

Elektromobilität

Bericht des Arbeitskreises
„Verkehrsträgerübergreifende und EU-Angelegenheiten“
der GKVS für die Verkehrsministerkonferenz
am 19./20. November 2009

Oktober 2009

Vorsitz: Prof. Dr. Jürgen Pätzold,
Innenministerium Baden-Württemberg

Gliederung

1.	Einleitung	3
2.	Historie	4
3.	Entwicklungsstand	5
4.	Chancen der Elektromobilität	8
5.	Aktivitäten von Bund und Ländern	11
5.1	Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung	11
5.2	„Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie“	12
5.3	„Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie“	12
5.4	Förderprogramm des BMVBS „Modellregionen Elektromobilität“	13
6.	Verkehrliche Aspekte	15
6.1	Entwicklungstendenzen	15
6.2	Elektrisch unterstützte Zweiräder	16
6.3	Infrastruktur für Brennstoffzellen- und batterieelektrische Fahrzeuge	17
6.4	Benutzervorteile und Regelungsbedarf	18
7.	Ausblick	21

1. Einleitung

Elektromobilität kann auf eine lange Entwicklungsgeschichte zurückblicken. Im öffentlichen Verkehr (ÖV) wird sowohl der Fernverkehr als auch der Nahverkehr auf der Schiene weitgehend elektrisch betrieben. Im motorisierten Individualverkehr (MIV) wurde diese Entwicklung aber durch die Erfolge des Verbrennungsmotors gebremst. Mit der Entwicklung zunehmend leistungsfähiger Batterie- und Brennstoffzellensystemen erfährt die Elektromobilität jedoch weltweit ein wachsendes Interesse. Unterschiedlichste Varianten (teil-)elektrischer Antriebssysteme für Pkw, Nutzfahrzeuge und Zweiräder stehen dabei in Konkurrenz zu den konventionellen verbrennungsmotorischen Antrieben und Kraftstoffen, deren Entwicklungspotenziale ebenfalls noch nicht ausgeschöpft sind.

Die Vorteile der Elektromobilität liegen in der lokalen Emissionsfreiheit, im leisen Antrieb und können längerfristig je nach Art und Effizienz der Stromerzeugung auch zu einem geringeren CO₂-Ausstoß führen. In fahrzeugtechnischer Hinsicht ergeben sich Vorteile hinsichtlich Wartungsfreundlichkeit und größeren Freiheiten in der Fahrzeugkonzeption einschließlich Karosseriegestaltung.

Die Nachteile liegen insbesondere in den noch außerordentlich hohen Kosten, in der begrenzten Speicherkapazität und Zyklendifestigkeit von Batteriesystemen sowie in dem erforderlichen Aufbau der Lade- und Wasserstoffinfrastruktur. Letztlich besteht noch ein hoher Forschungs- und Entwicklungsbedarf bei Fahrzeugen und Komponenten. Das von der Bundesregierung im Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität gesetzte Ziel von einer Million Elektrofahrzeugen im Jahr 2020 entspricht einem Bestandsanteil von ca. 2 % des derzeitigen Pkw-Bestands.

Konventionelle Antriebe werden noch lange im Straßenverkehr dominieren und erst schrittweise durch Elektrofahrzeuge ergänzt werden. Die kontinuierliche Weiterentwicklung verbrennungsmotorischer Antriebe bleibt deshalb weiterhin eine zentrale Aufgabe. Mit den Fortschritten in der Elektromobilität eröffnet sich jedoch die Option eines effizienten, leisen und lokal schadstofffreien sowie von Mineralölprodukten unabhängigen Straßenverkehrs mit neu definierten Fahrzeugen.

2. Historie

In der Frühzeit der Automobile war der Elektroantrieb dem Verbrennungsmotor technisch überlegen. Er wurde erst nach 1900 schrittweise verdrängt, da die Elektrofahrzeuge, die auf schwere Akkus mit langer Ladezeit angewiesen waren, in ihrer Reichweite und Transportleistung verbrennungsmotorisch angetriebenen Fahrzeugen unterlegen waren.

Allerdings hatte der batterieelektrische Antrieb auch weiterhin Bestand in Bereichen mit besonders hohen Emissionsanforderungen wie beispielsweise bei Flurförderfahrzeugen für geschlossene Räume.

In den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts wurden verschiedene Versuchsfahrzeuge entwickelt, doch mit keinem der Modelle wurde ein Durchbruch erreicht. Erst die Entwicklung von leistungsfähigeren Batterien in jüngerer Zeit aufgrund der Verwendung neuer Materialien und einer erhöhten Nachfrage insbesondere nach Laptops und Handys schuf die Voraussetzung für alltagstauglichere batterieelektrische Autos und Zweiräder.

Hohe weltweite Aufmerksamkeit und überraschend hohe Verkaufszahlen erreichten vor einiger Zeit jedoch zunächst nicht Straßenfahrzeuge mit batterieelektrischen Antrieben, sondern Hybrid-Pkw mit ihrer Kombination von Verbrennungsmotor und Elektroantrieb.

