japanischen Automobilhersteller im Bereich der Hybride zu betonen. Auch bei der Verbreitung von batterieelektrischen Fahrzeugen liegt Japan weltweit an erster Stelle und bei Plug-In Hybridfahrzeugen an dritter. Die installierte Ladeinfrastruktur, die in Japan häufig bereits Schnellladen zulässt, ist ein weiteres Zeichen des Erfolgs Japans im Bereich der Elektromobilität. Weitere Indikatoren für den Fortschritt des Elektromobilitätsmarktes sind die Angebote und Dienstleistungen zur Elektromobilität, die zur Wertschöpfung und zum Mehrwert von Elektrofahrzeugen beitragen. Dazu zählen das Management von privaten oder öffentlichen Elektroflotten sowie Elektro-Carsharing-Flotten, Dienste zur Telematik (Ortungsdienste, Versicherung, Einbindung von Elektrofahrzeugen in intermodale Transportkette, IT-basierte Parkdienste), spezifische Navigationsdienste (Suche und Anzeige von Ladestationen und ihrer Verfügbarkeit), Dienste zur Fernsteuerung von Ladeprozessen und Informationen bezüglich verfügbarer Transportmodi, Wetterlage und Verkehrssituation. In diesem Zusammenhang kündigte Nissan im September 2013 an, einen Elektro-Carsharing-Service in Kooperation mit der Stadt Yokohama anzubieten (King, 2013). Im Stadtzentrum sollen Nissans "New Mobility CONCEPT" Elektrofahrzeuge zu günstigen Tarifen angeboten werden, für die besondere Park- und Ladestationen vorgesehen sind. Kurz danach gaben die Automobilhersteller Toyota, Nissan, Honda und Mitsubishi an, kooperativ einen Netzwerk-Service für das

Laden von Elektrofahrzeugen auszuarbeiten, um einen Beitrag zur Verbesserung der Lade-Infrastruktur in Japan zu leisten (Marchetti, 2013).

Japan ist im Bereich Elektromobilität auch aufgrund seiner starken Automobilindustrie, die die Produktion umweltfreundlicher Fahrzeuge vorantreibt, ein Vorreiter. Insbesondere im Bereich energieeffizienter Hybrid-Fahrzeuge ist der Markt in Japan weltweit der fortschrittlichste. Japan ist auch ein Vorreiter in der Brennstoffzellentechnologie, und die kommerzielle Einführung von Brennstoffzellenfahrzeugen auf dem japanischen Markt ist innerhalb der nächsten 2 Jahre vorgesehen. Das Potenzial des zukünftigen Elektromobilitätsmarktes in Japan ist hoch. Die Tatsache, dass Japan ein sehr dicht besiedeltes Land ist und ein hoher Bevölkerungsanteil in Großstädten lebt, zeichnet es aus für eine frühe Einführung von Elektrofahrzeugen. Als günstig wird zum Beispiel die Größe japanischer Autos betrachtet, die im Durchschnitt klein sind und sich damit in der gleichen Größenordnung bewegen wie die meisten Elektrofahrzeuge, die es bereits oder in naher Zukunft auf dem Markt gibt.

Japan erscheint auch in gesellschaftlicher Hinsicht für eine erfolgreiche Einführung von Elektromobilität geeignet. Japaner zeichnen sich, auch aufgrund eines im weltweiten Vergleich hohen Bildungsstandes, gemeinhin durch eine hohe Technikaffinität und Aufgeschlossenheit gegenüber modernen Technologien und Anwendungen („early adopter“) aus. Hinzu kommt das höhere Kollektivbewusstsein und geringere Ausleben individueller Bedürfnisse im Vergleich zu beispielsweise den Europäern. Somit ist in der japanischen Gesellschaft eine große Offenheit und ausgeprägte Neigung für den systemischen Ansatz der Elektromobilität und die Systemlösung Smart Community gegeben.

Es ist abzusehen, dass der Markt für „Micro-Vehicles“ in Zukunft stark wachsen wird. Entwicklungen zur Zusammenführung des automatisierten Fahrens, des Carsharings und eines Fahrzeug-Monitoring-Systems verdeutlicht den Trend zu alternativen Mobilitätsformen und die Notwendigkeit der Befriedigung neuer Mobilitätsbedürfnisse. Diese Bedürfnisse ergeben sich zum einen aus dem demographischen Wandel und zum anderen aus neuen Anforderungen der jüngeren Generation. Daher ist ein wahrscheinlicher Paradigmenwechsel der Automobilität hin zum „Mobilität als Service“ als wahrscheinlich zu betrachten. Dafür benötigt es allerdings noch einen weitreichenden Rahmen zur Prüfung der Implementierung des neuen Konzeptes (Kawashima, 2013).

Der von der japanischen Regierung mit ambitionierten Zielen vorangetriebene Ausbau der Elektromobilität stößt trotz aller guten Voraussetzungen auch auf Bedenken. Als hemmender Faktor und gleichzeitig Ausdruck für die Ambitionen der japanischen Industrie wird die lange Amortisationsdauer der Anschaffungskosten in Japan gewertet (s. auch Kap. 4.2.2). Die Industrie formulierte ihre Ziele für die Marktdurchdringung. Diese Zahlen dienten der japanischen Regierung zur Gestaltung ihres Förderprogramms zum Ausbau von Elektromobilität in den Jahren 2009/2010 (GrowthAnalysis, 2012).

Die Menschen in Japan fahren im Durchschnitt weniger Auto als in Europa oder in den USA. Kurze Fahrstrecken in Verbindung mit hohen Stromkosten reduzieren das Einsparpotenzial, welches Elektrofahrzeuge gegenüber konventionellen Fahrzeugen

bieten. Der typische Nutzer eines Elektrofahrzeugs in Japan wird also weniger von den gemeinhin geringeren Kosten des Stromtankens im Vergleich zum Tanken mit Benzin profitieren und weniger Geld sparen als in den meisten anderen Teilen der Welt (GrowthAnalysis, 2012).

Mit dem Ziel herauszufinden, was japanische Frauen, Männer und Jugendliche sich von dem Auto der Zukunft erwarten und wo ihre Prioritäten liegen, wurde auf der Tokyo Motor Show 2005 eine Umfrage unter den Besuchern durchgeführt, die anschließend in leicht abgewandelter Form an natur- und ingenieurswissenschaftlichen Fakultäten von Universitäten wiederholt wurde (JSAE, 2007). Dabei wurden 14 Eigenschaften eines Automobils auf die Bewertung „wünschenswert“ und „realisierbar“ abgefragt. Die Kategorien reichten von Merkmalen zu Sicherheit und Umweltfreundlichkeit (kollisionsfrei, unfallfrei, emissionsfrei, luftreinigend, geeignet für ältere Menschen und Menschen mit Handicap), über solche, die an Wirtschaftlichkeit und Informationstechnik ausgerichtet sind (diebstahlsicher, wegwerfbar, mit Müll oder Abfallprodukten betreibbar, mobile Informationsaustauschzentrale) bis hin zu Faktoren, die sich eher an Komfort und dem Auto als Hobby orientieren (fliegendes, heilendes, selbstreparierendes oder falt-/größenveränderbares Auto, Kommunikationsfähigkeit, verbale Steuerbarkeit). Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sowohl unter den Besuchern der Tokyo Motor Show als auch unter den angehenden Ingenieuren die Priorität für das Auto der Zukunft auf Sicherheit und Umweltfreundlichkeit liegt. Allerdings weichen die Einschätzungen zur praktischen Realisierbarkeit der betreffenden Technologien voneinander ab. Die Studenten als Branchenkenner stehen einer praktischen Umsetzbarkeit eines sicheren und gleichzeitig umweltfreundlichen Autos kritischer gegenüber als die im Durchschnitt weniger technikversierten Messebesucher. Aus den Ergebnissen dieser Umfrage lässt sich ableiten, dass Sicherheit und Umweltfreundlichkeit eines Fahrzeugs Schlüsselfaktoren für die Konzeptionierung zukünftiger Fahrzeuge darstellen. Dieser Wunsch kann als Leitfaden für die Ausrichtung der Forschung und zukünftige Entwicklungsarbeiten und Projekte von Automobilherstellern dienen.

3 Innovationsfelder der Elektromobilität

In diesem Kapitel wird das Elektromobilitätssystem in Japan mit den assoziierten Themenfeldern, Technologien und den involvierten industriellen Branchen vorgestellt. Dies geschieht in Kapitel 3.1 zunächst in allgemeiner Form, in Kap. 3.2 wird der aktuelle Elektromobilitätsmarkt in Japan und anschließend in Kap. 3.3 der Stand der technologischen Entwicklung in den verschiedenen Themenfeldern beleuchtet. Auch der aktuell bestehende F&E-Bedarf wird aufgezeigt. In Kap. 3.4 werden die im System Elektromobilität einbezogenen japanischen Marktsegmente analysiert. Schließlich in Kap. 3.5 wird der Stand der bereits erfolgten Implementierung elektromobiler Anwendungen in Japan erläutert, insbesondere wird auf den Aufbau von Smart Communities und den Fortschritt in der Einführung internationaler Standards eingegangen.

3.1 Elektromobilitätssystem:

Ineinandergreifen von Automobiltechnik, IKT, Energiewende und Netzausbau

Angesichts der globalen Herausforderungen des Klimawandels, des Schwindens fossiler Energieträger sowie der hohen Abhängigkeit des Transport- und Mobilitätswesens von Öl und Kohle und vor dem Hintergrund des wachsenden Verkehrsaufkommens und Energiebedarfs ist eine nachhaltige Form von (Individual-) Mobilität dringend erforderlich. Die Elektromobilität macht den Straßenverkehr von fossilen und anderen nicht-erneuerbaren Energieträgern unabhängig. Gleichzeitig dient sie der drastischen Reduktion von Treibhausgasen wie CO₂ und von lokalen Emissionen und Abgasen in Städten. Sie ist dabei mehr als die bloße Substitution konventioneller Fahrzeuge. Vielmehr bedeutet sie die Einführung einer umfangreichen Systemlösung,

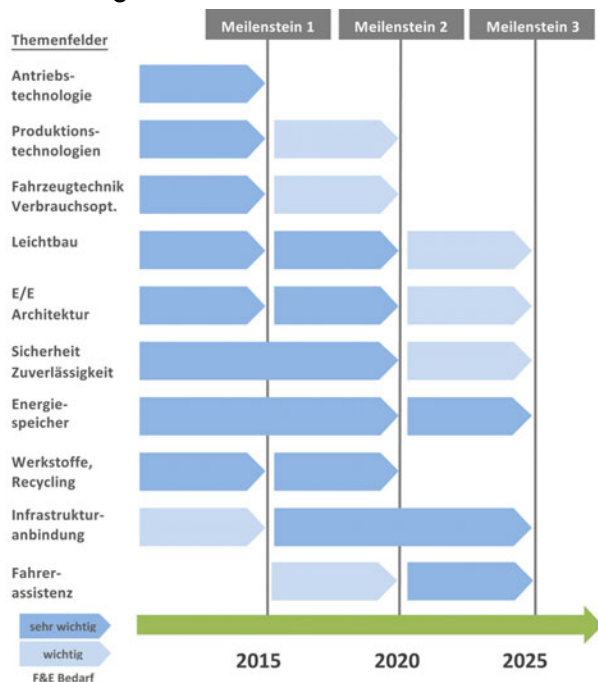


Abbildung 6: F&E Bedarf Elektromobilität (eNOVA, 2012)

welche Komponenten, Fahrzeuge, Informations- und Kommunikationsanwendungen und technische Infrastrukturen umfasst. So kann sichergestellt werden, dass Elektrofahrzeuge mit erneuerbaren Energien geladen werden. Zudem lässt sich durch geeignete organisatorische Konzepte der Nutzwert des Elektrofahrzeugs erhöhen. Dies ist wichtig, denn nur, wenn technische Entwicklung und Eignung einhergehen mit wirtschaftlicher Attraktivität und Kundennutzen, wird sich die Elektromobilität dauerhaft am Markt durchsetzen können. Abbildung 6 zeigt die Themenfelder und Technologiebereiche, die im System Elektromobilität inbegriffen sind und in denen Bedarf an Forschung und Entwicklung besteht. Sie stellt die erforderlichen F&E-Aktivitäten auf der Zeitschiene der Technologie-Roadmap des eNOVA Strategiekreises Elektromobilität von Dezember 2012 dar. eNOVA bildet eine Allianz von Industrieunternehmen aus Deutschland, die in den Schlüsselbranchen Automobil, Batterien, Halbleiterkomponenten, Elektrotechnik und Materialien für den Leichtbau tätig sind. Zu den Aufgaben des Strategiekreises zählen die Ausarbeitung von Empfehlungen für Förderprogramme in den Bereichen Forschung, Entwicklung und Innovationen für die Elektromobilität sowie die Unterstützung der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) bei der Umsetzung des Nationalen Entwicklungsplans Elektromobilität in Deutschland.

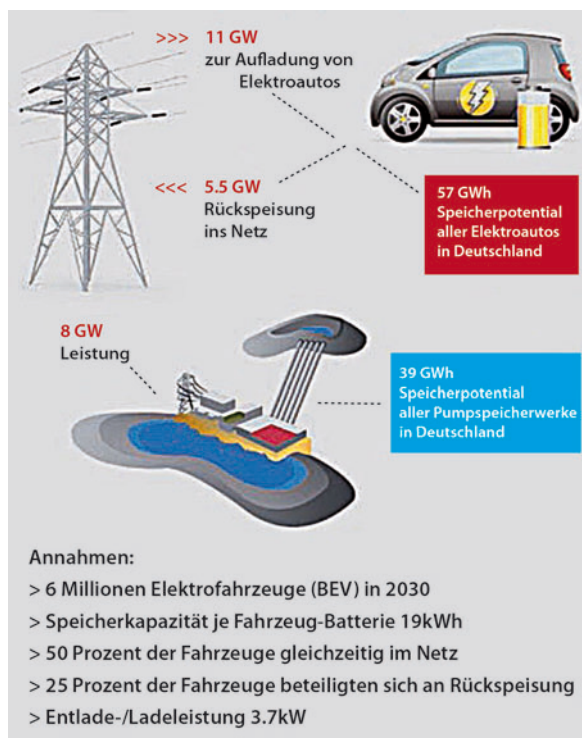


Abbildung: 7 Theoretisches Szenario über die Speicherkapazität der Batterien von 6 Mio. Elektrofahrzeugen in 2030 in Deutschland. aus (Korthauer, 2013)

Der Aufbau des Elektromobilitätssystems bringt auch die Bildung neuer Wertschöpfungsstrukturen mit sich. Traditionelle Automobilhersteller und ihre Zulieferern kooperieren verstärkt mit Batterieherstellern, Energieversorgungsunternehmen, Hard- und Softwareherstellern, Elektronikunternehmen, Informations- und Mobilitätsdienstleistern und Nutzer-Communities. Unterschiedliche Technologien und Branchen greifen ineinander und bringen sich wechselseitig vorwärts, indem sie zur Entwicklung des

Fahrzeugs der Zukunft und zum Ausbau eines optimierten Elektromobilitätssystems aufeinander aufbauen und Synergien heben. Dabei profitiert die gesamte Wertschöpfungskette Elektromobilität von modernen Entwicklungen im Bereich nachhaltiger Fertigungsverfahren unter Zuhilfenahme intelligenter Informations- und Kommunikationstechnologien, Hocheffizienz-Fertigung und der Verwendung neuer Materialien. Zugleich werden kollektive Geschäftsmodelle eingeführt. Ein intelligent vernetztes Verkehrsmanagementsystem zu einer erhöhten Nutzungseffizienz von Energie und anderen Ressourcen und zur optimierten Einbindung von Elektrofahrzeugen in intermodale Transportketten führen. In Zukunft werden zunehmend auch Robotik und automatisiertes Fahren eine Rolle spielen. Dies führt zur weiteren Erhöhung von Energie- und Ressourceneffizienz und trägt zum Aufbau eines optimierten lückenlosen Elektromobilitätssystems bei.

Die Elektrifizierung des Straßenverkehrs erfordert unvermindert F&E-Aktivitäten entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Dies beginnt bei der Erforschung neuer funktionaler Materialien für Energiespeichersysteme und reicht über die Entwicklung von Energiemanagementsystemen, Antriebstechnologien und energieeffizienten Nebenaggregaten bis hin zur Entwicklung bzw. Anpassung bestehender Produktionsprozesse. Es müssen neue Fahrzeugkonzepte und -architekturen erstellt werden, darüber hinaus werden Lösungen zur Integration der Elektrofahrzeuge in das Stromnetz und in das Verkehrssystem benötigt.

Mit der Elektromobilität entstehen auch neue Schnittstellen. Diese finden sich sowohl zwischen den einzelnen Fahrzeugkomponenten als auch zwischen dem Fahrzeug und dem Stromnetz bzw. der Ladestation. Für die Schnittstellen müssen einheitliche Normen und Standards geschaffen werden, auch auf europäischer und internationaler Ebene, um die Kompatibilität verschiedener Hersteller auch über Landesgrenzen hinweg zu gewährleisten. In dem Kontext ist das Vehicle-to-Grid-Konzept zu nennen, das bidirektionale Ladevorgänge mit einem intelligenten Bezahlungssystem kombiniert. Dazu werden Informations- und Kommunikationstechnologien für den logischen Datenaustausch zwischen Ladestationen und Energiespeichersystemen im Netz sowie für eine lückenlose Integration von Smart Grid-Komponenten in die Ladeinfrastruktur eingesetzt. Intelligente IT-Systeme steuern den Netzbetrieb in Echtzeit und gewährleisten Netzstabilität und Grundversorgung auch bei der Ankopplung einer hohen Anzahl von dezentralisierten Energiequellen und -speichern. Außerdem ermöglichen sie die herstellerunabhängige Nutzbarkeit von Ladestationen im jeweiligen regionalen Verteilnetz. Dabei müssen große Datenmengen prozessiert und über die zur Verfügung stehenden Kommunikationskanäle verteilt werden.

Die Kopplung von Elektromobilität und erneuerbaren Energien ermöglicht langfristig eine Verringerung der Abhängigkeit von Ölimporten und beschleunigt den Ersatz fossiler und nuklearer Energiequellen durch regenerative. Mit der verstärkten Einspeisung von Strom aus Wind und Sonne in das Energieversorgungsnetz wächst zugleich die Bedeutung der Zwischenspeicherung von Energie zu Zwecken der Netzstabilisierung und des Energiemanagements. Überschüssig produzierte Energie zu Spitzenerzeugungszeiten muss gespeichert werden, um sie zu Zeiten geringer Energieproduktion und hoher Nachfrage wieder ins Netz einspeisen zu können und somit die

Grundversorgung zu gewährleisten (Haupt & Bärwaldt, 2009). Die Batterien von Elektrofahrzeugen als mobile Energiespeicher können positive und negative Regelleistung bereitstellen, zum einen durch gezieltes Ein- und Ausschalten des Ladevorgangs, zum anderen durch Rückspeisung von Energie ins Netz. Zur Abfederung von Stromspitzen im Netz müssen die Speicher in genügend hoher Anzahl ans Netz angeschlossen sein. Bei einer durchschnittlichen Nutzungsdauer des Fahrzeugs von vier Stunden pro Tag ergeben sich 20 Stunden, die jedes Elektroauto theoretisch mit mindestens 10 kWh und 3 kW Leistung als Energiespeicher zur Verfügung stehen kann (Sauer, 2009). Nach dem theoretischen Szenario in Abbildung 7 von sechs Mio. Elektrofahrzeugen auf Deutschlands Straßen in 2030 kann eine gesamte Speicherkapazität von 57 GWh erreicht werden, die dann sogar die gesamte Speicherkapazität der Pumpspeicherkraftwerke um 18 GWh übersteigt. Somit findet durch Elektromobilität eine Kopplung von Stromerzeugung und Stromnutzung statt, die wiederum dem Ausbau den erneuerbaren fluktuierenden Energien zu Gute kommt.

Das Ineinandergreifen von Automobil, IKT, Energiewende und Netzausbau, das sich in nutzerorientierten Angeboten und dem Zusammenspiel von Speicherung und Steuerung von Energie ausdrückt, wird in Deutschland wie in Japan für das entscheidende energiepolitische Charakteristikum des Elektromobilitätssystems gehalten.

3.2 Japanischer Elektromobilitätsmarkt: Aktueller Status

Die japanische Regierung hat sich diverse langfristige Ziele für die zukünftige Entwicklung des Elektromobilitätsmarkts gesetzt. So könnte in Japan bis 2020 jedes zweite Auto ein elektrifiziertes sein. In Tabelle 2 sind die von den privaten Sektoren anvisierten sowie die vom Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) formulierten Ziele für den Anteil von Fahrzeugen der jeweiligen Antriebstypen am Gesamtmarkt Fahrzeugbestand für 2020 und 2030 aufgelistet.

Japan ist zum jetzigen Zeitpunkt einer der hochentwickeltsten Märkte für Elektrofahrzeuge weltweit. Japan verfügt über E-Fahrzeughersteller, Infrastruktur sowie Batteriehersteller und ist das Land mit den meisten zugelassenen Elektrofahrzeugen in Asien. Japan hält zudem die Technologieführerschaft bei Li-Ionen-Batterien und Neodym-Eisen-Bor-Magneten für Elektromotoren inne (NEDO, Nozomi Sagara, 2013), die beides Schlüsseltechnologien für Elektrofahrzeuge darstellen. Darüber hinaus engagieren sich alle japanischen Automobilhersteller und weitere relevante japanische Unternehmen sehr intensiv in den Bereichen Smart-Grid, Smart-City und Smart-Home. In diesen Bereichen baut die japanische Industrie einen deutlichen Wettbewerbsvorsprung aus.

Aus dem im April 2013 publizierten Bericht der Internationalen Energieagentur (IEA) über den Ausbau von Elektromobilität weltweit geht hervor, dass im Jahr 2012 in Japan 44.727 Elektrofahrzeuge registriert waren (IEA, 2013). In die Zählung gingen batterieelektrische Fahrzeuge (BEV), Plug-In-Hybride (PHEV) sowie Brennstoffzellenfahrzeuge (FCEV) ein.

	Prognosen (Privater Sektor)		Zielvorgabe der Regierung	
	2020	2030	2020	2030
Konventionelle Fahrzeuge	80% oder mehr	60-70%	50-80%	30-50%
Fahrzeuge der nächsten Generation	Weniger als 20%	30-40%	20-50%	50-70%
Hybridfahrzeuge	10-15%	20-30%	20-30%	30-40%
Elektrofahrzeuge, Plugin-Hybrid-Fahrzeuge	5-10%	10-20%	15-20%	20-30%
Brennstoffzellen-Fahrzeuge	unbedeutend	1%	1%	3%
Saubere Dieselttechnologie Fahrzeuge (Clean Diesel- Fahrzeuge)	unbedeutend	5%	5%	5-10%

Tabelle 2: Ziele des METI für die Verbreitung von Elektrofahrzeugen unterschiedlicher Antriebstechnologien, aus (GrowthAnalysis, 2012)

Die Electric Vehicles Initiative (EVI) ist eine länderübergreifende politische Plattform, die zu dem Zweck gegründet wurde, die Einführung und Annahme von Elektrofahrzeugen weltweit voranzutreiben. Die Initiative wurde 2010 auf dem Energiegipfel Clean Energy Ministerial gegründet, auf dem die 15 Energieminister der weltgrößten Wirtschaftsnationen aus Afrika, Asien, Europa und Nordamerika teilnahmen. Pro Mitgliedsland der EVI ist sowohl der 2012 vorhandene Bestand an Elektrofahrzeugen (EV Stock) als auch der Bestand an öffentlicher und semi-privater vorhandener Ladeinfrastruktur (Electric Vehicle Supply Equipment, EVSE Stock) gezeigt.

In Abbildung 8 ist eine weltweite Übersicht über die Verteilung des globalen Bestandes an Elektrofahrzeugen in den Mitgliedsländern der Electric Vehicle Initiative (EVI) in 2012 gegeben. Die USA verfügen demnach mit 38% über den größten Anteil, Japan folgt an zweiter Position mit 24%.

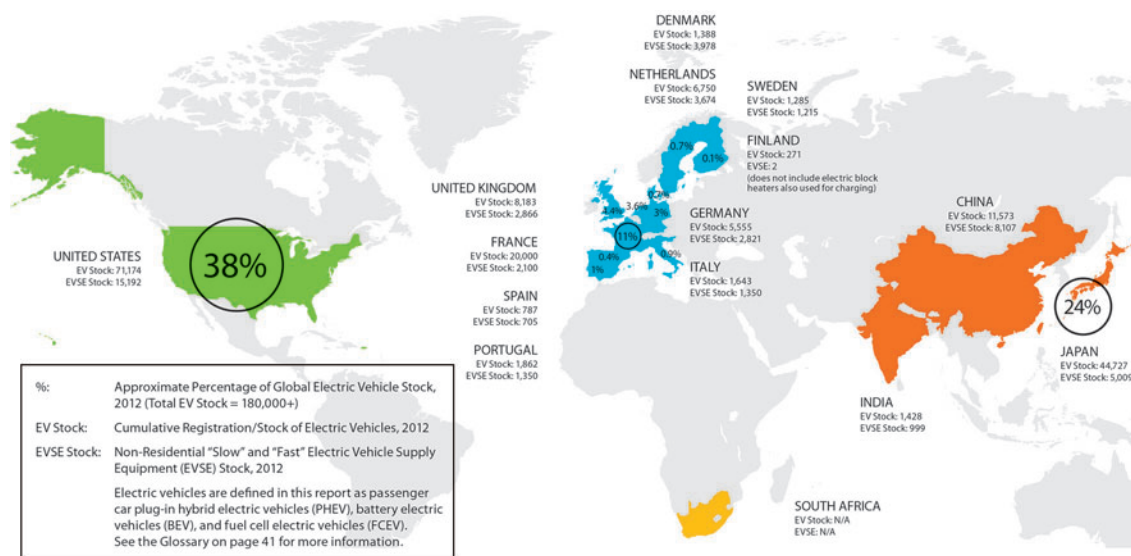


Abbildung 8: Weltweiter Bestand an Elektrofahrzeugen (EV, PHEV, FCEV) in Teilnehmerstaaten der Electric Vehicles Initiative (EVI), (IEA, 2013)

Der japanische Markt für Hybride ist der größte im internationalen Vergleich. Dies ist hauptsächlich dem Erfolg des Toyota Prius zuzuschreiben, der eines der meistverkauften Autos in Japan ist. An zweiter Stelle steht der Honda Insight. Unter den Hybriden gibt es auch eine kleine Anzahl von Bussen, LKWs und anderen Spezialfahrzeugen. Als Weiterentwicklung wird von Toyota seit 2012 auch eine Plug-In Hybrid-Variante des Prius hergestellt. Dieses Fahrzeug wurde vor der offiziellen Markteinführung seit Ende 2009 Regierungsinstitutionen, lokalen Regierungsbehörden und großen Konzernen wie Energieversorgungsunternehmen zur Verfügung gestellt, sowohl in Japan als auch weltweit. Die japanischen Automobilhersteller bemühen sich nun, den mit Hybridfahrzeugen erarbeiteten technischen Vorsprung bei elektrifizierten Antrieben weiter zu konsolidieren. Dies soll mitunter durch die rasche Verbreitung eines selbst definierten Schnellladestands (CHAdeMO) in Verbindung mit firmenübergreifenden Kooperationen beim Ausbau der notwendigen Ladeinfrastruktur erreicht werden. Die über die gesamte Lieferkette bestehende enge industrielle Verflechtung mit Zulieferern nach dem Keiretsu-Prinzip fördert diese Strategie zusätzlich. Bei japanischen Herstellern und Nutzern fungieren Elektrofahrzeuge primär gewissermaßen als Nischenprodukte, die auf bestimmte Nutzerprofile und Regionen zugeschnitten sind und kein dezidiertes Geschäftsmodell aufweisen.

Der heimische Markt für Elektrofahrzeuge ist in Japan gänzlich von lokalen Modellen dominiert (Schott, et al., 2013). So machen die batterieelektrischen Fahrzeuge Mitsubishi i-MiEV und Nissan Leaf den Großteil der Elektrofahrzeuge in Japan aus. Vor der Serienreife dieser beiden Modelle waren japanische Elektrofahrzeuge im Grunde konventionelle Fahrzeuge, bei denen der Verbrennungsmotor durch einen elektrischen Antriebsstrang ersetzt wurde. Die Reichweiten und Ladezeiten sowie aktuell gängigen Verkaufspreise dieser beiden BEV-Modelle zuzüglich der gängigsten Plug-In-Hybrid-Modelle sind in Tabelle 3 aufgelistet. Der hohe Anteil heimischer Fahrzeugmodelle unterscheidet Japan klar von den übrigen Elektromobilitätsmärkten. In den USA macht der Marktanteil heimischer Fahrzeuge etwa knapp über 50% aus; er wird angeführt vom Chevrolet Volt und dem Tesla Roadster. In Deutschland betrug der Anteil heimischer Elektromobile bis 2011 weniger als 5%, die sich in erster Linie auf die Modelle Opel Ampera2 und Smart Fortwo ED verteilten. Besonders erfolgreich verkaufte sich bis dahin der Mitsubishi iMiEV sowie auch das Hybrid-Modell Prius von Toyota. Jedoch gewann vor allem der Smart Fortwo ED von Daimler in letzter Zeit stark an Popularität und machte in der ersten Hälfte 2013 einen Anteil von 42% aller Verkäufe von Elektrofahrzeugen in Deutschland aus (Sunderland, 2013).

Modell	Reichweite	Batteriekapazität	Ladezeiten	Verkaufspreis
Mitsubishi i-MiEV	150 km	16 kWh	DC (50 kW): 80% in 30 Min. AC (230 V, 10 A): 8 Stunden	28.000 €
Nissan Leaf	180 km	24 kWh	DC (50 kW): 80% in 30Min. AC (230 V, 10 A): 8 Stunden	25.000 €
Toyota Prius Plug-In	20 km	4,4 kWh	AC (230 V, 16 A): 1,5 Stunden	24.000 €

Tabelle 3: Marktreife Elektrofahrzeuge und Plug-In Hybride (GrowthAnalysis, 2012), nach Stand von Oktober 2013

Darüber hinaus ist zu erwarten, dass mit dem Verkaufsstart des BMWi 3 im Herbst 2013 der internationale Marktanteil deutscher Elektrofahrzeuge weiter kräftig zunehmen wird. Wichtige Käufer von Elektrofahrzeugen in Japan sind nationale und regionale Regierungseinrichtungen. Diese haben sich zusätzlich zu den kommerziellen Kunden als treibende Kraft für den steigenden Marktanteil von Elektrofahrzeugen in Japan etabliert (GrowthAnalysis, 2012). Private Kunden werden aller Wahrscheinlichkeit nach am stärksten die wirtschaftlichen Vorteile eines Elektrofahrzeugs verglichen mit einem konventionellen Fahrzeug in Betracht ziehen. Der ökonomische Vorsprung ist von Nation zu Nation unterschiedlich, in Abhängigkeit von den Preisen für Strom und Benzin sowie der angebotenen Kaufanreize.

Auf dem internationalen Markt für reine Elektrofahrzeuge ist Japan unter den führenden Nationen, hauptsächlich aufgrund der hohen Verkaufszahlen des Nissan Leaf. Japan verzeichnet in 2012 weltweit die meisten Verkäufe von reinen Elektrofahrzeugen und steht beim Verkauf von Plug-In-Hybrid-Fahrzeugen nach den USA an zweiter Stelle. Dies ist in Abbildung 8 ersichtlich. In einer Gegenüberstellung des Bestands an Elektrofahrzeugen (BEV, PHEV, FCEV) in 2012 nehmen allerdings die USA mit 71.174 Elektrofahrzeugen die Führungsposition ein (s. Abbildung 8). Auf dem zweiten Platz rangiert Japan, anschließend China mit 11.573 Fahrzeugen. Einen großen Teil gewinnt China dabei durch den Einsatz von Elektrotaxis in Shenzhen und Hangzhou. In Europa existieren in Frankreich mit 20.000 Stück die meisten zugelassenen Elektrofahrzeuge. Dies ist zu einem Teil Bolloré's Bluecar zuzuschreiben, das im Pariser Carsharing-System Autolib zum Einsatz kommt. An zweiter Stelle folgten Norwegen (10.000), U.K. (8.183), die Niederlande (6.750) und schließlich Deutschland mit 5.555 Elektroautos.

2012 World PHEV Sales, by Country
Source: EVI, MarkLines Database.

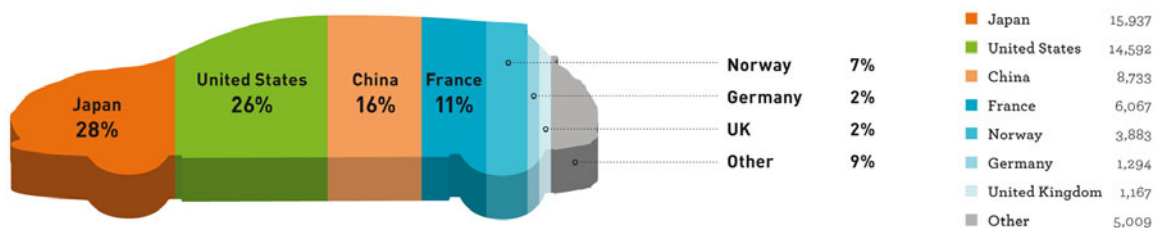
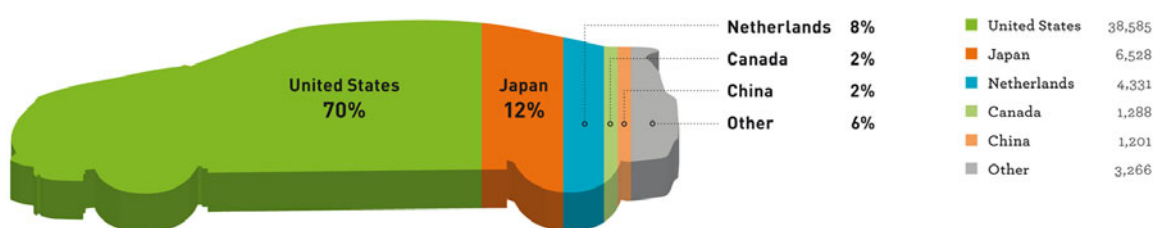
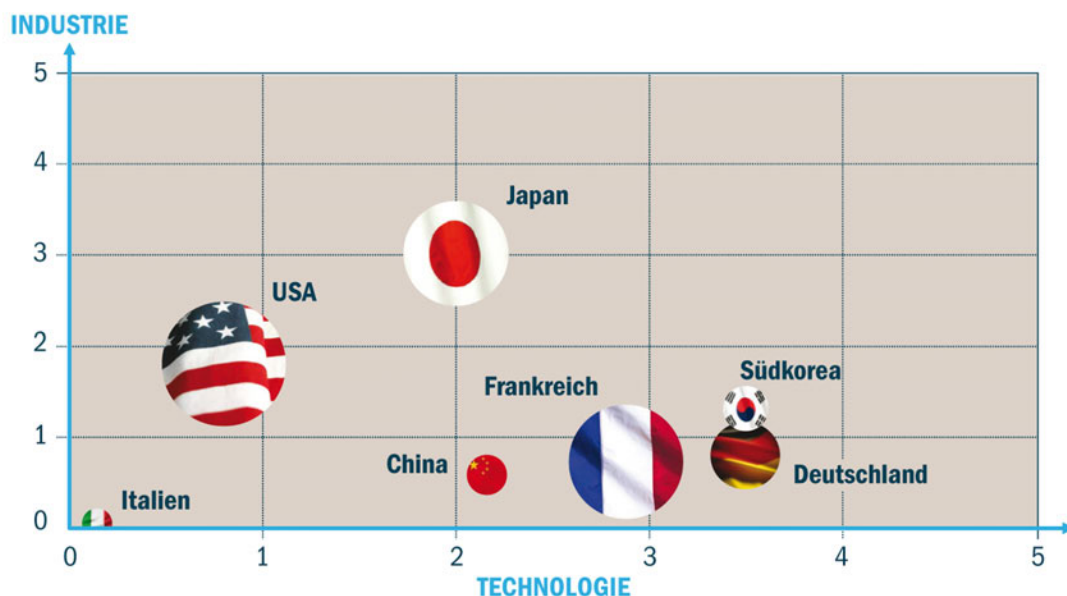


Abbildung 9: Weltweite Verkaufszahlen von BEVs und PHEVs (IEA, 2013)

In Abbildung 10 ist die aktuelle relative Wettbewerbsposition der führenden sieben Nationen im dritten Quartal 2013 dargestellt. Diese wurde nach globalen einheitlichen Maßstäben im sogenannten Index Elektromobilität ermittelt (Roland Berger Strategy Consultants Q3, 2013). In den Index fließen die Kriterien Technologie (technologische Leistungsfähigkeit, Preis-Leistungs-Verhältnis am Markt, F&E-Programme), Industrie (nationale Fahrzeug- und Batterieproduktion) und Markt (nationaler Anteil am Gesamtmarkt der Branche) ein. In der Darstellung sind der Indikator Technologie auf der horizontalen Achse und der Indikator Industrie auf der vertikalen Achse aufgetragen, wodurch ein Gesamtbild des Entwicklungsstandes von Technologie und Produktion im Bereich Elektromobilität in den gezeigten Ländern vermittelt wird. Der Durchmesser des Kreises ist das Maß für die Größe des Anteils von Elektrofahrzeugen am nationalen Gesamt-Fahrzeugbestand. Es fällt auf, dass Deutschland in einem mittelnden Durchschnitt über alle für Elektromobilität relevanten Technologien eine führende Rolle einnimmt (z.B. Leistungselektronik, Antriebstechnologien) und im Bereich des technologischen Know-hows im internationalen Vergleich weit fortgeschritten ist. Was hingegen die industrielle Umsetzung der Innovationen betrifft, so weist Deutschland gerade im Vergleich zu Japan, den USA und Südkorea einen deutlichen Rückstand auf.



Hinweis: Kreisdurchmesser zeigt Anteil von EV/PHEV am gesamten Fahrzeugmarkt

Abbildung 10: Wettbewerbsposition der sieben führenden Nationen; der Kreisdurchmesser ist ein Indikator für den Anteil von EV/PHEV am gesamten Fahrzeugmarkt (Roland Berger Strategy Consultants Q3, 2013).

Die Marktführerschaft der USA und Japans ist zum Teil dem breiteren Angebot an Elektrofahrzeugen sowie einer deutlichen Förderung für den Erwerb eines elektrifizierten Fahrzeugs (zwischen 5.000 und 9.500 Euro pro Fahrzeug) zuzuschreiben. Dem neuesten Index Elektromobilität nach entwickeln sich die absoluten Verkaufszahlen mit Ausnahme von Japan in der zweiten Jahreshälfte 2013 positiv (Roland Berger Strategy Consultants Q3, 2013). Das impliziert, dass angesichts des schrumpfenden Gesamtmarkts für Fahrzeuge die Marktanteile von Elektro- und Plug-In-hybrid-Fahrzeugen in anderen Regionen weiter zunehmen. Der Anteil der Hybrid- und Elektrofahrzeug-Modelle an den Neuverkäufen ist in den vergangenen Monaten weltweit

leicht gestiegen, bleibt jedoch weiterhin im Promillebereich. Hierbei führt Japan das Ranking an. Japanische Hersteller reagierten auf die ausgelaufenen Förderprogramme und finanziellen Kaufanreize für Elektrofahrzeuge mit einem deutlichen Senken der Verkaufspreise und kompensierten damit die durch die fehlende Förderung geringere Kundennachfrage. China, Südkorea und Frankreich haben hingegen ihre Fördermaßnahmen für den Verkauf von Elektroautos weiter aufgestockt, um der Elektromobilität vor Ort zum Durchbruch zu verhelfen.

Der Ausbau der Ladeinfrastruktur wird in Japan ebenfalls vorangetrieben und öffentlich gefördert. Die japanische Regierung möchte bis 2020 etwa zwei Millionen AC-Ladestationen installieren, an denen die Batterien von Elektro- und Hybridautos mit Ladezeiten bis zu acht Stunden aufgeladen werden können, sowie 5.000 Schnellladestationen nach der CHAdeMO-Methode, an denen eine volle Aufladung der Batterie in ca. 30 Minuten mit Gleichstrom möglich ist („DC fast charging“). Die Menge des in diesen 30 Minuten fließenden Stromes ist dabei immens und entspricht etwa dem Strombedarf für ein Einfamilienhaus über 1-2 Tage. Entsprechend ist die Installation der Schnellladestationen mit beträchtlichem Aufwand verbunden. Nach Angaben der japanischen Automobilindustrie existierten Ende 2011 mehr als 800 Schnellladesäulen nach CHAdeMO-Standard (s. Kap. 3.5.2). Diese Zahl stieg weiter an, so dass es derzeit in Japan etwa 1.700 dieser CHAdeMO-Schnellladestationen gibt (Spiegel.de, 2013). Im Vergleich dazu gab es im März 2012 in den USA 26 und in Europa rund 170 Schnellladestationen zuzüglich etwa 3.000 AC-Ladestationen (Slowak, 2012).

Im Bereich Fahrzeugtechnologie hält Japan zusammen mit Südkorea das höchste Entwicklungsniveau. Was den Bereich Industrie und Produktionszahlen betrifft, so nimmt Japan zwar nach wie vor die Führungsposition ein, hat den Abstand zum aufrückenden Südkorea jedoch infolge seiner rückläufigen Fahrzeug- und Batterieproduktionsprognosen verkleinert. Südkorea verfolgt die Strategie, die inländische Fahrzeug- und Batterieproduktion auszubauen und konnte als einziges Land seine industrielle Wertschöpfung vergrößern. In Japan werden bis 2015 voraussichtlich 283.000 Elektro- und Hybridfahrzeuge produziert. Noch führt es das Industrieranking an und konnte auch als einziges Land seinen Indexwert nach dem Ranking Elektromobilität seit Beginn des Jahres verbessern (Roland Berger Strategy Consultants Q1, 2013). Der weiterhin gute Stand und Vorsprung ist zu einem guten Teil der hohen Absatzprognose für das Model S von Tesla zu verdanken. Die darin verbauten Consumer-Lithium Zellen (Typ 18650A), die Tesla als einziger Automobilhersteller anstatt der ansonsten dominierenden Pouch-Zellen einsetzt, führen zu einer Zunahme des Marktanteils der japanischen Batterieproduktion. Besonders Panasonic-Sanyo profitiert erheblich von der gestiegenen Nachfrage des Tesla Model S in den USA. In vielen Ländern werden Pläne für die Errichtung von Batterieproduktionsstätten auf Eis gelegt. Dies deutet sich durch den Konsolidierungstrend an, der durch das Ausscheiden einzelner Akteure und die Aufkündigung vormals marktbestimmender Kooperationen im Batteriesektor getrieben wird. Ausnahmen bilden da Japan und Südkorea, die sich in Zukunft voraussichtlich als Hauptproduktionsstätten für Fahrzeugbatterien etablieren werden. Es wird bis 2015 eine Zellproduktion von mehr als 7.000 MWh in Japan und von mehr als 4.200 MWh in Südkorea erwartet. Deutschland wird mit rund 200 MWh hingegen nur eine geringe Rolle bei der Batterieproduktion spielen.

3.3 Stand der Technologieentwicklungen in Japan und japanischen Unternehmen

3.3.1 Energiespeicherung und Batterietechnologien

Ein zentraler Faktor für den Erfolg der Elektromobilität als Gesamtsystem ist die Batterie. Dies betrifft sowohl ihre Bedeutung als Energiespeicher für elektrifizierte Fahrzeuge als auch ihren Einsatz als mobile Zwischenspeicher in den zukünftigen Energieversorgungsnetzen, den „Smart Grids“. Die Batterie stellt die Schlüsseltechnologie sowohl für vollelektrische Fahrzeuge als auch für Hybride dar.

Sie hat Einfluss auf Endgewicht und Verbrauch eines Elektrofahrzeugs und somit auf seine Reichweite. Daneben macht sie auch einen erheblichen Teil der Produktions- und Betriebskosten eines Elektrofahrzeugs aus. Japanische Batteriehersteller gelten weltweit als Know-how-Träger bei Batterien für Elektrofahrzeuge, weil sie neue Speichertechnologien im Consumer-Bereich ausprobieren.

Für batterieelektrische Fahrzeuge (BEV) stellt die Energiedichte der Traktionsbatterie das Qualitätskriterium dar, weil sie die Reichweite des Fahrzeugs bestimmt. Für Hybride, bei denen der Elektroantrieb den Verbrennungsmotor kurzfristig mit hohen Leistungen unterstützt, stellt die Leistungsdichte die kritische Größe dar. Wie andere physikalisch-chemische Systeme können Batteriesysteme entweder auf Energie- oder Leistungsdichte optimiert werden. Beides zusammen ist bislang jedoch kaum zu realisieren. Die wesentliche technische Weiterentwicklung der letzten Jahre bei Elektrofahrzeugen betrifft das elektrochemische System der Batteriezellen. Waren vor zwanzig Jahren noch Blei-Akkus, wie sie auch heute noch als Starterbatterie und für die Bordnetzversorgung Standard sind, für den Antrieb zuständig, so sind nach Nickel-Metallhydrid- und Natrium-Nickelchlorid-Batterien inzwischen Lithium-Ionen-Batterien Stand der Technik.

Die Energiedichte der Li-Ionenbatterien ist mit ca. 110 Wh/kg (je nach System sogar 200 Wh/kg) etwa dreimal so hoch wie die von Bleibatterien (35 Wh/kg) (Oliver S. Kaiser, 2011). Dieser Faktor drei bis fünf in der Energiedichte hat entscheidend dazu beigetragen, dass die Batterie in einem Elektrofahrzeug nur noch etwa 200 kg wiegt. So hat eine Batterie mit 16 kWh Kapazität in den ersten batterieelektrischen Serienfahrzeugen Mitsubishi i-MiEV und Opel Ampera nur noch ein Gewicht von 160 kg bzw. 200 kg und beträgt damit nur rund ein Sechstel des für Kleinwagen üblichen Leergewichts. Für den Einsatz in der Automobiltechnik wurden auch Natrium-Nickelchlorid-Hochtemperaturbatterien (unter der Bezeichnung „ZEBRA-Batterie“) mit etwa der dreifachen Energiedichte von Bleibatterien in Betracht gezogen. Diese Batterien sind für Privatkunden jedoch schwer handhabbar, da ihre Betriebstemperatur bei 300°C liegen und sie deshalb bei Fahrzeugen, die über mehrere Tage stehen, zum Nachheizen ständig an eine Stromquelle angeschlossen werden müssen.

In Abbildung 11 sind die Leistungs- und Energiedichten verschiedener Batteriesysteme aufgetragen. Im zukünftigen Energieversorgungsnetz mit der verstärkten Einspeisung erneuerbarer Energien aus fluktuierenden Quellen werden Batterien als stationäre Zwischenspeicher eine zunehmend größere Rolle spielen. Sie tragen zur Netzstabilisierung bei und werden zu Zwecken des Energiemanagements eingesetzt.

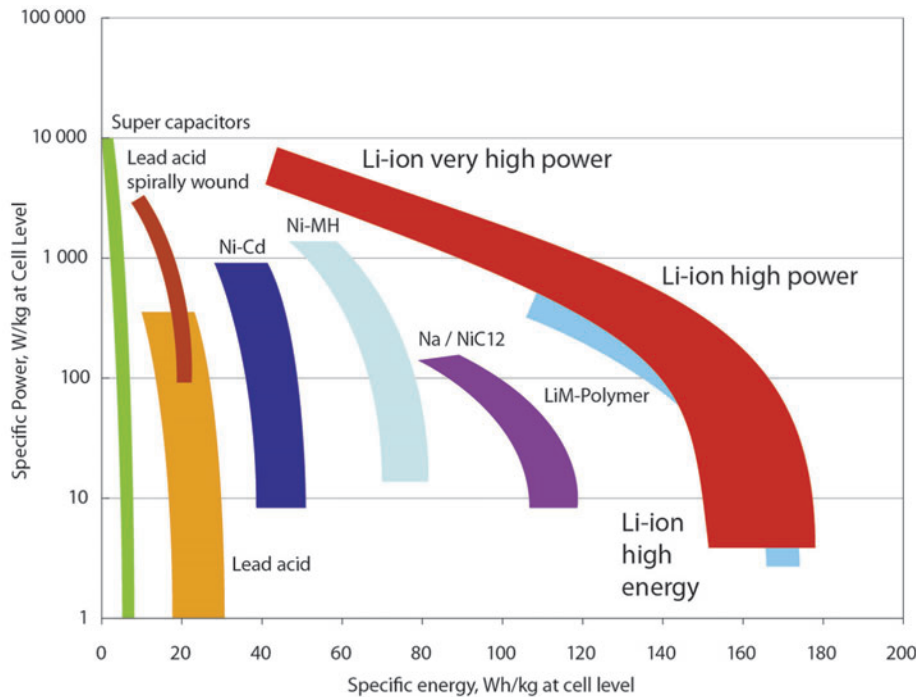


Abbildung 11: Leistungs- und Energiedichten verschiedener Batteriesysteme (IEA: Technology Roadmap Electric and plug-in hybrid electric vehicles, 2011)

Während die Anforderungen für Batterien in Automobilen verhältnismäßig schwer zu erfüllen sind, sind sie bei stationären Speichern weniger streng. Diese müssen beispielsweise keine Crash-Tests bestehen und lassen sich besser gegen extreme Temperaturschwankungen abschirmen. Allerdings müssen sie als Bestandteile stationärer Energieerzeugungsanlagen ein bis zwei Entladezyklen pro Tag leisten, was bei einer erwarteten Lebensdauer von 20 Jahren insgesamt 14.600 Zyklen ausmacht. Heutzutage wird von Li-Ionen-Batterien maximal die Hälfte davon erreicht (Wollersheim & Gutsch, 2013). Daher stellt die Batterielebensdauer das entscheidende Kriterium für stationäre Energiespeicher dar. Diese netzstabilisierende Wirkung von Fahrzeugbatterien lässt sich durch Stromtarife unterstützen, die Angebot und Nachfrage von Energie im Versorgungsnetz miteinander in Einklang bringen. Japanische Batteriehersteller arbeiten eng mit der Automobilindustrie zusammen und sind hinsichtlich der Anzahl an Akteuren und der Produktionskapazitäten Weltmarktführer. Hochleistungsbatterien vom Typ Li-Ion Low Energy für Hybridfahrzeuge werden von den japanischen Herstellern Panasonic und Hitachi hergestellt, Batterien mit NiMH-Technologie von Sanyo (Elektroauto Tipp, 2011).

Die Batterieforschung wurde in Japan schon frühzeitig staatlich gefördert. Entsprechende Programme haben seit den frühen 1990er Jahren den Einsatz von Li-Ionenbatterien in Elektrofahrzeugen systematisch vorbereitet. Richtungsweisend auch auf dem internationalen Maßstab war die Batterie-Roadmap des METI von 2006 (s. Abbildung 12). Aus dieser lassen sich die ambitionierten Ziele der japanischen Regierung zur Entwicklung von Batterietechnologien entnehmen, die diese zu einem im internationalen Vergleich bereits frühen Phase verfolgte.

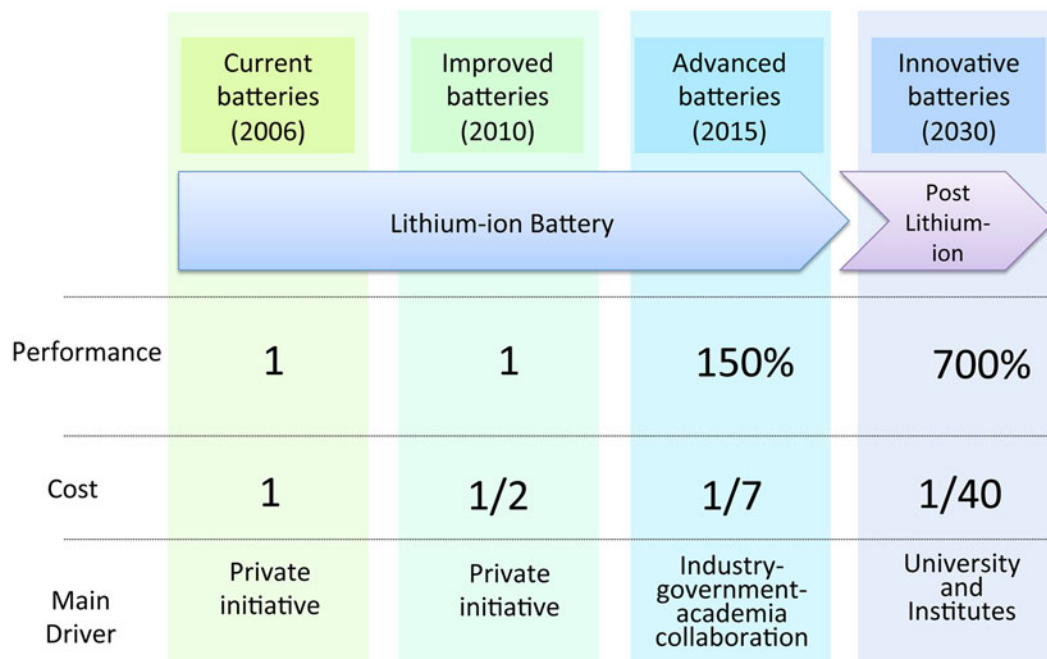


Abbildung 12: Battery Roadmap des METI (2006) (METI, Kenji Miura, 2011)

Die angestrebte technische Leistungsfähigkeit und die Planziele für Kosten von Lithium-Ionen-Batterien bis zum Jahr 2050 wurden 2010 von NEDO publiziert, sie sind in Abbildung 13 dargestellt.

Zur Erreichung dieser Ziele hat NEDO verschiedene Förderprogramme im Gesamtvolumen von umgerechnet 57 Mio. € ins Leben gerufen. Einzelne Projekte, ihre Hauptziele, Laufzeiten und Fördervolumina sind in der Übersicht in Tabelle 4 ersichtlich. Die Entwicklung von Batterieforschung wird auch in Japan sowohl von Seiten der Regierung als F&E-Förderung als auch von industrieller Seite finanziert. Industriegeförderte F&E-Aktivitäten sind in der Regel geheim und werden häufig erst vor Beginn einer Serienproduktion durch eine Pressemitteilung in der Öffentlichkeit bekannt gemacht oder durch die Anmeldung von Patenten. Ein großer Anteil der globalen F&E-Aktivitäten wird in dieser Art und Weise durch japanische Firmen wie Panasonic, Sanyo, Sony, Toshiba, Toyota, Mitsubishi, Hitachi und GS Yuasa ausgeführt. Durch die praktizierte Geheimhaltung ist die Höhe des zur Verfügung stehenden F&E-Budget für industriell geförderte Batterieforschung im Automobil-Bereich weitgehend unbekannt. Aufgrund der im Vergleich zu anderen Ländern frühzeitig geförderten Batterieforschung und den dadurch erlangten Entwicklungsvorsprung hat das Land bei Patenten in diesem Bereich eine starke Position erlangt. Ein Großteil der internationalen Patentanmeldungen im Bereich der Lithium-Ionenbatterien stammen von Firmen wie Toyota, Matsushita, NEC, Nissan, GS Yuasa und Mitsubishi.

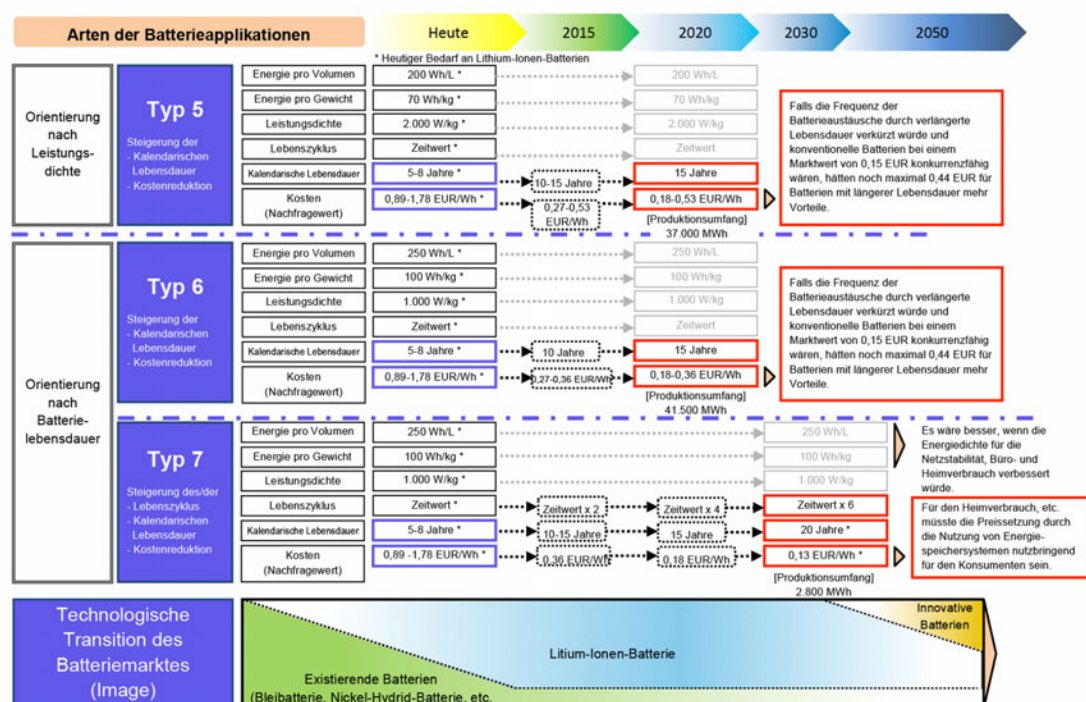


Abbildung 13: Beschreibung der Ziele für die technische Leistung und Kosten von Li-Ionen-Batterien von NEDO 2010 (ReCharge- The European Association for Advanced Rechargeable Batteries, 2013)

Im Bereich der Lithium-Mangan-Spinell-Batterien halten japanische Institutionen und Firmen sogar mehr als die Hälfte aller Patente. Diese Speicher werden in den Elektrofahrzeugen Nissan Leaf und im Mitsubishi i-MiEV eingesetzt und sollen nach Angaben der Hersteller eine vergleichsweise längere Lebenszeit sowie höhere thermische Stabilität und Versorgungssicherheit garantieren. Produziert werden die Batterien für Nissans Leaf von der Automotive Energy Supply Corporation, einem Joint Venture zwischen Nissan und NEC. Die Batterien für den i-MiEV stellt die Firma Lithium Energy Japan her, ein Joint Venture zwischen Mitsubishi Motors und GS Yuasa. Außerdem werden für den Nissan Leaf (Toshiba, Toshiaki Asano, 2013) sowie für den i-MiEV die schnellladefähigen Super Charge Ion Batteries (SCiB) von Toshiba eingesetzt (Doggett, 2011).

Toyota, Honda und Panasonic kooperieren zudem zwecks der Weiterentwicklung von Nickel-Metallhydrid Batterien. NiMH-Systeme sind technisch ausgereift, ausreichend sicher und zeigen eine gute Lebensdauer beim Einsatz in Hybridfahrzeugen. Weiterhin investiert Toyota bereits seit 1996 in ein Joint Venture mit Panasonic, das den Namen Primearth trägt. Auch hier wird hauptsächlich an der Weiterentwicklung von Nickel-Metallhydrid-Batterien gearbeitet. Im September 2012 präsentierte Toyota in Tokio eine Feststoffbatterie mit fünffach höherer Energiedichte (Electric Japan Weekly No 46, 2012).

Project	Main Target	Period	Budget FY 2011 in Mio. €
Research and Development Initiative for Scientific Innovation of New Generation Batteries (RISING)	Analysis of Battery Reaction Mechanism - Guideline to develop new material for LiB - New Materials for Post LiB	2009-2015	22,2
Development of High-performance Battery System for Next-generation Vehicles	Battery Module for PHEV - New Materials for LiB limitation, Post LiB	2007-2011	18,35
Speedy Innovation of Li ion And next Generation battery material's Evaluation R&D -	Battery Material's Evaluation and Cell Optimization	2010-2014	1,85
Electric Energy Storage System for Grid-connection	Low Cost, Long Life, Safety System	2011-2015	14,8
Total			57,2

Tabelle 4: NEDO Förderprogramme im Bereich Batterieforschung (ReCharge- The European Association for Advanced Rechargeable Batteries, 2013)

Verschiedene japanische Firmen haben eigene Roadmaps entwickelt, um die in Abbildung 13 dargestellten Entwicklungsziele im Bereich Batterie- und Speichertechnologien zu erreichen. So gibt es beispielsweise von Toyota eine Batterie-Roadmap bzw. technologische Planung aus dem Jahr 2008 (s. Abbildung 14). Es besteht unvermindert ein großer Forschungsbedarf hinsichtlich der Optimierung von Batterie-Eigenschaften sowie der Herstellungsprozesse und ihrer Kosten. Aktuelle F&E-Tätigkeiten im Bereich der Batterietechnologien zielen auf die Erhöhung der Batteriekapazität und Lebensdauer, der spezifischen Energie oder Leistungsdichte, einer Verbesserung der Batteriealterung/-degradation, Erhöhung der Sicherheit und der Einführung von Standardtests.

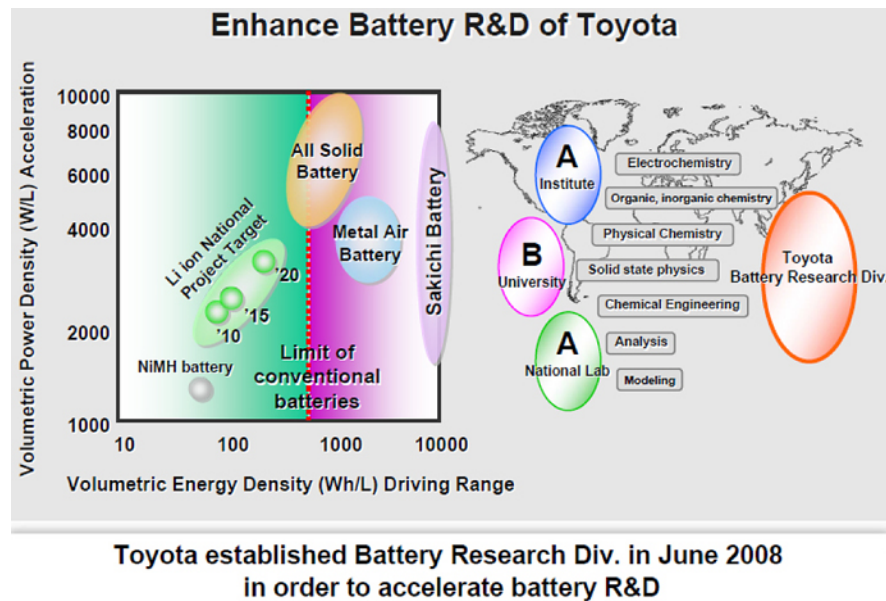


Abbildung 14: F&E-Technologie-Entwicklungsplanung von Toyota im Bereich Batterie- und Speichertechnologien 2008 (ReCharge- The European Association for Advanced Rechargeable Batteries, 2013)

3.3.2 Antriebstechnologien

Japanische Automobilhersteller entwickeln und produzieren Technologien für elektrische Antriebsstränge und decken damit die gesamte Palette von Elektrofahrzeugen ab, von rein batterieelektrischen Fahrzeugen (BEV) über Hybride (HEV), Plug-In-Hybride (PHEV), Range Extender-Fahrzeuge (REEV) und Brennstoffzellenfahrzeuge (FCV) (Bozem, et al., 2012; Assing, Holdik, Pöppel-Decker, & Ulitzsch, 2011).

Ein reines Elektroauto (BEV) wird von einem Elektromotor angetrieben und nutzt zu seiner Fortbewegung elektrochemische Energie, die in der Regel in wiederaufladbaren Akkumulatoren in einer Traktionsbatterie, auch in Kombination mit Kondensatoren hoher Energiedichte, gespeichert und im Fahrzeug mitgeführt wird. Ein BEV hat weder einen Verbrennungsmotor noch einen Kraftstofftank oder eine Brennstoffzelle. Als reine Elektrofahrzeuge von japanischen Herstellern sind auf dem Markt heute u.a. die Modelle Subaru STELLA, Mitsubishi i-MiEV, Nissan LEAF, Honda EV Plus, Honda Fit EV, Toyota REV4 EV und Toyota IQ E erhältlich.

Ein Hybridfahrzeug (HEV) zeichnet sich durch die Kombination verschiedener Antriebsprinzipien oder verschiedener Energiequellen aus. Im PKW-Bereich sind unterschiedliche Hybrid-Typen bekannt, z. B. die Verwendung verschiedener Brennstoffe (Benzin, Erdgas, Biogas, usw.), die Kombination von Brennstoffzellenantrieb und Elektroantrieb oder die Kombination eines Verbrennungsmotors mit einem oder mehreren Elektromotoren. Der Betrieb von Verbrennungsmotoren ist bei geringen Lasten ungünstig. Daher wird bei Hybridfahrzeugen der Verbrennungsmotor bevorzugt im optimalen Betriebsbereich eingesetzt. Ansonsten wird der Elektromotor verwendet, was zur Verringerung von Verbrauch und Emissionen führt. Ein grundlegender Nachteil von Hybridfahrzeugen ist deren hohes Gewicht, welches durch die zusätzlichen Hybridaggregate verursacht wird. Dieses kann u.a. durch eine Verkleinerung des Verbrennungsmotors kompensiert werden. Je nach technischer Ausführungsform und der realisierten Funktionalität im Fahrzeug werden die Systeme nach Voll-, Mild-, Mi-

ni- und Micro-Hybrid-Antrieb unterschieden, wobei die beiden Letztgenannten nicht zum rein elektrischen Fahren, sondern vielmehr zum Energiesparen und zur Kraftstoffrückgewinnung dienen. Im Vollhybrid sind Verbrennungsmotor und Elektromotor mechanisch mit den Antriebsrädern gekoppelt und können unabhängig voneinander agieren; eine Entkopplung der beiden Antriebssysteme kann über einen Freilauf oder eine Kupplung realisiert werden. Deshalb werden diese Fahrzeuge auch als „Parallel-Hybride“ bezeichnet. Die beiden Antriebssysteme, bestehend aus den beiden Antriebsmotoren, Speichern, Getriebe, Kupplungen oder Freiläufen, können sowohl jeweils einzeln als auch gleichzeitig zum Vortrieb des Fahrzeugs genutzt werden. In bestimmten Fahrzuständen (betriebswarm, geringe Geschwindigkeit, geringer Leistungsbedarf) können Vollhybride rein elektrisch gefahren werden kann. Marktführendes Modell dieser Art ist der Prius des japanischen Automobilherstellers Toyota. Daneben gibt es den Honda Insight, Mazda Premacy Hydrogen RE Hybrid und den Nissan M35h.

Eine technisch aufwendige Variante ist der sogenannte leistungsverzweigte Hybridantrieb. Die Leistung des Verbrennungsmotors wird in einen mechanischen und einen elektrischen Zweig aufgeteilt und im elektrischen Fahrmotor wieder zusammengeführt. Ein Elektromotor treibt die Vorderachse, der zweite die Hinterachse an. Zur Steuerung des Zusammenspiels von Verbrennungsmotor und Elektromotoren dient ein Planetengetriebe. Diese Technik wird derzeit von Toyota/Lexus verfolgt.

Ein Plug-In-Hybrid (PHEV) ist ein Kraftfahrzeug mit Hybridantrieb, dessen Batterie zusätzlich an einer Ladestation oder der heimischen Steckdose extern geladen werden kann. Meist hat es eine größere Batterie als ein reines Hybridfahrzeug und ist ursprünglich über die Weiterentwicklung zweier unterschiedlicher Antriebskonzepte als Mischform aus einem Vollhybrid und einem Elektroauto hervorgegangen. Die Funktionalität des Elektroantriebs wird durch die Möglichkeit des nächtlichen heimischen Aufladens deutlich ausgeweitet, indem die für das rein elektrische Fahren benötigte Energie nicht erst während der Fahrt mit dem Verbrennungsmotor erzeugt werden muss, sondern bereits im geladenen Akku gespeichert vorliegen kann. Nachteile von PHEV sind die hohen Herstellungskosten, die noch einmal deutlich über denen eines Hybridfahrzeugs liegen. Ein prominentes Modell eines Plug-In-Hybridfahrzeugs ist der Toyota Prius Plug-In Hybrid. Daneben gibt es seit Oktober 2013 von Mitsubishi den Outlander PHEV SUV in Europa (just-auto, 2013).

In ein Elektrofahrzeug mit Range Extender (REEV) werden zusätzliche Aggregate eingebaut, die die Reichweite erhöhen. Meist handelt es sich dabei um einen Verbrennungsmotor, der einem Generator vorgeschaltet ist und diesen antreibt. Der eigentliche Fahrzeugantrieb erfolgt rein elektrisch. Der Verbrennungsmotor springt erst ein, wenn die Fahrzeugbatterie entladen ist. Der Generator versorgt dann den elektrischen Fahrentrieb sowie einen im elektrischen Zwischenkreis angeordneten Speicher mit Energie. Kennzeichen solcher Hybridantriebe ist die "Serienschaltung" der Energiewandler ohne mechanische Anbindung des Verbrennungsmotors an die Antriebsräder. Nachteilig bei seriellen Hybridantrieben ist die doppelte Umwandlung von mechanischer in elektrische Energie und umgekehrt, eventuell noch verbunden mit einer Speicherung. Dies ergibt eine entsprechend ungünstige "lange" Wirkungsgradkette,

die die gewonnenen Emissions- und Verbrauchsvorteile wieder einschränkt. Von japanischen Herstellern gibt es derzeit noch keine Fahrzeuge mit Range Extendern. Nissan hat kürzlich ein Angebot zur Reichweitenverlängerung im übertragenen Sinne auf den Markt gebracht. Dabei wird den Kunden beim Kauf eines neuen Nissan Leafs ein Ersatzfahrzeug mit Verbrennungsmotor zeitlich begrenzt und kostenfrei zur Verfügung gestellt, wenn er längere Strecken zurücklegen möchte (NewFleet, 2013).

Fahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieb (FCHV) fallen unter die Kategorie von Hybriden, da sie über mindestens zwei verschiedene Energiewandler (Brennstoffzelle und Elektromotor) sowie über zwei verschiedene Energiespeichersysteme (Wasserstofftank und Batterie) verfügen. Mit Hilfe einer Brennstoffzelle wird Wasserstoff, der derzeit durch verflüssigten Wasserstoff oder Methan gewonnen wird, mit Sauerstoff zu Wasser reagiert. Die chemische Reaktionsenergie wird in elektrische Energie umgewandelt. Japanische Hersteller bieten die Modelle Toyota FCHV-adv, Honda FCX Clarity und Suzuki Mobile Terrace an. In einem Langzeit-Feldversuch im Rahmen des Projekts Clean Energy Partnership (CEP) werden aktuell in Berlin und NRW einige Exemplare des Toyota Highlander FCHV über mehrere Jahre eingesetzt und getestet. Geplant ist die breite Markteinführung von FCHV in 2015 von mehreren japanischen Automobilherstellern (z. B. Toyota, s. Kap. 3.3.1).

Aktuelle F&E-Tätigkeiten im Bereich der Antriebssysteme von Elektrofahrzeugen legen den Fokus gemeinhin auf die Entwicklung zuverlässiger, leichtgewichtiger, sicherer und intelligenter Lösungen zur Erreichung einer optimalen Energieeffizienz, zur Reduktion des Kraftstoffverbrauchs und zur Minimierung der Emissionen von CO₂ und toxischen Gasen (CO, CH_x, NO_x, Partikel). Der Schwerpunkt liegt dabei auf dem Elektromotor. Dieser stellt im Elektrofahrzeug eine kompakte Einheit dar, die in der Nähe der Drehachsen eingebaut wird.

Gegenüber konventionellen Verbrennungsmotoren bestehen bei Elektromotoren hohe Anforderungen an den Wirkungsgrad im Bereich der Nennleistung, das Verhältnis von Leistung zu Gewicht, die mechanische Schockfestigkeit und die schnelle Umschaltbarkeit zwischen Motor- und Generatorbetrieb. Es wird an alternativen Materialien und an der Verbesserung von Motorsteuerungseinheiten und der Reduktion von Kosten und Gewicht gearbeitet. Auch werden neue Konzepte wie „In-Wheel-Motoren“ entwickelt. Auf diesem Gebiet ist in Japan maßgeblich die SIM Drive-Corporation aktiv, die in Kawasaki angesiedelt ist (SIM-Drive, 2013). Im Jahre 2009 wurde das Start-up-Unternehmen von Prof. Shimizu als "Open Innovation Platform" für Elektromobilität gegründet. Die Kerntechnologie stellt ein Radnaben-Motor dar, welcher dem Unternehmen auch den Namen verliehen hat (Shimizu In-Wheel Motor-Drive). Bei diesen Motoren verschwindet der zentrale Motor, der die Räder antreibt, verkleinert in den Radnaben. Dieser Einzelradantrieb schafft nicht nur viel mehr Platz im Innenraum, sondern ermöglicht auch neue Designkonzepte wie Autos, die seitwärts einparken oder auf der Stelle wenden können. Im Sinne eines Open Source-Projekts können sich Unternehmen und Organisationen als Partner bei SIM-Drive beteiligen. Gegen eine Gebühr in Höhe von mindestens 20 Mio. Yen (150.000 Euro) können sie Mitarbeiter und Technik entsenden und dafür das Auto als Entwicklungsplattform für ihre Techniken verwenden. Die Resultate werden in Form von qualitativ hochwertigen

Fahrzeugen vorgestellt. Zurzeit sind etwa 70 Unternehmen an der Entwicklungsplattform beteiligt, darunter Bosch, PSA Peugeot Citroën und Toyotas Handelshaus Toyota Tsusho. Drei SIM-Drive-Prototypen wurden inzwischen fertiggestellt. Aktuell läuft die Ausschreibung für die Entwicklung am vierten Modell (SIM-Drive, 2012).

3.3.3 Systemintegration ins Fahrzeug

Die Systemintegration umfasst sämtliche Schritte im Aufbauprozess und in der Fahrzeugentwicklung auf der Ebene von Systemen, Modulen und Komponenten. Insbesondere zählen dazu Hard- und Softwarelösungen sowie sog. Smarte Systeme für das Management von Sicherheit, Zuverlässigkeit, Robustheit, energieeffizientem Zusammenspiel von Antrieb und Energiespeichersystemen und zur optimierten Kontrolle von energetischen und thermischen Flüssen. Darüber hinaus fallen der Einsatz von Leichtbau-Materialien, Eco-Design und Recycling, z.B. die Entwicklung von Techniken zur Rückgewinnung von Abwärme, unter die Systemintegration ins Fahrzeug. Allgemein herrscht ein Wachstumstrend für alle integrierten Module in Fahrzeugen vor. Es werden zunehmend Computersysteme in die Fahrzeuge eingebettet, um diese zu steuern und automatisiert zu regeln. Die Systeme lassen sich in die Bereiche Antrieb und Fahrwerksteuerung, Fahrzeugaufbau, Multimedia-Anwendungen und integrierte Dienste wie Pre-Crash-Sicherheitssystem, automatische Fahrerassistenz, Vernetzung, Parkassistenz, etc. kategorisieren. Die japanische Automobilindustrie hat in diesem Bereich in den vergangenen Jahrzehnten ein beachtliches Know-how aufgebaut und nutzt dieses nun konsequent im Bereich der Elektromobilität. Beispielsweise sind im Lexus LS-460 bereits über 100 eingebettete Computersysteme (ECU: embedded control units) eingebaut und über 7 Mio. Softwareverknüpfungen vorhanden, wenn alle optionalen Ausstattungselemente installiert sind (Takada, 2012). Insbesondere Tier-1 Zulieferer aus Deutschland gelten weltweit als kompetent auf diesem Gebiet.

Zu den wesentlichen Kontroll- und Managementsystemen im Elektrofahrzeug gehören das Energiemanagement, das Batteriemanagement und das thermische Management. In Letzterem werden Lösungen für Heizung, Belüftung, und Kühlung unter unterschiedlichen Umgebungsbedingungen entwickelt sowie neue Konzepte für die Raumnutzung in Fahrzeugen erstellt. In Japan werden Energiemanagement-Systeme zum Beispiel vom Solarmodulhersteller Kyocera in Zusammenarbeit mit dem Elektronik- und Batterie-Komponentenhersteller Nichicon entwickelt (Martin, 2012). Toyota hat ein Energiemanagement-System aus recycelten Nickel-Metall-Hydrid-Batterien des Prius für den Einsatz in Gebäuden entwickelt und möchte dieses an mit Toyota verbundene Vertragshändler verkaufen. Diese Systeme werden mit Solarmodulen oder energiesparenden Klimaanlage kombiniert (Westlake, 2013). Hitachi Chemical betreibt Forschung an Materialien für thermische Management-Systeme, die mitunter zu einer Optimierung von Wärmeflüssen und Minimierung von Wärmeverlusten beim Betrieb elektrischer und elektronischer Geräte beitragen sollen (Inada, 2011).

In den Elektrofahrzeugen kommender Generationen muss die Energieeffizienz deutlich gesteigert werden. Deshalb stehen Energiemanagementsysteme (EMS), die die Bordnetzstabilität und einen optimalen Energiewirkungsgrad bei unterschiedlichen Fahrzuständen sicherstellen, im Mittelpunkt des Interesses im Bereich der Systemin-

tegration. Ein EMS dient dazu, den gesamten Energiefluss im Fahrzeug derart zu regeln, dass sowohl dissipative Energieverluste als auch CO₂-Emissionen minimiert werden können. Zur Erreichung einer optimierten Energieeffizienz werden Systeme entwickelt, die Energie aus verschiedenen Quellen zurückgewinnen (thermisch, vibratorisch, kinetisch, photovoltaisch, mechanisch, etc.) und es werden Rekuperationstechniken weiterentwickelt. Die japanische Automobilindustrie kann hier auf die vielfältigen Erfahrungen im Bereich der Hybridfahrzeuge zurückgreifen, bei denen ein Energiemanagementsystem darüber entscheidet, welcher Motor zu welchem Zeitpunkt hinzugeschaltet wird.

Ein Batteriemanagement-System (BMS) regelt den Schutz vor Über- und Unterspannung der Batteriezellen und -module während des Lade- und Entladeprozesses, das "Active Cell Balancing". In einer Antriebsbatterie müssen sich alle Batteriezellen immer im gleichen Betriebszustand befinden, da die schwächste Einheit die Leistung der gesamten Batterie bestimmt. Mit zunehmendem Alter lässt die Speicherkapazität der einzelnen Batteriezellen unterschiedlich stark nach. Die Herausforderung dabei ist es nun, die Auslastung jeder einzelnen Zelle individuell zu optimieren und somit den Alterungsprozess der gesamten Batterie zu verlangsamen. Dies zu realisieren ist die Aufgabe des Batteriemanagement-Systems (BMS), welches sowohl die Batterieladung und -entladung steuert als auch fortwährend die Funktionsfähigkeit der Batteriezelle sowie ihren Ladezustand und damit die Restreichweite eines Elektrofahrzeugs überwacht und die Kontrolle von Kontakten und Ladegerät übernimmt. Zu den weiteren Aufgaben des BMS zählen die Erhöhung der Zuverlässigkeit, Lebensdauer und Wirtschaftlichkeit einer Batterie, die Realisierung des Datenaustauschs und die Bereitstellung von Informationen für das Energiemanagement-System. Mitsubishi und der japanische Batteriehersteller GS Yuasa haben Mitte 2013 ein Joint Venture gegründet, in das Bosch sein Know-how im Bereich des Batteriemanagements einbringt.

Aktuelle F&E-Tätigkeiten im Bereich Systemintegration umfassen die Entwicklung von Mikroprozessoren, integrierter Nanoelektronik, elektrischen Systemen und Leistungselektronik-Modulen sowie von Komponenten und Systemen für die neuen Fahrzeugtopologien (Zubaryeva & Thiel, 2013). Im Allgemeinen ist für das Packaging und die Komponentenintegration wichtig, standardisierte elektrische, mechanische und thermische Schnittstellen zur Verfügung zu haben. Ein wichtiger Aspekt bei den Entwicklungsarbeiten ist auch die Benutzerfreundlichkeit. Es werden neue Multisystem-Architekturen mit Hardware/Software-Design und den entsprechenden standardisierten Schnittstellen entworfen, z.B. Architektur-Konzepte für den neuen 48 V-Trend für Mittelspannungssysteme und Systeme zur Datenverteilung über „x-by-wire“-Kommunikation. Es werden F&E-Arbeiten zur Entwicklung einer Plattform mit eingebetteten Echtzeit-Systemen und eingebetteter System-Architektur (Hardware, Software, Betriebssystem, Algorithmen, etc.) durchgeführt, einschließlich der geltenden Sicherheitsvorgaben und Komponentenstandards. In diesem Zusammenhang fallen die Aktivitäten des o.g. japanischen Clusters SIM-Drive ins Auge, zu dessen Akteuren neben einer Reihe von Automobilherstellern insbesondere auch Unternehmen der Elektronik- und Halbleiterindustrie zählen.

3.3.4 Demonstrationsprojekte

Zur Erprobung neuer Technologien und Konzepte sowie als Schaufenster im Bereich der Elektromobilität wurde von japanischen Unternehmen in Japan sowie in Asien, den USA und Europa eine Reihe von öffentlich geförderten Demonstrationsprojekten ins Leben gerufen, vergleichbar mit dem Förderprogramm „Schaufenster Elektromobilität“ der deutschen Bundesregierung. Diese Projekte dienen neben der Realisierung und dem praktischen Testen neuer Entwicklungen aus technologischen Gesichtspunkten dazu, das Interesse an elektrifizierten Anwendungen in der Bevölkerung zu wecken und frühzeitigen Bedarf an den neuen Technologien und Anwendungen zu schaffen. Es sollen Anreize zur Verbreitung von Elektromobilität geboten und die Akzeptanz seitens der potenziellen Nutzer erhöht werden. Nicht zuletzt sollen die Durchführung internationaler Großprojekte die Bekanntheit und Verbreitung japanischer Technologien und Produkte weltweit fördern und erhöhen und damit Japans Position auf dem Weltmarkt weiter stärken.

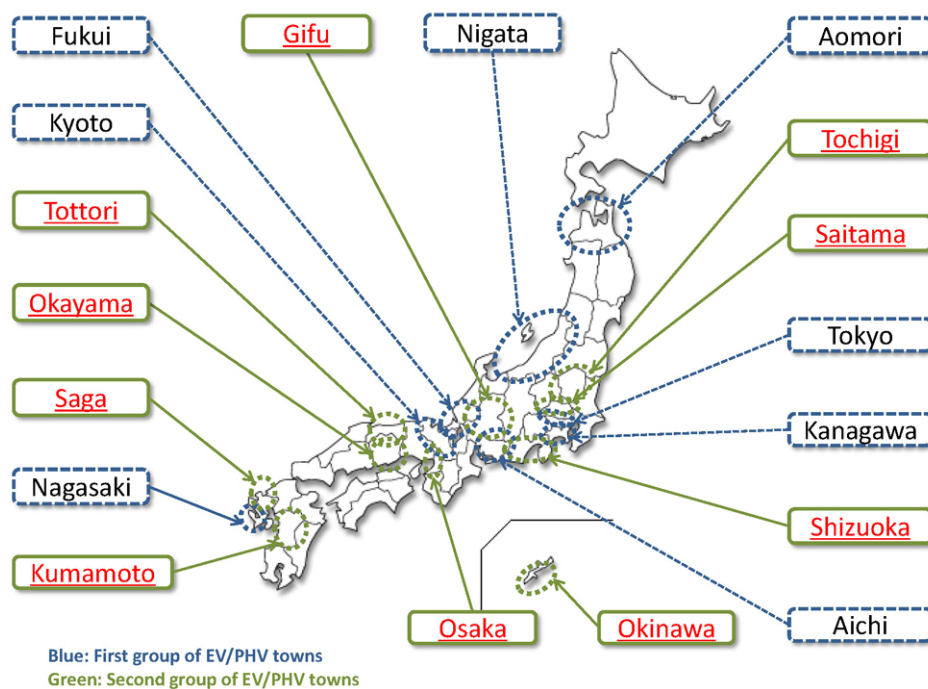


Abbildung 15: EV/PHEV Towns (GrowthAnalysis, 2012)

Es gibt Initiativen seitens der Regierung, den Ausbau der Ladeinfrastruktur zu fördern. Eine solche Initiative ist das Modellprojekt „EV/PHEV Towns“, das im Rahmen des Low Carbon Technology Plans des METI festgesetzt wurde und 2010 startete (METI, Kenji Miura, 2011). Dafür werden in ausgewählten Städten und Modellregionen in Zusammenarbeit mit den Gemeinden, der öffentlichen Hand und lokalen Unternehmen die Ladenetzwerke intensiv aufgebaut (GrowthAnalysis, 2012).

In einer Erweiterung dieser Initiative Ende 2010 wurde auch die Förderung von Fahrzeugtechnologien und Konzepten für öffentliche und private Elektrofahrzeugflotten mit aufgenommen. Unter den insgesamt 18 EV/PHEV Towns in Japan sind, wie in Abbildung 15 gezeigt, Niigata, Fukui, Kyoto, Okayama, Aomori, Tokio, Kanagawa, Aichi, Kochi, Okinawa, Totori, Saga, Nagasaki, Kumamoto, Gifu, Tochigi, Saitama, Shizuoka-

ka und Osaka. Global gibt es weitere wichtige Demonstrationsprojekte in Städten in Europa, Asien und Amerika, die als Pioniere die Einführung von Elektromobilitätsprojekten vorantreiben. Diese sind im EV City Casebook der IEA präsentiert (IEA, 2012).

NEDO in seiner Eigenschaft als Japans größte Förderinstitution für Forschung und Innovation in den für Elektromobilität relevanten Bereichen hat schon zahlreiche nationale wie internationale Projekte durchgeführt. Im Zeitraum zwischen 2000 und 2010 wurden beispielsweise Projekte im Bereich Netztechnologien, Erneuerbare Energien und Energietransfer in Ota, Hachinohe, Wakkanai, Kyotango, Aichi, Tomamae und Sendai gefördert (NEDO, Takafumi Satoh, 2013). NEDO führt auch zum Thema Recycling kritischer Materialien eine Reihe von Projekten durch.

Zum Ausbau von Ladeinfrastruktur führt das Japan Charge Network in der Region Kanto ein großangelegtes Projekt durch (Electric Japan Weekly No 46, 2012). Ladesysteme unterschiedlicher Technologien werden in Restaurants, Einkaufszentren, Autobahnrastplätzen und anderen vielbesuchten öffentlich zugänglichen Orten aufgestellt, dazu werden unterschiedliche Tarifmodelle angeboten. Nissan ist 30%iger Anteilseigner des Japan Charging Networks. Im Bereich der Energiespeichersysteme ist das Miyako Island Micro Grid als großes Demonstrationsprojekt zu Smart Grids mit integrierten Batteriespeichern und erneuerbaren Energiequellen (Wind, Sonne) zu nennen (CRIEPI, Hiroshi Asano, 2013). Dieses wird von der Okinawa Electric Power Company in Zusammenarbeit mit Toshiba durchgeführt.

Auch Toyota führt im Rahmen des Low Carbon Technologie Plans in seinem Smart Mobility Park ein Demonstrationsprojekt zu nachhaltiger Mobilität durch, kombiniert mit dem Einsatz intelligenten Energiemanagements (Toyota, Yutaka Matsumoto, 2013). Dafür möchte der Toyota Konzern bis Herbst 2013 20 moderne Ladesäulen im Herzen von Toyota City installieren, die mittels integrierter Solarzellen selbst Energie produzieren und speichern können und somit auch autonom vom Netz Strom liefern. An den Ladestationen können bis zu sechs Elektrofahrzeuge gleichzeitig mit dem selbst produzierten Strom oder über Netzanschluss aufgeladen werden. Dank der installierten Steckdosen können auch andere elektronische Geräte an der Ladestation aufgeladen werden. Die ersten Ladestationen wurden im Rahmen des Ha:mo Ride-Projekts im Oktober 2012 installiert, in dem unterschiedliche Verkehrsmittel möglichst umweltschonend vereint werden sollen (Bus, Auto, Zweirad). Außer den Ladestationen sollen bis Herbst 2013 100 Elektroautos vom Typ Mini (COM) und Motorräder von Yamaha (PAS) im Smart Mobility Park bereitgestellt werden (Keyvan, 2013).

Städte werden in Zukunft die Schlüsselrolle für den Aufbau nachhaltiger Energiesysteme darstellen. Es gibt Demonstrationsprojekte zu Smart Communities, in die japanische Unternehmen involviert sind. In nachhaltigen Smart Cities sollen Informationen lokal stärker konzentriert werden. Um eine optimierte Verteilung von Energie zu ermöglichen, werden lokale und regionale IKT-Netzwerkstrukturen geschaffen. In den Demonstrationsprojekten zu Smart Cities werden unterschiedliche Technologien zu einem gesamtheitlichen System kombiniert und verschiedene Konzepte erprobt, um die Einführung ganzheitlicher intelligenter Stadtkonzepte und den Ausbau von Ladeinfrastruktur voranzutreiben. Auch in diesem Kontext werden seit 2010 von NEDO einige Projekte auf nationaler wie internationaler Ebene gefördert. Als nationale Projekte

zu Smart Communities sind dort Kyoto Keihanna District, Yokohama City, Kitakyushu City und Toyota City zu nennen. Heimische Projekte von NEDO, die spezialisiert sind auf die Demonstration von Technologie, sind daneben Hitachi City, die Mie University, Nagasaki, Minamata, Fukuyama, Tottori und Osaka. Auf internationaler Ebene führt NEDO im Bereich Smart Community sowohl in Europa mit Lyon (Frankreich) und Malaga (Spanien) Projekte durch, wie auch in den USA mit New Mexiko und Maui Island (Hawaii) und in China mit Gongqingcheng City. Auch in Deutschland wird nach einem passenden Standort gesucht.

Die ausgearbeiteten ganzheitlichen Konzepte können dabei sehr unterschiedlich sein und Aspekte beinhalten, die ganz auf die primären Bedürfnisse der jeweiligen Region zugeschnitten sind (z.B. Lösungen zu Energieeffizienz, intelligentem Wassermanagement, Verkehrskontrolle, Gesundheitswesen, Unglücksvorhersage, Sicherheit). Ein Beispiel ist der Faktor der geringen Geräuscherzeugung durch Elektrofahrzeuge, die gerade in der ruhigen Region Kyoto. Die verschiedenen Lösungen sollen gegebenenfalls anschließend miteinander koordiniert und für die jeweilige Region optimiert und angepasst werden, so dass die in den Demonstrationsprojekten gewonnenen Erkenntnisse allgemein in die Entwicklung und den Aufbau zukünftiger Smart Communities und ihrer sozialen Infrastruktur einfließen können (NEDO, 2013 - 2014).

3.3.5 Integration ins Versorgungsnetz

Für die Elektromobilität als Gesamtsystemlösung ist die umfassende Integration von Elektrofahrzeugen und deren Batterien ins Energieversorgungssystem ein essentieller Bestandteil. Die dafür benötigten Technologien umfassen das gesteuerte Laden der Batterien zu geeigneten Zeitpunkten, z.B. dann, wenn eine überschüssige Energiemenge aus erneuerbaren Quellen zur Verfügung steht. Dazu gehören auch die Vehicle-to-Grid-Strategien (V2G), die einen bidirektionalen Energiefluss zwischen Fahrzeug und Netz ermöglichen. Die intelligent gesteuerte Integration von Elektrofahrzeugen und anderen Energieverbrauchern und -speichern in das Versorgungsnetz ist Teil der in Japan propagierten Errichtung sogenannter Smart Communities (s. Kap. 3.5.1). Diese sollen einerseits die Nutzung lokal erzeugten Stroms aus erneuerbaren Energiequellen ermöglichen und andererseits dazu dienen, bei Netzausfällen – z. B. infolge von Erdbeben – die Energieversorgung mit autarken Quellen sicherzustellen.

Zur Einbindung eines Elektrofahrzeugs in das Stromnetz wird ein einfaches Messgerät benötigt sowie als technische Komponente ein AC/DC-Wandler, der auch die Rückspeisung von Energie aus der Fahrzeugbatterie ins Netz erlaubt, und ein Vertrag mit dem Energieversorger. Neben dem physikalischen Design der Elektrofahrzeuge müssen die Anforderungen beachtet werden, die diese als neue Lasten an das Energiesystem stellen und beim strategischen Aufbau der Infrastruktur berücksichtigt werden müssen. So sind neue Koordinierungspläne und Standardisierungsprozesse entlang der Energiezulieferkette erforderlich.

Das bedeutet, dass Automobilhersteller, Vertriebsgesellschaften, Vertriebspartner und Übertragungsnetzbetreiber in Zusammenarbeit einheitliche Schnittstellen zwischen Fahrzeugen und Infrastruktur entwickeln müssen, die landesweit dieselbe Qualität der Netzanbindung ermöglichen und gewährleisten. Kompatibilität und Interoperabilität

sollten darüber hinaus auch auf internationaler Ebene und über Landesgrenzen hinweg gewährleistet sein, sodass Fahrzeuge in beliebigen Verteilnetzen gleichermaßen geladen werden können. Dazu müssen Standards für die physische und informationstechnische Verbindung Fahrzeug-Ladestation-Netz eingeführt werden sowie die Prozesse Aufladung, Bezahlung, Identifikation und Kommunikation. Ein intelligentes System zur effizienten Integration und zum Management von Elektrofahrzeugen im Versorgungsnetz ist der Schlüssel dazu, energetische wie finanzielle Vorteile bei der Elektromobilität zu realisieren.

Auch über die Schnittstellen zwischen Fahrzeug und Netz hinaus besteht Innovationsbedarf. So müssen neue Modelle zum Netzbetrieb und Echtzeit-Management ausgearbeitet werden, die an die Anforderungen und Ansprüche des zukünftigen Smart Grids angepasst sind. Die Kontroll-, Überwachungs- und Netzmanagementsysteme haben sicherzustellen, dass die Nutzung von Ladestationen unabhängig vom jeweiligen Verteilernetz ist, an dem die Elektrofahrzeuge in dem Moment angeschlossen sind. Für die Übertragungsnetzbetreiber werden neue Planungstools benötigt, um den zukünftigen Energiebedarf decken zu können. Mit Hilfe von Analysen sollen die Auswirkungen der zunehmenden Integration von erneuerbaren Energien und Elektrofahrzeugen auf die Netzstabilität simuliert und so der lokale Energiebedarf bestimmt werden, insbesondere in Ballungszentren wie Städten.

Die Nutzung von Elektrofahrzeugen als Zwischenspeicher im Energieversorgungsnetz ermöglicht die bessere Einbindung fluktuierender Energiequellen wie Wind und Sonne in das Versorgungsnetz und erhöht zudem die Netzstabilität. Bedeutend ist dafür auch der hohe Wirkungsgrad von 60-90% bei der Umwandlung der gespeicherten Energie aus Fahrzeugbatterien im Vergleich zu dem Wirkungsgrad bei der Energieumwandlung aus Wasserspeichern (~60%) oder Wasserstoff (~40%).

Japan nutzt heutzutage bereits stationäre Batteriespeicher, um verhältnismäßig kleine Energiemengen zu speichern. Zum Beispiel stellt Toshiba stationäre Energiespeicher mit einer Kapazität (Ausgangsleistung) im Bereich von wenigen kWh (~1 kW) bis 500 kWh (~1500 kW) her (Toshiba Corporation, Toshiaki Asano, 2013). Die Zwischenspeicherung von Energie in Fahrzeugbatterien erlangt gerade in Japan darüber hinaus an Bedeutung, da die Energieerzeugung dort zunehmend dezentralisiert aus vielen kleinen Kraftwerken wie Blockheizkraftwerken, Windparks oder Solaranlagen erfolgen soll. Während die Speicherung der Energieüberschüsse in großen stationären Batteriespeichern mit hohen Kosten verbunden ist, gibt es mit Elektrofahrzeugen die Möglichkeit, durch die Aufteilung der Kosten eine für sowohl den Energiedienstleister als auch den Fahrzeugbesitzer vorteilhafte Situation zu schaffen.

Im Zuge des breiten Ausbaus von Elektromobilität verspricht man sich in Japan auch, gleichzeitig die im Land zur Verfügung stehende Speicherkapazität bedeutend erhöhen zu können. Die Li-Ionen-Batterien moderner Elektrofahrzeuge wie des Nissan Leaf zeichnen sich durch eine hohe effektive Speicherkapazität aus, mit der sich ein durchschnittlicher Haushalt bereits für ein paar Tage mit Strom versorgen lässt (McGuire, 2011). Wird die gespeicherte Energie zudem nur zu Spitzenlastzeiten oder Perioden mit der höchsten Rückerstattung zurückgeführt, können Japaner ihre Stromrechnungen erheblich senken und hätten zudem noch genügend Energie in der

Fahrzeugbatterie zur Durchführung täglicher Routinefahrten im Stadtgebiet. Das japanische Unternehmen NTT DOCOMO, der Zweig der kabellosen Telekommunikation der Nippon Telegraph and Telephone Corporation (NTT), hat kürzlich in Yokohama ein Demonstrationsexperiment mit der Bezeichnung "kan-kan-kyo" zum Thema Smart Homes durchgeführt. In diesem Projekt wurde ein energieautarkes Haus mit einer Photovoltaik-Anlage ausgestattet, welche die Batterien von Elektrofahrzeugen unterschiedlicher Anbieter aufladen kann. Die darin gespeicherte Energie wird dann wiederum zum Betrieb verschiedener Geräte im Haus verwendet. Gesteuert wird das Ganze durch ein Home ICT-System (NTT DOCOMO Inc., Murakami, 2011).

Im Bereich der Integration von Elektrofahrzeugen ins Energiesystem werden F&E-Arbeiten zum Ausbau der Ladeinfrastruktur mit standardisierten Schnellladestationen, AC Ladestationen und Induktivlademöglichkeiten durchgeführt (s. auch Kap. 3.3.5). Für das DC-Schnellladen nach der CHAdeMO-Methode werden ein CHAdeMO-Connector und -Protokoll benötigt, um sicherzustellen, dass die Batterie mit der optimalen Strommenge und Stromstärke geladen wird. Beim CHAdeMO-Protokoll verbindet sich das Batterie-Management-System (BMS) des Autos mit dem Computer der Schnellladestation zu einem Master-Slave-System. Das BMS des Autos (Master) meldet der Ladestation (Slave) den aktuellen Ladestand des Fahr-Akkus sowie die notwendige Gleichspannung und maximale Stromstärke zum Laden. Die Spannung bewegt sich bei diesen Verfahren im Bereich von 300 - 600 V und die Stromstärke bei bis zu einigen 100 Ampere. Die Ladestation passt daraufhin die Ladeparameter (Spannung, Stromstärke) an die vom BMS des Fahrzeugs mitgeteilten Akkuparameter an. Auf diese Weise wird der Ladevorgang vom Auto aus gesteuert, was zu einer schnellen und gleichzeitig schonenden Aufladung des Akkus führen soll. Grundsätzlich sollte eine Batterie so schnell wie möglich geladen werden können, ohne dabei beschädigt zu werden.

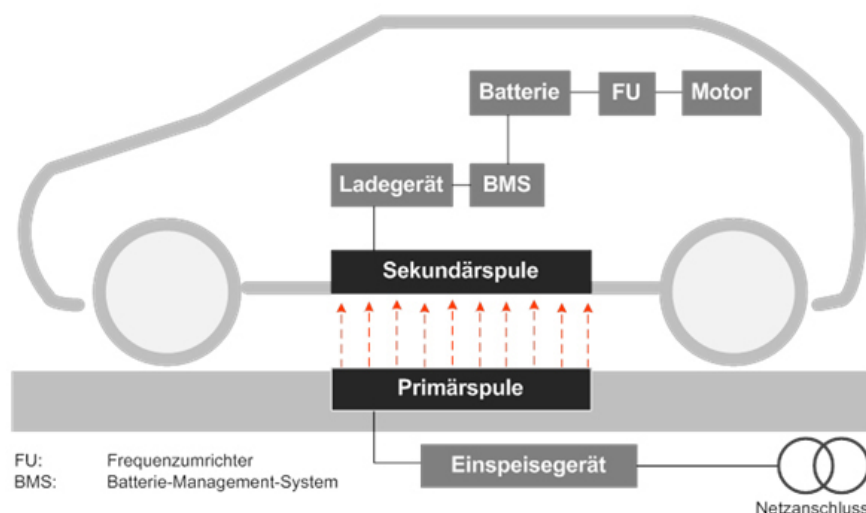


Abbildung 16: Prinzip des berührungslosen Energietransfers (Brose-SEW, 2013)

Der Fokus aktueller F&E-Aktivitäten liegt derzeit insbesondere auf fortgeschrittenen Technologien wie dem kabellosen Laden über Induktion, welches auf dem Prinzip der magnetischen Feldresonanz beruht. Elektrische Energie wird über das Magnetfeld

zwischen zwei Spulen transferiert, wobei eine Spule sich im Fahrzeug und eine sich im Boden befindet. Das Prinzip des berührungslosen Energietransfers per Induktion ist in Abbildung 16 schematisch gezeigt. Es werden Technologien zum intelligenten Laden über bidirektionale Möglichkeiten und zum kontaktlosen Laden während der Fahrt entwickelt. Ferner werden In-vehicle-Komponenten für fortschrittliche Interfaces für Vehicle-to-Grid-Methoden (V2G) sowie für Vehicle-to-Home (V2H) entwickelt, die die Möglichkeit schaffen, mit Hilfe der Fahrzeugbatterie häusliche Geräte mit Strom zu versorgen.

3.3.6 Integration in das Verkehrssystem

Japan hält die Technologieführerschaft bei der Integration des Automobils in das Verkehrssystem mit Hilfe fortschrittlicher Informations- und Kommunikationstechnologien inne. Dies umfasst den Entwicklungsstand kooperativer Systeme mit Vehicle-to-Vehicle (V2V) und Vehicle-to-Infrastructure (V2I)-Strategien sowie die Verbindung des PKW-Verkehrs mit anderen Verkehrsmodi. Auch die Bereiche Fahrzeugvernetzung zur Erhöhung der Sicherheit und Energieeffizienz, Straßen- und Verkehrsinformationen, Verkehrsmanagementsysteme sowie Kommunikations- und Infotainment-Systeme im Fahrzeug fallen unter dieses Themenfeld. Von dieser Situation profitiert die Elektromobilität in vielfacher Hinsicht.

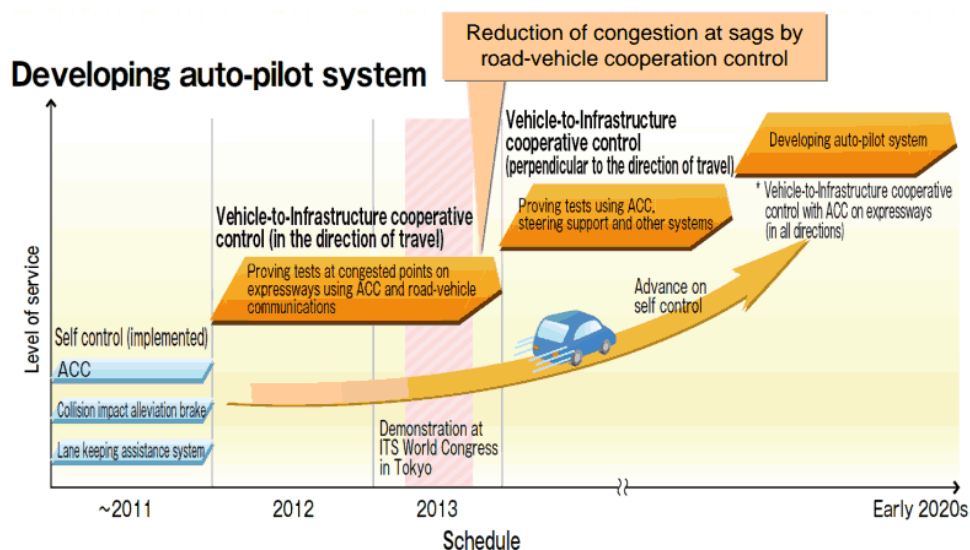


Abbildung 17: Roadmap des MLIT für die Entwicklung von automatisiertem Fahren (Auto-Pilot-System) (MLIT 2013)

Das integrierte Konzept des „Intelligent Transportation Systems“ (ITS) ist in Japan weitgehend etabliert. ITS besteht gemeinhin aus einem im Fahrzeug integrierten Informationssystem, welches dem Fahrer unterschiedliche Dienstleistungen über Telekommunikation und Funk zur Verfügung stellt.

Prominente Anwendungen sind VICS (Vehicle Information and Communication System) als satellitenbasiertes GPS-Navigationssystem, ETC (Electronic Toll collection) als Mautsystem, UMTS (Universal Transportation Management System) für die Verkehrslenkung, AHS (Advanced Highway System) für das Verkehrsmanagement auf Autobahnen sowie multimodale Transportketten (Hollborn, 2002). In modernen Fahrzeugen werden zudem mehr und mehr Fahrerassistenzsysteme integriert, die eine

Vielzahl von Sensoren nutzen und mit ITS-Technologien zusammenspielen, z.B. Überwachung der Fahrtüchtigkeit (Augenkontrolle), Einhaltung des Straßenverlaufs oder Frühbenachrichtigungssysteme zu nahenden Ambulanzen und Notfalldiensten.

Zugleich schreitet Japan bei der Einführung des automatisierten Straßenverkehrs schnell voran. Einen Schlüssel dafür stellt die „ITS Spot“-Technologie dar, die die Kommunikation zwischen Fahrzeugen und Infrastruktur mit hoher Bandbreite ermöglicht. An 1.600 Stellen in Japan wurden inzwischen entsprechende Sender installiert, mit denen bereits mehr als 100.000 Fahrzeuge kommunizieren können. Sie sollen künftig mit Systemen wie Spurhalteassistenten und Tempomat mit Abstandsregulierung kombiniert werden, um so Verkehrsstaus zu vermeiden. Das hoch automatisierte Fahren (Auto-Pilot) soll darüber hinaus in Japan bis zum Jahr 2020 in Schritten entlang einer Roadmap eingeführt werden, die in Abbildung 17 dargestellt ist (MLIT, Okumura, 2013).

Diese Entwicklungen sind auch für die Elektromobilität relevant, denn durch die Optimierung der Verkehrsflüsse lässt sich der Energieverbrauch reduzieren und somit die Reichweite von Elektrofahrzeugen erhöhen. Navigationssysteme können die Verfügbarkeit von Ladestationen in die Routenplanung einbeziehen oder auf alternative Verkehrsmodi verweisen. Auch führt die Vernetzung des Fahrzeugs mit seiner Umwelt zu einer Vermeidung von Unfällen, so dass Leichtbau konsequenter eingesetzt werden könnte, was zu einer weiteren Steigerung der Energieeffizienz führt. Schließlich kann im vernetzten Straßenverkehr die Reichweitenvorhersage von Elektrofahrzeugen verbessert und deren Nutzung, gerade in öffentlichen Flotten und Car-Sharing-Diensten optimiert werden. All dies führt zu einem höheren Nutzwert des Elektroautos.



Vollautomatisiertes Ein-Personen- Fahrzeug "ROPITS" von Hitachi

Abbildung 18: Vollautomatisiertes Ein-Personen-Fahrzeug „ROPITS“ von Hitachi (Hitachi Press Release, 2013)

Alle wichtigen japanischen Automobilunternehmen greifen heutzutage auf ITS-Technologien zurück und setzen Informationssysteme in ihren Fahrzeugen ein. Navigationssysteme und On-board Units werden u.a. von Alpine, Panasonic, Mitsubishi Electric und Pioneer angeboten. Panasonic hat bei der Entwicklung des elektronischen Toll Systems ETC mitgewirkt, Sumitomo bei VICS. Auch Schnellstraßenbetrei-

ber wie die Metropolitan Express Public Corporation sind am Ausbau und der Implementierung von Vehicle-to-Infrastructure-Konzepten beteiligt. Toyota hat Ende 2012 in der Stadt Susona ein Testgelände für ITS eröffnet (Toyota Press Release, 2012). Eine Verbindung von Elektromobilität und ITS wird bereits im Elektrofahrzeug Nissan Leaf hergestellt. Dort wird die verbleibende Reichweite zusammen mit den im Umkreis erreichbaren Ladestationen auf dem Navigationsgerät angezeigt. In diesem Zusammenhang fallen auch die Entwicklungsaktivitäten der japanischen Industrie im Bereich von Robotertaxis ins Auge. So hat Hitachi Anfang 2013 in der Stadt Tsukuba ein selbstfahrendes Ein-Personen-Elektrofahrzeug mit der Bezeichnung „ROPITS-Robot for Personal Intelligent Transport System“ (ROPITS, siehe Abbildung 18 vorgestellt (Hitachi Press Release, 2013).

Aktuelle F&E-Arbeiten im Bereich der Einbindung von Elektrofahrzeugen in das Verkehrssystem beschäftigen sich mit der Entwicklung von Kommunikationsgeräten sowie Strategien für das hoch- und vollautomatische Fahren, basierend auf aktiven Sicherheitssystemen und Car-to-x-Kommunikationstechnologien. Es werden Systeme für den Ausbau der Infrastruktur, für das Verkehrssystem und für Straßenanlagen entwickelt. Im Allgemeinen soll das Potenzial eines Intelligenen Transport Systems bezüglich Energieeffizienz weiter erforscht werden. Die Vielzahl von horizontalen Herausforderungen wie Netzintegration, Multimodalität und Automatisierung von Elektrofahrzeugen, gepaart mit der hohen Kompetenz japanischer Unternehmen in diesen Bereichen lassen Demonstrationsprojekte und Feldtests auf großer Skala sowie die Entstehung neuer Produktklassen erwarten.

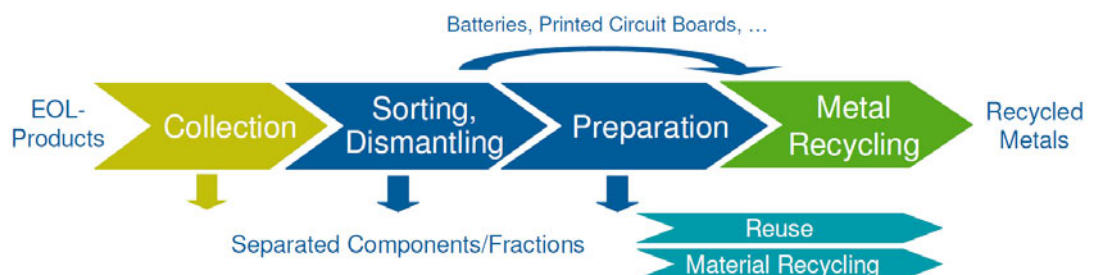
3.3.7 Recycling

Recycling wird in Japan auf breiter Ebene thematisiert. Das Land verfügt über eines der umfassendsten und am besten ausgebauten Recyclingsysteme der Welt. In Yokohama zum Beispiel gibt es bereits zehn Kategorien für Abfalltrennung. Ende der 1990er Jahre zeichneten sich die durch die Industrie verursachte Luftverschmutzung und Abfallproduktion mit größer werdender Deutlichkeit als wachsende Probleme ab, insbesondere was Automobilschrott betrifft. Dafür musste Abhilfe geschaffen werden. Die auf sechs Jahre begrenzte Lagerung auf Deponien und illegale Lagerung von Schrott sowie der Einbruch der Rohstoffpreise im Jahre 2004 führten schließlich dazu, dass die Japaner ein modernes umfassendes Recyclingsystem zur systematischen Abfallentsorgung und Wiederverwertung schufen.

Das japanische Automobil-Recyclingsystem gilt als besonders fortschrittlich und effektiv. Mit Hilfe dieses Systems werden von den statistisch erfassten fünf Mio. End-of-Life-Vehicles (ELV) pro Jahr 3,5 Mio. Automobile rechtmäßig recycled (AHK Japan, 2010). Die restlichen 1,5 Mio. Automobile werden exportiert. Dies ist dem im Jahr 2005 von der japanischen Regierung verabschiedeten End-of-Life-Vehicle (ELV)-Law zu verdanken, welches den Recyclingprozess von mehr als 75 Mio. angemeldeten Fahrzeugen in Japan über elektronische Verfolgung ermöglicht. Die Koordination und Umsetzung des Gesetzes wird vom Japan Automobile Recycling Center (JARC) übernommen, einer Stiftung, die im Jahr 2000 von verschiedenen industriellen Organisationen aus dem Automotive-Bereich gegründet wurde. Im Recycling-System wird zum einen die Einnahme von Gebühren seitens der Verbraucher gesteuert. Je nach

Fahrzeugtyp muss beim Kauf eine Gebühr von umgerechnet 40-118 Euro in den Recyclingfonds entrichtet werden. Damit wird das Fahrzeug online für den Recyclingprozess registriert, der sicherstellt, dass Material von etwa 80% des Fahrzeuggewichts in Form von wiederverwendbaren Teilen oder reprozessierten Materialien aufbereitet wird. Im März 2009 war der Recyclingfond bereits auf ein Volumen von fast 5 Mrd. Euro angewachsen. Zum anderen wird durch das System die Entlohnung der Automobilhersteller gesteuert, die für das Recycling bestimmter Stoffe (z.B. Fluorkohlenwasserstoff) und die Einsammlung der Automobil-Zerkleinerungs-Überreste (engl. „automobile shredder residue“; ASR) verantwortlich sind. Ein Recycling-Zentrum für Automobile befindet sich in Kitakyushu. Noch läuft der Demontageprozess weitgehend manuell ab. Um die Effizienz bei der Wiederverwertung jedoch zu verbessern, bemühen sich die Unternehmen, bestimmte Prozesse zu automatisieren. So hat Mazda in Zusammenarbeit mit Satake eine Technologie entwickelt, mit der Plastikstoßfänger automatisch recycelt werden können.

Auf Wunsch der Regierung sollen bis zum Jahr 2015 Recyclingraten von über 70% für die ASR als finalem Abfallprodukt des Verschrottungsprozesses erreicht werden. Bereits 2007 lag die Hälfte der japanischen Automobilhersteller über dieser Zielmarke. Auch die Zahl der illegal entsorgten Fahrzeuge wurde von über 218.000 im Jahr 2004 vor der Einführung des ELV-Gesetzes auf 22.000 im Jahr 2008 gesenkt (JARC, 2013).



Total degree of efficiency is effected by the weakest part

Example: 50% x 90% x 80% x 95% = 34%

Abbildung 19: Gesamte Recycling-Kette von Fahrzeugbatterien aus (H-)EV's, beginnend bei End-of-Life- Produkten (EOL), aus (UMICORE, Frank Treffer, 2013)

Die in Elektrofahrzeugen als Energiespeicher eingesetzten Lithium-Ionen-Batterien enthalten oftmals metallisches Lithium, brennbares Elektrolyt oder andere giftige Stoffe, die gesondert entsorgt und behandelt werden müssen. In Europa und Asien gibt es seit vielen Jahren ein Recycling-System für verbrauchte Batterien. Das japanische Recyclingsystem wird vom Secondary Rechargeable Battery Recycling Promotion Center of Japan (JBRC) organisiert (JOGMEC, 2006) und von der Battery Association of Japan (BAJ) gesponsert (BAJ, 2010). Bei der Entwicklung von Recycling-Technologien für neue Energiespeicher sind japanische Unternehmen innovative Vorreiter. Die Prozesskette für das Recycling von Batterien aus Elektro- und Hybrid-Fahrzeugen ist in Abbildung 19 dargestellt. So haben die Unternehmen Sony und

Sumitomo Metal eine Technologie entwickelt, die es erlaubt, Kobalt und andere seltene Metalle aus verbrauchten Lithium-Ion-Batterien zurückzugewinnen. Die Unternehmen Nippon Mining Metals und GS Yuasa haben ein marktreifes System entwickelt, welches Li-Ion-Batterien, die in modernen Hybridmotor-Automobilen eingesetzt werden, effizient verwerten kann. Eine Wiederverwertung von Lithium als Sekundärrohstoff ist zwar momentan aus wirtschaftlicher Hinsicht nicht notwendig, da weltweite Vorkommen groß sind und in den Produkten nur in geringen Mengen verarbeitet werden, aber die Deponierung des Leichtmetalls ist aufgrund seiner toxischen Eigenschaften problematisch. Der große Batteriehersteller GS Yuasa wird aber in den nächsten Jahren damit beginnen, ein Sammelsystem für Alt-Li-Ion-Batterien aufzubauen und sie dann in größerem Rahmen zu recyceln (AHK Japan, 2010).

Die Entwicklung von modernen Verfahren in den Bereichen Recycling und Wiederverwertung wird öffentlich mit diversen Programmen gefördert. Die im Auftrag des METI tätige New Energy & Industrial Technology Development Organisation (NEDO) ist aktiv in unterschiedlichen Projekten und Initiativen involviert, um zur Ausbildung einer Recyclingkultur in einer sicheren Gesellschaft und zur Erreichung der Klima- und Umweltschutzziele beizutragen. Die Bildung neuer industrieller Märkte mit Arbeitsplätzen in den Bereichen Energie, Umweltschutz und Industrie soll so unterstützt werden. Ein Fokus liegt dabei auf Projekten zum Recycling kritischer Materialien. Darunter fallen solche Elemente, die schwierig zu beziehen sind und für die eine hohe industrielle Nachfrage vorhanden ist, zum Beispiel Seltene Erden. Im September 2008 wurde vom Kabinett die umfassende Strategie „Follow-ups and Revision of the New Economic Growth Strategy“ verabschiedet, um eine zuverlässige Versorgung der japanischen Industrie mit kritischen Materialien sicherzustellen. Diese wurde im Juli 2009 vom METI um die „Strategy for Ensuring Stable Supplies of Rare Metals“ ergänzt. Aktuell gibt es für den Zeitraum 2012 bis 2014 das Programm "Recycling Rare Earth Magnets", in dem Recycling- und Wiedergewinnungssysteme für Seltene Erden (Neodymium und Dysprosium) für Hochleistungsmagneten, die u.a. in Hybriden eingesetzt werden, eingeführt und getestet werden. Das Projekt wird u.a. von Hitachi, Mitsubishi und Toyota Tshusho durchgeführt (NEDO Nozomi Sagara, 2013).

3.4 Markt- und Wertschöpfungsstrukturen in Japan

3.4.1 Automobilindustrie

Die Automobilindustrie ist eine der größten und wichtigsten Wirtschaftsbranchen in Japan. Japanische Autos erfreuen sich aufgrund ihrer hohen Qualität und zugleich niedrigen Preise weltweit großer Beliebtheit bei den Kunden. Diese günstigen Faktoren resultieren aus der sehr gut organisierten und innovativen Geschäftsstrategie der japanischen Unternehmen. Im Exportbereich spielt die Automobilindustrie eine bedeutende Rolle für die japanische Wirtschaft (s. Kap. 1.3.2). In 2009 machten Fahrzeuge 15,3% des Gesamtwertes der Ausfuhren von Fertigungsartikeln aus (GrowthAnalysis, 2012). Diese Zahl ist seit den 1970er Jahren mit wenigen Ausnahmen angewachsen. In Abbildung 20 sind die Export-, Import- und Fertigungszahlen von Automobilen im Ausland über den Zeitraum von 2005-2011 aufgetragen. Von den insgesamt rund 8,5 Mio. in Japan gefertigten Automobilen wurden 2011 mit 4,68 Mio. Wagen knapp 50%

ins Ausland exportiert, während der Rest innerhalb Japans abgesetzt wurde. Allerdings liegt mit 13,4 Mio. Stück ein Großteil der gesamten Autoproduktion japanischer Hersteller im Ausland.

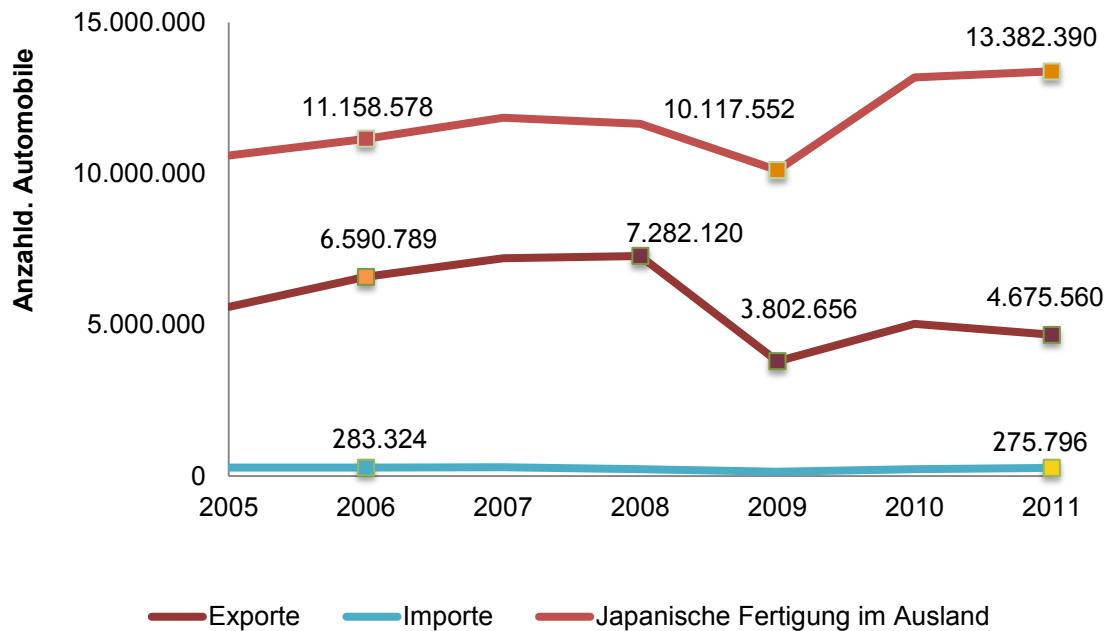


Abbildung 20: Exporte, Importe, Auslandsproduktion Automobile 2005-2011 (AHK Japan, 2012)

Der Import von Automobilen fällt deutlich geringer aus. Unter den rund 276.000 importierten Autos sind hauptsächlich Luxuswagen. Mit 59% und 113.013 importierten Wagen dominierten dabei 2011 deutsche Unternehmen den japanischen Automarkt in der Luxuskategorie (s. Abbildung 21). Vor allem Autos von BMW, Mercedes-Benz und

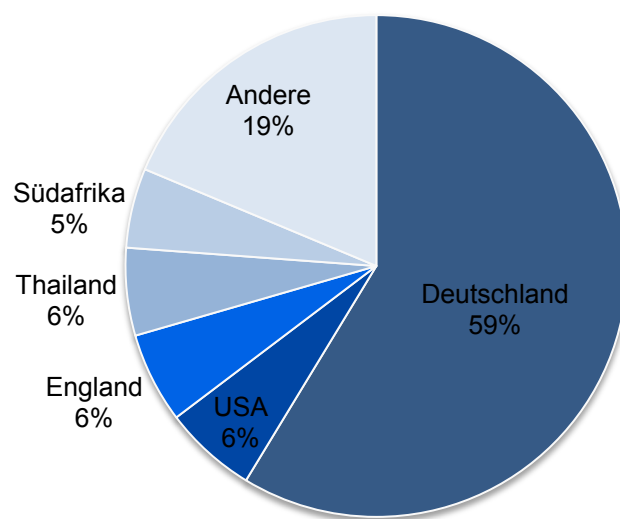


Abbildung 21: Importanteile nicht-japanischer Automobile 2011 nach Japan pro Land (Japan Customs, 2012)

Audi erwiesen sich bei japanischen Konsumenten als sehr beliebt. Die Automobilindustrie tätigt immense Investitionen in Forschung und Entwicklung sowie in die Ausstattung von Produktionsstätten. Sie übernimmt so die Rolle einer Leitindustrie in Japan, nicht nur in ökonomischer Hinsicht, sondern auch als Antrieb für das innovative Japan (GrowthAnalysis, 2012). Das gilt auch bei der Elektromobilität. Japan ist weltweit zweitgrößter Hersteller von Elektrofahrzeugen, dicht hinter den USA. Andere Länder folgen mit deutlichem Abstand.

Eine der größten Herausforderungen im Bereich Elektromobilität stellt die Batterietechnologie dar. In Japan sind Batteriehersteller angesiedelt, die speziell für Elektrofahrzeuge Batterien entwickeln und eng mit Automobilherstellern bei der Entwicklung kooperieren (s. Tabelle 5). Vor diesem Hintergrund ist es nicht verwunderlich, dass Japan bei der Elektromobilität eine Vorreiterrolle innehat.

Der japanische Automobilmarkt wird von drei Herstellern dominiert. Toyota, Honda und Nissan haben zusammen einen Marktanteil von über 75% (s. Abbildung 22). Toyota stellt von diesen das größte Unternehmen dar und war bis 2009 auch weltweit größter Hersteller. Der Konzern hatte in den nachfolgenden Jahren zunehmend mit Problemen zu kämpfen und wurde am internationalen Markt zeitweise von General Motors überholt. Mit dem Tsunami im März 2011 und dem nuklearen GAU erlitt Toyota durch Produktions- und Lieferschwierigkeiten weitere empfindliche Rückschläge. Dennoch ist Toyota, zählt man die zur Toyota-Gruppe gehörenden Unternehmen Hino und Daihatsu hinzu, heute der weltweit größte Automobilhersteller.

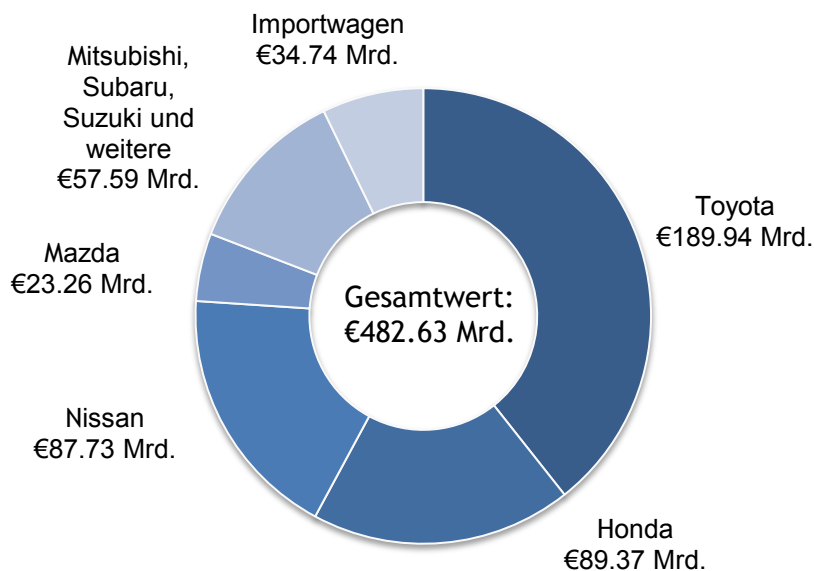


Abbildung 22: Marktanteile Automarkt Japan nach Umsatz 2011 (AHK Japan, 2012)

Die japanische Automobilindustrie ist - ebenso wie die Elektronikindustrie - grundlegend in das Wirtschaftssystem der Keiretsu eingebunden und entsprechend organisiert (s. Kap. 1.2). Die sechs größten Automobilhersteller (Toyota, Nissan, Honda, Suzuki, Mazda, Mitsubishi, s. Abbildung 22) gehören, wie auch die wichtigsten japanischen Elektronikunternehmen, zu je einem der sechs größten (auch häufig nach ihnen benannten) Keiretsu (Twomey, 2009). Keiretsu sind in vertikalen oder horizon-

talen Strukturen organisiert. Horizontale Keiretsu bestehen aus Unternehmen verschiedener Branchen, während vertikale Keiretsu aus Endherstellern und Zulieferern oder Handelsketten bestehen.

Toyota stellt ein Beispiel eines Vertikal-Keiretsu dar. Der Erfolg von Toyota ist eng an die Zulieferer und Komponentenhersteller, Elektronikunternehmen, Stahl und Kunststofflieferanten sowie an Mitarbeiter und Grundstückseigentum für ihre Handelsunternehmen geknüpft. Alle Neben- und Zulieferunternehmen sind Mitglieder des Horizontal-Keiretsu, kooperieren aber mit Toyota innerhalb des Vertikal-Keiretsu. Ohne Toyota als Ankerpunkt gäbe es für diese Unternehmen häufig keine Rechtfertigung für ihre Mitgliedschaft im Keiretsu.

Hersteller	Komponente
Nissan *	Wechselrichter
Calsonic Kansei	Wechselrichter
Automotive Energy Supply Corporation	Lithium-Ionen Batterien
Lithium Energy Japan	Lithium-Ionen Batterien
Toshiba	Lithium-Ionen Batterien
Panasonic	Lithium-Ionen Batterien
Meidensha	Motor, Wechselrichter
Clarion	Navigationsgerät
Pioneer	Navigationsgerät
Nichicon	DC-DC Konverter
Mitsubishi Electric	Motorsteuergerät
Stanley Electric	LED Scheinwerfer
Sumitomo Rubber Industries	Reifen
IAC	Armaturenbrett
SuiryoPlastics	Armaturenbrett
Ichiko Industries	LED Scheinwerfer

Tabelle 5: Relevante Komponenten und Zulieferunternehmen für Elektrofahrzeuge;

*Eigenproduktion, (AHK Japan, 2012)

Mitsubishi ist ein Beispiel für einen typischen horizontal organisierten Keiretsu, an dessen Spitze die Bank of Tokyo-Mitsubishi sitzt. In der Strukturierung und Organisation von Zulieferketten und -netzwerken ist die japanische Automobilindustrie also vergleichsweise fortschrittlich und hat weltweit eine Vorreiterrolle inne. Das bereits vorhandene logistische Netzwerk ermöglicht optimale Prozessabläufe in der Automobilproduktion und im Vertrieb. Seiner geographischen Lage verdankt Japan die Nähe zum stark wachsenden chinesischen Markt und anderen asiatischen Ländern. Als am Anfang des neuen Jahrtausends auch andere asiatische, lateinamerikanische und afrikanische Länder wirtschaftlich zu wachsen begannen, stieg im gleichen Maße der Export von Automobilen an. Japan sah sich alsbald in der Lage, seine Supply Chain Management-Techniken nun auch in Ländern außerhalb des eigenen Territoriums anzuwenden, welche gerade im Begriff waren, die inländische Produktion anzukurbeln. Dies betraf insbesondere Strategien im Transport- und Logistikwesen (2007 Global Logistics Report). Ein Teil der im Supply Chain Management eingesetzten

Techniken umfassen die Nutzung einzelner Bezugsquellen, die Abwägung von Just-in-Time-Strategien gegenüber Just-in-Case-Strategien und die Identifikation alternativer Zulieferer sowie die Implementierung von Monitoring-Mechanismen. Ein Blick in die Zulieferstrukturen der drei unten stehenden Hersteller in Japan gibt einen Einblick in die dort bestehenden Zulieferstrukturen, die sich zum Teil stark von denen in Europa und den USA unterscheiden:

Toyota Motor Co.,Ltd.

Toyota verfügt über herausragende Kompetenzen im Supply Chain Management (SCM). Der Konzern formte Begriffe wie Kaizen (kontinuierliche Verbesserung), Jidoka (Zuverlässigkeit) und Heijunka (geglättete und nivellierte Produktion) und machte sie zu Bestandteilen der Umgangssprache im logistischen Bereich. Toyota gilt als Meister der Produktion in Kooperationen und verfügt über ein komplexes Entwicklungs- und Fertigungsnetzwerk (Sydow & Wilhelm, 2007). Dieses weist anstelle der vormalig bidirektionalen Verbindungen zwischen Toyota Motor und den einzelnen Zulieferern auch horizontale Verbindungen zwischen den Zulieferern auf und ist somit sehr viel stärker ausgeprägt, wie auch in Abbildung 23 zu erkennen ist. Toyota hat seine Fertigung nach dem Konzept von Lean Production und Management mit der dahinterstehenden Philosophie des Heijunka, also eines gleichmäßigen Produktionsrhythmus und damit möglichst gleichmäßigen Produktionsausstoßes, aufgebaut. Kernidee des Lean Managements ist eine bedarfsgerechte Produktion, die genau an die Nachfrage angepasst und damit höchsteffizient ist. Es umfasst die Vermeidung von langen Lagerzeiten durch zeitnahe Fertigung („just-in-time“), eine kürzeste „time-to-market“ und einen optimierten Produktionsfluss, die Eliminierung von Abfall und ihren Quellen sowie hohe Qualitätskontrollen und Sicherheit. Mittlerweile, insbesondere nach der Tsunami-Katastrophe im März 2011, hat Toyota sich in seiner Produktion an den internationalen Markt angepasst und verfolgt mittlerweile die Einhaltung eines europäischen Designs, da dieses auch in Japan beliebt ist. Die Anpassung an den europäischen Markt beruht auf der Gleichteilestrategie, die ebenfalls Teil der Toyota-Philosophie ist und besagt, dass die Modelle möglichst mit identischen Fahrzeugteilen gefertigt werden sollen, um technische Verbesserungen in jedes Fahrzeug einzubringen. In der Öffentlichkeit werden die dazu nötigen nachträglichen Umbauten häufig jedoch als Rückrufaktionen verstanden, was bei Toyota in den vergangenen Jahren fatale Auswirkungen hatte (Pander, 2012). Die Risiken von Netzwerkstrukturen werden häufig in der großen Abhängigkeit der Automobilhersteller von ihren Systemzulieferern gesehen sowie in einem möglicherweise ungewollten Wissensabfluss, da Zulieferer häufig für mehrere Hersteller fertigen. Die Erfolgsgeschichte von Toyota bestätigt jedoch die positiven Effekte der Strategien von Netzwerkstrukturen, unter der Voraussetzung, dass die Netzwerke hinreichend offen und flexibel sein müssen. Ein Netzwerk ermöglicht die Hebung von Synergien unter den Partnern, sofern sich ihre Ressourcen und ihr Know-how sinnvoll ergänzen. Eine grundlegende Voraussetzung dafür ist, dass die Zulieferer in der Lage sind, die bislang vom Automobilhersteller selbst produzierten Teile kostengünstiger und qualitativ

hochwertiger herzustellen. Somit bietet sich dem Automobilhersteller die Möglichkeit, sich ganz auf seine Kernkompetenzen zu konzentrieren. Insgesamt bedingt dies eine Atmosphäre gegenseitigen Vertrauens und Respekts

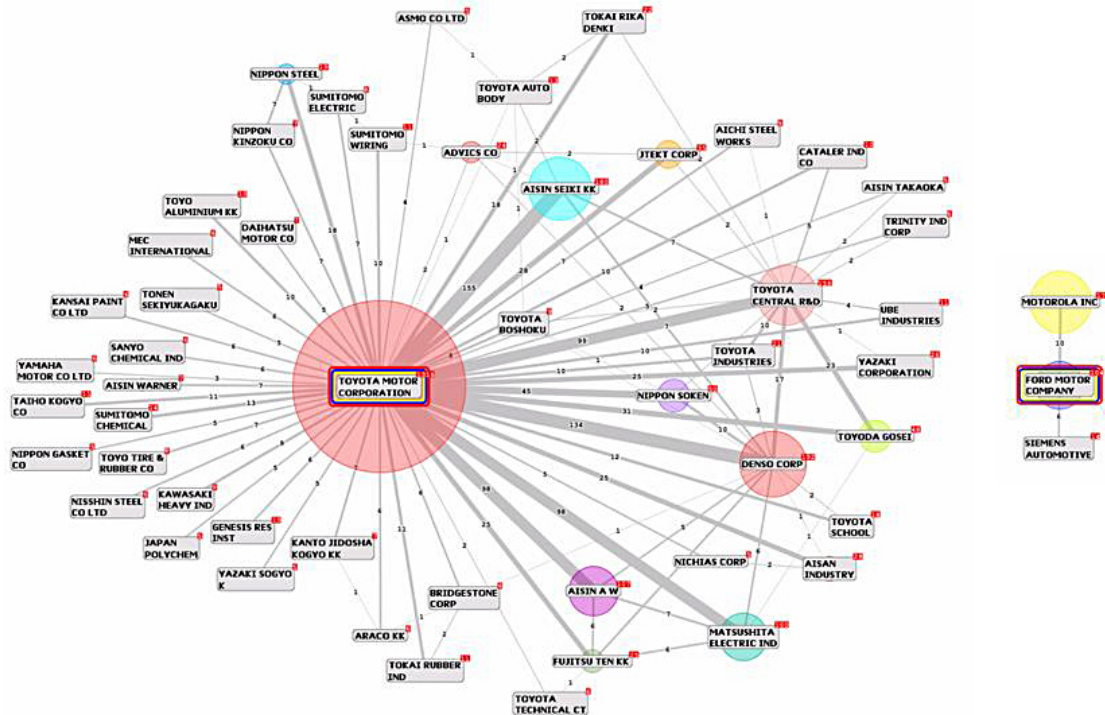


Abbildung 23: Zulieferstrukturen in der japanischen Automobilindustrie: Toyota Keiretsu (Blaxill & Eckardt, 2009)

Honda Motor Co.,Ltd.

Honda verfolgt eine ähnliche Strategie wie Toyota (Goswami, 2009). Zu den Zulieferern bestehen partnerschaftliche Beziehungen. Alle werden gleichbehandelt, unabhängig von ihrer Größe, ihrem Standort oder ihres nationalen Ursprungs. Sie werden in die Entwicklung und das Design neuer Produkte frühzeitig eingebunden. Der Honda Konzern wurde 1948 als Motorrad-Hersteller in Hamamatsu, Japan, gegründet und brachte 1963 die ersten Autos auf den Markt. Seit diesen frühen Tagen verfolgt Honda das Prinzip und die Philosophie, Produkte nur mit höchster Qualität zu einem angemessenen Preis auszuliefern und so seine Kunden weltweit zufriedenzustellen. Im Bestreben, die eigenen Technologien und Produkte an den wachsenden internationalen Markt anzupassen, werden für das Unternehmen geeignete Zulieferer mit ähnlichen Zielstellungen und Ansprüchen benötigt, die sorgfältig ausgesucht werden. Das Hauptkriterium bei der Auswahl eines Zulieferers ist dabei nicht der niedrigste Preis, sondern vielmehr der enthaltene Rundum-Service. Durch eine starke Einbindung der Zulieferer in die vorwettbewerbliche Entwicklung und enge Kooperation schafft Honda sich die Möglichkeit, einen höheren Einsatz von seinen Zulieferern zu verlangen, als es bei einem bloßen Kunden-Lieferanten-Verhältnis der Fall wäre. Die Unternehmensstrategie von Honda fußt auf der Sichtweise, dass Zulieferer ihre Produkte nicht nur an Honda als Kunden verkaufen, sondern vielmehr über den Automobilhersteller

und das entstandene Fahrzeug an die Endkunden selbst. Der Wert des Endprodukts soll durch externe Zulieferer maximiert werden. Als Schlüsselement der Strategie sieht Honda die Sicherstellung eines stetigen Informationsflusses mit seinen Zulieferern an. Oberste Priorität bei der Fertigung hat am Ende die Kundenzufriedenheit in den Bereichen, die von Honda mit „Q.C.D.D.M.“ (Qualität, Kosten, Lieferung, Entwicklung, Management) abgekürzt werden.

Nissan Motor Co., Ltd.

Auch Nissan legt der Auswahl seiner Zulieferer die Q.C.D.D.M.-Kriterien zugrunde (MTSU, Cliff Welborne, 2012). Der Konzern sieht angesichts des angestiegenen globalen Wettstreits zwischen Zulieferunternehmen in Japan, den USA, Europa und zunehmend in aufstrebenden Ländern wie Mexiko, China, Korea und Indien die Notwendigkeit zur Ausweitung seiner Zulieferketten auf den gesamten Globus, um die lückenlose Versorgung mit Komponenten und Fahrzeugteilen zu gewährleisten. Die zukünftige Entwicklung sieht Nissan in einer zunehmenden Expansion globaler Einkaufsaktivitäten und im Aufbau neuer Produktionsstandorte. Anders als andere Automobilhersteller legt Nissan dabei einen großen Wert auf örtliche Nähe der Zulieferer, die sich gerne möglichst clusterartig in unmittelbarer Umgebung des Konzerns ansiedeln sollen, denn nach der Nissan-Strategie fördert das physische Vorhandensein der Zulieferer an den eigenen Produktionsstätten die Produktions- und Kosteneffizienz entlang der Zulieferkette. Nissan hat unter den japanischen Automobilherstellern die wahrscheinlich engste Kooperation mit europäischen Unternehmen. Dieses europäische Engagement wird stark begünstigt durch die seit 1999 bestehende Allianz mit Renault. Renault-Nissan war 2010 mit 6,7 Mio. produzierten Fahrzeugen viertgrößter Automobilhersteller hinter Toyota, GM und der VW AG (Automobilproduktion, 2010). Im Bereich der Elektromobilität war die Allianz schon frühzeitig im Rahmen gemeinsamer Entwicklungsprojekte aktiv, was die Markteinführung der Elektrofahrzeuge Nissan Leaf und Renault Fluence beschleunigt haben dürfte. Zur Strategie in diesem Bereich gehört auch die Herstellung von Batterien in eigener Regie und die Produktion an einer Vielzahl von Standorten weltweit. Produktionsstätten von Nissan gibt es in Yokosuka (Japan), Smyrna (Tennessee, USA) und Sutherland (U.K.). Nissan arbeitet bei der Einführung der Elektromobilität auch mit der DHL Japan zusammen (Electric Japan Weekly, 2013). So wird der Elektro-Van e-NV200, der 2014 auf den Markt gebracht werden soll, in einem Pilotprojekt in der DHL Japan-Flotte eingesetzt. Dabei sollen die ökonomischen und ökologischen Aspekte getestet und untersucht werden. Ähnliche Pilotprojekte führt Nissan mit FedEx, AEON, Coca Cola sowie verschiedenen europäischen oder US-amerikanischen Städten (Barcelona, New York) durch. Auch ist Nissan Motor 30%iger Teilhaber des Japan Charge Networks (JCN), welches sich aktiv am Ausbau der Ladeinfrastruktur beteiligt (s. Kap. 3.5.2).

In der internationalen Automobilindustrie vollzieht sich seit Beginn des neuen Jahrtausends, auch inspiriert durch das erfolgreiche Vorgehen der Keiretsu in Japan, ein umfassender Wandel in der Produktion. Ausgehend von der Massenproduktion der

1990er Jahre, gibt es nun auch zwischen den Automobilherstellern und ihren Systemzulieferern außerhalb Japans zunehmend partnerschaftliche Kooperationen in wohlkoordinierten Netzwerkstrukturen (s. Abbildung 24), die sich vorrangig auf die Bereiche F&E, Produktion und Logistik konzentriert (Mercer & IPA, 2003). Solche kooperativen Beziehungen ermöglichen das gemeinsame Schaffen von Ressourcen zur Generierung strategischer Wettbewerbsvorteilen.

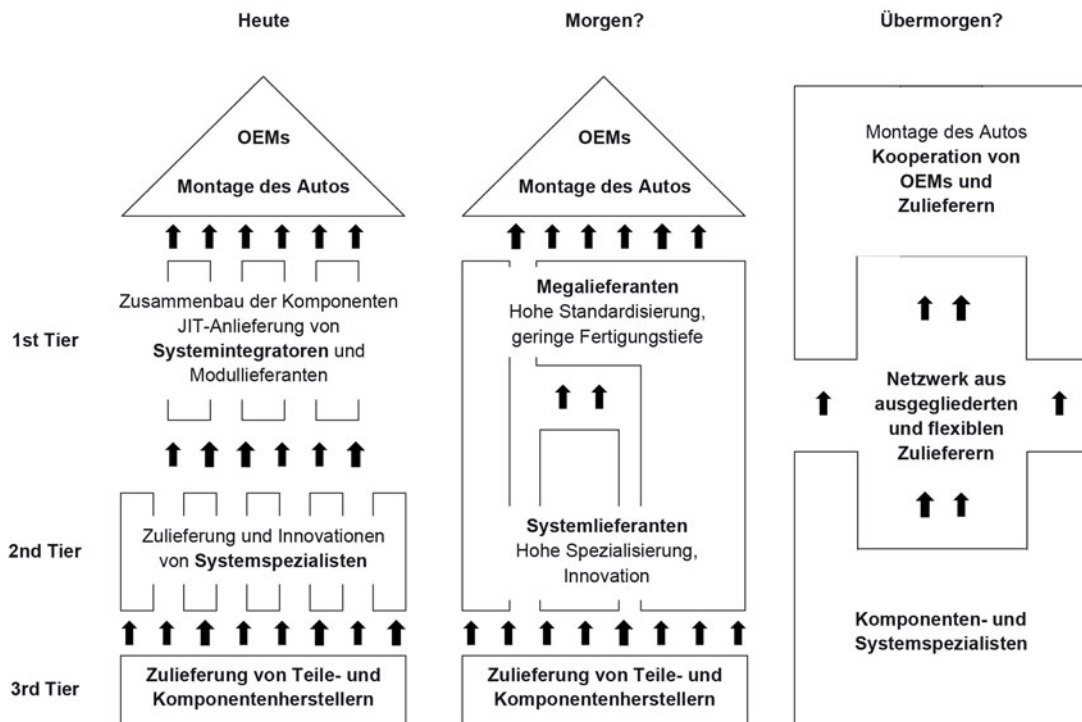


Abbildung 24: Wandel in der internationalen Automobil-Zulieferstruktur: Von der Pyramide zum Netzwerk (VDA) (Meißner, 2009)

Die TIER-Zulieferkette wandelte sich über die letzten 20 Jahre von einer pyramidenartigen Struktur zu einem Netzwerk aus flexiblen Zulieferern, Komponenten- und Systemspezialisten. Was die Hierarchie von Automobilherstellern und Zulieferern betrifft, so wird diese zunächst bis zur ersten und zweiten Ebene weitgehend erhalten bleiben. Allerdings lautet die Prognose, dass die Fertigungstiefe seitens der Automobilhersteller abnehmen wird, und die Zulieferer mittelfristig bis zu 80% davon übernehmen werden. Nach dem allgemeinen Trend werden die Automobilhersteller sich zukünftig nahezu ausschließlich im Downstream-Geschäft um Aufgaben kümmern, die der Produktion nachgelagert sind, und um markenspezifische Elemente wie Design, Vertrieb, Markenerlebnis, Servicestrategien, Kundenbetreuung und markenprofilprägende Technologien. Davon versprechen sie sich eine Etablierung ihrer Differenzierungsmerkmale im Wettbewerb mit anderen Herstellern und eine stärkere Kundenbindung. Unternehmen werden somit zunehmend zu Herstellern von High-Tech-Markenartikeln. Die Rolle der Zulieferer befindet sich zugleich im Wandlungsprozess von rein ausführenden Stellen der Anweisungen und Pläne ihrer Kunden (Automobilhersteller), hin zu Systemzulieferern. Ihre neuen Tätigkeitsfelder umfassen eine vermehrt eigenständige Entwicklung, Fertigung und Montage nahezu aller Teile, Komponenten, Module (außer Motoren, Getriebe, und Karosserie) und vollständiger Systeme

in maßgeschneiderter Ausführung, ihrer Integration im Fahrzeug und teilweise die Endmontage vor Ort.

Die Zulieferer leisten damit einen immer größer werdenden Beitrag zur Wertschöpfung, zunehmend auch in der Vorentwicklung. Im Prinzip werden von den Zulieferern sämtliche Aufgaben im Fahrzeugbau übernommen, die nicht markenprägend sind. Die Elektromobilität beschleunigt diesen Trend, da sie Know-how in Technologiefeldern erfordert, die nicht zum klassischen Automobilbau gehören, bei denen Zulieferer aus der Elektroindustrie mitunter aber über jahrzehntelange Erfahrungen verfügen z.B. bei Elektromotoren, Leistungselektronik oder Batterien. Das ist gerade auch in Japan der Fall (s. Tabelle 5). Daher ist fraglich, welche markenprägenden Aufgaben dann noch den Automobilherstellern verbleiben.

In Japan geht der Trend in der Branchenstruktur im Vergleich zu den internationalen Wettbewerbern inzwischen auch in eine andere Richtung. Die bisher eher starren Keiretsu-Strukturen werden nun etwas aufgelockert und geöffnet. Der Grund dafür ist die Trägheit des Keiretsu-Systems, welches der zunehmenden Globalisierung nicht gewachsen ist und insgesamt anfällig gegenüber äußeren Einwirkungen ist. Dies zeigte sich insbesondere nach dem Erdbeben im März 2011. Ein Großteil der Automobilproduktion sowie der Produktion in anderen Branchen kam durch den teilweisen Ausfall von Zulieferunternehmen zeitweilig zum Erliegen (s. Abbildung 5).

Alle japanischen Automobilhersteller betreiben ihren Einkauf global und suchen je nach Standort die für sie geeigneten und kostengünstigsten Zulieferer. Eine gleichzeitige Minimierung der Transportkosten ist dabei ein wichtiges Kriterium, d.h. einer Endmontage in räumlicher Nähe wird in der Regel der Vorzug gegenüber einem Transport großvolumiger oder schwerer Teile über weite Strecken gegeben. Meist haben Automobilhersteller nur einen Zulieferer als Bezugsquelle für ein bestimmtes Teil einer Modellreihe, aber zur Wahrung der Versorgungssicherheit gibt es meist Zulieferer für andere Modellreihen, die bei Lieferschwierigkeiten einspringen können (Meißner, 2009). Aufgrund lokaler Gesetzgebungen und herrschender Handelsrechte sind die Zuliefer- und Wertschöpfungsketten der japanischen Automobilhersteller je nach Standort unterschiedlich. In der EU sind Konzerne verpflichtet, europäische Unternehmen in ihre Zulieferkette einzugliedern. Somit sind Unternehmen wie Bosch beispielsweise in der Zulieferkette von Toyota Deutschland integriert.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die japanischen Automobilhersteller für zukünftige Technologieentwicklungen im Bereich der Elektromobilität gut aufgestellt sind. Alle namhaften Hersteller planen in den nächsten Jahren die Fertigung umweltfreundlicher Modelle. Eine gemeinsame Strategie stellt die Weiterentwicklung der Wasserstoff-Technologien dar. Die drei Automobilhersteller Toyota, Honda und Nissan verkündeten im Januar 2013 zusammen mit zehn Energieversorgungsunternehmen, dass die kommerzielle Fertigung von Brennstoffzellenfahrzeugen ab 2015 erfolgen wird. Wasserstoff-Tankstellenbetreiber geben an, dass 100 H₂-Tankstationen bis 2015 aufgebaut werden sollen. Ansonsten verfolgen die japanischen Automobilhersteller jedoch unterschiedliche Strategien und legen ihren Fokus auf unterschiedliche Technologien: Toyota möchte sich verstärkt im Bereich der Plug-In Hybrid-Fahrzeuge betätigen, da dort mehr Potenzial vermutet wird als bei den reinen Elektro-

fahrzeugen, mit denen die Reichweitenproblematik einhergeht. Auch ist Toyota der Hersteller, der bislang am meisten in die Entwicklung serienreifer Brennstoffzellenfahrzeuge investiert hat, da diese nach Ansicht des Unternehmens die größten Vorteile für die Umwelt versprechen. Nissan ist der einzige japanische Automobilhersteller, der in den reinen Batterie-Elektrofahrzeugen das größte Zukunftspotenzial sieht.

So kündigte Nissan Motor die Absicht an, seine weltweiten Produktionslinien für Elektrofahrzeuge auf fünf Modelle zu erweitern (Chappell, 2013). Andere Automobilhersteller betrachten reine Elektroautos eher als Zweitfahrzeug für den Gebrauch in Städten und das Zurücklegen kurzer Strecken. Diese unterschiedliche Betrachtungsweise wird deutlich an der Tatsache, dass der Nissan Leaf als Fünf-Personenwagen ausgelegt ist, während Mitsubishi das Brennstoffzellenfahrzeug PX-MiEV für Langstrecken und den i-MiEV für kurze Strecken und tägliche Fahrstrecken konzipiert hat.

Eine Reihe deutscher Unternehmen hat sich bereits erfolgreich in japanischen Industrieclustern niedergelassen (s. Abbildung 25). Dazu zählen sowohl Automobilhersteller wie beispielsweise Mercedes Benz in Tokio und Kanagawa und die Volkswagen AG in der Präfektur Aichi als auch Automobil-Zulieferer. Continental fertigt in Aichi beispielsweise kundenspezifisch 48 V-Komponenten an, die als Brückentechnologie für einfache 12 V-Startsysteme und Hochspannungs-Hybride gelten. Als einer der größten Automobilzulieferer ist Bosch gleich mehrmals in Japan ansässig, und zwar in Aichi, Tochigi, Kanagawa und Fukuoka. ZF hat eine Niederlassung und Produktionsstätte in Tokio und stellt dort elektronische Steuereinheiten/Leistungselektronik sowie Hybridmodule und -systeme her (ZF Japan Co., Ltd.). Siemens ist bereits seit 120 Jahren in Japan ansässig und beschäftigt dort insgesamt rund 2.500 Mitarbeiter bei einem Jahresumsatz von 1,4 Mrd. Euro im Geschäftsjahr 2010 (Siemens, 2012). Im Bereich Automotive produziert Siemens Steuersysteme für Motorensysteme, Antriebssysteme und elektronische Geräte, z.B. für Nissan. In Yamagata hat sich der deutsche Automobilzulieferer KEB mit etwa 40 Beschäftigten etabliert (KEB Antriebstechnik GmbH, 2013). Diese fertigen und vertreiben in ihrer Produktionsstätte Shinjo Produkte der Elektromagnettechnik und Antriebssysteme. Die Schaeffler AG als Hersteller von Motor- und Fahrwerksystemen mit ihren drei Marken INA, LuK and FAG besitzt eine Präsenz in Fukuoka (Schaeffler AG Japan). Der Stuttgarter Konzern und Kolbenhersteller Mahle beschäftigt in Japan an sechs Entwicklungs- und Produktionsstandorten, u.a. in Tokio, etwa 1.700 Mitarbeiter. Auch der Ludwigsburger Automobilzulieferer Mann+Hummel ist in Japan ansässig und stellt in Yokohama Filtersysteme und Motorkomponenten her (Mann + Hummel).

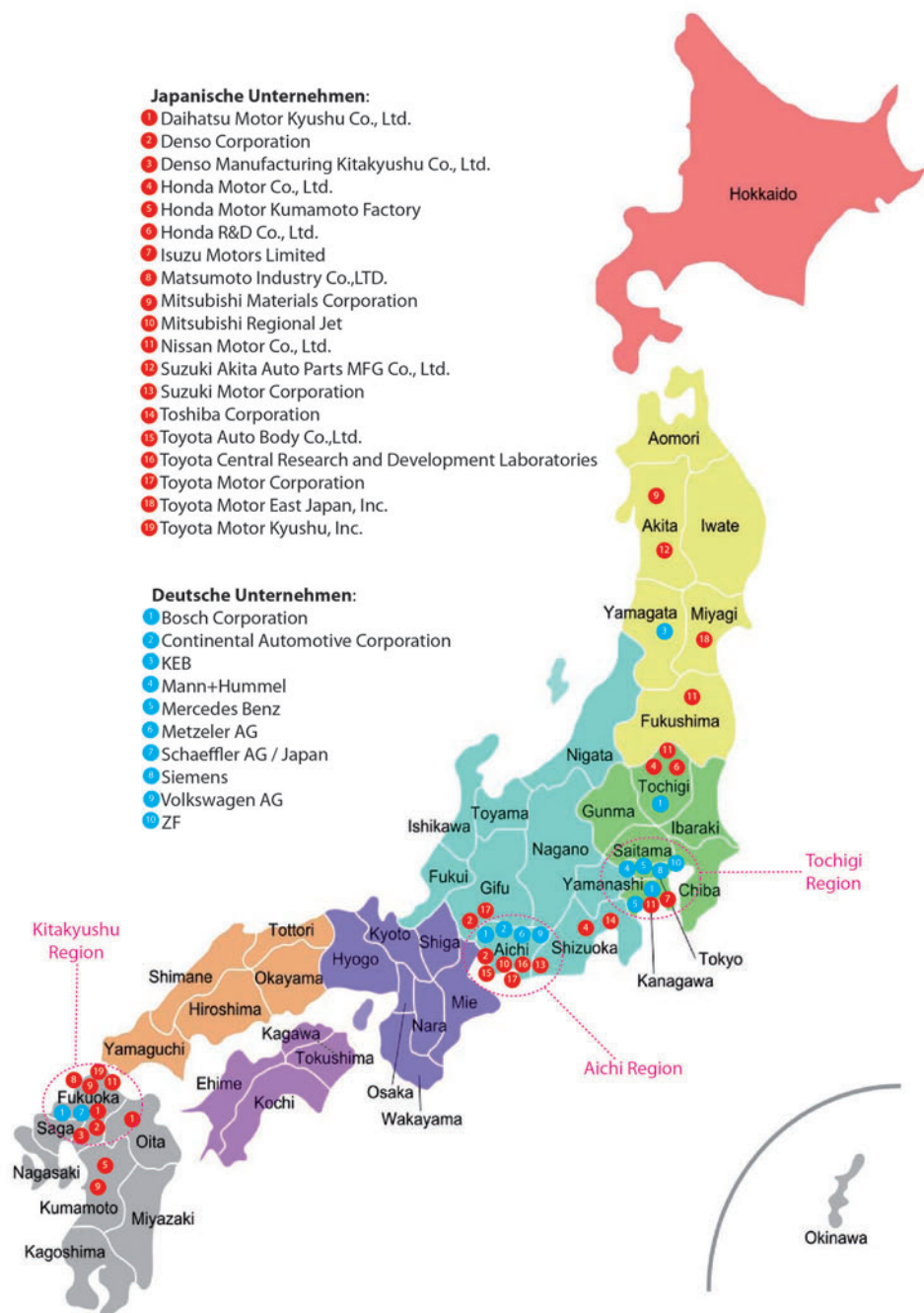


Abbildung 25: Standorte wichtiger japanischer und deutscher Automobilhersteller und Zulieferer in Japan nach Stand von Oktober 2013 (JETRO, 2013)

3.4.2 Energieversorger

Der japanische Energiemarkt wird von zehn regionalen Monopolen dominiert. Diese Konzerne werden als EPCO (Electric Power Companies) bezeichnet und sind seit ihrer Gründung nach dem Zweiten Weltkrieg kollektiv für die Energie- und Elektrizitätsversorgung Japans zuständig. Die drei größten Energieversorger Japans nach Kapazität sind TEPCO (Gebiet Tokio und Ostjapan), KEPCO (im Kansai Gebiet) und CEPCO (im Chubu Gebiet). Sie versorgen die bevölkerungsreichsten Regionen Japans. Energiepreise betragen in Japan durchschnittlich rund 215 Euro pro Megawattstunde für Haushalte und 150 Euro pro Megawattstunde für die Industrie. Sie sind

damit die höchsten in Asien. Die hohen Importe von fossilen Brennstoffen lassen die Preise zusätzlich ansteigen. Allerdings konnten die EPCO durch die monopolistische Struktur und die klare Aufteilung in Regionen ihre Kosten an Konsumenten weitergeben, ohne unter zu starken Preisdruck zu geraten.

Im Zeitraum von 1982 bis 2000 stieg Japans Energiebedarf durchgehend an (vgl. Abbildung 26). Dieser Trend kehrte sich im Jahr 2000 allerdings um, unter anderem da Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz, der demografische Wandel und ein schwaches Wirtschaftswachstum seit dem Jahr 2007 für einen rückläufigen Energieverbrauch sorgten. Ein Großteil des japanischen Energiebedarfs ist der produzierenden Industrie zuzuordnen (vgl. Abbildung 27), wobei gerade große Firmen teilweise durch konzerneigene Elektrizitätserzeugung von den EPCO unabhängig sind. Zum zweitgrößten Verbraucher zählt der Transportsektor (LKW, PKW) durch den beträchtlichen Einsatz zumeist herkömmlichen Benzins. Obwohl E3 (ein Mix aus 3% Ethanol und 97% Benzin) zumindest teilweise verfügbar ist, ist Japan auch hier ausschließlich auf Ethanol-Importe aus China und Brasilien angewiesen. Der Trend zu Elektroautos und Plug-In Hybriden zeigt hingegen einen beginnenden Übergang zur Elektrizität als Energieträger im Verkehrsbereich an.

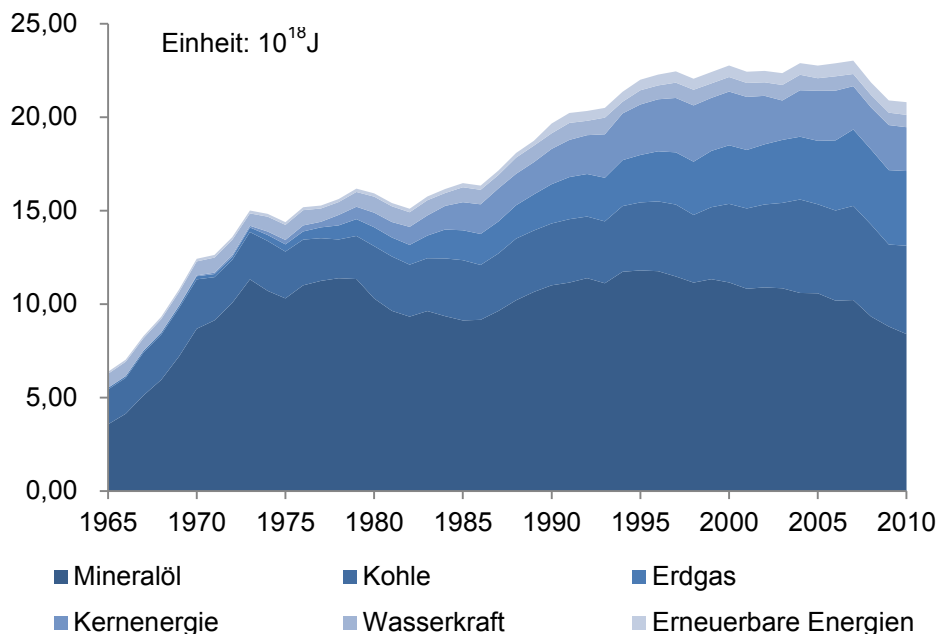


Abbildung 26: Energiemix in Japan 1965 - 2010 (Agency for Natural Resources and Energy (ANRE), 2012)

Vor der Katastrophe im März 2011 basierte die Energieversorgung und Elektrizitätserzeugung in Japan hauptsächlich auf dem Einsatz von fossilen Brennstoffen wie Kohle, Erdgas und Kernenergie (METI, Agency for Natural Resources and Energy, 2010). 2010 wurden ca. 82% der Primärenergie durch fossile Brennstoffe gewonnen. Zur Stromerzeugung steuerte die Atomkraft 11% der benötigten Energie bei, während 3,8% von großen Wasserkraftwerken und weitere 3,2% von kleinen und mittleren Wasserkraftwerken sowie anderen erneuerbaren Energieressourcen generiert wurden. Nach Berechnungen auf Grundlage der FEPC betrug der Anteil von aus Wasserkraft erzeugtem Strom im ersten Halbjahr 2013 7,64% des Gesamtverbrauchs.

Hinzu kommt weiterhin ein gewisser Anteil hinzugekauften Stroms. Während in den 80er Jahren neue Durchbrüche in der Solarenergie zu einem Wachstum der erneuerbaren Energien von 1% auf 2% der Elektrizitätsversorgung führten, hat sich dieser Anteil an der Gesamtkapazität seit den 1990er Jahren nicht weiter erhöht (vgl. Abbildung 28).

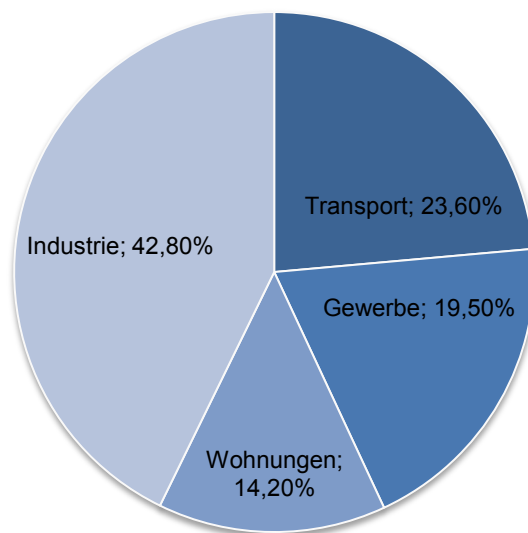


Abbildung 27: Energieverbrauch nach Sektor, bezogen auf das Jahr 2011 (Agency for Natural Resources and Energy (ANRE), 2013)

Nach dem „Japan Basic Energy Plan 2010“ sollte der Ausbau der Kernenergie weiter fortgesetzt werden. Bis 2020 war der Zubau von neun weiteren Atomkraftwerken geplant. Seit dem Unglück im Atomkraftwerk Fukushima Daiichi im März 2011 wurden die Pläne für einen weiteren Ausbau der Atomkraft allerdings verworfen, und regenerative Energien gelangten stärker in den Blickpunkt des öffentlichen Interesses. Die Abschaltung aller Atomkraftwerke, die insgesamt knapp ein Drittel des japanischen Energiebedarfes gedeckt hatten, bewirkte aber auch einen wieder verstärkten Rückgriff auf Mineralöl (+10,8% im Vergleich zu 2010), um die Energieversorgung auf der japanischen Insel zu gewährleisten. Die Importe von Erdgas nahmen ebenfalls erheblich zu und stiegen um mehr als 13% an. Dies führte 2011 zum ersten Handelsdefizit Japans seit 1980. Außerdem wurde die Einhaltung der im Kyoto-Protokoll gesetzten Ziele für Treibhausgas-Emissionen erschwert.

Seit Einführung der Einspeisetarife für regenerativ erzeugte Energie hat sich die Struktur des Strommarktes geändert. Während die kleinen, unabhängigen Stromerzeuger wie Power Producers and Suppliers (PPS) und Independent Power Producers (IPP) ihren Strom bisher nur an die EPCO oder industrielle Großabnehmer verkaufen konnten, können sie seit Juli 2012 auch Haushalte beliefern.

Den Konkurrenten der EPCO steht nun im Grunde der ganze Markt offen. Insgesamt haben die 50 PPS- und IPP-Firmen in Japan einen Marktanteil von rund 2%, während die restlichen 98% von den EPCO beherrscht werden.

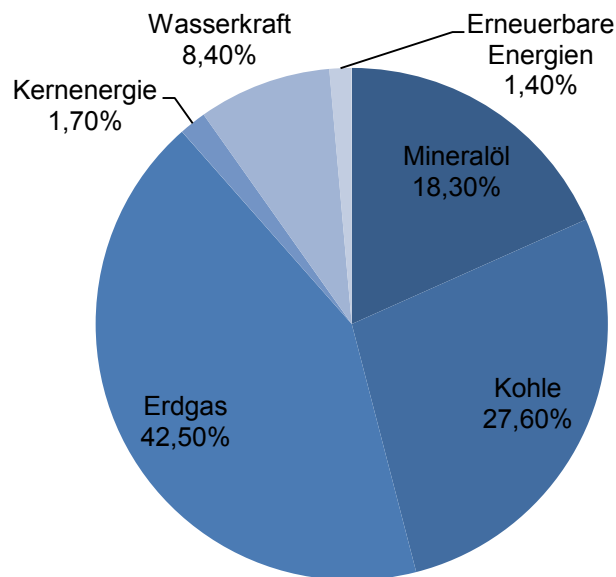


Abbildung 28: Elektrizitätsmix Japan 2012 (Federation of Electric Power Companies of Japan (FEPC), 2013)

Ein Spezifikum der Energieversorgung Japans ist die Aufteilung der Stromübertragung zwischen Ost und West in zwei unterschiedliche Frequenzen. Im Osten Japans wird Strom mit einer Frequenz von 50 Hertz und im Westen mit einer Frequenz von 60 Hertz übertragen. Dieser Standard wurde in der Meiji Zeit (1868-1912) eingeführt, als sich der Osten Japans für die Einführung von deutscher Technologie entschied, während der Westen Technologie aus Amerika benutzte. Diese Teilung ist bis heute erhalten geblieben.

3.4.3 IKT, Halbleiterindustrie und Elektronik

Der IKT-Sektor machte im Jahr 2010 9,2% der japanischen Wirtschaftsleistung aus und hatte damit einen größeren Anteil inne als die Bauwirtschaft und der Eisen- und Stahl-Sektor. Allerdings ist der IKT-Sektor seit 1995, wie auch die japanische Wirtschaft insgesamt, nicht signifikant gewachsen. Dennoch sieht das Japanische Ministerium für innere Angelegenheiten und Kommunikation den Sektor als Chance und plant eine Verdopplung des Marktes bis 2020 (Ministry of Internal Affairs and Communication (MIC) „Weißbuch zu Information und Kommunikation 2012“). Grund dafür ist auch die zunehmende Bedeutung von IKT und Elektronik in Fahrzeugen und insbesondere im System Elektromobilität.

Generell sind Halbleiter für Anwendungen in Industrie und Infrastruktur für die japanischen Hersteller ein Feld von größter Bedeutung. Der Aufbau von sogenannten Smart Communities sowie die Suche nach energiesparenden Prozessen und Produkten zog einen wachsenden Bedarf an leistungselektronischen Bauteilen nach sich. Auch die Automobilindustrie ist ein sehr wichtiger geschäftlicher Pfeiler. Hier erfordern die wachsende Verbreitung von Infotainment-Systemen, das Bemühen um mehr Fahrtsicherheit aber auch höhere Anforderungen an Umweltfreundlichkeit den Einsatz immer komplexerer Chips und mikro-elektromechanischer Systeme (MEMS). So verlangt Japan, neue Fahrzeuge ab Oktober 2012 mit elektronischen Stabilitätskontrollsystemen.

men (ESC) auszustatten. Ferner wird aktuell darüber diskutiert, ein System zur Überwachung des Reifendrucks (Tire Pressure Monitoring System, TPMS) einzuführen, das zum Beispiel in der EU ab November 2012 für alle Neufahrzeuge vorgeschrieben ist. Im Hinblick auf mehr Umweltfreundlichkeit wird auch in Japan neuen Technologien zur Senkung des Treibstoffverbrauchs oder der Abgasreduzierung viel Aufmerksamkeit geschenkt. Dies gilt insbesondere für die Elektromobilität, für intelligente Verkehrslösungen und das Smart Grid, alles Technologiefelder, die auf den Einsatz von IKT, Elektronik und Halbleiterbauelementen fußen. Dadurch wird der Bedarf an fahrzeugbezogenen Elektronik-Komponenten in den kommenden Jahren stark wachsen. Das japanische Micromachine Center (MMC) geht allein für MEMS-Sensoren 2015 von einem Umsatz von fast 341 Mrd. Yen (2,56 Mrd. Euro) aus (Micromachine Center, 2012). Das entspräche einem Zuwachs von knapp 47% gegenüber 2010.

Ein Beispiel für die Entwicklungen von IT-Anwendungen im Automobilbereich stammt von Toshiba. Nach einem Bericht der Wirtschaftszeitung "Nikkei" von Ende November 2012 erwirtschaftete Toshiba mit technisch fortgeschrittenen Chips für Anwendungen im Automobil 2011 Umsätze von ca. 340 Mio. Euro. Bis 2020 sollen es 750 Mio. Euro werden. Toshiba brachte im Juli 2013 zum Beispiel einen CMOS-Bildsensor (Complementary Metal Oxide Semiconductor) für die Anwendung in Autos und Überwachungssystemen in die Serienproduktion. Dies soll zur Vermeidung von Zusammenstößen mit Fußgängern beitragen. Toshiba strebt bis zum Fiskaljahr 2014 einen Anteil von 30% am Markt für CMOS-Bildsensoren an.

Um die Jahrtausendwende orientierte sich die japanische Halbleiterindustrie weg vom Speicherchip und hin zur Unterhaltungs- und Kommunikationselektronik, da der Konkurrenzdruck aus den USA und Korea im Geschäft mit Computerchips zu hoch wurde. Japans Halbleiterindustrie konsolidierte sich durch die Auslagerung des DRAM-Geschäftes in zwei großen Firmen: Elpida Memory und Renesas Electronics. In 2010 wurde Renesas, der ehemals aus den Chip-Sparten von Hitachi und Mitsubishi entstanden war, mit der Sparte der Chipherstellung von NEC fusioniert und stieg damit zum fünftgrößten Hersteller von Halbleiterbauelementen auf. Renesas Electronics zählt zu den größten Zulieferern von Mikrocontrollern für Automobile.

Nachdem jedoch koreanische und amerikanische Hersteller ebenfalls stärker im Bereich der Kommunikations- und Unterhaltungselektronik tätig wurden, wuchs entsprechend der Druck auf die japanische Halbleiterindustrie erneut. Elpida Memory und Renesas gerieten in Schieflage. Elpida Memory musste trotz großer Investitionen der öffentlichen Hand in 2012 zur Rettung verkauft werden und ging an das U.S.-Unternehmen Micron Technology. Renesas Electronics begann zunächst Teile seiner Chipherstellung zu verkaufen (Back-End-Fabs) und suchte nach größeren Investoren. Nachdem hier ein Private Equity Fund aus den USA Interesse am Kauf meldete, bildete sich ein japanisches Konsortium aus öffentlicher Hand (Innovation Network Corp. of Japan - INJI) und den größten japanischen Kunden von Renesas, darunter Toyota und Panasonic, um Renesas zu retten und die strategisch bedeutsame Sparte der Halbleiterherstellung in Japan am Leben zu erhalten sowie um einen Know-how-Abfluss ins Ausland zu verhindern (Inagaki & Fukase, 2012).

Mit den Veränderungen im Bereich der Chipherstellung ging Ende 2012 auch ein tiefgreifender Veränderungsprozess in der japanischen Elektronikindustrie einher. Führende Unternehmen wie Sony, Panasonic und Sharp waren unter anderem wegen des stark defizitären Fernsehgeschäfts unter dem Druck koreanischer, chinesischer oder taiwanesischer Konkurrenz in große finanzielle Probleme geraten. Die Umsteuerung soll beispielsweise mit Hilfe neuer (inner-japanischer) Partnerschaften erfolgen. So gaben Anfang 2013 Panasonic und Fujitsu bekannt, dass sie ihre Halbleiter-Entwicklungsabteilungen zusammenlegen und in eine Firma auslagern werden (Windeck, 2013).

Als weiterer Ausweg wird die Diversifizierung in neue Geschäftsfelder gesehen. Ein Beispiel hierfür ist die Produktion von Informations- und Unterhaltungssystemen für die Kfz- und Luftfahrtindustrie bei Panasonic. Momentan stellt Panasonic für die Automobilindustrie vor allem Fahrzeug-Navigationssystem, Audiogeräte, Geräte zur Überschlagerkennung, Kameramodule und elektronische Bezahlssysteme für Mautstraßen her. Aber auch Lithium-Ionen Batterien für Hybrid- und vollelektrische Fahrzeuge sowie Ladesysteme für die Elektromobilität gehören zum Produktportfolio. Diese Sparte soll ausgebaut werden. Panasonic möchte zum siebtgrößten Elektronikzulieferer werden. Diese Pläne werden aber durchaus kritisch hinsichtlich ihrer Realisierbarkeit gesehen (Koitabashi, Shiraishi, & Itoh, 2013).

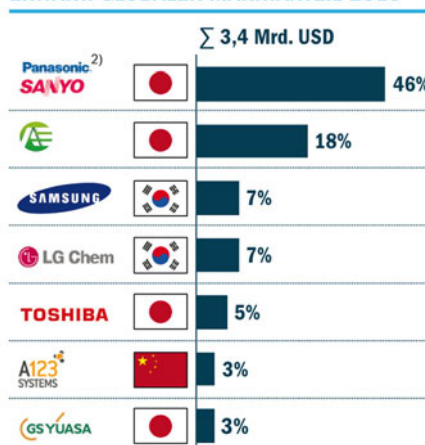
Sensoren sind ein weiteres Zukunftsfeld. Auf japanische Hersteller entfielen 2011 etwas mehr als 48% des Weltmarktes, der eine Gesamthöhe von 13,5 Mio. Euro aufwies. Er soll bis 2020 auf 44 Mio. Euro wachsen. Besonders viel Dynamik ist nach Aussage des japanischen Micromachine Center unter anderem bei Sensoren für Mobiltelefone und Tablet Computer sowie bei allen Arten von Sensoren für die Kfz-Industrie zu erwarten.

Japans Elektronikbranche als Ganzes hat bis zu einer umfassenden Erholung von der derzeitigen Krise aber noch einen weiten Weg vor sich. Die in der Vergangenheit gemachten Fehler lassen sich nur schwer korrigieren: So wurden zum Beispiel international wichtige neue Trends wie das Smartphone nicht konsequent genug aufgegriffen oder an den Bedürfnissen der Endnutzer vorbeiproduziert. Auch die Selbstzufriedenheit über das vermeintlich nur schwer zu übertreffende technologische Niveau hatte zur Folge, dass das Aufkommen gerade der technisch ähnlich leistungsfähigen, aber preislich günstigeren koreanischen Konkurrenz erst spät als Weckruf wirkte.

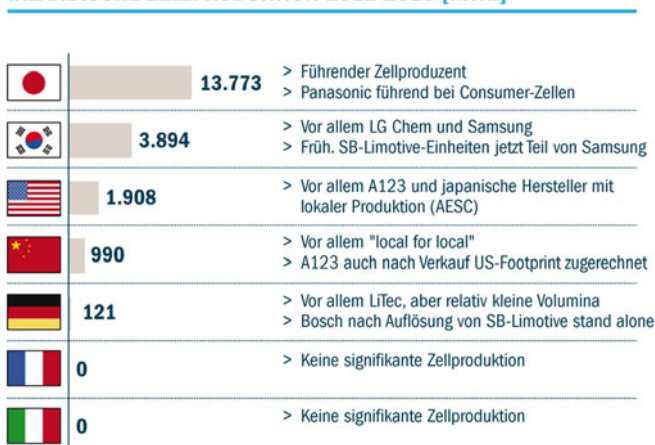
3.4.4 Batteriehersteller

Im Bereich der Produktion von Batterien (nicht nur für elektrische Fahrzeuge) sind japanische Firmen sowohl bezüglich ihres Know-hows als auch ihrer Produktionskapazitäten weltweit führend (s. Abbildung 29) Konkurrenten auf dem globalen Markt sind hier Südkorea (Samsung, LG Chem), die USA beziehungsweise China, nach Übernahme von A123 durch Wanxiang.

Automobilhersteller und Batterieproduzenten in Japan sind in den vergangenen Jahren eine Reihe von Kooperationen miteinander eingegangen, um diese wichtigste Komponente des Elektro- und Hybridfahrzeugs am Markt verfügbar zu machen (s. Abbildung 30).

ERWART. GLOBALER MARKTANTEIL 2015¹⁾

INLÄNDISCHE ZELLPRODUKTION 2012-2015 [MWh]



1) Marktwert 2015 auf Basis USD wie folgt abgeleitet: 730 USD/kWh für Hybride, 560 USD/kWh für PHEVs und 400 USD/kWh für EVs

2) Mit Anteil Primearth

Abbildung 29: Batteriehersteller für Automobilhersteller und ihre Produktionsvolumina (Roland Berger Strategy Consultants Q3, 2013)

Im Jahr 1996 wurde in einem Joint Venture zwischen Toyota und Panasonic die Firma Panasonic EV Energy Co gegründet. 2010 verkaufte Panasonic 40,5% der Firmenanteile seiner insgesamt 60% Anteil an Toyota, um die Firma Sanyo kaufen zu können. Dieser Schritt war notwendig, um kartellrechtlichen Bedenken in den USA und China entgegenzutreten. Dieser Kauf brachte Panasonic einen Marktanteil von 80% im Bereich der Nickel-Metallhydrid-Batterien (NiMH) ein. Panasonic EV Energy Co wurde nach diesem Schritt umbenannt in Primearth EV Energy (PEVE). PEVE liefert NiMH-Batterien für Hybridfahrzeuge von Toyota, Honda und General Motors. Für den Prototyp des Plug-In Prius stellte Primearth auch die Li-Ionen Batterien her.

Sanyo Electric hat seit 2008 eine Entwicklungskooperation für Li-Ionen-Batterien mit Volkswagen. Somit wurde Panasonic nach dieser Akquisition zum Partner eines japanischen und eines deutschen Herstellers, Toyota und Volkswagen. Die Kooperation mit Volkswagen wurde nach langen Verhandlungen durch einen größeren Vertrag zur Lieferung von Li-Ionen-Batterien für Hybridfahrzeuge vertieft (Koitabashi, Shiraishi, & Itoh, 2013).

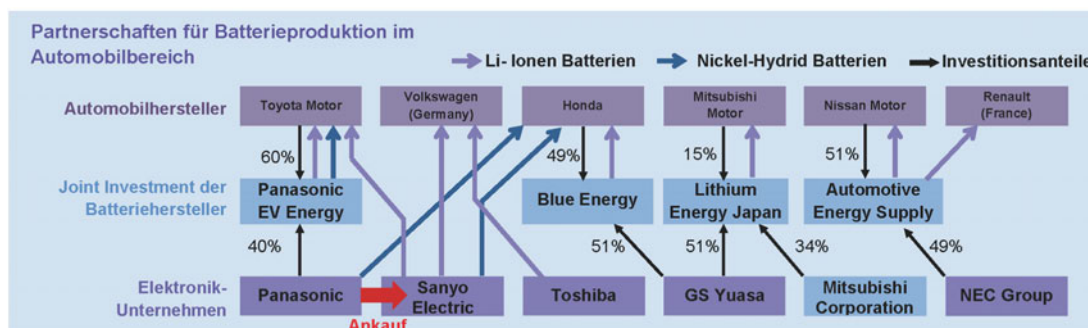


Abbildung 30: Partnerschaften zwischen japanischen Batterieherstellern und Automobilherstellern (Nikkei Business Publications, INC., Hiroshi Sagimori, 2009)

Die GS Yuasa Corporation wurde 2004 durch den Zusammenschluss der Japan Storage Battery, eines Herstellers von Blei- und Li-Ionen-Batterien, und der Yuasa Cor-

poration, eines Top-Herstellers von Fahrzeugbatterien im Motorsportbereich, gegründet. Mit der GS Yuasa entstand einer der größten Batteriehersteller weltweit. Im Dezember 2007 gründete die GS Yuasa Corporation das Joint Venture Lithium Energy Japan mit der Mitsubishi Corporation und der Mitsubishi Motors Corporation. Mitsubishis Intention war die Sicherung der Versorgung mit Li-Ionen-Batterien für den i-MiEV. GS Yuasa hält an Lithium Energy Japan einen Anteil von 51%, während die Mitsubishi Corporation 34% und die Mitsubishi Motor Corporation 15% hält.

In 2009 gründet die GS Yuasa Corporation ein weiteres strategisches Joint-Venture für die Entwicklung und Produktion von Li-Ionen-Batterien für Hybridfahrzeuge mit Honda, die Blue Energy Corporation. Die Batterien der Blue Energy Corporation werden zum Beispiel im Honda Accord Hybrid und Plug-In-Hybrid eingesetzt.

2008 gründeten Nissan und NEC die Advanced Energy Supply Corporation (AESC). Hieran hält Nissan 51% und NEC 49%. NEC brachte bei dieser Zusammenarbeit Know-how in der Herstellung von Pouch-Zellen mit, während Nissan im Bereich der Fertigung von passenden Modulen und Packs aktiv war. Die AESC errichtete 2010 große Produktionskapazitäten in Japan.

Toshiba verfügt über eine vergleichsweise kleine Batterieproduktion, konnte sich jedoch durch die Entwicklung der Super Charge Ion-Batterie (SCIB) in den Markt einbringen. Toshiba beliefert mit dieser Technologie Mitsubishi, Honda und Ford. In 2009 begann Toshiba eine Kooperation mit Volkswagen zur Entwicklung von Technologien von elektrischen Antrieben und der zugehörigen Leistungselektronik. Diese Kooperation umfasst ebenfalls die Entwicklung von Batteriesystemen mit hoher Energiedichte.

Hitachi Vehicle Energy wurde 2005 als Tochterfirma von Hitachi gegründet und liefert seit 2006 Li-Ionen-Batterien an Hersteller von Hybrid-Nutzfahrzeugen. Seit 2010 wird ebenfalls General Motors beliefert. Hitachi Vehicle Energy stellt nicht nur Zellen her, sondern das gesamte Pack einschließlich des Batteriemanagements. Es finden jedoch keine Entwicklungen für vollelektrische Fahrzeuge statt.

Sony brachte 1991 als erstes Unternehmen Li-Ionen-Batterien für Computer und Mobilgeräte auf den Markt. Ab 1992 entwickelte Sony auch Batterien für elektrische Fahrzeuge. Der Versuch, gemeinsam mit Nissan in den Markt für elektrische Fahrzeuge einzusteigen, scheiterte jedoch. Schließlich geriet Sony insgesamt durch den Preiskampf mit der koreanischen Konkurrenz in finanzielle Schwierigkeiten. Ab 2012 konzentrierte sich das Unternehmen wieder auf die Unterhaltungselektronik und verkaufte sukzessive Sparten, die nicht diesem Kerngeschäft angehören. 2013 wurde bekannt, dass nun ebenfalls die Batterie-Sparte verkauft werden soll. In allen weit verbreiteten Modellen von Elektro- und Plug-in-Hybridfahrzeugen wie dem Prius (Toyota, Plug-In Hybrid), Leaf (Nissan, EV) und i-MiEV (Mitsubishi, EV) nutzen die japanischen Hersteller zur Speicherung der für den Antrieb vorgesehenen Energie momentan Lithium-Ionen Batterien.

3.5 Einführung von innovativen Technologien und Standardisierung

3.5.1 Smart Community

Das Konzept der "Smart Community", welches die japanische Regierung derzeit stark propagiert, ist als Gemeinschaftsstruktur darauf bedacht, "smarte" ganzheitliche Lösungen für sich als Gesamtheit zu entwickeln, um Herausforderungen der globalen nachhaltigen Entwicklung zu lösen. Angesichts der wachsenden Weltbevölkerung, die Schätzungen zufolge bei unverändertem Wachstum im Jahre 2050 bei neun Mrd. Menschen liegen wird, werden solche Lösungen dringend benötigt.

Die Entwicklung von Smart Communities zielt auf die fortschreitende Integration von erneuerbaren Energien, Smart Grids, Elektrofahrzeugen, Energie-Plus-Häusern, etc. in ein gesamtheitliches nachhaltiges System ab und rückt dabei Städte als Sozialstrukturen in die Rolle wichtiger Akteure beim Aufbau eines solchen Gesamtsystems. Dieses umfasst die Felder Energie und Wärme, Transport und Mobilität, Wasserversorgung, Gesundheitswesen, Freizeit, Netzwerke, digitaler Datenverkehr und Kommunikation. Die Gesamtheit der privaten und öffentlichen Gebäude und Einrichtungen einer Stadt (Bürogebäude, Krankenhäuser, Schulen, Bahnhöfe, Industrie, etc.) und die städtische Infrastruktur werden über ein neues gemeinschaftliches Konzept arrangiert. Das System wird mit Hilfe einer dem Ganzen zu Grunde liegenden intelligenten IKT-Managementstruktur organisiert und gesteuert. Die Struktur einer Smart Community und das wechselseitige Zusammenspiel der einzelnen Bestandteile wird aus Abbildung 31 deutlich.

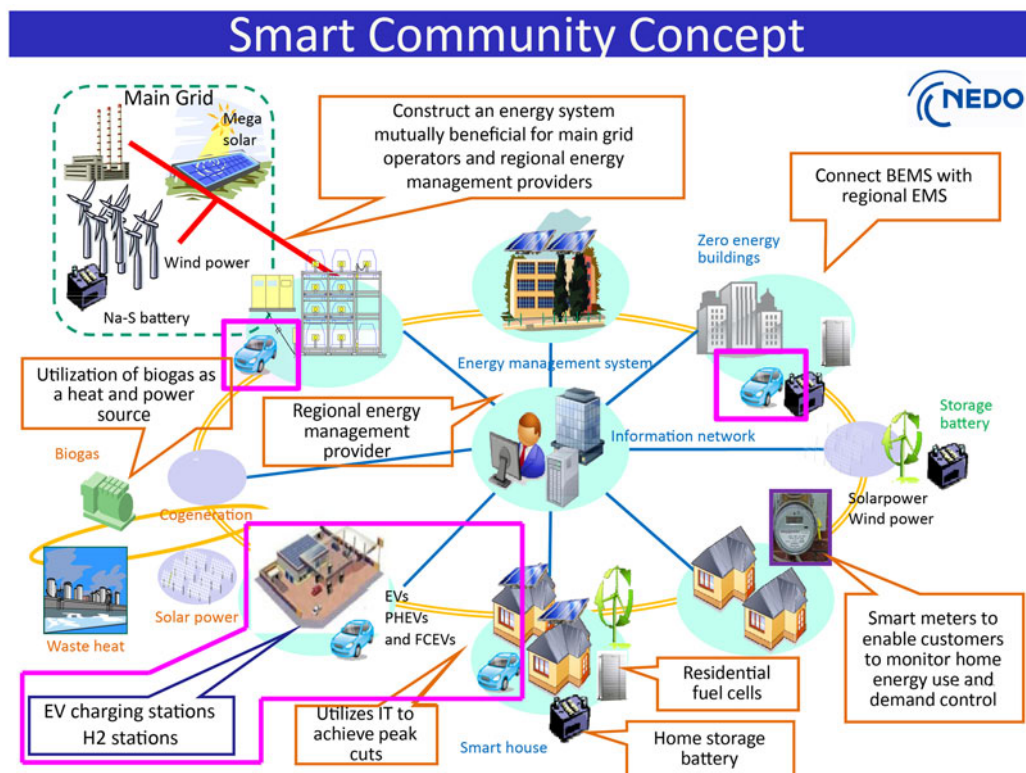


Abbildung 31: Smart Community Concept (NEDO, Sadao Wasaka, 2013)

Die Elektromobilität lässt sich als Teil der Smart Community verstehen (s. Kap. 3.1). Für die Kernbereiche Mobilität, Transport- und Energiesystem und intelligentes IKT-Management sind umfassende Transformationen und gegenseitige Annäherungen erforderlich, um die Kernthemen der Smart Communities wie erhöhte Ressourcen- und Energieeffizienz von Produkten und Prozessen, Optimierung von Energieflüssen, emissionsfreie Mobilität und Unterstützung in "grünen" Lebensgewohnheiten praktisch umsetzen zu können. Elektrifizierte Fahrzeuge (BEV, PHEV, FCEV) sollen in den zu künftigen städtischen Verkehrs-Infrastrukturen als umweltfreundliche Transportmittel, mobile Energiespeicher und Energielieferanten (NetZRückspeisung) integriert werden (s. Kap. 3.1). Dabei sollen Elektrofahrzeuge durch gesteuertes Laden und Energie-Rückspeisung zur Netzstabilisierung beitragen und darüber hinaus feste Bestandteile von optimierten multimodalen Transportketten bilden (s. Kap. 3.3.6). In dem für Japan typischen regionalen Ansatz spielen kleine intelligente Einheiten wie Smart Homes (s. Abbildung 32) eine größere Rolle als in Deutschland. Dabei soll die Batterie eines Elektrofahrzeugs direkt als Notfall-Stromquelle und als Speicher für dezentral erzeugten Strom dienen.



Abbildung 32: Smart Home von Nissan (2011)

Zur Realisierung von Elektromobilitätssystemen auf breiter Front sind grundsätzlich die vereinten Kräfte von Industrie, Regierung und Forschung gefordert. Entscheidend dafür ist die Schaffung einer breiten Akzeptanz von Elektromobilität unter den potenziellen Nutzern. Zur Erhöhung der Nutzerakzeptanz können zum Beispiel die Einführung und Einhaltung internationaler Standards und die Sicherstellung von Kompatibilität und Interoperabilität der elektromobilen Anwendungen beitragen (V2G, Batterie-Ladeinfrastruktur, Batteriebetriebs- und -sicherheitsstandards).

Dazu und für die Netzintegration der Elektrofahrzeuge müssen entsprechende Hard- und Softwareanwendungen entwickelt werden. Zur Unterstützung und Koordination von Tätigkeiten zur praktischen Umsetzung von Elektromobilitätssystemen als Smart Communities gibt es diverse Institutionen. In jüngerer Vergangenheit wurde die Japan

Smart Community Alliance (JSCA) gegründet, welche rund 250 Unternehmen als Mitglieder zählt. Die JSCA hat ein übergreifendes Programm für Demonstrationsprojekte zu Elektromobilität in Japan aufgestellt und koordiniert Demonstrationsprojekte zu Smart Grids und Transportsystemen in vier verschiedenen Regionen. Zur praktischen Umsetzung von Smart Community-Konzepten sind inzwischen einige nationale wie internationale Projekte ins Leben gerufen worden (s. Kap. 3.3.4). Allein NEDO führt eine Reihe verschiedener Demonstrationsprojekte durch, in denen unterschiedliche Technologien kombiniert und in ein gesamtheitliches System integriert werden, um CO₂-emissionsarme Smart Communities als sichere, zuverlässige und bedarfsgerechte Sozialsysteme aufzubauen.

3.5.2 Ladeinfrastruktur und Netzausbau

Eine gut ausgebaute Ladeinfrastruktur mit (öffentlich zugänglichen) Ladepunkten in ausreichender Zahl ist ein ausschlaggebender Faktor zur erfolgreichen Verbreitung von Elektromobilität. Solange die Reichweiten heute erhältlicher Elektrofahrzeuge durchschnittlich bei etwa 150 - 200 km liegen und der Ladevorgang mehrere Stunden in Anspruch nimmt, halten potenzielle Nutzer aufmerksam ihr Augenmerk auf den Entwicklungsstand der öffentlichen Ladeinfrastruktur. Allein aus psychologischer Sicht kann es ein entscheidendes Kaufkriterium für ein Elektrofahrzeug sein, wenn das Ladeinfrastrukturnetz dicht ist und keine „Reichweitenangst“ bestehen muss. Hingegen hat sich bereits in Pilotstudien und Demonstrationsprojekten gezeigt, dass der Bedarf an öffentlicher Ladeinfrastruktur deutlich geringer ausfällt als für herkömmliche Tankstellen, da ein erheblicher Teil der Fahrer von Elektrofahrzeugen überwiegend zu Hause und als Pendler zusätzlich am Arbeitsplatz auflädt (Hitachi, Frank Emura, 2013). Der Grund dafür liegt in den mitunter langen Ladezeiten aber auch in den verhältnismäßig günstigen Kosten bei der heimischen bzw. betrieblichen Aufladung (Korthauer, 2013). Privat errichtete Ladeinfrastruktur wird voraussichtlich einen nicht zu vernachlässigenden Teil der zukünftigen Ladeinfrastruktur in Japan ausmachen. Ungeachtet dessen muss öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur bedarfsgerecht ausgebaut werden. Aktuell erscheint es so, dass öffentliche Ladestationen zumindest als „Sicherheitsnetz“ benötigt werden, da Elektrofahrzeuge derzeit hauptsächlich für Kurzstrecken eingesetzt werden. Somit ist damit zu rechnen, dass für die Aufladung von Elektrofahrzeugen eine Ladeinfrastruktur errichtet werden muss, die sich aus öffentlichen, halböffentlichen und privaten Ladepunkten zusammensetzt. Das größte Problem beim Ausbau der Ladeinfrastruktur auf großer Skala stellen Faktoren wie die hohen Kosten bei vergleichsweise geringer Auslastung dar.

Bis 2020 möchte die japanische Regierung etwa zwei Millionen AC-Ladestationen zur langsamen und schonenden Aufladung der Batterien von Elektro- und Plug-In-Hybridautos in bis zu acht Stunden installieren. Zusätzlich sollen ungefähr 5.000 Schnellladestationen nach der CHAdeMO-Methode installiert werden. Diese ist eine in Japan entwickelte und etablierte Methode zur Schnellladung von Elektrofahrzeugen, an denen die Batterie in weniger als 30 Minuten quasi komplett aufgeladen werden kann. „CHAdeMO“ ist ein Akronym von CHARGE de MOve, abgeleitet von „Charge for moving“. Plausibler ist die Ableitung vom japanischen Satz „O cha demo ikaga desuka“ – was in etwa bedeutet „Wie wär's mit einer Tasse Tee?“ (GrowthAnalysis,

2012). So soll der Name darauf hinweisen, dass ein leer gefahrenes Elektroauto innerhalb von 15–30 Minuten auf 80% der Batterie-Kapazität aufgeladen werden kann – nach einer Tasse Tee kann man also die Reise fortsetzen. Japans erklärtes Ziel ist es, CHAdeMO zu einem internationalen Standard für Schnellladestationen zu machen und somit den Erfolg der CHAdeMO zu sichern (s. Kap. 3.2). Inzwischen ist der Standard auch bereits in Ländern der europäischen Union implementiert. Zu beachten ist dabei, dass der CHAdeMO-Standard nicht kompatibel zu den bisher in Europa gebräuchlichen Typ-2-Steckern ist, da es sich um DC-Schnellladen handelt, während Typ-2 AC-Laden unterstützt oder extra mit einem DC-Anschluss ausgestattet werden muss (CCS). Für den Aufbau der Ladeinfrastruktur stellt das METI jährlich 100 Mrd. Yen (740 Mio. Euro) bereit (METI, Tomohisa Maruyama, 2013).

Das CHAdeMO-Industriekonsortium ging im März 2010 aus einer im vorherigen August gegründeten Arbeitsgruppe von Mitsubishi Motors, Nissan, Fuji Heavy Industries (Subaru), TEPCO und etwas später Toyota hervor (CHAdeMO Association, 2013). Das Konsortium wollte zunächst den japanischen Schnellladestandard weiterentwickeln, verbreiten und die Marke prägen. Ausländische Firmen können gegen eine geringe Mitgliedsgebühr dem CHAdeMO-Konsortium beitreten. Von deutscher Seite sind beispielsweise E.ON SE, Prysmian Kabel und Systeme GmbH und das SEW-EURODRIVE GmbH & Co KG reguläre Mitglieder des Konsortiums. Als unterstützende Mitglieder des Konsortiums aus Deutschland sind die e8 energy GmbH, die e-WOLF GmbH sowie Siemens AG assoziiert (CHAdeMO Memberlist, 2013). Der globale Marktwert für Schnellladetechnologien wird nach einer aktuellen Studie des Yano Research Instituts bis Ende 2015 umgerechnet 141 Mio. Euro und bis Ende 2020 135 Mio. Euro betragen (Electric Japan Weekly, 2013).

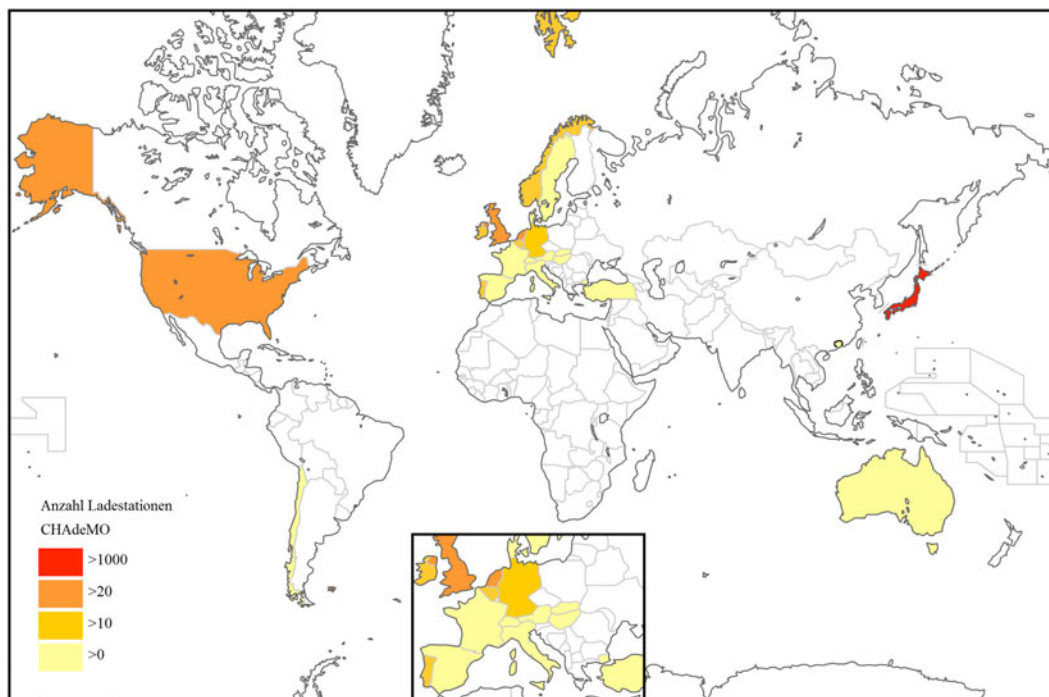


Abbildung 33: Weltweite Verteilung der CHAdeMo-Schnellladestationen, Stand Juni 2012 (Slowak, 2012)

Die CHAdeMO Ladestationen werden in Japan von städtischen Gemeinden, Autoherstellern oder Autobahn-Betreibern installiert. Im Juli 2013 wurde eine gemeinsame Erklärung der vier Automobilhersteller Toyota, Nissan, Honda und Mitsubishi abgegeben und verkündet, dass diese in einer gemeinsamen Initiative mit Unterstützung der Regierung das Netz von Stromtankstellen massiv ausbauen werden. Die Unternehmen sehen es als „entscheidend an, die Infrastruktur schnell auszubauen, um die Nutzung strombetriebener Fahrzeuge zu fördern“. Aus diesem Grund ist die Errichtung von zusätzlichen 4.000 Schnell-Tankstellen zu den rund 1.700 derzeit vorhandenen und 8.000 normalen Ladestationen zu den 3.000 vorhandenen geplant. Die japanische Regierung will das Vorhaben der Autobauer mit umgerechnet 775 Mio. Euro noch im Fiskaljahr 2013 subventionieren (Battery Electric Car, 2013). Der Wettbewerb für den Aufbau von Ladeinfrastruktur in Japan wird hauptsächlich von vier Industriekonsortien bestritten. Dabei handelt es sich um CHAdeMO, Japan Charge Network (JCN) als Gemeinschaftsunternehmen von Nissan, Sumitomo, NEC und Showa Shell, Nissan Leaf Zero Emissions Service als Aftersale Service, der für eine feste monatliche Gebühr alle Bedürfnisse der Kunden hinsichtlich IT-Diensten, Instandhaltung, Notdienste und Zugang zur Schnellladeinfrastruktur erfüllt sowie dem EVSS Network, welches von den Unternehmen Idemitsu Oil, Cosmo Oil, ENEOS und Showa Shell im Oktober 2012 gegründet und in Form des „Next Gen Gas Station-Programms“ vom METI gefördert wird und seitdem 29 Schnellladestationen betreibt (Weiller, 2013). JCN möchte bis 2020 zusätzlich zu den vorhandenen 22 Stationen (Stand April 2013) 4.000 Schnellladestationen aufstellen (Kubo, 2012). Daneben sieht die japanische Handelsgruppe AEON vor, die Anzahl an Ladestationen an ihren Geschäftsstellen um das Zehnfache zu erhöhen (Electric Japan Weekly, 2013). Im Juli 2013 gaben sie bekannt, dass die Anzahl der Ladestationen bis 2014 in ihren 490 Geschäften auf 500 Schnellladestationen und 650 normale Ladestationen aufgestockt werden soll. Dabei werden sie mit einer Summe von umgerechnet 22,8 Mio. Euro vom METI unterstützt. Die Innovationsprojekte von CHAdeMO finden in Japan statt, das Sekretariat obliegt per Satzung der Firma Tepco am Standort Tokio. Das CHAdeMO-System wird weltweit propagiert (vgl. Abbildung 33), steht aber in Konkurrenz zum CCS-Ladesystem deutscher und amerikanischer Hersteller.

Einige der japanischen Automobilhersteller entwickeln Lösungen für das induktive Laden. Nissan hat die Fertigstellung einer Ladestation in 2013 angekündigt und gab bekannt, dass sich in einer Open Source-Strategie ein kabelloses Induktivladesystem in der Entwicklung befindet (s. auch Kap. 3.3.5), welches für fünf zukünftige Elektromodelle von Nissan genutzt werden soll. Auf dem 20. World Congress on Intelligent Transport Systems in Tokio präsentierte Denso kürzlich ein smartes Steuerungsprogramm, welches Elektrofahrzeuge selbständig zu induktiven Ladepunkten fahren kann und anschließend wieder zum Ausgangsort zurückführt. Der Fahrer programmiert lediglich den Zeitpunkt für den Ladestart ein, den Rest erledigt das Elektroauto angeblich allein (Nannichi, 2013).

Toyota und Mitsubishi, die beide mit der amerikanischen Firma Witricity zusammenarbeiten, präsentierten auf der Tokyo Motor Show 2011 Prototypen für Induktivladestationen. Während der Toyota Hybrid World Tour kündigte Toyota an, dass man bis 2014 induktive Ladesysteme in Japan, Europa und den USA realisieren wolle

(Toyota, 2013). Aktuell wird das Prinzip des kabellosen Ladens als Teil des Smart City-Projekts in Kashiwa (Mitsui Home) getestet (Electric Japan Weekly No 46, 2012).

Das im Jahr 2007 gegründete israelische Unternehmen „Better Place“ kam im Jahr 2010 nach Japan und gründete dort Better Place Japan (Better Place, 2013). Dort wurde das vom METI geförderte 90 Tage währende Pilotprojekt "Switchable-Battery Electric Taxi in Tokyo" in Kooperation mit dem größten Taxiunternehmen in Tokio, Nihon Kotsu, durchgeführt. In Roppongi, einem zentralen Stadtteil Tokios, wurde eine Batterieaustauschstation aufgebaut. Im Elektromobilitätssystem von Better Place fungieren Batteriewechselstationen als Aufladestationen für Elektrofahrzeuge. Die Fahrzeugbatterien gehören nicht zu den Fahrzeugen, sondern sind Eigentum der Ladeinfrastrukturbetreiber. So kann an den Ladestationen sehr schnell – innerhalb von 3–5 Minuten – statt der Aufladung einer leeren Fahrzeugbatterie eine neue volle Batterie ins Fahrzeug eingelegt werden. Mit Hilfe des Pilotprojekts wollte Better Place das Gesamtsystem von Elektroautos mit austauschbaren Batterien zunächst in Japan propagieren und schließlich weltweit etablieren. Zur Zeit sind in Osaka etwa 1.800 Batteriewechselstationen in Betrieb (METI, Tomohisa Maruyama, 2013). Im Mai 2013 musste Better Place jedoch Insolvenz anmelden. Nachdem zwei Versuche, das Unternehmen als Ganzes zu verkaufen, scheiterten, da die potentiellen Käufer den fälligen Zahlungen nicht nachkamen, sollen nun die Vermögenswerte des Konzerns separat veräußert werden (Gueta, 2013). Mittlerweile wurde die Idee mit den Batteriewechselstationen auch von Tesla Motors aufgegriffen und die Idee einer „Tesla Station“ der Öffentlichkeit präsentiert (Tesla Motors, 2013).

3.5.3 Technologien zur Fahrzeugintegration ins Netz

Die großflächige Integration von Elektrofahrzeugen ins Smart Grid wird das aktuelle Energieversorgungssystem in technologischer und geographischer Hinsicht nachhaltig verändern. Bei der Fahrzeugintegration ins Versorgungsnetz müssen neben der physischen Anbindung an Ladestation und Netz auch die neuen Anforderungen von Seiten der Energieversorger und Übertragungsnetzbetreiber erfüllt werden. Fahrzeugseitige wie netzseitige Entwicklungen müssen sich also beim strategischen Ausbau der Ladeinfrastruktur aufeinander zubewegen, um auch überregional und über Landesgrenzen hinaus Kompatibilität, Interoperabilität und Netzunabhängigkeit bei der Netzintegration von Elektrofahrzeugen zu gewährleisten. Zur effizienten Integration von Elektrofahrzeugen ins Smart Grid ist eine enge Kooperation zwischen Automobilherstellern, Netzbetreibern, Elektronikunternehmen und IKT-Firmen erforderlich.

Es gibt in Japan eine Reihe konkreter Anwendungen im Bereich der Netzintegration von Elektrofahrzeugen. Zum Beispiel hat Mitsubishi eine Power Box für den i-MiEV entwickelt und 2012 auf den Markt gebracht (Glon, 2012). Diese erlaubt den Haltern von Mitsubishi i-MiEVs oder Minicab MiEVs, die in den Fahrzeugbatterien gespeicherte Energie für den elektrischen Betrieb von externen Geräten wie Kühlschrank, Telefonladegerät, usw. zu verwenden. Die Powerbox wird direkt an die Schnelllade-Steckdose angeschlossen, konvertiert die Energie in 100 V-Wechselspannung und kann bei vollgeladener Batterie eine Gesamtleistung von 1.500 W über ca. fünf bis sechs Stunden abgeben. Dies reicht nach Angaben von Mitsubishi aus, um einen japanischen Durchschnittshaushalt einen ganzen Tag lang mit Strom zu versorgen.

Diese Technik fällt auch unter den Begriff Vehicle-to-Home (V2H), also fahrzeugseitige Komponenten für Schnittstellen zum heimischen Stromnetz, die eine energetische Versorgung häuslicher Geräte mit Hilfe der Fahrzeugbatterie ermöglichen. Auch von Nissan gibt es ein bidirektionales V2H-System zur Energieversorgung japanischer Haushalte über die Batterie des Nissan Leafs (McGuire, 2011).

In einer internationalen Kooperation zwischen dem amerikanischen Batteriehersteller EnerDel und der japanischen ITOCHU Corporation (ITOCHU Corporation) wurde ein kombiniertes System aus Elektrofahrzeugen, stationären Energiespeichern, einer Schnelllade-Infrastruktur und Solarenergie in der realen Welt aufgebaut und in einem Demonstrationsprojekt in Tsukuba City, einem F&E-Zentrum außerhalb Tokios, getestet. In diesem Projekt wurde der elektrische Antriebsstrang eines Mazda Mobils umgebaut und mit einem Batteriesystem von EnerDel sowie Komponenten ihres Geschäftspartners Think ausgestattet (ener1, 2010).

3.5.4 Energiespeicher- und Transportsystem

Seit der Energiekrise 2011/2012 soll das japanische Energiesystem erneuert werden. Vorgesehen ist die Substitution konventioneller thermischer Kraftwerke durch dezentralisierte fluktuierende Energieerzeugungsanlagen wie Wind- und Solaranlagen. Der großangelegte Einbau erneuerbarer Energien ins Versorgungsnetz erfordert neue Konzepte hinsichtlich Energiespeicherung und Versorgungssicherheit. Die neue Art der Energieerzeugung macht es sehr viel schwieriger, die Energieerzeugung an den Verbrauch und Lastgang anzupassen. Die vorhandene Infrastruktur und die Verteilernetze sind in der Regel nicht für große Mengen unregelmäßig eingespeister Energie ausgelegt. In Japan wie Deutschland dürfen Netzbetreiber im Falle einer Überproduktion von Energie regenerative Erzeugungsanlagen abregeln, um die Stabilität der Netze zu gewährleisten (Chang, 2013). Allerdings steht dann evtl. zu Zeiten geringer Produktion nicht genügend Energie zur Verfügung, um den Bedarf zu erfüllen. Auch die Verbraucher sind nicht darauf vorbereitet, die in Spitzenzeiten verfügbare Erzeugungsleistung im vollen Umfang abzunehmen und dafür an anderer Stelle Versorgungslücken in Kauf zu nehmen. Deshalb müssen große Energiespeicher mit ausreichender Speicherkapazität installiert werden, um überschüssig erzeugte regenerative Energie zu speichern und damit die Spitzenlast zu reduzieren und einen Beitrag zur Frequenzstabilisierung zu leisten.

"Grid Parity" ist erreicht, wenn die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien genauso viel kostet wie konventionelle Stromerzeugung aus thermischen Kraftwerken. Allerdings ist diese aufgrund der fluktuierenden Erzeugungscharakteristik von Wind- und Solaranlagen, die in der Regel nicht an den Lastgang im Verteilernetz angepasst ist, schwierig zu erreichen. Die Verwendung von Energiespeichern hilft, das Ungleichgewicht von Erzeugung und Verbrauch abzufedern. Wirtschaftlich sinnvoll wird der Einsatz von Energiespeichern, wenn die regenerative Energieerzeugung günstiger ist als der Bezug aus dem konventionellen Netz. Dieser Zustand wird als "battery parity" bezeichnet.

Energiespeichersysteme sind in der Regel modular aus einzelnen in Reihe oder parallel geschalteten Energiespeichern aufgebaut, wie z.B. Akkumulator- oder Batterie-

zellen. Zur Erhöhung der Speicherkapazität werden zudem entweder einzelne Energiespeicher oder komplette Stränge parallel geschaltet. Energie- bzw. Batteriemanagementsysteme dienen der Steuerung der einzelnen Speicher und Module mit aktivem dynamischen Cell-Balancing mit dem Ziel, die Ausgangsleistung zu stabilisieren. Die Kosten für Energiespeicherung sind gemeinhin hoch. Heute ist es dennoch auf wirtschaftliche Art möglich, große stationäre Batterien kurz- und mittelfristig als Teile regenerativer Energieerzeugungsanlagen einzusetzen (Wollersheim & Gutsch, 2013).

Beispiele für Energiespeichersysteme im mechanischen Bereich sind Pumpspeicher, Druckluftspeicher und Schwunghmassespeicher. An elektrischen Speichersystemen sind Kondensatoren und sogenannte SME (supraleitende magnetische Energiespeicher) auf dem Markt und an chemischen Speichern Batterien/Akkumulatoren und Wasserstoffspeicher (Power-to-Gas).

Japan weist im Vergleich zu Deutschland oder Europa bereits weit besser entwickelte Energiespeicherinfrastrukturen auf Basis von Batterien auf. So wurden schon 2008 eine Großanlage mit einer Leistung von 9,6 MW und Kapazität von 57,6 MWh und eine weitere Anlage mit 6 MW aus 120.000 Batteriezellen in Betrieb genommen. Die öffentliche Förderung von F&E-Tätigkeiten und für Maßnahmen im Bereich der Energiespeichertechnologien ist vielerorts gering. In Japan werden bisher lediglich 0,8% des Bruttoinlandsprodukts zur Förderung von stationären Speichertechnologien zur Verfügung gestellt. In Deutschland sind es jedoch vergleichsweise noch weniger mit 0,18% des BIP (~400 Mio. Euro). Trotzdem wurden bereits Projekte im Bereich Energiespeichersysteme umgesetzt. Ein Schwerpunkt liegt in Japan auf der Entwicklung chemischer Speichersysteme. Seit 2003 gibt es mehr als 40 wirtschaftliche Anwendungen. Mit der Natrium-Schwefel-Batterie als echter Konkurrenz zur etablierten Bleibatterie wurden von TEPCO und NGK in Zusammenarbeit mit dem deutschen Energieversorger EnBW mehrere Anlagen in Japan installiert (EnBW Hellmuth Frey, 2007). Der japanische Konzern Panasonic, der schon seit Jahrzehnten führend in der Entwicklung von Batterietechnologie ist, hat ein intelligentes Energiespeichersystem (Smart Energy Storage, SES) entwickelt (Panasonic, 2013). Dieses ist für die Speicherung von Solarstrom bei kleineren Anlagen in Wohnhäusern geeignet, kann aber auch für den Speicherbedarf größerer Projekte angepasst werden. Panasonic hat sich vorgenommen, bis zum Jahr 2018 das größte Unternehmen der Elektronikbranche im Bereich „Green Energy“ zu sein und betrachtet SES als einen weiteren Schritt in diese Richtung. Auch das japanische Technologieunternehmen Kyocera brachte ein Gesamtkonzept auf den Markt, welches Brennstoffzelle, Photovoltaik und Li-Ionen-Batterie kombiniert (Intersolar Europe, 2012). Mit diesem System kann nicht nur Strom durch Sonnenenergie erzeugt, sondern auch gespeichert werden und darüber hinaus Wärmeenergie durch Erdgas in der Brennstoffzelle gewonnen werden.

Ein intelligentes System zum Energiemanagement ermöglicht die effiziente und möglichst kostengünstige Steuerung der Energieflüsse zwischen den dezentralen Einheiten und dem öffentlichen Stromnetz. In Abbildung 34 ist dargestellt, inwiefern die Energieversorgung mit Hilfe der installierten Leistung des jeweiligen Energiespeichersystems gesichert werden kann. Je nach spezieller Anforderung an den Energiespeicher (z.B. Menge der zu speichernden Energie und Speicherdauer, benötigte Schnell-

lichkeit der Abgabe, Häufigkeit von Lade- und Entladezyklen) zeichnen sich bestimmte Technologien gegenüber anderen aus. Die Technologie bestimmt die Einsatzmöglichkeit der einzelnen Systeme, da die unterschiedlichen Anwendungen abhängig sind von der erzielbaren Leistung und der Entladecharakteristik des Speichers.

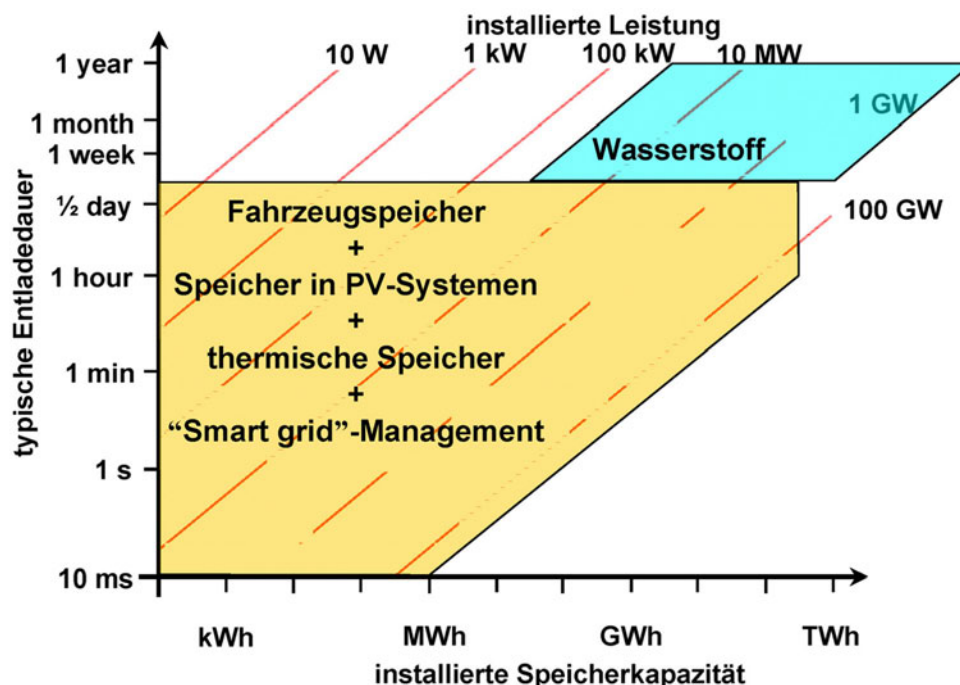


Abbildung 34: Mittelfristscenario (20 Jahre) für Energiespeicher zur Netzregulierung (Lunz & Sauer, 2010)

Für eine effiziente Nutzung der Speicher in Hinsicht auf das konkrete Verbrauchsgerät und den Einsatzbereich ist es vorteilhaft, wenn die Gesamtspannung des Speichersystems möglichst stabil bleibt. Das stellt eine Herausforderung bei der Entwicklung eines Energiespeichersystems dar, da die Spannung der einzelnen Energiespeicher oftmals vom jeweiligen Ladezustand abhängt und so die Gesamtspannung des Systems in Abhängigkeit vom Ladezustand der einzelnen Energiespeicher mitunter in einem weiten Bereich variiert. Wird das Energiespeichersystem in Kombination mit einer regenerativen Energiequelle betrieben, so ist es von Vorteil, die Lade-/Entladespannung des Energiespeichersystems an die zeitlich fluktuierende Spannung der regenerativen Energiequelle anzupassen. Eine weitere technische Herausforderung liegt in einer Reduzierung der Alterungs- und Degradationsprozesse in den einzelnen Speichermodule. In Folge minimaler Unterschiede zwischen den Einzelspeichern oder Speichermodule kommt es bei mehrfachem Laden und Entladen zu Unterschieden in den Ladezuständen der einzelnen Energiespeicher, die sich bei seriell verschalteten Speichern noch mit der Anzahl von Ladezyklen verstärken. Da die Energiespeicher nur innerhalb bauartbedingter Spannungsgrenzen betrieben werden dürfen, führt dies effektiv zu einer Verringerung der nutzbaren Kapazität. Herkömmliche Maßnahmen zur Angleichung der Spannungen einzelner Energiespeicher werden als aktives Cell-Balancing bezeichnet.

Die Kombination verschiedenartiger Energiequellen ist wichtig für die Erhöhung der Energieversorgungssicherheit. In Japan werden für die Verteilung mittlerweile verstärkt Technologien für berührungslosen Transfer und störungsfreie Energieversor-

gung entwickelt und sogenannte Microgrids aufgebaut (IEE, Hisashi Hoshi, 2013). Zur Realisierung von Zuverlässigkeit, Stabilität und Sicherheit der Energieversorgung werden Gleichspannungsquellen wie Batterien im Netz integriert, die als sehr zuverlässig und effektiv gelten. Die hohe Skalierbarkeit und Flexibilität tragen auch zur Wirtschaftlichkeit von Microgrids bei. Das fördert die Bereitschaft von Investoren, zum Netzausbau beizutragen. Zum Beispiel hat NTT Facilities ein Multipower-Versorgungssystem mit integrierten, verteilten Hochleistungs-Generatoren (Multi Power Quality Microgrid (MPQM)) entwickelt, welches unter dem Namen SENDAI Microgrid vertrieben wird (NTT Facilities, Keiichi Hirose, 2013). Dieses System stellt zuverlässig elektrische Leistung im Netz zur Verfügung und bietet Schutz vor Netzausfällen. Es überstand auch das Erdbeben und den Tsunami im März 2011.

3.5.5 Internationale Standardisierung

Ein Standard beschreibt die Beschaffenheit, Leistung und Eigenschaften eines Produkts und spezifiziert verschiedene Schnittstellen in einem System mit dem Ziel, eine Kompatibilität herzustellen. Standards definieren auch Spezifikationen von vereinheitlichten Prozessen, Regeln und Anforderungen und schaffen Klarheit über die erwartete Leistung des Produkts. Ein Produktsystem beschreibt in dem Zusammenhang ein Set von Komponenten, die nur gemeinsam die volle Funktionalität entfalten, jedoch noch als separate Teile für sich stehen. Bei der Konfiguration eines Standards muss auch die Bezugsgrenze des Standards klar definiert sein.

Mit dem Prozess der Modularisierung von Fahrzeugteilen und -komponenten und mit der weltweiten Expansion der Automobilindustrie wird es für die Hersteller zunehmend wichtig, Standardisierungsprozesse und die Einführung von Standards in ihre Unternehmensstrategie aufzunehmen. Die Verantwortung für die Festlegung (internationaler) Standards im Bereich der Elektromobilität tragen die Automobilhersteller zusammen mit den Batterieherstellern und den Energieversorgern als Betreiber der regionalen Versorgungsnetze. Auch der Staat spielt eine wichtige Rolle bei der Lenkung des Marktes, indem er über Subventionen und Forschungsförderung die Entwicklung bestimmter Technologien vorantreibt, über die Gründung von Innovationsplattformen die Akteure der einzelnen Branchen in strukturierter Form zusammenbringt und Grundsteine für Kooperationen legt. Dies verhilft zu einer Bündelung der innovativen Stärken der Industrie und ihrer Ausrichtung in die gewünschten Themenbereiche und dabei zugleich auch zur Initiierung von Standardisierungsvorhaben. Auch kann der Staat durch Schutzmaßnahmen und Regularien Standardisierungswettbewerbe bereits in einer frühen Phase beeinflussen. Ein kontinuierlicher enger Austausch zwischen Regierungen und den jeweiligen Industriesektoren ist für die Festlegung von technologischen Standards von großer Bedeutung. Das Zusammenspiel der verschiedenen involvierten Gremien und Organisationen bei Standardisierungsprozessen im Bereich der Elektromobilität in Japan ist in Abbildung 35 gezeigt. Sie gibt eine Übersicht über die verschiedenen internationalen Normungs- und Standardisierungsaktivitäten Japans bezogen auf Elektrofahrzeuge und zeigt die Struktur und Prozesse innerhalb der involvierten Gremien und Behörden. Für Elektromobilität und ihre Umsetzung werden neue systemische Methoden der Standardsetzung und ein neues Produktsystem benötigt.

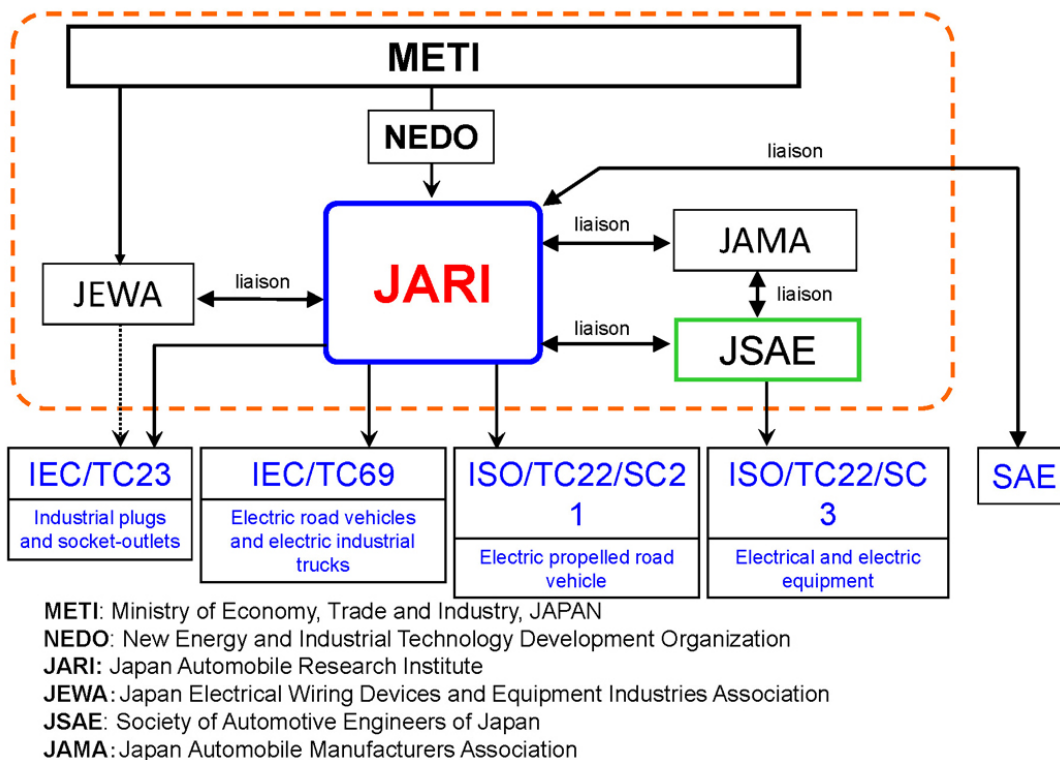


Abbildung 35: Struktur der internationalen Standardisierungsaktivitäten in Japan, aus (METI, Kenji Miura, 2011)

Die Automobilhersteller und TIER-1-Zulieferer müssen sowohl eine Reihe heterogener Akteure in ihre vorwettbewerblichen Aktivitäten einbeziehen als auch geeignete Organisationsstrukturen für die Standardisierung aufbauen, um die verschiedenen Komponenten des Systems Elektrofahrzeug vereinheitlicht integrieren zu können. Zudem müssen sie neue Geschäftsmodelle entwerfen, um Elektrofahrzeuge interaktiv in das Smart Grid und in intermodale Transportketten einzubinden oder auf andere Art die Reichweite der Fahrzeuge zu erhöhen, z.B. durch Konzepte wie Park & Ride oder Zwischenladung am Arbeitsplatz für Berufspendler (Weiller, 2013). Im System Elektromobilität werden Normen, Standards und Zertifizierungen insbesondere für die Bereiche Batterien und Fahrzeugladung benötigt. Daher finden in diesem Bereich heutzutage auf internationaler Basis die meisten Standardisierungswettbewerbe statt. Von wettbewerblicher Seite ist es somit für die Akteure essenziell, sich frühzeitig feste Partnerschaften und breite Kooperationsnetzwerke aufzubauen, um gemeinsam Lösungen auszuarbeiten, die das Potenzial haben, sich auf internationaler Ebene durchzusetzen. Insgesamt umfassen die für die Elektromobilität relevanten Standards Schnittstellen, Ladekonzepte, die Verbindung mit Ladestation und Netz, die Einspeisung erneuerbarer Energien, Geschäftsmodelle, Software, Abrechnungssysteme und Kommunikationsprotokolle zwischen Fahrzeugen untereinander oder mit dem Smart Grid. Auf internationaler Basis spielen Normen und Standards sowie Roaming-Modelle im Bereich der Ladesysteme eine wichtige Rolle. Für den Bereich Elektrofahrzeuge hat in Japan das METI den Next Generation Vehicle Plan in 2010 ausgearbeitet (METI, 2010). Darin ist auch eine Roadmap für internationale Standardisierungsaktivitäten enthalten, die in Abbildung 36 schematisch dargestellt ist. Die Notwendigkeit der Einführung von Standards betrifft im Bereich der Elektromobilität in

besonderer Weise die Netzstruktur auf der japanischen Insel. Es gibt getrennte Netze für Ost- und Westjapan, die zwar beide unter einer Spannung von 110 V stehen, aber mit unterschiedlichen Frequenzen getaktet sind. In Ostjapan beträgt die Netzfrequenz 50 Hz, in Westjapan 60 Hz.

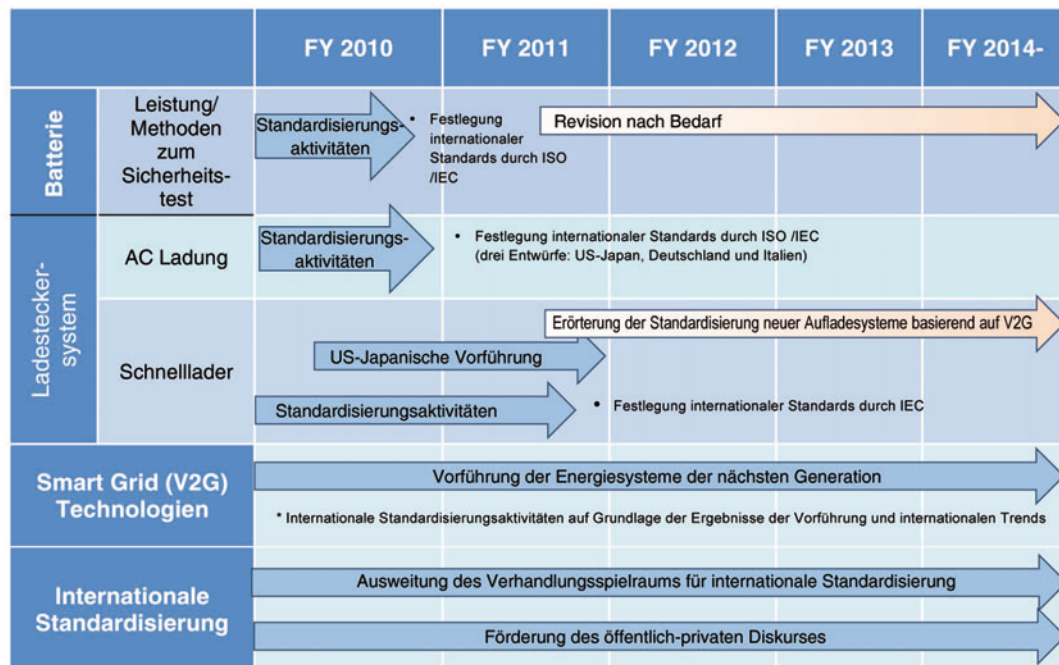


Abbildung 36: International Standardization Roadmap des METI (METI, 2010)

Die Normung von Elektrofahrzeugen findet in den beiden Bereichen Verkehrstechnologie und Elektrotechnik in den Systemen des ISO bzw. des IEC statt. Zum Vergleich findet sich im deutschen System diese Arbeitsteilung in den Normsystemen DIN und DKE wieder. Hauptsächlich Anwendung finden die ISO TC22, IEC TC21 und TC22 im Themenbereich kritische Komponenten des Elektrofahrzeugs und ergänzend in der ISO TC204 zum Thema Intelligenter Verkehr. Abbildung 37 gibt eine Übersicht über die internationalen Normungsgremien, bezogen auf Elektrofahrzeuge. In Japan wurden 1987 die Japanese Electric Vehicle Standards (JEVS) eingeführt, die sämtliche Standards von japanischen batterieelektrischen Fahrzeugen, Hybriden sowie von Batterien und Ladesystemen erfassen (EVAAP, 2003). Nach Industrienorm IEC 61851 werden vier Ladekonzepte unterschieden, und zwar Langsamaufladung mit konventionellem Schukostecker und ungesichertem Kabel (Ladeart I), Langsamaufladung mit konventionellem Schukostecker und gesichertem Kabel (Ladeart II), Langsamaufladung mit speziellem Stecker und speziellem gesichertem Kabel (Ladeart III) und Schnellaufladung mit gesichertem Stecker, festem Anschluss und speziellem Kabel (Ladeart IV). Für die Industrie spielen die Ladearten III und IV die wesentliche Rolle. Aus technischen Gründen konzentrierten sich die deutschen Automobilhersteller und Energieversorgungsunternehmen bisher hauptsächlich auf Ladeart III, da sie in erster Linie zunächst auf das herkömmliche Stromverteilungsnetz zurückgreifen möchten. Das deutsche Versorgungsnetz ist allerdings im Vergleich zum japanischen

und amerikanischen Netz leistungstärker, sodass dieser Unterschied bereits im technischen Ansatz zu Abweichungen führt.

Gegenstand	ISO Gremien [Themenbezug zum EV]	IEC Gremien [Themenbezug zum EV]
Gesamtfahrzeug	TC 22 SC 21 TC 204 [Intelligente Transportsysteme] ⁵	TC 69
	JWG ISO/TC 22 SC 3 u. IEC/TC 69 [Fahrzeug zu Grid Kommunikation]	
Batterie	TC 22 SC 21 WG 3 [Lithium-Ionen Batterie]	JWG 69Li (TC 21 u. TC 69 [Lithium-Ionen Batterie]) TC 21 TC 21 PT62485 TC 35 [Primärzellen u. -batterie] TC 64 [Schutz des Menschen gegen Stromschläge / Sicherheit der Installation]
Brennstoffzelle	TC 22 SC 21 [Sicherheitsaspekte]	TC 105 [außer Straßenfahrzeuge]
Elektromotor		TC 2 [Rotationsmotor] TC 69 WG 2 [Motorsteuerung]
Leistungselektronik	TC 22 SC 3 [Equipment]	TC 40 [Capacitors und Widerstände] TC 22 SC 22G [Konverter] SC 47 A,E [Halbleiter]
Beladungsschnittstellen und Beladungsstecker	TC 22 SC 3 [Equipment u. Datenaustausch]	TC 57 [Datenaustausch / Power System] TC 77 [EMV-Sicherheit] TC 69 WG 4 [Beladungsequipment] TC 69 SC 23 E,H [Stecker]

Abbildung 37: Normungsgremien zu Elektrofahrzeugen, aus (Slowak, 2012)

Für die langsame AC-Ladung innerhalb der IEC Norm wurden bisher drei Stecker für den Lademodus III genormt. Der IEC Norm Typ 1 wurde vom japanischen Batteriehersteller Yazaki entwickelt und im Herbst 2010 als amerikanischer Standard von der SAE (International Society of Automotive Engineers) verabschiedet. Der Typ 1-Standard ist in den Fahrzeugen Citroen C-Zero, Mitsubishi i-MiEV, Nissan Leaf, Peugeot iON und verschiedenen Modellen von Renault implementiert. Im Sommer 2009 wurde der von deutschen Automobilherstellern erarbeitete "Mennekes"-Stecker als Typ 2-Stecker genormt. Dieser wird u.a. von VW, Renault und Fiat unterstützt. Als Typ 3-Stecker ging schließlich der von der französisch-italienischen EV Plug Alliance eingereichte Stecker nach "Scame"-Design in die Norm ein.

Während die japanischen Automobilhersteller ein exklusives Konsortium um CHAdeMO bildeten und darüber hinaus einzelnen amerikanischen Herstellern anboten, am Prozess der Standardbildung teilzuhaben, ging in Europa bedeutend mehr Zeit in der Festlegung eines Standards für (Schnell-)Ladesysteme im Wettbewerb zwischen Mennekes-Stecker und Scame-Stecker verloren. Von wichtigen Automobilherstellern

(BMW, Daimler, Fiat, Renault, Tesla, VW), Better Place, Energieversorgern (Endesa, Enel, Enexis, Eon, RWE, Vattenfall), Steckerherstellern (Mennekes Elektrotechnik, ODU Automotive, Walther Werke) und Brusa Elektronik als Hersteller von Leistungselektronik wurde der Mennekes-Entwurf als Stecker-Standard propagiert. Dem gegenüber bildete sich ein Konsortium um den Scaem-Steckerentwurf, den wichtige Zulieferer und Elektronikunternehmen wie Schneider Electric für Ladestationen durchzusetzen versuchten.

Die Vorbehalte mancher europäischer Automobilhersteller gegenüber dem Schnellladeverfahren richten sich zunächst gegen die mögliche Schädigung und rasche Alterung der Fahrzeugbatterie durch das schnelle Laden mit hoher Stromstärke und gegen die höheren Kosten für den Aufbau eines Schnellladenetzes. Japanische Automobilhersteller und Tepco hingegen geben der DC-Schnellaufladung den Vorzug und übertragen somit mit ihrem CHAdeMO-System das klassische Tankstellenprinzip auf Elektrofahrzeuge (s. Kap. 3.5.2). Bei der Entwicklung des CHAdeMO-Systems und Standards wurde die CHAdeMO-Association vom METI gefördert. Ein einheitlicher Standard bei Ladestationen für EVs und Plug-In Hybridwagen ist wichtig, da eine Mehrzahl an Standards für Autofahrer störend und verwirrend wäre und die Verbreitung von Elektroautos verlangsamen würde (AHK Japan, 2012). Tepco hat für CHAdeMO bereits ein eigenes Verteilnetz aufgebaut, und auch außerhalb Japans (USA, Europa, Asien) ist der Ausbau des CHAdeMO-Netzes begonnen worden. Die japanischen Elektro-Modelle Mitsubishi i-MiEV und Nissan Leaf sowie die Modelle Citroen C-Zero und Peugeot iON implementieren serienmäßig ein CHAdeMO-Inlet zur Schnellaufladung.

Die Europäische Kommission hat sich in ihrem Entwurf für eine Richtlinie zum Aufbau der Ladeinfrastruktur inzwischen auf den Typ 2-Stecker für Europa festgelegt. Im Oktober 2011 wurde zudem von deutschen und amerikanischen Automobilherstellern gemeinsam das neuartige Combined Charging System (CCS) entwickelt und als SAE-Standard festgelegt. Das CCS wird von den acht großen Autoherstellern Audi, BMW, Chrysler, Ford, General Motors, Porsche und VW propagiert und findet Unterstützung vom europäischen Automobilverband ACEA. Renault-Nissan hingegen unterstützt den kombinierten Stecker nicht. Der Combo-Stecker erlaubt alle bekannten Ladearten mit Kabel (einphasig mit Wechselstrom, mehrphasig mit Drehstrom und ultraschnelles Laden mit Gleichstrom bei Leistungen bis zu 100 kW) und trägt somit zu einer weitführenden Vereinheitlichung der Fahrzeugladeprozesse bei.

Da das System Elektromobilität zu komplex und groß ist, ist es für einzelne Akteure schwierig, sich für eine Kernkomponente oder Technologie auf dem Markt durchzusetzen. Vielmehr wird die Kontrolle des Marktes anhand des sich schließlich durchsetzenden dominanten Designs von Elektrofahrzeugen und Ladesystem über die relevanten Schnittstellen und verbindenden Geschäftsmodelle entschieden. Bei der Ermittlung des dominanten Designs im Bereich der Ladesysteme findet der Wettbewerb auf zwei verschiedenen Ebenen statt, nämlich auf der Ebene der Konzepte (Langsam-/Schnellladung, Induktivladung) und auf der Ebene der Schnittstelle zwischen Ladesystem und Fahrzeug (Stecker). Die Ladeschnittstelle bietet weiterhin die Möglichkeit, zusätzliche Dienstleistungen für Nutzer der Elektromobilität einzubinden.

Schnittstellenstandards betreffen insbesondere den Ladestecker am Fahrzeug. Steckernormen und normierte Ladeleistungen sind wichtig, um die Kompatibilität zwischen dem Fahrzeug und Ladestationen verschiedener Anbieter zu gewährleisten. Auch müssen Datenformate und Transferprotokolle festgelegt werden, die sicherstellen, dass je nach Batterietyp die optimale Spannung und Stromstärke von der Ladesäule an das Fahrzeug abgegeben werden. Der Wettbewerb innerhalb der IEC Normung zur Spezifikation des dominanten Connector-Modells wird hauptsächlich zwischen japanischen und deutschen Automobilherstellern ausgetragen.

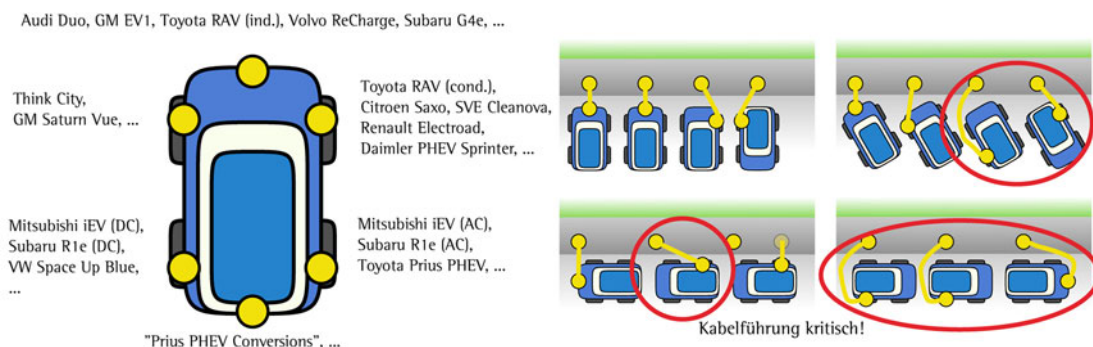


Abbildung 38: Standardisierung der Steckerposition am Fahrzeug (Slowak, 2012)

Veranschaulichen lassen sich die Festlegung eines dominanten Designs und die Auswirkungen auf das Fahrzeugdesign am Beispiel der Positionierung der Steckdose für das Ladekabel am Fahrzeug (s. Abbildung 38). Eine beliebige Stelle, die für jedes Fahrzeugmodell gewählt ist, würde als Konsequenz mit sich bringen, dass sich entweder die Auswahl an Lademöglichkeiten für die Nutzer reduziert oder alle Ladekabel im Schnitt länger angefertigt werden müssen, um jeglichen Eventualitäten gerecht zu werden. Die standardisierte Steckdosenposition sollte hinsichtlich der notwendigen Kabellänge, des Komforts und der Sicherheit beim Laden optimiert sein. Zusammen mit einer einheitlichen Regelung zur Platzierung der Ladesäule kann ein Standard zur Steckdosenposition ferner dazu führen, dass Parkplätze effizienter zugeschnitten werden. Die Festlegung eines einheitlichen Standards ist also mit Umbauarbeiten, Neukonzeptionierung und somit zusätzlichen Kosten für die Hersteller, die auf der Verliererseite des Standardisierungswettbewerbs stehen, verbunden.

Allerdings gibt es auch in Japan noch Bedarf an nationalen Normen. Die industriellen Normen und Standards werden als Japanese Industry Standard (JIS) bezeichnet. Bis April 2013 gab es 10.399 gültige JIS-Normen. Für die Ausarbeitung neuer JIS-Normen ist in Japan das Japanese Industrial Standardization Comitee (JISC) zuständig (JISC, 2013). Das Komitee koordiniert den Standardisierungsprozess und veröffentlicht die festgelegten Standards durch die Japanese Standards Association. Die Namen der Standards folgen der Form "JIS A bbbb:jjjj". Hierbei steht A für einen Buchstaben, der den Bereich des Standards festlegt (Produktsorte), gefolgt von vier oder fünf Ziffern und dem Jahr der Veröffentlichung (JSA, 2013).

4 Förderung von Elektromobilität

Die japanische Regierung unterstützt die Entwicklung der Elektromobilität bereits seit Jahrzehnten mit gesetzlichen Vorgaben, Forschungsförderung und Kaufanreizen. Insbesondere in Phasen steigender Ölpreise hat diese Strategie des rohstoffarmen Landes stets neuen Schub erhalten, seit den 1980er Jahren erzeugen die ambitionierten Ziele im Bereich der Reduzierung von CO₂-Emissionen zusätzlichen Handlungsdruck. Die Regierung verfolgt dabei übergreifende und langfristige Ziele sowohl im Bereich der Energie- und Klimapolitik als auch in der Wirtschaftspolitik. Infolgedessen gelten japanische Unternehmen heute als weltweit führend bei Hybrid- und Elektrofahrzeugen sowie bei deren Komponenten. Die Aktivitäten beschränken sich dabei keineswegs nur auf den heimischen Markt, im Gegenteil sind japanische Unternehmen heute an Standorten weltweit maßgeblich in die Wertschöpfungsketten der Elektromobilität eingebunden. Infolgedessen sind sie mit unterschiedlichen regionalen Rahmenbedingungen konfrontiert.

In diesem Kapitel sind zunächst die regulatorischen Rahmenbedingungen dargestellt, die für Autofahrer in Japan relevant sind, sowie die aktiven Maßnahmen, die die Verbreitung von Elektrofahrzeugen und den Ausbau von Ladeinfrastruktur fördern („Push-Pull-Strategien“). Dem folgt eine Vorstellung der Institutionen und Behörden, die für die Aufstellung solcher Regularien und Maßnahmen verantwortlich sind. Schließlich werden die wichtigen Fördermittelgeber, F&E-Einrichtungen und Industriepattformen vorgestellt.

4.1 Regulatorische Rahmenbedingungen in Japan

4.1.1 CO₂-Emissions-Richtlinien und Kraftstoffverbrauch

Japanische Richtlinien zum Kraftstoffverbrauch von Fahrzeugen sind Bestandteil des Energiespargesetzes von 1976. Es regelt den Bereich Energieeffizienz für eine große Bandbreite von Produkten. Die ersten Standards zum Kraftstoffverbrauch, um die das Gesetz erweitert wurde, galten ab 1985 für Benzinautos. Die ab 2015 gültigen Regularien zur Kraftstoffeffizienz berücksichtigen zusätzliche Fahrzeuggewichtsklassen und Fahrzeugtypen (Fuel Economy, 2009). So werden neue Standards für kleine Busse eingeführt, und die Anwendbarkeit von Standards für Vans auf Fahrzeuge mit einem Gewicht von bis zu 3,5 t erweitert. Die Ziele für 2015 betreffen aber hauptsächlich Fahrzeugtypen, die weniger als 3,5 t wiegen. Die Regierung in Tokio und verschiedene benachbarte Präfekturen verabschiedeten Abgasvorschriften für Dieselfahrzeuge. Diese machen entweder die Nachrüstung älterer Fahrzeug mit Rußfiltern (Katalysatoren, Partikelfilter) erforderlich oder den Ersatz durch neue, sauberere Fahrzeugmodelle. Die Nachrüstungsanforderungen aus Tokio wurden im Oktober 2003 in Kraft gesetzt.

Japan führte in den späten 1980er Jahren die ersten Emissionsstandards für Straßenfahrzeuge ein. Die japanischen Standards blieben im Laufe der 1990er Jahre eher locker. In 2003 verabschiedete das Ministry of the Environment (MoE) sehr strenge Richtlinien, die seit 2005 galten und sowohl leichte als auch schwere Fahrzeuge be-

trafen. Zum Zeitpunkt ihrer aktiven Gültigkeit waren die Richtlinien von 2005 für schwere Fahrzeuge die strengsten Emissionsstandards für Dieselfahrzeuge weltweit ($\text{NO}_x = 2 \text{ g/kWh}$, $\text{PM} = 0.027 \text{ g/kWh}$). In 2009 wurden diese Grenzwerte noch weiter verschärft zu Werten von $\text{NO}_x = 0.7 \text{ g/kWh}$, $\text{PM} = 0.01 \text{ g/kWh}$ und lagen damit zwischen dem amerikanischen US2010 Niveau und der europäischen Euro V Norm. Im Einklang mit dem 1997 in Kyoto beschlossenen UN-Klimaschutzabkommen wurden in Japan Grenzwerte für den verkehrsbedingten Ausstoß von Kohlendioxid festgelegt und kontinuierlich verschärft. Mit 130 g/km ist der japanische Grenzwert für CO_2 -Emissionen derzeit der strikteste auf der Welt. Der 2008 aufgelegte Low Carbon Technology Plan sieht bis 2050 eine Verringerung der CO_2 -Emissionen um 60-80% vor. Schon bis 2020 soll eine Verringerung um 25% gegenüber dem Niveau von 1990 erreicht werden (Council for Science&Technology Policy, 2008). Dieser Wandel kann mit konventionellen Fahrzeugen allein nicht realisiert werden, sondern erfordert den Einsatz von Elektrofahrzeugen.

4.1.2 Relevante Institutionen und Behörden

Japanische Emissionsstandards für Motoren, Fahrzeuge und Effizienzziele von Kraftstoff werden von einer Reihe von Regierungsinstitutionen, u.a. dem Wirtschaftsministerium (METI), dem Verkehrsministerium (MLIT) und dem Umweltministerium (MoE), entwickelt und verabschiedet. Bei der Erarbeitung von Emissionsstandards und politischen Richtlinien für Motoren lässt sich das MoE von seinem Beratungsgremium Central Environment Council (CEC) unterstützen und beraten. Motoren- und Fahrzeugemissionsstandards werden unter der Gültigkeit des "Air Pollution Control Law" erarbeitet, während Effizienzziele für Kraftstoffe unter dem Energiespargesetz verabschiedet werden.

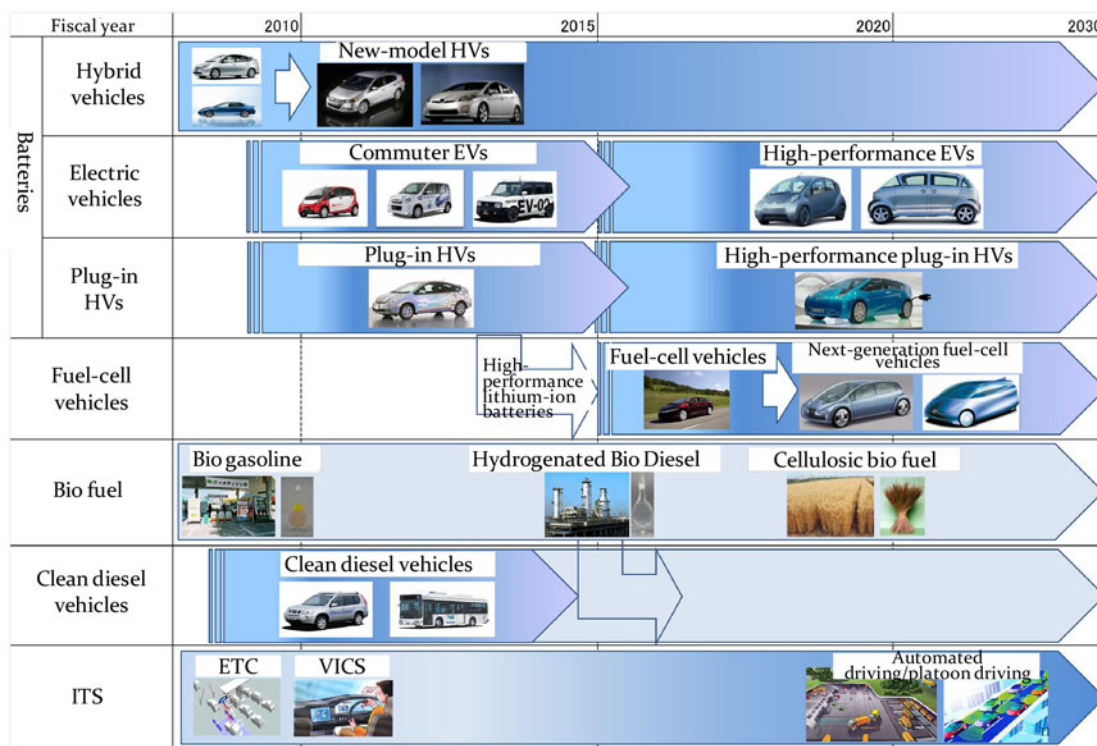


Abbildung 39: Japan's Automobile Technology Roadmap (IPHE, 2010)

4.2 Förderstrategien und Incentivierung in Japan

Das Ziel der japanischen Regierung lautet, dass bis 2020 15-20% aller neuangemeldeten Fahrzeuge Elektrofahrzeuge oder Plug-In Hybride sein sollen, 2030 sogar 20-30%. Die Ziele der Regierung für die Verbreitung elektrifizierter Fahrzeuge wurden 2010 im Next Generation Vehicle Plan des METI festgehalten (METI, 2010), sie sind in Tabelle 2 ersichtlich.

Zu diesem Zweck wurden mitunter vom METI schon frühzeitig Roadmaps entwickelt, z.B. zu den Themen Energiespeicher, Systemintegration, Infrastrukturausbau sowie Rohstoffe und Internationale Standardisierung. Die Roadmap der japanischen Regierung für die Technologieentwicklung im Automobilbereich von Jahr 2010 ist in Abbildung 39 gezeigt. Daraus ist ersichtlich, dass die Verbreitung umweltfreundlicher Autos mit all den verschiedenen Antriebssträngen (von rein elektrisch über Plug-In-Hybrid bis Brennstoffzellen-Technologien) vorgesehen ist.

In Abbildung 40 ist eine Übersicht über die seit 1970 betriebenen öffentlichen Förderprojekte und Förderprogramme im Bereich Elektromobilität in Japan gegeben. Schon frühzeitig wurde dort die Forschung im Bereich der relevanten Technologien, z.B. Batterien, und die Entwicklung in den Bereichen Infrastrukturausbau sowie Verbreitung/Marketing gefördert. Das Nutzerinteresse wurde durch Kaufanreize geweckt und die Nutzerakzeptanz immer weiter gesteigert.

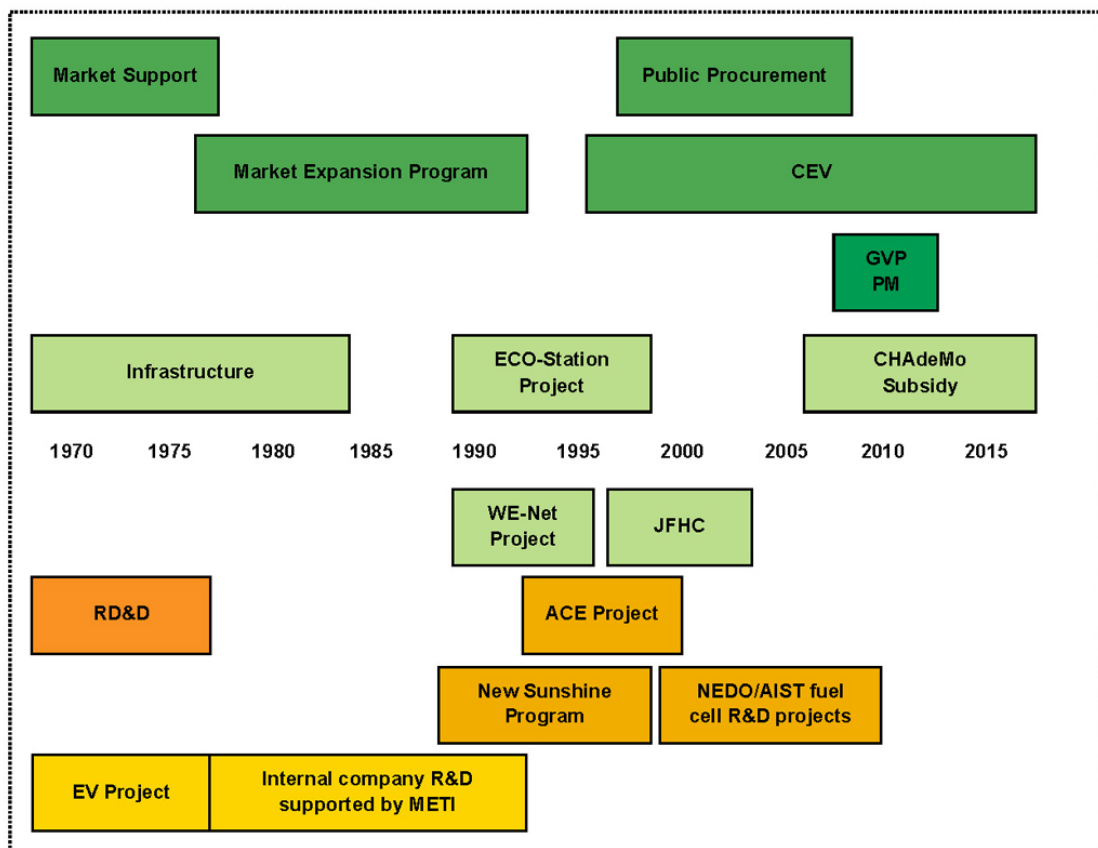


Abbildung 40: Überblick über die Förderung im Bereich Elektromobilität in Japan seit 1970, aus (AHK Japan, 2012)

4.2.1 Forschung & Entwicklung

Seit dem Beginn der Förderung von Elektromobilität in Japan hat der Bereich durchgehende Unterstützung durch Regierungsinitiativen, Forschungsgelder und Subventionen erfahren. Die Richtung dieser Forschung wurde bis in die 1990er Jahre noch hauptsächlich von der japanischen Regierung festgesetzt, u.a. mit einem über viele Jahre angelegten Förderprogramm zur Übertragung der Li-Ionenbatterie-Technologie vom Consumer- auf den Automobilsektor, das für die japanischen Automobilhersteller ein entscheidender Anreiz für die Entwicklung von Elektrofahrzeugen darstellte (Shimizu, 2013). In den letzten Jahren bestimmen die Unternehmen mit der zunehmenden Marktfähigkeit der Elektroautos ihre Forschungsgebiete allerdings zunehmend selbst.

An Fördermitteln hat die japanische Regierung im Bereich der Elektromobilität allein zwischen 2008 und 2011 200 Mio. Euro bereitgestellt und befindet sich damit hinsichtlich der Höhe des Budgets weltweit unter den ersten 8 Staaten, die den Bereich Elektromobilität und Smart Communities fördern (VDA, 2011). In Abbildung 41 ist dargestellt, wie hoch das Budget an öffentlichen Forschungsgeldern war, welches zwischen 2008 und 2011 in zwölf verschiedenen EVI-Nationen für Forschung und Entwicklung im Bereich Elektromobilität aufgewendet wurde. Während das Budget 2009 in den USA einen deutlichen Sprung machte, zeigten Japan und Deutschland ähnliche Sprünge in 2010 und 2011. Die öffentliche Förderung von F&E-Aktivitäten blieb seit

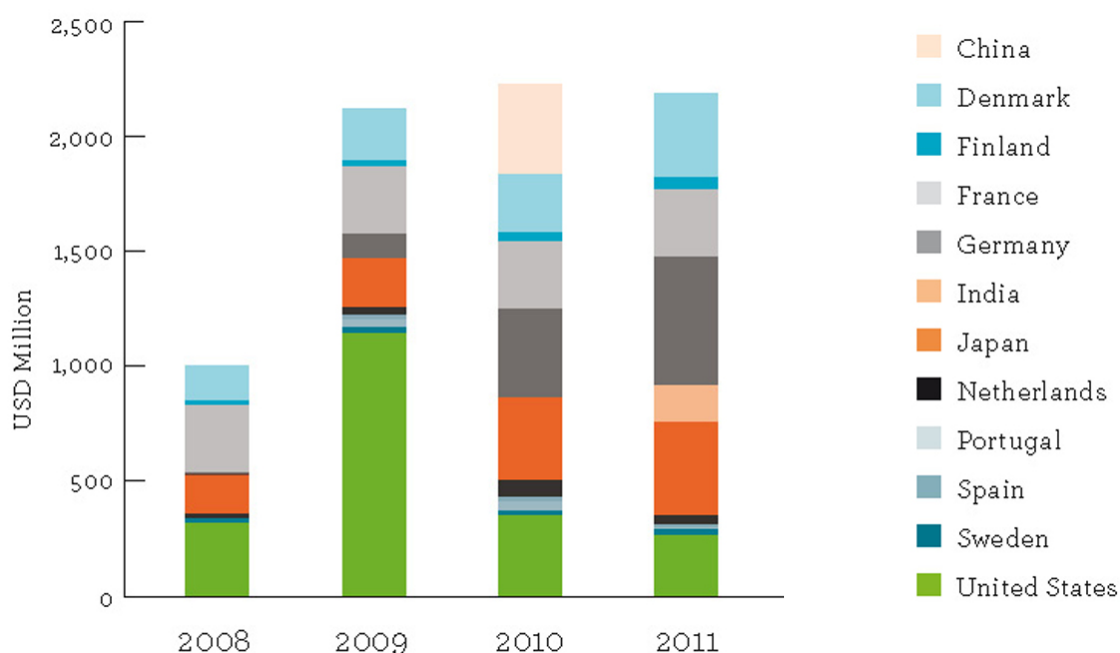


Abbildung 41: Öffentliche F&E -Fördermittel im Bereich Elektromobilität weltweit, aus (IEA, 2013)

2009 gemeinhin hoch, was das anhaltende Engagement für den Ausbau der Elektromobilität signalisiert, auch in Japan. Dort spielen neben den landesweiten Förderaktivitäten auch solche in den Regionen eine große Rolle.

Für die Forschung und Entwicklung im Bereich der Traktionsbatterien haben das Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) sowie die New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO) in den vergangenen Jahren umfang-

reiche Roadmaps erstellt und regelmäßig aktualisiert, die ambitionierte Ziele bei der Entwicklung der Kosten und der Leistungsfähigkeit bis 2030 formulieren. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der gesamten Wertschöpfungskette der Batterietechnologien für Elektrofahrzeuge, in denen Japan inzwischen weltweit Marktführer ist.

Die Förderprogramme, die die aktuelle Lithium-Ionentechnologie verbessern und kommende Batteriegenerationen erforschen sollen, z.B. in der Research and Development Initiative for Scientific Innovation of New Generation Batteries, dem sog. RISING Battery Project (Uchimoto, Abe, Tatsumi, & Yamaki, 2012). Dieses wurde 2009 mit Unterstützung von NEDO an der Kyoto University angesiedelt. Schwerpunkte des Programms liegen bei der Etablierung neuer Analysemethoden und interdisziplinärer Ansätze. Ziel ist es unter anderem, bis 2030 Batterien mit einer Energiedichte von 500 Wh/kg am Markt verfügbar zu haben. Das Programm hat eine Laufzeit bis 2015 und erhält jährlich Fördermittel in Höhe von umgerechnet 24,5 Mio. Euro.

4.2.2 Anschaffung und staatliche Förderung

Die Beschaffung von Elektrofahrzeugen wird in Japan bereits seit 1996 mit entsprechenden Anreizprogrammen unterstützt. Im „Clean Energy Vehicles Project“ wurden bis 2011 maximal 50% der Zusatzkosten von Elektro- oder Plug-In Hybridfahrzeugen bis höchstens 10.000 Euro gefördert. Auch die Kosten für Ladestationen wurden bis zu 50% finanziert. Voraussetzung dafür war, dass sich der Besitz des Fahrzeugs oder der Ladestation über mehrere Jahre erstreckt. 2011 standen dafür Mittel in Höhe von 251,3 Mio. Euro zur Verfügung. Darüber hinaus gab es in Japan als Teil staatlicher Konjunkturmaßnahmen für zwischen 2009 und 2010 erworbene emissionsarme Fahrzeuge Steuererleichterungen in den ersten drei Jahren. Ende 2011 wurde dieses Programm mit einer Laufzeit bis 2015 fortgesetzt. Davon profitieren Besitzer von Fahrzeugen, die bereits heute die ab 2015 geltenden Standards für die Kraftstoffeffizienz erfüllen, das heißt weit mehr als nur Elektro- und Plug-In Hybridfahrzeuge.

Die Rentabilitätsgrenze für den Erwerb eines Elektrofahrzeugs ist in Japan im Vergleich zu den USA oder Europa am wenigsten schnell zu erreichen. Je häufiger ein Auto in Betrieb ist, umso schneller setzt der finanzielle Vorteil des vergleichsweise günstigen Stromtankens ein. In Japan würde die Amortisationsdauer ganz ohne finanzielle Zuschüsse bei etwa 25 Jahren liegen (GrowthAnalysis, 2012). Dort wird durchschnittlich weniger Auto gefahren als in Europa oder in den USA, und der Benzinpreis in Japan ist verhältnismäßig moderat. Damit rentieren die Einsparungen beim Stromtanken erst deutlich später. In den USA sind die Benzinpreise niedrig, aber die durchschnittlichen Fahrstrecken sind deutlich länger als in den meisten anderen Ländern. Auch das ist ungünstig für die Nutzung von Elektrofahrzeugen. In Europa hingegen gibt es sowohl hohe Benzinpreise als auch relative kurze Fahrstrecken. Somit amortisiert sich ein Elektrofahrzeug in Europa vergleichsweise am schnellsten.

Im Mai 2009 beschloss das japanische Parlament die sogenannten „Green Vehicle Purchasing Promotion Measures“ (JAMA, 2009) um einerseits Anreize für die Entsorgung von alten Fahrzeugen (13 Jahre oder älter) zu schaffen und andererseits den Erwerb von umweltfreundlichen PKWs zu fördern. Die Maßnahmen setzten sich aus zwei Teilen zusammen (s. Abbildung 42). Das „Replacement Program“ richtete sich

Japans "Maßnahmen zur Absatzförderung grüner Fahrzeuge"		
Geltungszeitraum: 10. April 2009 bis März 2010 Für PKW (Kleinstfahrzeuge eingeschlossen)		
1. Subventionen für die Ersetzung eines älteren Modells durch einen Neuwagen		
Die Förderungssummen gelten für den Erwerb eines neuen Fahrzeuges, welches den 2010 fuel-efficiency-standards entspricht		
Anforderungen:	Förderungssumme: (Standard- oder Kleinwagen)	Förderungssumme: (Kleinstwagen)
Ersetzung eines Fahrzeuges, das vor mindestens 13 Jahren zuerst registriert wurde, durch ein neues Fahrzeug, welches den 2010 fuel-efficiency-standards entspricht	1.915 €	957 €
2. Subventionen für den Erwerb eines Neuwagens (keine Ersetzung)		
Anforderungen:	Förderungssumme: (Standard- oder Kleinwagen)	Förderungssumme: (Kleinstwagen)
Kraftstoff-Effizienz mindestens 15% besser als 2010 Standards und vier Sterne Emissions-Performance Wertung	765 €	383 €

Abbildung 42: Übersicht "Replacement-" und "Non-Replacement-"Programme der "Green" Vehicle Purchasing Promotion Measures, aus (JAMA, 2009)

an Besitzer eines alten Fahrzeuges, die dieses durch ein neues ersetzen wollen. Dieser Austausch wurde vom Staat mit hohen Subventionen gefördert. Das „Non-Replacement Program“ hingegen adressierte all jene Verbraucher, die einen emissionsarmen Neuwagen erwerben wollten, ohne ein gebrauchtes Fahrzeug dafür zu entsorgen. In beiden Fällen mussten die neu angeschafften Fahrzeuge bestimmten Spezifikationen entsprechen, um sich für die Fördergelder zu qualifizieren.

Die Programme waren nicht nur auf PKW begrenzt, sondern galten ebenfalls für den Erwerb von Lastkraftwagen und Bussen, wobei die Höhe der Förderung nach Gewichtsklasse variierte. Insgesamt wurden für die Maßnahme „Green Vehicles Purchasing Promotion“ bis 2012 etwa 2,83 Milliarden Euro zur Verfügung gestellt, um den Kauf oder Verkauf von bis zu 690.000 Fahrzeugen fördern zu können.

4.2.3 Infrastrukturaufbau

Ergänzend zur Förderung der Technologieentwicklung und der Beschaffung von Elektrofahrzeugen soll der Ausbau der Ladeinfrastruktur gefördert werden. Bis 2020 sollen zwei Millionen Ladepunkte für Elektro- und Plug-In-Hybridfahrzeuge errichtet sein, davon 5.000 mit Schnelladefähigkeit (CHAdeMO) (IPHE, 2010). Der Aufbau beginnt mit einer Reihe von Feldversuchen in mehreren Regionen Japans. Hierfür und für die Zahlung von Kaufanreizen stehen jährlich Fördermittel in Höhe von umgerechnet etwa 740 Mio. Euro vom METI zur Verfügung (METI, Tomohisa Maruyama, 2013). Dabei zielen die Fördermittel für die Schnellladeinfrastruktur momentan ausschließlich auf den Ausbau der CHAdeMO-Technologie als japanischer Standard ab. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass in Zukunft die Spezifikationen für zulässige Standards erweitert oder im Bedarfsfall angepasst werden. Der in Abbildung 43 gezeigte nationale Entwicklungsplan der japanischen Regierung für Ladeinfrastruktur legt die geplante Vorgehensweise von der Phase der Marktvorbereitung über die reale Entwicklung bis hin zum Ausbau auf breiter Front. Die Marktvorbereitungsphase soll bis 2015 andauern. Während dieser werden unter anderem Demonstrationsprojekte wie die EV/PHEV-Towns durchgeführt (s. Kap. 3.3.4). Am Ende der Entwicklungsphase

sollen die oben genannten Ziele der Regierung zum Ausbau der Ladeinfrastruktur bis 2020 erreicht sein. Danach setzt die Phase der weiteren Verbreitung ein.

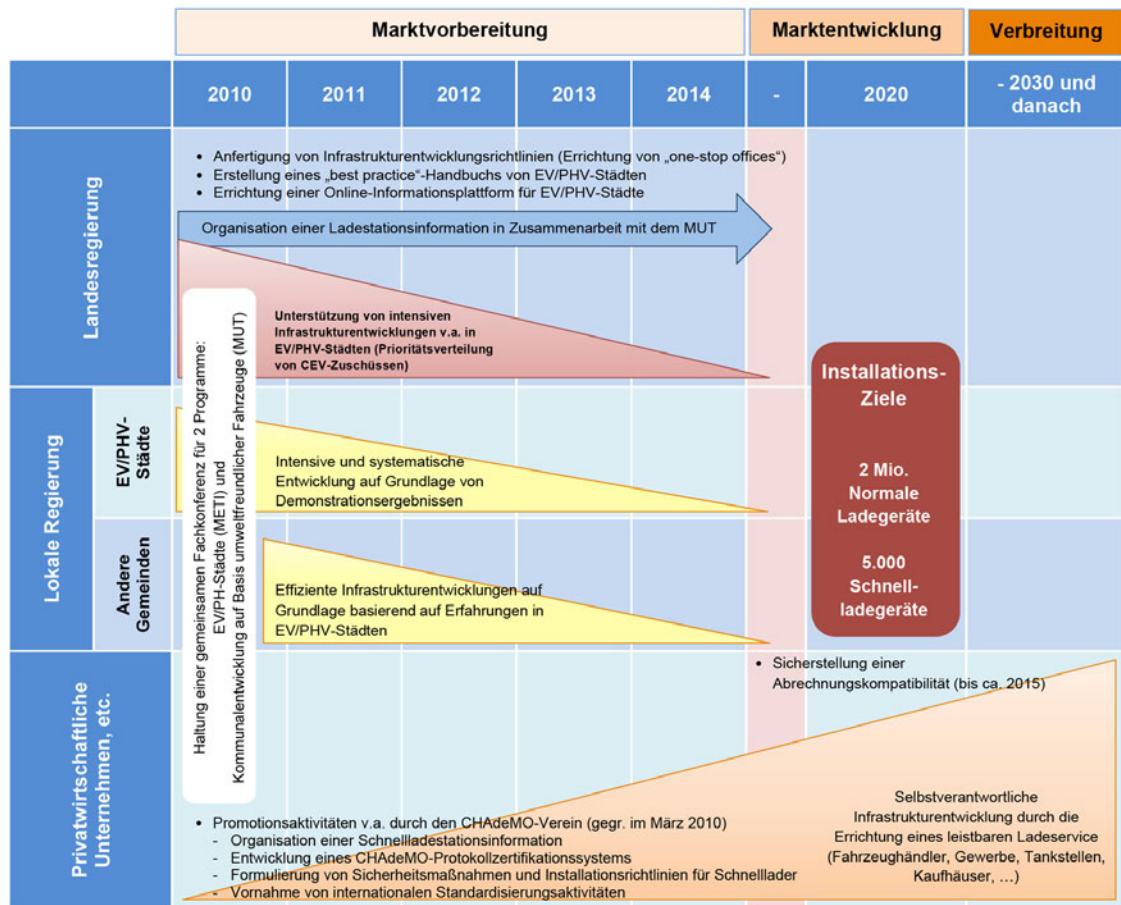


Abbildung 43: „Infrastructure Development Plan“ des METI 2010, aus (METI, 2010)

4.3 Fördermittelgeber, Forschungseinrichtungen & Industriepattformen

Ministry of Economy, Trade & Industry (METI)

Das METI ist für den größten Teil der F&E-Förderprogramme im Technologiebereich in Japan zuständig (METI, 2013). Es wird dabei unterstützt von der New Energy & Industrial Technology Development Organisation (NEDO). NEDO ist Japans größte Institution für die Forschungs- und Innovationsförderung in den Bereichen Industrie, Energie und Umwelt (NEDO, 2013).

<http://www.meti.go.jp/english/index.html>

<http://www.nedo.go.jp/english/index.html>

Japan Science and Technology Agency (JST)

Die Japan Science and Technology Agency propagiert wissenschaftlich-technische Innovationen, welche neue Paradigmen für die Politik bedeuten (JST, 2009). Zudem unterstützt JST den Technologietransfer zwischen Industrie und Wissenschaft. Zu

JST gehört auch das Center for Low Carbon Society Strategy (LCS), welches sich mit der Reduzierung verkehrsbedingter Emissionen durch die Elektromobilität beschäftigt (JST-LCS, 2012).

<http://www.jst.go.jp/EN/>

Japan Automobile Research Institute (JARI)

Das Japan Automobile Research Institute erbringt neutrale, auf das öffentliche Wohl ausgerichtete Forschungs- und Erprobungsaufgaben und stellt zudem ein Standardisierungsinstitut dar (JARI, 2013). Die Association of Electronic Technology for Automobile Traffic & Driving (JSK) und die Japan Electric Vehicle Association (JEVA) gehören seit 2003 zu JARI. JSK propagiert die Verbreitung von IKT-Konzepten und zugehörigen Schlüsseltechnologien im Automobilbereich und ist dazu auch auf internationaler Ebene tätig. JEVA setzt sich für die Weiterentwicklung von emissionsarmen und elektrifizierten Fahrzeugen ein.

<http://www.jari.or.jp/>

Japan Automobile Manufacturers Association (JAMA)

JAMA ist der Verband der japanischen Hersteller von Personenkraftwagen, Lastkraftwagen, Omnibussen und Motorrädern mit insgesamt 14 Mitgliedern (JAMA, 2011). Die Non-Profit-Organisation wurde 1967 als Fusion des Verbands Japan Motor Industrial Federation (JMIF) und der Vereinigung Automobile Industry Employers' Association (JAIEA) gegründet. JAMA unterstützt die Entwicklung der japanischen Automobilindustrie auf dem Weg zu einer nachhaltigen Mobilität und verfolgt seine Zielsetzung, einen Beitrag zum wirtschaftlichen und sozialen Wohlstand Japans zu leisten.

<http://www.jama-english.jp/>

Japan Smart Community Alliance (JSCA)

Die Demonstration und Erprobung von Elektromobilität erfolgt in Japan unter dem Schirm der 2010 gegründeten Smart Community Alliance. Dieser gehören mehr als 350 Forschungseinrichtungen und Firmen an, darunter Toyota, Nissan und Suzuki. Unter das Thema Smart Community fallen in Japan die Entwicklung neuer Verkehrstechnologien wie auch deren Einbettung in die Energieversorgung (JSCA, 2013).

<https://www.smart-japan.org/english/index.html>

CHAdEMO

CHAdEMO ist ein zunächst von Tokyo Electric Power Company (Tepco), Nissan, Mitsubishi und Fuji Heavy Industries (Hersteller von Subaru-Fahrzeugen) gegründetes Konsortium, dem inzwischen auch Toyota angehört (CHAdEMO Association, 2013). CHAdEMO hat das gleichnamige DC-Schnellladesystem für Elektrofahrzeuge eingeführt, welches weltweit als Standard propagiert wird.

<http://www.chademo.com/>

SIM-Drive

SIM Drive ist ein in Kawasaki angesiedeltes Technologieunternehmen, das sich mit der Entwicklung von Elektrofahrzeugen beschäftigt (SIM-Drive, 2013). Es stellt eine Open-Innovation Plattform um ihre Kerntechnologie der In-Wheel-Motoren dar. Gegen

Zahlung einer Gebühr von umgerechnet 200.000 Euro können Unternehmen bei der Entwicklung eines neuen Fahrzeugs mitwirken und so an dem dabei entstehenden Know-how teilhaben. Mitglieder sind neben Automobilherstellern und –zulieferern eine Reihe japanischer Elektronikunternehmen.

<http://www.sim-drive.com/english/index.html>

Nagoya City

Das Gebiet Nagoya mit Nagoya City als Zentrum konzentriert weite Teile der japanischen Industrie, von Automobilindustrie, über Feinkeramik, Luftfahrt und anderen Hochtechnologie-Industrien (JETRO, 2013). Es befinden sich dort Niederlassungen zahlreicher großer marktführender Unternehmen sowie die sich in ihrer Nähe angesiedelten kleinen und mittelständischen Unternehmen als Zulieferer und Spezialisten an. Die wichtigste Firma im Automobilbereich in Nagoya ist Toyota. Daneben gibt es auch eine Reihe wissenschaftlicher Forschungsinstitutionen wie die Universität von Nagoya, die internationale Nanzan University und das Nagoya Institute of Technology. Im “Nagoya Science Park” finden F&E-Arbeiten fächerübergreifend in zukunfts- und anwendungsorientierten Bereichen wie Umwelt, IT und Medizin statt.

<http://www.jetro.go.jp/en/invest/region/nagoya-city/>

Aichi Region

Die Präfektur Aichi weist eine starke Konzentration von Automobilherstellern und Zuliefer- sowie zugehörigen Unternehmen auf, die weltweit zu den größten zählt (JETRO, 2013). Im Zentrum steht die Toyota Motor Corp. als treibende Kraft eines Großteils der wirtschaftlichen Aktivitäten der Region. Insgesamt sammeln sich in Aichi mehr als 2.200 Firmenstandorte für Ausrüstung und Maschinenanlagen im Transportwesen, die Anzahl der in der Region Beschäftigten übersteigt 300.000. Die wichtigsten Ausbildungs- und Forschungsinstitutionen in Aichi sind verschiedene Institute der Nagoya University, weitere staatliche Universitäten, verschiedene technologische Institute wie das Emerging Technologies Center und die Toyota Central R&D Labs.

<http://www.jetro.go.jp/en/invest/region/aichi/icinfo.html>

Kitakyushu Trade and Investment One-Stop Service Center

Der Bereich um Kitakyushu City bildet ein Zentrum der Automobilindustrie. Die Industrie hatte 2009 eine Produktionskapazität von über 1,5 Mio. Einheiten auf und hat ein jährliches Wachstum zu verzeichnen (JETRO, 2013). Der Standort von Kitakyushu City bietet direkten Anschluss an die Produktionsstätten der renommierten Automobilhersteller und der Hauptzulieferer mit nahegelegenen Hafen und Flughafen von Kitakyushu als wichtigen logistischen Umschlagsplätzen. Zu den wichtigsten dort niedergelassenen Unternehmen zählen Nissan, Toyota, Daihatsu, Denso und Matsumoto. Eine Vielzahl von Universitäten und Forschungsinstitutionen ist im Kitakyushu Science and Research Park Project angesiedelt. Dort befindet sich ebenfalls das Car Electronics Centre, das als Gemeinschaftsprojekt von Industrie, Akademie und Regierung gegründet wurde und das Ziel verfolgt, die Zusammenarbeit von Forschung und Entwicklung zwischen Automobilherstellern und Universitäten zu verbessern.

<http://www.jetro.go.jp/en/invest/region/kitakyushu-city/icinfo.html>

Tochigi Prefecture

Die Tochigi Präfektur stellt eine Anhäufung von in Japan führenden börsennotierten Unternehmen (Blue Chip-Companies) und ihrer Zulieferer sowie von kleinen und mittelständischen Unternehmen mit herausragenden Technologien auf (JETRO, 2013). Die Automobilindustrie stellt neben der Raumfahrt die Kernindustrie in Tochigi dar mit Honda, Nissan und Fuji wichtigsten ansässigen japanischen Unternehmen. Daneben gibt es eine Reihe wichtiger Bildungs- und Forschungsinstitutionen (Universitäten, Hochschulen, industrielle Technologie-Ausbildungsstätten), u.a. das Tochigi Prefecture Industrial Technology Center mit gemeinschaftlichen industrieller und grundlagenorientierter F&E- Aktivitäten, die stark am Bedarf der jeweiligen Unternehmen orientiert sind. Aus dem Netzwerk der in Tochigi ansässigen Firmen, Universitäten und Organisationen wurde das "Tochigi auto industry promotion meeting" als unterstützende Ratsversammlung gegründet.

<http://www.jetro.go.jp/en/invest/region/tochigi/icinfo.html>

Electric Vehicle Association of Asia Pacific (EVAAP)

Die EVAAP ist eine internationale Organisation, die 1990 zur Förderung von Entwicklung und Nutzung von Elektrofahrzeugen und Hybriden in Asien und der Pazifik-Region gegründet wurde (EVAAP). Sie ist Repräsentant der Asien-Pazifik-Region in der World Electric Vehicle Association (WEVA), die unter anderem das International Vehicle Symposium (EVS) als weltgrößtes internationales Symposium zu den Feldern Batterie-, Brennstoffzellen- und Hybrid-Fahrzeugen in rotierender Reihenfolge mit der European Electric Road Vehicle Association (AVERE) und der Electric Drive Transportation Association (EDTA) organisiert.

<http://www.evaap.org/>

International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy (IPHE)

Die IPHE wurde im Jahr 2003 als internationale Institution zur Förderung von Wasserstoff-Technologien, zur Beschleunigung des Ausbaus einer Wasserstoff-Infrastruktur und zur Schaffung einheitlicher Standards gegründet (IPHE, 2010). Zur IPHE gehören neben Japan andere Partner aus Asien, sowie aus Amerika, Europa, Afrika und Australien an. Die IPHE bietet ein Forum für die Verbesserung und den Fortschritt politischer Richtlinien und informiert Interessengruppen und die breite Öffentlichkeit über die Vorteile und Herausforderungen bei der Schaffung einer Wasserstoff-Wirtschaft.

<http://www.iphe.net/>

5 Rahmenbedingungen für Unternehmen in Japan

In diesem Kapitel werden die gesetzlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen beleuchtet, die für Unternehmer von Bedeutung sind, wenn sie sich in Japan niederlassen möchten und dort ein Gewerbe betreiben. Dies umfasst marktrechtliche wie steuerrechtliche Gesetze sowie wichtige Informationen zur Rekrutierung von Mitarbeitern.

5.1 Wettbewerbsrecht

Japan hat eine Reihe von Maßnahmen ergriffen, um den Wettbewerb der nationalen wie internationalen Marktteilnehmer zu regulieren. Diese sind insbesondere auch im Bereich der Elektromobilität von Bedeutung, da Japan hier über einen weit entwickelten Markt verfügt, den weltweit größten Anteil von Patenten im Bereich moderner energieeffizienter Fahrzeuge hält und sich einer zunehmenden Konkurrenz aus dem Ausland gegenüber sieht.

Der „Antimonopoly Act Japans“ (AMA) verfügt über verschiedene Mittel, um wettbewerbswidriges Verhalten zu unterbinden. Das generelle Verbot von Handelsbeschränkungen ist das stärkste Recht der „Fair Trade Commission Japans“ (FTC), um gegen horizontale Preisabsprachen und die Manipulation von Kosten vorzugehen. In Japans Vollzugssystem ist eine Reihe möglicher Sanktionen vorgesehen. Das FTC kann finanzielle Strafen für Verletzungen des Wettbewerbsrechts im Preisbereich verhängen, sie werden als „Aufschläge“ bezeichnet. Die Höchststrafe beträgt für Unternehmen umgerechnet 3.750.000 Euro, was im Vergleich zu anderen Geldbußen, die heutzutage in vielen anderen Rechtsprozessen gegen Preisabsprachen verhängt werden, signifikant niedriger ist. Allerdings können individuelle Gesetzesübertreter in besonders schweren Fällen mit Freiheitsstrafen bis zu drei Jahren bestraft werden. Das AMA ist nicht nur auf Geschäftshandlungen in Japan beschränkt, sondern erstreckt sich auch auf internationale Geschäfte wie Joint Venture Vereinbarungen, internationale Vereinbarungen, internationale Patente, Know-how, Lizenzverträge von Handelsmarken sowie internationale Verträge von Agenturen.

Zum Schutz persönlicher Rechte und zur Aufsicht über den Datenschutz sind in Japan zwei unterschiedliche Behörden zuständig. Auf der einen Seite gibt es das FTC, dessen Fokus auf horizontalen Kartellen und Preisabsprachen liegt. In seinem Aufgabenbereich liegt es zudem, sich über Belange in Wirtschaftszweigen auf dem Laufenden zu halten, in denen sich Deregulierungsprozesse vollziehen oder Rechtsfragen im Bereich der Hochtechnologie und des geistigen Eigentums geklärt werden müssen. Auf der anderen Seite wurde von der „Japan Intellectual Property Association“ (JIPA) das „Green Technology Package Program“ (GTPP) eingeführt. Dieses zielt darauf ab, die Verbreitung und Implementierung grüner Technologien auf breiter Front voranzubringen und zugleich sicherzustellen, dass Persönlichkeitsrechte keine Barriere darstellen.

5.2 Markteintritt für ausländische Unternehmen

Der Beginn einer Geschäftstätigkeit ausländischer Unternehmen in Japan beläuft sich gewöhnlich auf die Eröffnung einer Repräsentanz, die Gründung einer Zweignieder-

lassung, einer Tochterfirma oder einer japanischen LLP (Yugen Sekinin Jigyo Kumi-ai). Die juristischen Unterschiede zwischen diesen Gesellschaftsformen bestehen in Aspekten wie der Höhe des eingebrachten Kapitals, der Zahl der Investoren, der Haftung der Anteilseigner oder der Muttergesellschaft gegenüber den Gläubigern, der Übertragung der Aktienbeteiligungen, der Zahl der erforderlichen Führungskräfte, der gesetzlich vorgeschriebenen Amtszeit der Führungskräfte, des Turnus' der Hauptversammlungen, der Möglichkeit des öffentlichen Aktienangebots sowie der Möglichkeit zur Umwandlung in Aktiengesellschaft und Gewinn- und Verlustverteilung. Auch die verschiedenen Verfahren zur Eintragung der Gründung sowie die in der Satzung aufzunehmenden Formulierungen sind abhängig von der Betriebsform, d. h. ob es sich bei der Firma um eine AG, eine GmbH oder eine PartGmbH (Partnerschaft mit beschränkter Haftung) handelt. Sobald die Gründung einer japanischen Zweigniederlassung oder Tochterfirma registriert worden ist, kann das Legal Affairs Bureau ein offizielles Dokument eine Bescheinigung über die eingetragenen Firmendaten ausstellen. Wird eine japanische Körperschaft oder Zweigniederlassung in Japan nach den japanischen Gesetzen gegründet, so ist der zuständigen Steuerbehörde die Steuermeldung für die Neugründung innerhalb einer festgelegten Frist nach der Gründung vorzulegen.

Internationale Unternehmen, die eine Präsenz in Japan haben und ihre Zulieferkette entsprechend lokal ausweiten wollen, müssen die teils signifikanten kulturellen Unterschiede berücksichtigen. Japanische Unternehmen sind gegenüber alternativen Ansichten oder Ansätzen prinzipiell aufgeschlossen, doch stehen sie auch stetig unter dem Einfluss einer jahrhundertealten Tradition. In der japanischen Kultur werden Werte wie Ordnungsmäßigkeit, Konformität und Homogenität hoher Wert beigemessen. Der Einfluss von Tradition und Kultur auf das globale Supply Chain Management und Innovationen in Japan darf nicht unterschätzt werden (Inagaki & Kuroda, 2007). Eine gängige Form der Arbeitsorganisation in Japan ist es, Geschäftskontakte über eine enge Zusammenarbeit mit vermittelnden Institutionen wie Handelsvertretern laufen zu lassen, die vertraut sind mit den örtlichen Umgangsformen und Etiketten. Im Allgemeinen haben sie eine hohe „Pull“-Wirkung in Japan.

5.3 Arbeitsmarkt in Japan: Rekrutierung von Mitarbeitern

In Japan gibt es eine Reihe von Arbeitsgesetzen und Arbeiterschutzgesetzen. Dazu zählen das Gesetz über Arbeitsnormen (Labor Standards Law), in dem die Mindestanforderungen an Arbeitsbedingungen festgelegt sind, das Gesetz über Arbeits- und Gesundheitsschutz (Industrial Safety and Health Law), das die Mindestanforderungen an Arbeitsbedingungen in Bezug auf Gesundheit und Sicherheit regelt, sowie das Mindestlohnsgesetz (Minimum Wage Law) (JETRO, 2013). Diese Gesetze gelten grundsätzlich für alle Unternehmen in Japan, unabhängig davon, ob es sich um einen japanischen oder internationalen Arbeitgeber handelt, oder ob das Unternehmen in Japan oder im Ausland eingetragen ist. Japanische Unternehmen zahlen Löhne typischerweise monatlich aus, zuzüglich der Sommer- und Winterprämien. Eine Besonderheit stellt die Zusammensetzung der japanischen Löhne dar: Monatlich gezahlte Bruttolöhne beinhalten einen Grundlohn sowie eine Reihe von Zusatzleistungen, z. B. Wohnzulagen, Familien- und Fahrtkostenzuschüsse. Mindestlöhne werden regional

und branchenintern festgelegt. Für Festangestellte in japanischen Unternehmen werden arbeitgeberseitig alle relevanten Beiträge abgeführt, also im Wesentlichen zur Kranken- und Rentenversicherung („shakai hoken“) (AHK Japan: Behördengänge, 2013). Selbständige oder Teilzeit-Arbeitnehmer versichern sich in der Regel selbst bei einer Krankenkasse („kokumin hoken“). Die Pensionskasse ist dabei nicht eingeschlossen. Deutschland und Japan haben ein Abkommen über die Soziale Sicherheit geschlossen. Dadurch können sich deutsche Arbeitnehmer ihre für einen Rentenanspruch erforderlichen Versicherungszeiten in Japan und Deutschland zusammenrechnen lassen. Durch das Abkommen können deutsche Arbeitnehmer außerdem in vielen Fällen ihre Rente in bisheriger Höhe im Ausland beziehen.

The Current Issues on Foreign Workers in Japan

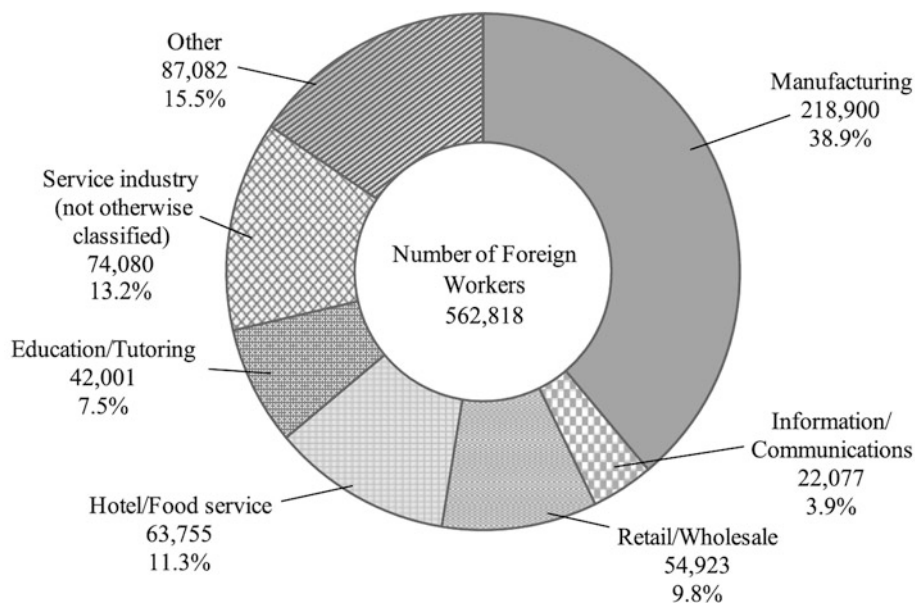


Abbildung 44: Anzahl ausländischer Arbeitnehmer in verschiedenen Branchen in Japan (2010), aus (Yamada, 2010)

Die Arbeits- und Arbeiterschutzgesetze gelten auch für ausländische Arbeitnehmer in Japan, soweit sie der Definition von Arbeitern im Sinne der geltenden Gesetze entsprechen. Japan hat traditionell strenge Gesetze zur Beschäftigung ausländischer Arbeitnehmer, obwohl für bestimmte Berufsgruppen Ausnahmen gemacht werden. Für ausländische Bewerber ist es durch das strenge Arbeitsgesetz zur Einstellung von Ausländern „Employment Measures Act“ zudem sehr schwierig, in Japan einen Arbeitsplatz zu finden. Dieses Gesetz fußt auf dem Grundsatz, dass die Anstellung ausländischer Fachkräfte aktiv zu fördern ist, sofern sie in technischen Gebieten, die relevant sind für die japanische Wirtschaft, spezialisiert sind (Legal Station, 2008). Gleiches gilt auch für Führungskräfte und Manager in der Wirtschaft, Wissenschaftler in Forschungs- und Bildungseinrichtungen, professionelle Unternehmer, Ingenieure, Fremdsprachenlehrer, und andere Fachkräfte mit besonderen Fertigkeiten, die unter japanischen Bürgern nicht zu finden waren. Entscheidungen über die Akzeptanz und den Anteil ausländischer Arbeitnehmer auf dem japanischen Arbeitsmarkt werden nach dem Immigrations- und Flüchtlings-Gesetz (Immigration Control and Refugee Recognition Act) getroffen. Sie werden geleitet von Erwägungen über die Auswirkung

gen auf die japanische Industrie und auf das öffentliche Wohl. Der politische Grundsatz zur Akzeptanz ungelernter Arbeiter besagt, dass der Vorzug grundsätzlich japanischen Jugendlichen, Älteren, Frauen und japanischen Menschen mit Handicap gegenüber Nicht-Japanern zu geben ist. Der Grundsatz besagt weiterhin, dass die mögliche Einflussnahme eines beträchtlichen Anteils ausländischer Mitbürger über das Wirtschaftliche hinaus auch auf andere Bereiche des Lebens in Japan zu betrachten ist und die Immigrationsproblematik auch unter gesamtheitlichen Aspekten zu bewerten ist. Offiziell gab es im Jahr 2010 ca. 560.000 ausländische Arbeitskräfte in Japan. Die Abbildung 44 zeigt die Aufteilung von Arbeitnehmern in Japan auf die verschiedenen Branchen. Davon waren nach einer Umfrage des Arbeitsministeriums unter Firmen in Japan 43,3% Chinesen, 20,4% Brasilianer, 8,3% Philippinen und andere Nationalitäten (Mackie, 2010). Die fertigende Industrie (u.a. die Automobilindustrie) weist sowohl die höchste Anzahl ausländischer Arbeitnehmer (218.900) als auch von Betrieben mit ausländischen Mitarbeitern (31.466) auf. Dies macht einen Anteil an den Gesamtbeschäftigten von 38,9% und an Unternehmen von 33% (Yamada, 2010).

Seit dem 1. Oktober 2007 ist der Arbeitgeber verpflichtet, bei jeder Einstellung ausländischer Mitarbeiter dem zuständigen Arbeitsamt Name, Status und das Gültigkeitsdatum des Visums, Geburtsdatum, Geschlecht und Nationalität zu übermitteln. Die Anstellung ausländischer (Gast-)Arbeiter wird in Japan im Allgemeinen begrüßt, da diese im Vergleich zu den teuren japanischen Arbeitskräften für geringe Löhne arbeiten. Diese fühlen sich ihrerseits angezogen von dem hohen Lohnniveau in Japan. Die strengen Einwanderungsgesetze werden voraussichtlich im Gesetzesbuch verankert bleiben, dennoch wird mit einem steigenden Anteil illegaler Arbeiter aus den nahe gelegenen asiatischen Ländern sowie aus dem mittleren Osten gerechnet. Japanische Unternehmen sind dazu übergegangen, verstärkt Tochtergesellschaften im Ausland zu eröffnen und so von den geringen dortigen Löhnen zu profitieren.

5.4 Steuersystem in Japan

Prinzipiell sind Unternehmen, die in Japan wirtschaftlichen Tätigkeiten nachgehen, verpflichtet, auf die dadurch erwirtschafteten Erlöse in Japan Steuern zu zahlen (JETRO, 2013). Dabei gilt die Steuerpflicht auf erwirtschaftete Erträge von in Japan gegründeten Unternehmen in der Regel unabhängig davon, in welchem Land sie erzielt wurden (Quellenland des Ertrags). Im Ausland erwirtschaftete Erträge können jedoch als ausländische Steuerabzüge geltend gemacht werden, so dass im Ausland gezahlte Steuern innerhalb bestimmter Grenzen von den im japanischen Steuersystem eingeforderten Steuern abgezogen werden. Damit wird eine Doppelbesteuerung im Quellenland des Ertrags und in Japan vermieden. Im System sind Maßnahmen verankert, die zur Vermeidung einer internationalen Doppelbesteuerung japanischer Zweigniederlassungen ausländischer Unternehmen in Japan helfen; zum Beispiel ist festgelegt, dass nur bestimmte in Japan erwirtschaftete Erlöse auch in Japan besteuert werden. Für multinationale Unternehmen gibt es Regelungen zur Vermeidung übermäßiger steuerlicher Mehrbelastungen durch das vorhandene Steuersystem. Sie zahlen für ihre erwirtschafteten, in Japan steuerpflichtigen Erlöse die geschuldeten Steuern unter Anwendung von Steuerabzugs- bzw. Einkommensteuer-Selbstveranlagungsverfahren.

Für im Inland erwirtschaftete Erlöse gilt, dass die Höhe der unter die Körperschaftssteuer fallenden Erlöse von der Art der Tätigkeit eines ausländischen Unternehmens in Japan abhängt. Zu den in Japan erhobenen Steuern auf die Erlöse, die durch Aktivitäten eines Unternehmens erwirtschaftet wurden, zählen die Körperschaftssteuer (landesweit geltende Steuer), ansässigkeitsbezogene Körperschaftssteuer (örtlich geltende Steuer), Unternehmenssteuer (örtlich geltende Steuer) sowie eine landesweite Sondergewerbesteuer, Anwohnersteuer („Resident Tax“), Grundbesitzsteuer, Kfz-Steuer, Alkohol-, Tabak- und Benzin-Steuer. In der Regel wird die Höhe des Einkommens, das der ansässigkeitsbezogenen Körperschaftssteuer und Unternehmenssteuer unterliegt, gemäß der geltenden Bestimmungen festgesetzt. Danach werden die versteuerbaren Erlöse für jedes Geschäftsjahr berechnet. Ansässigkeitsbezogene Körperschaftssteuern werden nicht nur auf Erlöse, sondern auch auf einer Pro-Kopf-Basis erhoben, wobei das Kapital des Unternehmens und die Anzahl seiner Beschäftigten als Grundlage der Steuerberechnung dienen. Körperschaften, deren Kapital oder Investitionen 750.000 Euro übersteigen, unterliegen der Besteuerung auf Proforma-Basis auf der Grundlage von Einkommen, Mehrwert und Kapital.

Gruppe steuerpflichtiger Einkünfte	Bis 4 Mio. Yen (~30.000 €)	4–8 Mio. Yen (30.000-60.000 €)	> 8 Mio. Yen (>60.000 €)
Körperschaftssteuer	15,00%	15,00%	25,50%
Körperschaftssteuerzuschlag für Wiederaufbau	1,50%	1,50%	2,55%
Ansässigkeitsbezogene Steuern	0,75%	0,75%	1,27%
1. der Präfektur	1,85%	1,85%	3,14%
2. der Gemeinde	2,70%	4,00%	5,30%
Unternehmenssteuer	2,19%	3,24%	4,29%
Sondergewerbesteuer			
Steuersatz insgesamt	23,99%	26,34%	42,05%
Effektiver Steuersatz	22,86%	24,56%	38,37%

Tabelle 6: Steuerlast auf Unternehmenserlöse, 01. April 2012 - 31. März 2015 (JETRO, 2013)

Gruppe steuerpflichtiger Einkünfte	Bis 4 Mio. Yen (~30.000 €)	4–8 Mio. Yen (30.000-60.000 €)	> 8 Mio. Yen (>60.000 €)
Körperschaftssteuer	19,00%	19,00%	25,50%
Ansässigkeitsbezogene Steuern			
1. der Präfektur	0,95%	0,95%	1,27%
2. der Gemeinde	2,34%	2,34%	3,14%
Unternehmensteuer	2,70%	4,00%	5,30%
Sondergewerbesteuer	2,19%	3,24%	4,29%
Steuersatz insgesamt	27,18%	29,53%	39,50%
Effektiver Steuersatz	25,91%	27,53%	36,05%

Tabelle 7: Steuerlast auf Unternehmenserlöse, ab 01. April 2015 (JETRO, 2013)

Die Sätze für örtliche Steuern können je nach Größe der Firma und der zuständigen lokalen Verwaltung etwas variieren. In Tabelle 6 sind die aktuellen Steuersätze für

Unternehmen dargestellt, die zwischen dem 01. April 2012 und dem 31. März 2015 Gültigkeit haben. Die ab dem 01. April 2015 geltenden Steuersätze sind in Tabelle 7 aufgeführt.

5.4.1 Steuererklärung

Unternehmen müssen eine Abschlusserklärung für die (ansässigkeitsbezogene) Körperschaftsteuer und Unternehmenssteuer auf ihre Erlöse in der Regel innerhalb von zwei Monaten nach Beendigung des Veranlagungsjahres, beginnend mit dem ersten Tag im neuen Geschäftsjahr, abgeben. Die Frist wird in Japan strikter gehandhabt als in Deutschland. Die Formulare für Steuererklärungen gibt es in den Farben blau und weiß, wobei blaue Steuererklärungen mit einer Vielzahl steuerlicher Vorteile verbunden sind. Eine Genehmigung dafür muss bei der zuständigen nationalen Steuerbehörde von dem Unternehmen spätestens einen Tag vor Beginn des Veranlagungsjahres im vorgeschriebenen Format beantragt werden. Ein Unternehmen übernimmt im Regelfall die Anfertigung der Steuererklärung für seine Angestellten am Ende des Jahres (AHK Japan: Behördengänge, 2013), d.h. der Arbeitgeber führt automatisch den entsprechenden Einkommenssteuersatz (5 bis 40%) ab. In Sonderfällen kann das örtliche Finanzamt („zeimusho“) Steuerin- und -ausländer bei der Anfertigung der Steuererklärung unterstützen (s. Kap. 5.4.3).

Europa (16)	Osteuropa/ehemalige Sowjetunion (18)	Nordamerika (2)	Südasien (4)
Belgien	Armenien	Kanada	Bangladesch
Dänemark	Aserbaidschan	USA	Indien
Deutschland	Bulgarien	Lateinamerika (5)	Pakistan
Finnland	Georgien	Bahamas	Sri Lanka
Frankreich	Kasachstan	Bermuda	Pazifikregion (3)
Großbritannien	Kirgisistan	Brasilien	Australien
Irland	Moldawien	Kaimaninseln	Fidschi
Isle of Man	Polen	Mexiko	Neuseeland
Italien	Rumänien	Ost-/Südostasien (10)	Naher Osten (4)
Luxemburg	Russland	Brunei	Ägypten
Niederlande	Slowakei	China	Israel
Norwegen	Tadschikistan	Hongkong	Saudi-Arabien
Österreich	Tschechien	Indonesien	Türkei
Schweden	Turkmenistan	Malaysia	Afrika (2)
Schweiz	Ukraine	Philippinen	Südafrika
Spanien	Ungarn	Republik Korea	Sambia
	Usbekistan	Singapur	
	Weißrussland	Thailand	
		Vietnam	

Tabelle 8: Japanische Steuerabkommen (JETRO, 2013)

Japan hat zur Vermeidung einer internationalen Doppelbesteuerung und Steuerflucht mit vielen Ländern Steuerabkommen abgeschlossen (s. Tabelle 8). Diese internationalen Abkommen haben Vorrang vor inländischen Gesetzesvorschriften. Bei der Festlegung der letztlich resultierenden Steuerpflicht von Personen und Unternehmen aus einem solchen Vertragsland können die Ursprungsorte der Erlöse, die nach japa-

nischem Recht als steuerpflichtig eingestuft werden, von Zeit zu Zeit angepasst werden, um den Steuerabkommen Rechnung tragen zu können. In Japan wurden zudem Vorschriften erlassen, welche die Steuern auf bestimmte inländisch erwirtschaftete Arten von Erlösen senken bzw. Steuerbefreiungen ermöglichen. Zum Beispiel besteht zwischen Deutschland und Japan ein Doppelbesteuerungsabkommen, das eine übermäßige Steuerbelastung des Einzelnen verhindern soll. So müssen nur in einem Land Steuern gezahlt werden. Es wurde ein System zur Nichtanrechnung von Dividendenerträgen ausländischer Tochtergesellschaften (Foreign Dividend Exclusion System) eingeführt. Nach diesem ist es inländischen Körperschaften möglich, bestimmte Dividendenerträge der betreffenden ausländischen Tochtergesellschaften von ihren zu versteuernden Einkünften auszuschließen.

5.4.2 Verbrauchssteuer (Mehrwertsteuer)

Die Steuerbelastung in Japan ist niedriger als in Deutschland. Der Satz der Verbrauchssteuer/ Mehrwertsteuer, der die Abwicklungen der meisten inländischen Geschäfte (Übertragung von Vermögenswerten, Erbringung von Dienstleistungen) und Einfuhrgeschäfte unterliegen, liegt in Japan bei 5% (nationaler Verbrauchssteuersatz von 4% und örtlicher Verbrauchssteuersatz von 1%). Um eine Doppelbesteuerung bei Fertigung und Vertrieb zu vermeiden, erlaubt das System eine Verrechnung der Verbrauchssteuer auf Einkäufe gegen die Verbrauchssteuer auf Verkäufe bei inländischen Geschäften und Einfuhrgeschäften. Nach der Verbrauchssteuerreform wird die Verbrauchssteuer ab 01. April 2014 auf 8% und ab 01. Oktober 2015 auf 10% progressiv erhöht. Kapital- und Finanzgeschäfte sowie bestimmte Vorgänge im Medizin-, Sozial- und Bildungswesen sind steuerfrei. Auch Ausfuhrgeschäfte und ausfuhrähnliche Geschäfte wie internationale Kommunikation und Transporte sind von der Verbrauchssteuer befreit.

Unternehmen, deren steuerpflichtige Umsätze einen Grenzwert von 7,5 Mio. Euro für den Basiszeitraum nicht überschreiten und die bestimmte Bedingungen erfüllen, sind für das laufende Jahr von der Abgabe einer Steuererklärung/Steuerpflicht befreit. Als Basiszeitraum wird die volle Rechnungsperiode, die zwei Jahre vor dem aktuellen Rechnungsjahr liegt, betrachtet.

5.4.3 Einkommenssteuer (Personal Tax)

Zur Bestimmung der Steuerbelastung werden alle Personen, ungeachtet ihrer Staatsangehörigkeit, entweder als Steuerinländer oder Steuerausländer eingestuft. Steuerinländer (Resident) sind Personen mit Domizil in Japan sowie solche, die für ein Jahr oder länger einen Wohnsitz in Japan haben. Das weltweit erwirtschaftete Einkommen von Steuerinländern unterliegt der Einkommensteuer, unabhängig vom Standort der Einkommensquelle. Als nichtständige Steuerinländer (Non-Permanent Resident) werden Steuerinländer bezeichnet, die weniger als fünf Jahre in Japan gewohnt haben und nicht vorhaben, darüber hinaus in Japan zu bleiben. Die Höhe der für nichtständige Steuerinländer zu erhebenden Steuer entspricht der von Steuerinländern, wird jedoch nur auf die in Japan erwirtschafteten Erlöse und Einkommen erhoben.

Steuerausländer (Non-Resident) sind schließlich Personen, die nicht die nötigen Voraussetzungen eines Steuerinländers erfüllen. Die japanische Einkommensteuer für

Steuerausländer bemisst sich nach dem in Japan erhaltenen Einkommen. Wer als Steuerausländer Einkünfte aus einem Gehalt bezieht, welches für in Japan erbrachte Dienstleistungen gezahlt wird, muss eine Steuererklärung abgeben und 20% Steuern auf das Bruttogehalt zahlen. Um den Doppeleinzug der Einkommenssteuer international zu vermeiden, kann eine inländische Körperschaft ausländische Steuern auf ein bestimmtes Einkommen bis zur erlaubten Höhe anrechnen lassen.

Steuern auf Transaktionen mit dem Mutterunternehmen oder anderen Tochterfirmen im Ausland werden so berechnet, dass eine Transaktion so behandelt wird, als ob sie zu Preisen marktüblicher Konditionen abgewickelt worden wäre.

Es gibt noch eine Vielzahl weiterer Steuern und Abgaben zusätzlich zu den bereits oben genannten, die in Japan erhoben werden. Dazu gehören die Sachanlagesteuer (Steuer auf Grundstücke, Gebäude und abschreibungsfähige wirtschaftlich genutzte Anlagengüter), die Stadtplanungssteuer (Steueraufschlag von 0,3% auf Grundstücke und Gebäude innerhalb von Stadtplanungszonen), Eintragungs- und Lizenzgebühr, Stempelsteuer (Steuer auf Vertragsdokumente), Schenkungssteuer, Erbschaftssteuer sowie gewisse Sondersteuern.

6 Marktchancen für deutsche Unternehmen

Die Spielregeln des Japan-Geschäfts sind sehr komplex und stellen viele ausländische Anbieter vor große Herausforderungen. Die hohen Ansprüche japanischer Kunden sind fast sprichwörtlich. Umfragen der Deutschen Industrie- und Handelskammer in Japan (AHK Japan) haben gezeigt, dass die Anforderungen an Produkt, Qualität und Service in Japan rund 20% höher liegen als auf dem Heimatmarkt. Um diese zu erfüllen, sind Anpassungen nötig, die Geld und Zeit kosten. Hinzu kommen sprachliche und kulturelle Hürden, schwer zu durchschauende Markt- und Distributionsstrukturen und ein harter lokaler Wettbewerb - echte oder vermeintliche Barrieren, die ausländische Unternehmen häufig vor Aktivitäten in Japan zurückschrecken lassen. Gleichzeitig aber lockt der japanische Markt weiterhin mit hohen Margen und einem Pro-Kopf-Einkommen, das jenes der Chinesen um das zehnfache und sogar das der Deutschen um ein Drittel übersteigt. Die Neugier der Japaner für europäische Produkte ist ungebrochen, ihre hohen Ansprüche zwingen ausländische Anbieter aber zu Top-Qualität. Wer diese liefert, erwirbt damit eine nützliche Referenz für andere asiatische Märkte. Potenziale also, die Japan als Absatzmarkt so attraktiv für mittelständische Unternehmen machen, den Markteintritt zu wagen (Japanmarkt, Pascal Gudorf, 2010).

In diesem Kapitel werden zunächst Marktchancen und Absatzpotenziale herausgestellt, die sich deutschen Unternehmen innerhalb der japanischen Wertschöpfungskette Elektromobilität bieten. Es werden vielversprechende Perspektiven für einen Aufbau von Kooperationen und Handelsbeziehungen mit japanischen Unternehmen auf dem japanischen Binnenmarkt und dem internationalen Markt vorgestellt und Handlungsoptionen für einen Markteintritt und Kontaktmöglichkeiten gegeben. Diese richten sich insbesondere an kleine und mittelständische Unternehmen aus Deutschland.

6.1 Markt- und Absatzpotenziale

Markt- und Absatzchancen in Japan bieten sich für Unternehmen aus Deutschland zunächst dort, wo deren Produkte einen hohen Grad an Innovation und Qualität aufweisen und mangels vergleichbarer Erzeugnisse japanischer Hersteller auf eine hohe Nachfrage treffen.

Im Bereich der Elektromobilität stehen die Chancen dafür derzeit nicht schlecht, denn dem aktuellen Index Elektromobilität zufolge hat Deutschland beim Indikator Technologie die Spitzenposition vom bisher führenden Südkorea übernommen (siehe Kap. 3.2, Abbildung 10). So haben sich deutsche OEMs zum einen in Bezug auf das von ihnen angebotene Technologieniveau weiter verbessert, bieten ihre Elektrofahrzeuge zugleich aber zu moderaten Preisen an (Roland Berger Strategy Consultants Q3, 2013). Fahrzeuge wie das batterieelektrische Elektrofahrzeug i3 von BMW oder der Plug-In-Hybrid XL-1 von Volkswagen wurden von Grund auf neu konzipiert. Bei ihnen kommen neuentwickelte Antriebe, Energiespeicher und leistungselektronische Bauteile zum Einsatz. Zudem werden Synergien genutzt: Der Einsatz von Leichtbau steigert die Energieeffizienz dieser Fahrzeuge, so dass sie mit kleineren und günstigeren Bat-

terien auskommen. Dadurch reduziert sich das Gewicht weiter, und die Mehrkosten des Leichtbaus werden erschwinglich.

Zugleich treten deutsche Automobilzulieferer wie Bosch, Continental und ZF mit einem großen Portfolio von Schlüsselkomponenten für Plug-In Hybride und Elektrofahrzeuge am Markt auf, das vom Elektromotor über die Leistungselektronik und das Batteriemanagementsystem bis hin zu Lösungen für das intelligente Energie- und Thermomanagementsystem reicht. Sie bieten passende Hard- und Softwarelösungen für die Einbindung von Elektrofahrzeugen in die Versorgungsnetze und das Verkehrssystem an. Darüber hinaus entwickeln sie neue Geschäftsmodelle und Dienstleistungen rund um die Mobilität, die helfen sollen, die hohen Investitionskosten abzufedern. All diese Produkte und Angebote erfüllen höchste Standards an Zuverlässigkeit und Robustheit und sind Belege dafür, dass das Angebot deutscher Unternehmen im Bereich der Elektromobilität divers und qualitativ hochwertig ist, auch wenn (oder gerade weil) die deutsche Industrie im weltweiten Vergleich eher als ein „second mover“ bei diesem Thema gilt.

Unternehmen aus Deutschland treffen in Japan auf einen weit entwickelten Markt für Elektromobilität, der als erster weltweit Fahrzeuge in Serie auf den Markt gebracht hat und infolgedessen inzwischen auf eine große Menge an Erfahrung zurückgreifen kann. Zugleich muss der japanische Markt aber die erlangte Position festigen und gegenüber dem erstarkendem Wettbewerb auch aus den Reihen der „second mover“ verteidigen muss. Noch fehlen den Automobilherstellern belastbare Planungsgrößen zu Kundenprofilen und Nutzeranforderungen in den verschiedenen Absatzmärkten. Die Hersteller reagieren darauf mit unterschiedlichen technologischen Positionierungen und Geschäftsmodellen, wobei ein klares Erfolgsmodell noch nicht zu erkennen ist. Es ist damit zu rechnen, dass auch japanische Automobilhersteller versuchen werden, potenzielle Alleinstellungsmerkmale für ihre Produkte zu entwickeln.

Vor dem Hintergrund der in diesem Trendbericht dargelegten Ausgangssituation im Bereich der Elektromobilität in Japan kommen dabei unterschiedliche Strategien in Betracht. Aufgrund ihrer stabilen Allianzen mit einer hoch entwickelten Batterieindustrie im eigenen Lande und unterstützt durch eine ambitionierte öffentliche Forschungs- und Innovationsförderung im Bereich der elektrochemischen Forschung für Energiespeicher (s. Kap. 4.2.1) werden japanische Automobilhersteller langfristig vermutlich in der Lage sein, reine Elektrofahrzeuge mit langen Reichweiten zu akzeptablem Preis anzubieten. Mittelfristig erfordern Reichweitenbegrenzung und hohe Anschaffungskosten aber andere Lösungen. Hersteller wie Toyota und Honda setzen aus diesem Grund zunächst auf die Plug-In Hybridtechnologie, in deren weiterer Entwicklung mehr und mehr Technologien zur Erhöhung der Energieeffizienz eine Rolle spielen dürften. Nissan hingegen propagiert eher das Schnellladen als Ausweg aus der Reichweitenproblematik. Es wäre nicht erstaunlich, wenn Elektrofahrzeuge in den kommenden Jahren viel stärker als bisher als Teil einer Gesamtlösung für die nachhaltige Energieversorgung und intelligente Mobilität in Japan präsentiert würden. Das passte auch zu den Prämissen der Regierung bei der Förderung von erneuerbaren Energien in den Smart Communities (s. Kap. 3.5.1) und bei der zunehmenden Automatisierung des Straßenverkehrs.

Mit Blick auf die Kompetenzen der deutschen Automobilindustrie ist festzustellen, dass gerade bei den mittelfristigen Entwicklungspfaden ein hohes Synergiepotenzial mit japanischen Herstellern besteht. Sowohl technische Lösungen zur Steigerung der Energieeffizienz wie Leichtbau oder Antriebskomponenten mit hohem Wirkungsgrad als auch Konzepte der Systemintegration wie Energie- und Thermomanagement und Neuentwicklungen der elektrischen und elektronischen Architektur und Schlüsseltechnologien für die Einbettung der Elektromobilität in Netze und Verkehrssysteme sind Felder, in denen hierzulande ein erhebliches Know-how auf Weltklassenniveau etabliert wurde und zwar nicht nur bei Tier-1 Zulieferern, sondern gerade auch bei kleinen und mittelständischen Spezialisten. Die Markt- und Absatzpotenziale sind also als vielfältig zu bewerten, müssen allerdings gegen das Risiko des Abflusses von Know-how und der Entstehung von Märkten außerhalb des heimischen abgewogen werden.

6.2 Marktbarrieren und Anforderungen

Ausländische Unternehmen sind auf dem japanischen Markt nicht nur mit kulturellen Barrieren konfrontiert, sondern auch mit Vorbehalten und einer außergewöhnlich hohen Erwartungshaltung hinsichtlich des Entwicklungsstandes und der Qualität von Produkten und Dienstleistungen. Das gilt in besonderem Maße im Bereich der Elektromobilität, die von hohem Innovationsgrad und großer strategischer Bedeutung für Japan ist. Das betrifft natürlich auch Unternehmen aus Deutschland, die sich auf dem Markt neu engagieren möchten.

Der weit fortgeschrittene Grad der Vernetzung in den Zulieferstrukturen stellt zunächst sicher die größte Hürde für den Markteintritt dar. Diese ist gerade in der japanischen Automobilindustrie sehr ausgeprägt, wo Hersteller wie Toyota und Honda ihre Zulieferer nach dem „Heijunka“-Prinzip organisatorisch eng in die Prozesse der lean production einbinden oder wie Nissan in regionalen Cluster in direkter Nähe zu den Produktionsstätten ansiedeln (s. Kap. 3.4.1). Die Vorteile dieser Netzwerke liegen auch für die Zulieferer in einer hohen Verlässlichkeit der Kundenbeziehung, müssen aber mit höchster Qualität mühsam erkaufte werden. Sprachliche und kulturelle Unterschiede machen es für Hersteller aus dem Ausland sehr schwer, sich Zutritt in diese Netzwerke zu verschaffen.

In jedem Fall wird von Unternehmen erwartet, dass sie ihr Produkt an die speziellen Gegebenheiten des japanischen Marktes angepasst haben, bevor sie es anbieten. Bei Technologien für die Elektromobilität sind dabei die besonderen Merkmale des Energiemarktes und des Mobilitätsverhaltens in Japan zu berücksichtigen. Dazu kommt die Anpassung an die Gefahr von Naturkatastrophen wie Erdbeben und Tsunamis, das oft feucht-heiße Klima, die 110-Volt-Spannung und die regionalen Unterschiede in den Frequenzen der Stromnetze – im Westen Japans 60 Hz, im Osten 50 Hz. Die Berücksichtigung solcher Anforderungen stellt gerade für Mittelständler eine große Barriere dar, vor allem dann, wenn die Stückzahlen in der Produktion noch klein sind.

Unter dem Begriff der Produktqualität werden dabei in Japan nicht nur technische Eigenschaften und deren Verhältnis zum Preis verstanden, sondern in hohem Maße

auch vermeintlich kosmetische Aspekte wie die Verpackung, die Logistik und der Service sowie eine absolute Zuverlässigkeit in Bezug auf die Übereinstimmung von Spezifikationen der gelieferten Ware mit dem Angebot. Das gilt in besonderem Maße für teure und hochinnovative Technologien wie elektronische Geräte und industrielle Anlagen, aber auch für Software, wie sie im Bereich der Elektromobilität verwendet werden. Der Service umschließt dabei eine umfassende Kundenbetreuung über den gesamten Produktlebenszyklus sowie Produktdesign und -engineering bis hin zum After Sales. Dies vorzuhalten dürfte gerade für kleinere Unternehmen eine große Herausforderung darstellen.

6.3 Fazit und Handlungsoptionen

In Japan gibt es zahlreiche kleine und mittelständische Unternehmen (KMU), die – trotz geringer Größe – technologisch weit fortgeschritten und enorm innovativ sind. Viele dieser KMU arbeiten in Bereichen der Basisproduktion, welche die internationale Wettbewerbsfähigkeit großer Firmen fördern, beispielsweise durch die Lieferung von Ausrüstungen und Teilen, die auf hochpräzisen Bearbeitungstechnologien beruhen. Andere KMU besitzen u. U. ganz besondere Technologien, mit denen sie Nischen besetzen, in die große Firmen nur schwer eindringen können.

Für ausländische Unternehmen, die sich um den Eintritt in den japanischen Markt bemühen, haben Partnerschaften mit solchen Unternehmen diverse Vorteile, einschließlich der Fähigkeit, marktgerechte Produkte zu entwickeln, ihr technologisches Potential zu stärken sowie neue Märkte und Vertriebskanäle zu erschließen.

Speziell KMU internationalisieren in Länder, die geographisch nah sind und ähnliche Rahmenbedingungen aufweisen wie Deutschland. Japan dagegen gilt als besonders fremder und schwieriger Markt mit hohen Handelshürden. Insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen scheuen sich vor einem Engagement in Japan. Nach Angaben der Deutschen Industrie- und Handelskammer in Japan sind von den ca. drei Millionen kleinen und mittleren Unternehmen in Deutschland nur wenige hundert in Japan über eigene Niederlassungen aktiv. Sie konzentrieren ihr Auslandsgeschäft eher auf Absatzgebiete, die dem Heimatmarkt Deutschland strukturell ähnlicher und geographisch näher sind.

Der vorliegende Trendbericht stellt eine umfassende Analyse des Marktes für die Elektromobilität in Japan dar. Er berücksichtigt dazu im Detail sowohl gesellschaftliche und wirtschaftliche als auch technische Aspekte des Status quo und von Zukunftstrends. Dabei fällt zunächst die große Anzahl von Gemeinsamkeiten bei den politischen Rahmenbedingungen in Japan mit denen in Deutschland ins Auge:

In beiden Ländern stellt eine exportstarke und weltweit tätige Automobilindustrie einen der wichtigsten Grundpfeiler der Wirtschaft dar und sieht sich zugleich einem vielschichtigen globalen Anpassungsdruck unterworfen. In beiden Ländern wird eine Energiewende angestrebt, die unter Berücksichtigung erneuerbarer Energiequellen mit Unterstützung von Smart Grid Technologien realisiert werden soll. Der Elektromobilität kommt dabei jeweils die Rolle einer Schlüsseltechnologie zu, sowohl für die Entwicklung eines zukunftsfähigen Produktportfolios der Automobilindustrie als auch zur Unterstützung der Energiewende und des Klimaschutzes. Forschung und Innova-

tion in den Schlüsseltechnologien werden daher sowohl in Japan als auch in Deutschland konsequent an ambitionierten Zielen und Roadmaps ausgerichtet und öffentlich gefördert. In Japan liegt der Schwerpunkt dabei im Bereich der Energiespeicher für Elektrofahrzeuge sowie der Plug-In Hybride, während in Deutschland Antriebskomponenten, Leistungshalbleiter und energieeffiziente Bauweisen im Mittelpunkt des Interesses stehen. Japan hat mit der Herstellung und Markteinführung von Elektrofahrzeugen frühzeitiger begonnen als Deutschland und verfügt daher bereits seit einigen Jahren über Produkte und Technologien, die am Weltmarkt erfolgreich sind. Deutschland hingegen hat bei Innovationen im Bereich der Fahrzeug- und Netztechnologien die Nase vorn und entwickelt sich mit seiner konsequenten Innovationsstrategie, z.B. im Rahmen der Nationalen Plattform Elektromobilität, zu einem ernst zu nehmenden „second mover“. Während die Markteinführung von Elektrofahrzeugen in Japan mit monetären Anreizen gefördert wird (s. Kap. 4.2.2), ist dies in Deutschland mit der Ausnahme von Erleichterungen bei der Dienstwagenbesteuerung nicht der Fall.

Es ist damit zu rechnen, dass in den kommenden Jahren sowohl in Japan als auch in Deutschland zunehmend Gesamtlösungen für die Netzeinbindung und die intelligente Verkehrssteuerung als eine Voraussetzung dafür gesehen werden, die Potenziale der Elektromobilität voll auszuschöpfen. Die Förderung von Smart Communities und die ambitionierten Pläne im Bereich ITS (s. Kap. 3.3.6) in Japan weisen darauf ebenso hin wie der neue systemische Ansatz der Nationalen Plattform Elektromobilität. Die Kompetenzen dürften auch dabei in unterschiedlichen Bereichen liegen: Japanische Unternehmen können auf langjährige Erfahrungen in der Autonomik und Robotik zurückgreifen, während die Kernkompetenzen deutscher Unternehmen eher im Bereich der sicheren und zuverlässigen Steuerung- und Assistenzsystem liegen.

Da Japan und Deutschland also heute und auch in Zukunft ähnliche Ziele mit der Elektromobilität verbinden und in ihrer Industrie zugleich über komplementäres Know-how verfügen, erscheint der Aufbau von stabilen Wirtschafts- und Handelsbeziehungen in diesem Bereich zunächst erfolgversprechend. Allerdings darf nicht außer Acht gelassen werden, dass Japan und Deutschland im Automobilsektor zugleich Konkurrenten sind und bei Kooperationen den Abfluss von strategischem Know-how fürchten müssen. Dazu kommen erschwerend die sprachlichen und kulturellen Unterschiede (s. Kap. 2.3). Vor diesem Hintergrund dürfte eine direkte Einbindung von Unternehmen aus Deutschland in die Zulieferstrukturen von japanischen Unternehmen in Japan schwierig bleiben.

Leichter scheint es dagegen, dass kleine und mittelständische Unternehmen aus Deutschland mit japanischen Niederlassungen ihrer heimischen Kunden in Japan ins Geschäft kommen. Dafür spricht, dass die großen Tier-1 Zulieferer alle bereits in Japan ansässig und dort im Bereich der Elektromobilität tätig sind. Denkbar ist auch, dass ein Unternehmen aus Deutschland außerhalb Japans mit japanischen Unternehmen ins Geschäft kommt. Schon heute produzieren japanische Automobilhersteller mehr Fahrzeuge in Übersee als in ihrem eigenen Land. Weitere japanische Unternehmen expandieren massiv nach China und Indien und errichten dort Produktionsstätten und Forschungszentren. Dort gelten internationale Standards, und die Ge-

geschäftssprache ist Englisch, was einen Markteintritt für deutsche Unternehmen erleichtert.

Für kleine und mittelständische Unternehmen aus Deutschland bedeutet dies, dass sie als Spezialisten für Bauteile, Softwarelösungen und Dienstleistungen im Bereich der Elektromobilität in Japan zwar einen potenziellen Markt vorfinden, diesen aber nur mit einigem Aufwand und kluger Taktik für sich werden erschließen können.

Vor dem Hintergrund der in diesem Trendbericht vorgenommenen Analyse kommen dafür drei Handlungsoptionen infrage:

Option 1: Eintritt in das Zuliefernetzwerk eines japanischen Unternehmens in Japan

Voraussetzung hierfür ist, dass ein Unternehmen über bahnbrechendes und exklusives Know-how in einem Spezialgebiet der Elektromobilität verfügt, das japanischen Unternehmen bei der Ausbildung eines neuen Alleinstellungsmerkmals behilflich sein kann. Zudem muss das Unternehmen sein Produkt an die Besonderheiten des japanischen Marktes angepasst haben und zusammen mit einem hohen Service anbieten können. Dies erfordert in jedem Fall einen langen Atem, die frühzeitige Erschließung von Netzwerken und die Eröffnung einer Niederlassung in Japan. Es ist außerdem abzuwägen, ob das Engagement in Japan bestehende Beziehungen zu Kunden in Deutschland gefährden könnte.

Option 2: Aufbau einer Kundenbeziehung zu einem deutschen Unternehmen in Japan

Ausgangspunkt hierfür ist eine stabile und erfolgreiche Geschäftsbeziehung zu einem Kunden in Deutschland, der in Japan eine Niederlassung betreibt und das Produkt des deutschen Lieferanten im Rahmen seiner Aktivitäten im Bereich der Elektromobilität auch dort einsetzen möchte. Da der deutsche Kunde in Japan selbst mit hohen Qualitäts- und Serviceerwartungen konfrontiert ist, wird er versuchen, entsprechende Verantwortung an den Lieferanten abzugeben. Daher dürfte auch in diesem Fall der Aufbau einer eigenen Niederlassung in Japan unvermeidlich sein. Allerdings ist der Weg insgesamt leichter, da der Zugang zum Kunden bereits besteht, durch das Engagement des Lieferanten in Japan nicht gefährdet sondern gestärkt wird und die sprachlichen und kulturellen Hürden zunächst wegfallen.

Option 3: Zugang zum Lieferantencluster eines japanischen Unternehmens in einem Drittland

Grundlage des Erfolgs ist auch hier zunächst dieselbe Produkt- und Servicequalität, die auch in Japan selbst gefordert würde, allerdings in Verbindung mit regionaler Verfügbarkeit. Namhafte japanische Unternehmen sind dafür bekannt, dass sie an ihren Standorten z.B. für die Produktion von Elektrofahrzeugen und Batterien die räumliche Nähe ihrer Zulieferer wünschen, eine Anforderung, die ein Lieferant aus dem beste-

henden Zuliefernetzwerk in Japan nicht notwendigerweise auch im Ausland erfüllen kann. Daher sind hier die Barrieren für den Markteintritt von Anbietern außerhalb Japans geringer. Allerdings darf dies nicht darüber hinwegtäuschen, dass die Entscheidungen zumeist weiter am Hauptsitz des Kunden in Japan getroffen werden, eine starke Präsenz in Japan also unerlässlich bleibt.

Die Auslandshandelskammer (AHK) steht Unternehmen aus Deutschland jederzeit bei der Umsetzung der genannten Optionen mit Beratungsdienstleistungen zur Seite. Ergänzend ist aber zwischen Deutschland und Japan bei der Elektromobilität in beiden Richtungen eine größere Öffnung des einen Marktes für Anbieter aus dem anderen anzustreben. Ein kontinuierlicher Austausch von Informationen über Trends, Entwicklungen und Produkte und die gezielte Anbahnung von Kontakten zwischen einschlägig tätigen Unternehmen und Netzwerken könnten dabei große Dienste leisten.

7 Abkürzungsverzeichnis: Glossar

AHK	(Deutsche) Auslandshandelskammern
AHS	Advanced Highway System
AMA	Antimonopoly Act (Japan)
AQI	Air Quality Index
ASEAN	Association of Southeast Asian Nations
ASR	Automobile Shredder Residue
BAJ	Battery Association of Japan
BEV	Battery Electric Vehicle
BMS	Battery Management System
BNE	Bruttonationaleinkommen
CCS	Combined Charging System
CEC	Central Environment Council
CEP	Clean Energy Partnership
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor
CWDI	Corporate Women Directors International
DPJ	Demokratische Partei (Japan)
DRAM	Dynamic Random Access Memory
ECU	Embedded Control Units
ELV	End of Live Vehicle
EMS	Energy Management System
EPA	Economic Partnership Agreement
EVAAP	Electric Vehicle Association of Asia Pacific
EVI	Electric Vehicle Initiative
EVSE	Electric Vehicle Supply Equipment
EVSS	Electric Vehicle Service Station
ETC	Electronic Toll Collection
FCEV	Fuel Cell Electric Vehicle
FCV	Fuel Cell Vehicle
FDI	Foreign Direct Investment
FTA	Free Trade Agreement
FTC	Fair Trade Commission (Japan)
FY	Fiscal Year
GTPP	Green Technology Package Program
HEMS	Home –Energy Management System
HEV	Hybrid Electric Vehicle
ICT	Information and Communication Technology
IEA	International Energy Agency
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
INCJ	Innovation Network Corporation of Japan
IPHE	International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy
IPP	Independent Power Producers
ITS	Intelligent Transport System

JARI	Japan Automotive Research Institute
JBRC	Japan potable rechargeable Battery Recycling Center
JCN	Japan Charge Network
JETRO	Japanese External Trade Organization
JEVS	Japanese Electric Vehicle Standards
JEWA	Japan Electrical Wiring Devices and Equipment Industries Association
JGB	Japanese Government Bonds
JIPA	Japan Intellectual Property Association
JSAE	Society of Automotive Engineers of Japan
JSCA	Japan Smart Community Alliance
JIS(C)	Japanese Industry Standard (Comitee)
JST	Japanese Science and Technology Agency
KMU	kleine und mittelständische Unternehmen
LDP	Liberaldemokratische Partei
LLP	Limited Liability Partnership
M&A	Mergers & Acquisitions
MEMS	Micro Electromagnetic System
METI	Ministry of Economy, Trade and Industry (Japan)
MIC	Ministry of Internal Affairs and Communication (Japan)
MLIT	Ministry of Land Infrastructure Transport and Tourism (Japan)
MMC	Micromachine Center (Japan)
MNC	Multinational Corporation(s)
MoE	Ministry of the Environment
MPQM	Multi Power Quality Microgrid
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization
NiMH	Nickel-Metallhydrid
NTT	Nippon Telegraph and Telephone Corporation
OEM	Original Equipment Manufacturer
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle
PPS	Power Producers and Suppliers
REEV	Range Extender Electric Vehicle
RIETI	Research Institute of Economy, Trade & Industry (Japan)
ROPITS	Robot for Personal Intelligent Transport System
SCIB	Super Charge Ion Batteries
SCM	Supply Chain Management
SES	Smart Energy Storage
SIM-Drive	Shimizu In-Wheel Motor-Drive
SME	Superleitende Magnetische Energiespeicher
(T)EPCO	(Tokio) Electric Power Company
TOEFL	Test of English as a Foreign Language
TPMS	Tire Pressure Monitoring System
TPP	Transpazifische (strategisch wirtschaftliche) Partnerschaft
UMTS	Universal Transportation Management System
V2G	Vehicle-to-Grid
V2H	Vehicle-to-Home

V2I	Vehicle-to-Infrastructure
V2V	Vehicle-to-Vehicle

8 Literaturverzeichnis

- Agency for Natural Resources and Energy (ANRE). (2012). www.enecho.meti.go.jp. Von <http://www.enecho.meti.go.jp/english/index.htm> abgerufen
- Agency for Natural Resources and Energy (ANRE). (2013). www.enecho.meti.go.jp. Von <http://www.enecho.meti.go.jp/english/index.htm> abgerufen
- AHK Japan. (2010). Cluster Business Japan. Von Automobil-Recycling in Japan: <http://www.japan-cluster.net/index.php?id=538> abgerufen
- AHK Japan. (2012). Zielmarktanalyse E-Mobility Japan.
- AHK Japan. (17. September 2013). www.japan.ahk.de/japan-tipps/. Von <http://www.japan.ahk.de/japan-tipps/land-leute/gesellschaft/> abgerufen
- AHK Japan: Behördengänge. (12. September 2013). Von <http://www.japan.ahk.de/japan-tipps/leben-in-japan/behoerdengaenge/> abgerufen
- AIRIA. (Mai 2013). Automobile Inspection & Registration Association. Von <http://www.airia.or.jp/number/index.html> abgerufen
- Assing, K., Holdik, H., Pöppel-Decker, M., & Ulitzsch, M. (2011). Alternative Antriebstechnologien: Marktdurchdringung und Konsequenzen. Bergisch-Gladbach.
- Association of Southeast Asian Nations. (10. Mai 2013). www.asean.org. Von <http://www.asean.org/news/asean-statement-communiqués/item/regional-comprehensive-economic-partnership-rcep-joint-statement-the-first-meeting-of-trade-negotiating-committee> abgerufen
- Automobilproduktion. (09. April 2010). Abgerufen am 22. August 2013 von <http://www.automobil-produktion.de/2010/04/neues-update-autobauer-absatzriesen-2009/>
- avantTime Consulting GmbH. (2013). www.co2-handel.de. Von http://www.co2-handel.de/article184_13973.html abgerufen
- BAJ. (2010). Battery Association Japan. Von <http://www.baj.or.jp/e/recycle/recycle04.html> abgerufen
- Battery Electric Car. (29. Juli 2013). Toyota, Nissan, Honda & Mitsubishi co-operate to promote plug-in cars. <http://www.electric-vehiclenews.com>. Von http://www.nissan-global.com/EN/NEWS/2013/_STORY/130729-01-e.html abgerufen
- Better Place. (2013). www.betterplace.com/japan/. Von <http://www.betterplace.com/japan/> abgerufen
- Blaxill, M., & Eckardt, R. (06. Juli 2009). <http://www.hsiaofen.namcm.com>. Von http://www.hsiaofen.namcm.com/clients/website/2009/sites/08_HTML/images/Toyota_1233713379.JPG abgerufen
- Bozem, K., Nagl, A., Haubrock, A., Rath, V., Schnaiter, J., Rennhak, C., & Benad, H. (März 2012). Energy for future Mobility: Alternative Antriebstechnologien im Spannungsfeld von Marktanforderungen und technischer Machbarkeit. horizonte 39.
- Brose-SEW. (2013). BROSE- SEW. Von <http://www.brose-sew.de/produkte.php?kid=2&cid=6> abgerufen
- Central Intelligence Agency (CIA). (Juli 2013). The World Factbook. Abgerufen am 16. September 2013 von <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/ja.html>
- CHAdEMO Association. (2013). www.chademo.com. Von <http://www.chademo.com/> abgerufen
- CHAdEMO Memberlist. (09. September 2013). Von <http://www.chademo.com/pdf/memberlist.pdf> abgerufen

- Chang, Y. (14. August 2013). Japan Solar Energy Soars, But Grid Needs to Catch Up. Von <http://news.nationalgeographic.com/news/energy/2013/08/130814-japan-solar-energy-incentive/> abgerufen
- Chappell, L. (26. August 2013). Automotive News Europe. Von <http://europe.autonews.com/apps/pbcs.dll/article?AID=/20130826/ANE/308269939/nissan-to-expand-ev-lineup-to-5-models#axzz2d56NLKE0> abgerufen
- Chavez, A. (25. Mai 2013). English education and English sheepdogs. The Japan Times Community.
- CleanBiz.Asia. (08. Oktober 2012). Von Japan may meet Kyoto carbon emission target: <http://www.cleanbiz.asia/news/japan-may-meet-kyoto-carbon-emission-target#.UoSQa3eFcil> abgerufen
- Cliff Welborne MTSU. (kein Datum). Nissan Case Study. Von <http://capone.mtsu.edu/berc/tnbiz/supply/nissan.pdf> abgerufen
- Council for Science&Technology Policy. (19. Mai 2008). Low Carbon Technology Plan. Von http://www8.cao.go.jp/cstp/english/doc/low_carbon_tec_plan/low_carbon_tech_plan.pdf abgerufen
- CRIEPI, Hiroshi Asano. (2013). Future Grid. In Crieppi (Hrsg.), Smart charging of electric Vehicles (EVs) / Plug-in Hybrid Vehicles (PHVs) and demand response solution. 5. Deutsch-Japanisches Umweltdialogforum Berlin.
- Doggett, S. (22. 11 2011). edmunds AutoObserver. Von <http://www.edmunds.com/autoobserver-archive/2011/06/mitsubishi-chooses-toshiba-scib-battery-for-i-miev.html> abgerufen
- Eco-Mo Foundation. (2013). Foundation for Promoting Personal Mobility and Ecological Transportation. Von http://www.ecomo.or.jp/environment/carshare/carshare_list.html abgerufen
- Electric Japan Weekly No 46. (26. September 2012). www.cars21.com/news. Von <http://www.cars21.com/news/view/4954> abgerufen
- Electric Japan Weekly, N. 5. (24. Juli 2013). www.cars21.com/news. Von <http://www.cars21.com/news/view/5536> abgerufen
- Elektroauto Tipp. (2011). www.elektroauto-tipp.de. Abgerufen am 26. August 2013 von <http://www.elektroauto-tipp.de/modules.php?name=Battev>
- EnBW Hellmuth Frey. (2007). Entwicklungsstand stationärer Energiespeicher. Baden-Württemberg, Deutschland.
- ener1. (13. Mai 2010). www.ener1.com. Von <http://www.evwind.es/2010/05/13/pioneering-electric-vehicles-to-smart-grid-integration-project-in-japan/5578> abgerufen
- eNOVA Strategiekreis Elektromobilität. (06. Dezember 2012). eNOVA- Strategiekreis Elektromobilität. Von <http://www.strategiekreis-elektromobilitaet.de/public/oeffentliche-dokumente> abgerufen
- EVAAP. (Oktober 2003). Japan Electric Vehicles Association Standards JEVS. Von <http://www.evaap.org/pdf/jevs.pdf> abgerufen
- EVAAP. (kein Datum). Electric Vehicle Association of Asia Pacific. Abgerufen am 19. September 2013 von www.evaap.org: <http://www.evaap.org/>
- Federation of Electric Power Companies of Japan (FEPC). (2013). Von <http://www.fepc.or.jp/english/index.html> abgerufen
- Fehrenbacher, K. (30. Januar 2012). The future of the Japanese home: solar, battery, energy software. Von gigaom: <http://gigaom.com/2012/01/30/the-future-of-the-japanese-home-solar-home-battery-energy-software/> abgerufen
- Fuel Economy. (2009). Von <http://www.dieselnet.com/standards/jp/fe.php> abgerufen
- Fukushima, S. T. (31. Mai 2010). Innovating Japan through Globalization of Human Capital. Korn/Ferry International.

- Ghelli, F. (2013). Japaner machen die Energiewende. Tagesspiegel, www.tagesspiegel.de/wirtschaft/japaner-machen-die-energiewende/8557586.html.
- Glön, R. (17. April 2012). www.leftlanenews.com. Von <http://www.leftlanenews.com/mitsubishi-to-launch-vehicle-to-grid-power-box-in-japan.html> abgerufen
- Goswami, A. e. (2009). The Automotive Industry: Supply Chain Management for Honda and Toyota.
- GrowthAnalysis, S. A. (2012). Re-charged for success- The Third Wave of Electric Vehicle Promotion in Japan. Sweden.
- GTAI. (2013). Germany Trade & Invest. Von <http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/EN/trade.html> abgerufen
- Gueta, D. S. (03. 11 2013). www.haaretz.com. Von <http://www.haaretz.com/business/.premium-1.555838> abgerufen
- Harlan, C. (18. 06 2013). After Fukushima, Japan beginning to see the light in solar energy. the Guardian.
- Haupt, H., & Bärwaldt, G. (Januar 2009). Electromobility- Absorbing Capacity of a Distribution Grid. HTEE.
- Hitachi Press Release. (12. März 2013). www.hitachi.com. Von <http://www.hitachi.com/New/cnews/130312.html> abgerufen
- Hitachi, Frank Emura. (2013). Hitachi's Smart City Demonstrations. 5. Japanisch-Deutsches Umweltdialogforum Berlin.
- Hollborn, S. (2002). Intelligent Transportation System in Japan.
- IEA. (2012). EV City Casebook. Internationale Energieagentur.
- IEA. (2013). Global EV Outlook 2013- Understanding the Electric Vehicle Landscape to 2020.
- IEA: Technology Roadmap Electric and plug-in hybrid electric vehicles. (Juni 2011). www.iea.org. Von http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EV_PHEV_Roadmap.pdf abgerufen
- IEE, Hisashi Hoshi. (2013). Japan's Energy Supply after Fukushima. 5. Deutsch-Japanisches Umweltdialogforum Berlin.
- Inada, T. (2011). Thermal Management Materials. Hitachi Chemical Technical Report No. 54.
- Inagaki, K., & Fukase, A. (30. November 2012). KKR Can't Crack Japan's Deal Club. The Wall Street Journal.
- Inagaki, M., & Kuroda, K. (12. März 2007). www.SDCExec.com. Von Global Focus: Supply Chain Management in Japan: <http://www.sdccxec.com/article/10289786/global-focus-supply-chain-management-in-japan> abgerufen
- Insdio Prod.& waqi.info. (17. September 2013). <http://aqicn.org/map/japan/>. Von Air Pollution in Japan: Real-time Air Quality Index Visual Map: <http://aqicn.org/map/japan/> abgerufen
- Intersolar Europe. (2012). www.cleanthinking.de. Abgerufen am 09. September 2013 von <http://www.cleanthinking.de/energiespeicher-news-aussteller-der-intersolar-europe-brillieren-mit-innovationen-im-bereich-energiespeicher/27311>
- Investopedia. (2013). www.investopedia.com. Von <http://www.investopedia.com/terms/j/jgb.asp> abgerufen
- IPHE. (15. Juni 2010). International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy. Von http://www.iphe.net/docs/Events/uct/final_docs/Ulm_Workshop_Report_FINAL.pdf abgerufen
- ITOCHU Corporation. (kein Datum). ITOCHU Corporation. Abgerufen am 30. August 2013 von <http://www.itochu.co.jp/en/>

- JAMA. (24. September 2009). Fact Sheet Japanese Government Incentives for the Purchase of Environmentally Friendly Vehicles. Von www.jama.org: <http://jama.org/pdf/FactSheet10-2009-09-24.pdf> abgerufen
- JAMA. (2011). JAMA- Japan Automobile Manufacturers Association. Von <http://jama.org> abgerufen
- JAMA Europe. (22. Januar 2013). Abgerufen am 22. August 2013 von http://www.jama-english.jp/europe/news/2013/no_2/index.html
- Japan National Tourism Organization. (2012). Statistical Information. Von <http://www.jnto.go.jp/eng/ttp/sta/PDF/E2012.pdf> abgerufen
- Japan Parking Association. (2013). Parking 2013. Von <http://www.japan-pa.or.jp/202/202seibijyoukyou2.pdf> abgerufen
- Japanmarkt, Pascal Gudorf. (2010). Markteinstieg in Japan – 10 Schritte zum Erfolg.
- JARC. (2013). <http://www.jarc.or.jp/en/recycling/>.
- JARI. (2013). Japan Automobile Research Institute. Von <http://www.jari.or.jp/english/> abgerufen
- JETRO. (2013). Japan External Trade Organization: Investieren in Japan/Laws. Abgerufen am 11. September 2013 von http://www.jetro.go.jp/de/invest/setting_up/laws/
- JETRO. (2013). Japan External Trade Organization: Investieren in Japan/whyjapan. Von http://www.jetro.go.jp/de/invest/whyjapan/10a_9.html abgerufen
- JETRO. (2013). Japan External Trade Organization: Investing in Japan/Region. Von Industrial Cluster Information: <http://www.jetro.go.jp/en/invest/region/icinfo/> abgerufen
- JFS. (16. Mai 2008). Kanazawa Introduces Online Trip-Planning to Promote Park-and-Ride Commuting. Japan for Sustainability.
- JISC. (2013). Japanese Industrial Standardization Committee. Von <http://www.jisc.go.jp/jis-act/> abgerufen
- JOGMEC. (24. April 2006). Regulations on Rechargeable Batteries Recycling in Japan. Von Environmental and Economic Committees (EEC) of INSG: http://www.insg.org/presents/Mr_Kunitomo.pdf abgerufen
- JRC, E. &. (2011). Well-to-Wheel Analysis of Future Future Automotive Fuels and Powertrains in the European Context. Report, European Commission.
- JSA. (2013). Von http://www.jsa.or.jp/default_english.asp abgerufen
- JSAE. (2007). The Automobile in the Year 2030. Tokio: Society of Automotive Engineers of Japan, Inc.
- JSCA. (2013). Japan Smart Community Alliance. Von <https://www.smart-japan.org/> abgerufen
- JST. (2009). Japan Science and TEchnology Agency. Von <http://www.jst.go.jp/EN/> abgerufen
- JST-LCS. (2012). Center for Low Carbon Society. Von <http://www.jst-lcs.jp/en/> abgerufen
- just-auto. (21. Oktober 2013). Von http://www.just-auto.com/news/mitsubishi-europe-starts-outlander-phev-sales_id139351.aspx?utm_source=feedly abgerufen
- Kawashima, H. (2013). Evaluation of Automated Driving from the behavioral pattern of uses. 20th ITS World Congress, Tokyo.
- KBA - Kraftfahrtbundesamt. (2013). www.kba.de. Von http://www.kba.de/nn_125398/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/bestand_node.html?nnn=true abgerufen
- KEB Antriebstechnik GmbH. (2013). www.keb.de. Von http://www.keb.de/no_cache/de/kontakt/keb-weltweit.html abgerufen
- Keizai Doyukai. (2003). www.doyukai.or.jp/ajbm/about/. Abgerufen am 07. Oktober 2013 von <http://www.doyukai.or.jp/ajbm/about/>
- Keyvan. (22. Mai 2013). www.gruenautos.com. Von <http://www.gruenautos.com/2013/05/smart-mobility-park-intelligente-ladestationen-von-toyota-ab-herbst-2013-in-betrieb/> abgerufen

- King, D. (2013). Nissan New Mobility Concept enters carsharing service in Japan. green.autoblog.com.
- Koitabashi, T., Shiraishi, T., & Itoh, M. (08. April 2013). Panasonic Aims to Become Top-tier Manufacturer of Auto Parts. NIKKEI BUSINESS PUBLICATIONS.
- Korthauer, R. (2013). Handbuch Elektromobilität. Frankfurt am Main: EW Medien und Kongresse.
- Kubo, S. (05. September 2012). The Asahi Shimbun. Von <http://ajw.asahi.com/article/economy/business/AJ201209050047> abgerufen
- Kyodo. (29. Februar 2012). Car-sharing a no-brainer for the cost-conscious among us. The Japan Times News. Von <http://data.worldbank.org/country/japan> abgerufen
- Kyodo. (16. Mai 2013). Enhanced English education sought in Japanese elementary schools. The Japan Times News.
- Legal Station. (01. Oktober 2008). Von <http://www.legal-station.jp/2008/10/law-of-employment-measures-act.html> abgerufen
- Lindner, U. (2008). Bürger für Technik. Von <http://buerger-fuer-technik.de/energiespeicherung.html> abgerufen
- Lunz, B., & Sauer, D. U. (20. Januar 2010). Ergebnisse der VDE-Speicherstudie. RWTH Aachen, Ulm.
- Mackie, V. (2010). Managing borders and managing bodies in contemporary Japan. Journal of the Asia Pacific Economy (15), S. 71-85. Von http://en.wikipedia.org/wiki/Labor_market_of_Japan abgerufen
- Mann + Hummel. (kein Datum). Von <https://www.mann-hummel.com/de/corp/gruppe/standorte/japan/> abgerufen
- Marchetti, N. (2013). Japan, Automakers Go All In on Massive EV Charging Plan. greentechgrid.
- Martin, J. (19. Juli 2012). Kyocera's Energy Management System: An integrated battery storage solution. Solar Choice Newsletter.
- Mc Kinsey Tokio Brian Salsberg. (2010). The new Japanese consumer.
- McGuire, S. (04. August 2011). www.neontommy.com. Von <http://www.neontommy.com/news/2011/08/nissan-leaf-electric-vehicle-can-power-house> abgerufen
- Mein Elektroauto. (12. 07 2013). www.mein-elektroauto.com. Von <http://www.mein-elektroauto.com/2013/07/better-place-wurde-an-sunrise-verkauft-und-darf-auch-in-zukunft-batterien-von-elektroautos-wechseln/10217/> abgerufen
- Meißner, H.-R. (2009). Automobilproduktion in der Prozess- oder Wertschöpfungskette. Brannenburg.
- Mercer, C. M., & IPA, F.-I. f. (2003). Future Automotive Industry Structure (FAST) 2015. Innovations-Report.
- METI. (2010). Next Generation Vehicle Plan 2010. Von www.meti.go.jp: <http://www.meti.go.jp/english/press/data/pdf/N-G-V2.pdf> abgerufen
- METI. (2012). METI. Abgerufen am 20. August 2013 von http://www.meti.go.jp/committee/chotatsu_kakaku/pdf/011_03_00.pdf
- METI. (2013). METI. Von <http://www.meti.go.jp/english/index.html> abgerufen
- METI, Tomohisa Maruyama. (13. November 2013). persönliche Mitteilung. Barcelona, Spanien: Deputy Director of the Electric Vehicle and Advanced Technology Office, METI.
- METI, Agency for Natural Resources and Energy. (2010). Energy in Japan 2010. Tokio.
- METI, Kenji Miura. (2011). Japan's Approach and Perspective on Next-Generation Vehicle.
- Metzger, M. (18. August 2011). Globalisierung, Finanzmärkte und Entwicklungsländer. Friedrich-Ebert-Stiftung Online Akademie.

- Micromachine Center. (2012). MMC. Von <http://www.mmc.or.jp/e/outline-e/activities.html> abgerufen
- Ministry of Internal Affairs and Communications. (2008). Japan Statistics Yearbook. Von <http://www.stat.go.jp/english/data/nenkan/1431-02.htm> abgerufen
- Mitsubishi Electric Corp., Kengo Tanaka. (2013). Home Energy Management System with the use of EV. 5. Deutsch-Japanisches Umweltdialogforum Berlin.
- MLIT. (2012). ITS Initiatives in Japan. Von <http://passthrough.fw-notify.net/download/787620/http://www.mlit.go.jp/road/ITS/pdf/ITSinitiativesinJapan.pdf> abgerufen
- MLIT. (2012). www.mlit.go.jp/road/ITS/. Von <http://www.mlit.go.jp/road/ITS/> abgerufen
- MLIT, Okumura. (15-19. Juli 2013). Vehicle Automation: TRB@ Stanford. TRB Workshop Stanford. Von <http://www.vehicleautomation.org/> abgerufen
- MTSU, Cliff Welborne. (2012). Nissan Case Study. Von <http://capone.mtsu.edu/berc/tnbiz/supply/nissan.pdf> abgerufen
- Nannichi, K. (24. Oktober 2013). Denso shows off smart charging system for electric cars. The Asahi Shimbun.
- NEDO. (2013 - 2014). Profile of NEDO. Von <http://passthrough.fw-notify.net/download/035367/http://www.nedo.go.jp/content/100504274.pdf> abgerufen
- NEDO. (2013). NEDO. Von <http://www.nedo.go.jp/english/index.html> abgerufen
- NEDO, Hiroshi Kuniyoshi. (2013). Activities for Addressing Energy and Environmental Issues. 5. Deutsch-Japanisches Umweltdialogforum Berlin.
- NEDO, Nozomi Sagara. (2013). Outline of NEDO's projects for recycling rare earth magnets. 5. Deutsch-Japanisches Umweltdialog-Forum Berlin.
- NEDO, Sadao Wasaka. (2013). Smart Communities and Next Generation Vehicles.
- NEDO, Takafumi Satoh. (2013). Current Status in ongoing Japan's Smart Community Pilot Projects. 5. Japanisch-Deutsches Umweltdialogforum Berlin.
- NewFleet. (07. August 2013). <http://www.newfleet.de>. Abgerufen am 2013 von <http://www.newfleet.de/news/artikel/lesen/2013/08/mobilitaetsangebot-fuer-nissan-leaf-neufahrzeugkaeuer-52858/>
- NHK. (2010).
- Nikkei Business Publications, INC., Hiroshi Sagimori. (01. Dezember 2009). The Mystery of Sony's "Venture into Automotive Batteries". News in Depth.
- NTT DOCOMO Inc., Murakami. (2011). Approach to "Smart" Project.
- NTT Facilities, Keiichi Hirose. (2013). Performance of the Sendai Microgrid during and after the March 11 disaster. 5. Deutsch-Japanisches Umweltdialogforum Berlin.
- Oliver S. Kaiser, S. M. (2011). ITA-Monitoring. Kurzstudie, KIT Karlsruhe Institute of Technology.
- Panasonic. (09. September 2013). Von http://panasonic.net/energy/storage_battery/index.html abgerufen
- Pander, J. (14. November 2012). www.spiegel.de. Von <http://www.spiegel.de/auto/aktuell/mit-zunehmender-standardisierung-steigt-das-risiko-von-massenrueckrufen-a-867216.html> abgerufen
- ReCharge- The European Association for Advanced Rechargeable Batteries. (2013). Brüssel.
- REN21. (2012). RenewableS 2012- Global Status Report. Von http://www.map.ren21.net/GSR/GSR2012_low.pdf abgerufen
- RIETI. (21. Juni 2011). "Japan Plus One" Implies a boom of Japanese Investment in China. Alltanys Newspaper Guide.
- Roland Berger Strategy Consultants Q1. (2013). Index Elektromobilität Q1/2013. Automotive Competence Center & Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen mbH Aachen. Aachen: http://www.rolandberger.de/media/pdf/Roland_Berger_E-Mobility_Index_final_D_20130521.pdf.

- Roland Berger Strategy Consultants Q3. (2013). Index Elektromobilität Q3/2013. Automotive Competence Center & Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen mbH Aachen. Aachen: http://www.rolandberger.de/media/pdf/Roland_Berger_E_Mobility_Index_Q3_D_2013_0905.pdf.
- Sauer, D. U. (2009). Elektrische Energiespeicher in Hybrid und Elektrofahrzeugen. In R. Aachen (Hrsg.). Berlin.
- Schaeffler AG Japan. (kein Datum). Schaeffler Japan . Von http://www.schaeffler.co.jp/content.schaeffler.jp/en/products_services/products_services.jsp abgerufen
- Schott, B., Püttner, A., Nieder, T., Maas, F., Rohn, M., & Mey, J. (August 2013). Entwicklung der Elektromobilität in Deutschland im internationalen Vergleich und Analysen zum Stromverbrauch.
- Shimizu, P. (10. November 2013). persönliche Mitteilung. Tokio, Japan.
- Siemens. (November 2012). Siemens in Japan. Abgerufen am 02. September 2013 von http://www.siemens.com/about/pool/regions/siemens_japan_de.pdf
- SIM-Drive. (02. Oktober 2012). Radnabenmotor ist besser. Handelsblatt. Von <http://www.handelsblatt.com/auto/test-technik/hiroshi-shimizu-radnabenmotor-ist-besser/7206866-2.html> abgerufen
- SIM-Drive. (26. August 2013). www.sim-drive.com. Von <http://www.sim-drive.com/english/index.html> abgerufen
- Slowak, A. P. (2012). Universität Hoffenheim. Von FZID Discussion Papers: https://www.uni-hohenheim.de/fileadmin/einrichtungen/fzid/CC_Competence_Center/fzid_dp_2012_51_gerybadze.pdf abgerufen
- Spiegel.de. (29. Juli 2013). www.spiegel.de. Von <http://www.spiegel.de/auto/aktuell/japanische-autobauer-investieren-in-stromtankstellen-a-913692.html> abgerufen
- Spohr, F. (26. September 2007). Der Mann, der alle Parkplätze der USA zählt. Die Welt.
- Statistics Bureau, Ministry of Finance. (2011). Trade Statistics of Japan. Von e-stat: <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/OtherListE.do?bid=000001008804&cycode=1> abgerufen
- Sunderland, F. (15. November 2013). TheGreenCarWebsite.co.uk. Von <http://www.thegreencarwebsite.co.uk/blog/index.php/2013/07/26/daimler-dominates-german-ev-market/> abgerufen
- Sydow, J., & Wilhelm, M. (2007). Unternehmenskooperation entlang der Wertschöpfungskette- Implikationen für das Marketing von Automobilherstellern. Advanced Institute of Management Research (AIM)/Freie Universität Berlin, Betriebswirtschaftslehre/Management. London/Berlin: Thexis.
- Takada, H. (2012). Introduction to Automotive Embedded Systems. Voronzhe State University.
- TEPCO. (2012). Abgerufen am 20. August 2013 von <http://www.tepco.co.jp/e-rates/individual/kaitei2012/index-j.html>
- Tesla Motors. (2013). www.teslamotors.com. Von <http://www.teslamotors.com/batteryswap> abgerufen
- The World Bank. (2012). The World Bank/Country. Von <http://data.worldbank.org/country/japan> abgerufen
- The World Bank. (2012). The World Bank/Data. Abgerufen am 2013 von <http://data.worldbank.org/indicator/IS.VEH.PCAR.P3>
- Toshiba Corporation, Toshiaki Asano. (2013). Battery Energy Storage in Smart Grid.
- Toshiba, Toshiaki Asano. (2013). Battery Energy Storage in Smart Grids. 5. Deutsch-Japanisches Umweltdialogforum Berlin.

- Toyota. (28. August 2013). www.electric-vehiclenews.com. Von <http://www.electric-vehiclenews.com/2013/08/toyota-to-add-wireless-charging-to-plug.html> abgerufen
- Toyota Press Release. (12. November 2012). Von <http://pressroom.toyota.com/releases/toyota+intelligent+transport+system+test+site+ja+pan+nov12.htm> abgerufen
- Toyota, Yutaka Matsumoto. (2013). Sustainable Mobility Society with Demand side Energy Management. 5. Deutsch-Japanisches Umweltdialogforum Berlin.
- Twomey, B. (03. Dezember 2009). INVESTOPEDIA. Von Understanding Japanese Keiretsu: <http://www.investopedia.com/articles/economics/09/japanese-keiretsu.asp> abgerufen
- Uchimoto, Y., Abe, T., Tatsumi, K., & Yamaki, J.-I. (2012). Rising Battery Project. Von http://www.rising.saci.kyoto-u.ac.jp/pdf/RISING_Battery_Project_en.pdf abgerufen
- UMICORE, Frank Treffer. (2013). Batterierecycling- Ein nachhaltiger Weg zur Wiedergewinnung von wertvollen Batteriematerialien aus End-of-Life (H)EV-Batterien. 5. Japanisch-Deutsches Umweltdialogforum Berlin.
- VDA. (2011). Koordinierungsstelle der Industrie, Stand 11/10. Von Elektrisierende Entwicklungen: http://www.elektromobilitaet-vda.de/tl_files/vda03/content/pdf_artikel/vda_artikel_forschung_entwicklung_kapitel12.pdf abgerufen
- Watanabe, C., & Bloomberg. (20. August 2013). www.RenewableEnergyWorld.com. Von Japan Approves 19 GW of Commercial Solar in 2012 After Incentives: <http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2013/08/japan-approves-19-gw-of-commercial-solar-in-2012-after-incentives> abgerufen
- Weiller, C. (2013). Business models for electric vehicles: Lessons from the Japanese EV ecosystem.
- Weiller, C. (2013). Business Models for electric vehicles: Lessons from the Japanese EV ecosystem. IEA HEV-IA Book: "E-Mobility business models".
- Westlake, A. (24. Januar 2013). Toyota to sell new energy management system running in recycled Prius batteries. JDP.
- Windeck, C. (07. Februar 2013). Fujitsu und Panasonic legen Halbleitersparten zusammen. heise online.
- Wollersheim, O., & Gutsch, A. (2013). Elektrisch mobil und nachhaltig. Physik Journal, 1, S. 21-25.
- Worldsalaries.org. (2008). www.worldsalaries.org. Von Japan Average Salaries & Expenditures: <http://www.worldsalaries.org/japan.shtml> abgerufen
- worldsteelAssociation. (2013). Steel Solutions in the Green Economy- Future Steel Vehicle.
- Yamada, M. (2010). The Current Issue on Foreign Workers in Japan. Japan Labor Review Vol.7, 7(3).
- ZF Japan Co., Ltd. (kein Datum). www.zf.com/jp. Abgerufen am 02. September 2013 von http://www.zf.com/ap/content/en/japan/corporate_jp/homepage_jp/homepage.html
- Zubaryeva, A., & Thiel, C. (2013). Paving the way to electrified road transport. European Commission, Institute for Energy and Transport.

9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung des japanischen Bruttoinlandsproduktes 2004 bis 2014 (GTAI, 2013); * Schätzung	9
Abbildung 2: Importe und Exporte Japans 2008-2012 (Statistics Bureau, Ministry of Finance, 2011)	11
Abbildung 3: Alterspyramide der japanischen Bevölkerung in 2013, (Central Intelligence Agency (CIA), 2013)	12
Abbildung 4: Bruttonationaleinkommen (BNE) und Wachstumsrate des Bruttoinlandsprodukts (BIP) in Japan, aus (The World Bank/Country, 2012)	14
Abbildung 5: Auswirkungen des Erdbebens und Tsunamis auf die japanische Automobilproduktion, aus (METI, Kenji Miura, 2011)	19
Abbildung 6: F&E Bedarf Elektromobilität (eNOVA, 2012)	26
Abbildung 7 Theoretisches Szenario über die Speicherkapazität der Batterien von 6 Mio. Elektrofahrzeugen in 2030 in Deutschland, aus (Korthauer, 2013)	27
Abbildung 8: Weltweiter Bestand an Elektrofahrzeugen (EV, PHEV, FCEV) in Teilnehmerstaaten der Electric Vehicles Initiative (EVI), (IEA, 2013)	30
Abbildung 9: Weltweite Verkaufszahlen von BEVs und PHEVs (IEA, 2013)	32
Abbildung 10: Wettbewerbsposition der sieben führenden Autonationen; der Kreisdurchmesser ist ein Indikator für den Anteil von EV/PHEV am gesamten Fahrzeugmarkt (Roland Berger Strategy Consultants Q3, 2013).	33
Abbildung 11: Leistungs- und Energiedichten verschiedener Batteriesysteme (IEA: Technology Roadmap Electric and plug-in hybrid electric vehicles, 2011)	36
Abbildung 12: Battery Roadmap des METI (2006) (METI, Kenji Miura, 2011)	37
Abbildung 13: Beschreibung der Ziele für die technische Leistung und Kosten von Li-Ionen-Batterien von NEDO 2010 (ReCharge- The European Association for Advanced Rechargeable Batteries, 2013)	38
Abbildung 14: F&E-Technologie-Entwicklungsplanung von Toyota im Bereich Batterie- und Speichertechnologien 2008 (ReCharge- The European Association for Advanced Rechargeable Batteries, 2013)	40
Abbildung 15: EV/PHEV Towns (GrowthAnalysis, 2012)	45
Abbildung 16: Prinzip des berührungslosen Energietransfers (Brose-SEW, 2013)	49
Abbildung 17: Roadmap des MLIT für die Entwicklung von automatisiertem Fahren (Auto-Pilot-System) (MLIT 2013)	50
Abbildung 18: Vollautomatisiertes Ein-Personen-Fahrzeug „ROPITS“ von Hitachi (Hitachi Press Release, 2013)	51
Abbildung 19: Gesamte Recycling-Kette von Fahrzeugbatterien aus (H-)EV's, beginnend bei End-of-Life- Produkten (EOL), aus (UMICORE, Frank Treffer, 2013)	53
Abbildung 20: Exporte, Importe, Auslandsproduktion Automobile 2005-2011 (AHK Japan, 2012)	55

Abbildung 21: Importanteile nicht-japanischer Automobile 2011 nach Japan pro Land (Japan Customs, 2012)	55
Abbildung 22: Marktanteile Autmarkt Japan nach Umsatz 2011 (AHK Japan, 2012)	56
Abbildung 23: Zulieferstrukturen in der japanischen Automobilindustrie: Toyota Keiretsu (Blaxill & Eckardt, 2009)	59
Abbildung 24: Wandel in der internationalen Automobil-Zulieferstruktur: Von der Pyramide zum Netzwerk (VDA) (Meißner, 2009)	61
Abbildung 25: Standorte wichtiger japanischer und deutscher Automobilhersteller und Zulieferer in Japan nach Stand von Oktober 2013 (JETRO, 2013)	64
Abbildung 26: Energiemix in Japan 1965 - 2010 (Agency for Natural Resources and Energy (ANRE), 2012)	65
Abbildung 27: Energieverbrauch nach Sektor, bezogen auf das Jahr 2011 (Agency for Natural Resources and Energy (ANRE), 2013)	66
Abbildung 28: Elektrizitätsmix Japan 2012 (Federation of Electric Power Companies of Japan (FEPC), 2013)	67
Abbildung 29: Batteriehersteller für Automobilhersteller und ihre Produktionsvolumina (Roland Berger Strategy Consultants Q3, 2013)	70
Abbildung 30: Partnerschaften zwischen japanischen Batterieherstellern und Automobilherstellern (Nikkei Business Publications, INC., Hiroshi Sagimori, 2009)	70
Abbildung 31: Smart Community Concept (NEDO, Sadao Wasaka, 2013)	72
Abbildung 32: Smart Home von Nissan (2011)	73
Abbildung 33: Weltweite Verteilung der CHAdeMo-Schnellladestationen, Stand Juni 2012 (Slowak, 2012)	75
Abbildung 34: MittelfristszENARIO (20 Jahre) für Energiespeicher zur Netzregulierung (Lunz & Sauer, 2010)	80
Abbildung 35: Struktur der internationalen Standardisierungsaktivitäten in Japan, aus (METI, Kenji Miura, 2011)	82
Abbildung 36: International Standardization Roadmap des METI (METI, 2010)	83
Abbildung 37: Normungsgremien zu Elektrofahrzeugen, aus (Slowak, 2012)	84
Abbildung 38: Standardisierung der Steckerposition am Fahrzeug (Slowak, 2012)	86
Abbildung 39: Japan's Automobile Technology Roadmap (IPHE, 2010)	88
Abbildung 40: Überblick über die Förderung im Bereich Elektromobilität in Japan seit 1970, aus (AHK Japan, 2012)	89
Abbildung 41: Öffentliche F&E -Fördermittel im Bereich Elektromobilität weltweit, aus (IEA, 2013)	90
Abbildung 42: Übersicht "Replacement-" und "Non-Replacement-"Programme der "Green" Vehicle Purchasing Promotion Measures, aus (JAMA , 2009)	92
Abbildung 43: „Infrastructure Development Plan“ des METI 2010, aus (METI, 2010)	93
Abbildung 44: Anzahl ausländischer Arbeitnehmer in verschiedenen Branchen in Japan (2010), aus (Yamada, 2010)	99

Tabelle 1: Einspeisetarife für erneuerbare Energien Japan, Juli 2012 (METI, 2012)	21
Tabelle 2: Ziele des METI für die Verbreitung von Elektrofahrzeugen unterschiedlicher Antriebstechnologien, aus (GrowthAnalysis, 2012)	30
Tabelle 3: Marktreife Elektrofahrzeuge und Plug-In Hybride (GrowthAnalysis, 2012), nach Stand von Oktober 2013	31
Tabelle 4: NEDO Förderprogramme im Bereich Batterieforschung (ReCharge- The European Association for Advanced Rechargeable Batteries, 2013)	39
Tabelle 5: Relevante Komponenten und Zulieferunternehmen für Elektrofahrzeuge;	57
Tabelle 6: Steuerlast auf Unternehmenserlöse, 01. April 2012 - 31. März 2015 (JETRO, 2013)	101
Tabelle 7: Steuerlast auf Unternehmenserlöse, ab 01. April 2015 (JETRO, 2013)	101
Tabelle 8: Japanische Steuerabkommen (JETRO, 2013)	102