Brennstoffzellenfahrzeuge mit Wasserstoff als Energieträger werden seit einigen Jahren in Kleinflotten sowie zunehmend als Einzelfahrzeuge unter Alltagsbedingungen in Kundenhand erprobt und befinden sich ebenfalls auf der Schwelle zur Marktfähigkeit. Daneben besteht noch als weitere Option zur Nutzung von Wasserstoff als Energieträger der Einsatz in leicht modifizierten Verbrennungsmotoren, wie es z. B. mit der Versuchsflotte von BMW aufgezeigt wurde.

Angesichts des Klimawandels, einer drohenden Verknappung und Verteuerung von Mineralöl sowie vor dem Hintergrund der Fortschritte bei der Entwicklung batteriegepeicherter elektrischer Antriebe erfährt das Thema Elektromobilität in ihren unterschied-

lichen Varianten aktuell ein stark wachsendes Interesse von politischer wie auch industrieller Seite. Die weitere Entwicklung wird von zahlreichen technisch-wissenschaftlichen, wirtschaftlichen und politischen Faktoren beeinflusst werden. Einen wesentlichen Einfluss haben dabei weitere Verbrauchsminderungserfolge konkurrierender konventioneller Verbrennungsantriebe, wie die bekannten „Blue Motion“- oder „Blue Efficiency“-Modellreihen.

3. Entwicklungsstand

Elektromobilität erzielt derzeit in allen verkehrlichen Anwendungsbereichen insbesondere eine hohe Aufmerksamkeit der Komponentenhersteller und der Automobilindustrie. Die Palette der Anwendungen reicht von der Optimierung traditionell elektrisch betriebener Schienenfahrzeuge über den Straßenverkehr mit Batterie- und Brennstoffzellenfahrzeugen für unterschiedliche Einsatz- und Anwendungsbereiche sowie den Einsatz von Brennstoffzellensystemen auf Schiffen zur on-board-Energieversorgung bis zu ersten brennstoffzellenbasierten Elektroseglern als Versuchsträger.

Die Entwicklungen im Straßenverkehr lassen sich grob in vier Bereiche einteilen:

- **Elektrisch unterstützte oder angetriebene Zweiräder**

Fahrräder, bei denen die aufgebrachte Pedalkraft elektrisch verstärkt wird, werden als Pedelects (**Pedal Electric Cycle**) bezeichnet. Der abnehmbare Akku wird an der Haushaltssteckdose geladen. E-Bikes sind dagegen rein elektrisch betriebene Zweiräder. Allerdings ist zu beachten, dass die Begriffe nicht eindeutig definiert sind und unterschiedlich verwendet werden.

- **Hybridfahrzeuge**

Hybridfahrzeuge werden in einer Kombination aus konventionellem und elektrischem Antrieb in den unterschiedlichsten Varianten entwickelt und verhalten sich im Straßenverkehr wie konventionelle Fahrzeuge. Alle führenden Hersteller bieten bereits Hybridfahrzeuge an und/oder haben zahlreiche Modelle mit unterschiedlichen Hybridisierungsgraden angekündigt. Dabei existieren zahlreiche Zwischenlösungen mit unterschiedlichem Beitrag der Elektrokomponenten zum Fahrzeug-

antrieb. Den Vorteilen der hohen Reichweiten und der Unabhängigkeit von öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur stehen die begrenzten Umwelteffekte sowie Aufwand, Volumen und Gewicht für den doppelten Antrieb gegenüber. Hybridfahrzeuge werden vielfach als Übergangslösung zum rein batterieelektrischen Antrieb angesehen. Insbesondere für schwere Nutzfahrzeuge und Busse ist dieses mittelfristig die sich anbietende Lösung zur Nutzung von Elektroenergie.

Vergleich von Elektrofahrzeugen zu anderen Fahrzeugtypen

Fahrzeugtyp	Akronym	Anteil der Nutzung des Stromnetzes für die Batteriespeisung	Gegenstand des Nationalen Entwicklungsplans Elektromobilität	Typische Charakteristika
Elektrofahrzeug	BEV (Battery Electric Vehicle)	100 %	ja	<ul style="list-style-type: none"> • Elektromotor mit am Netz aufladbarer Batterie • Personenkraftwagen, aber auch Zweiräder • Hohes Potenzial zur CO₂-Reduktion durch Nutzung erneuerbarer Energien
Elektrofahrzeuge mit Reichweitenverlängerung	REEV (Range Extended Electric Vehicle)	teilweise, abhängig von Batteriereichweite und Nutzung	ja	<ul style="list-style-type: none"> • Elektromotor mit am Netz aufladbarer Batterie • Modifizierter Verbrennungsmotor kleiner Leistung oder Brennstoffzelle
Plug-In-Hybridfahrzeug	PHEV (Plug-In Hybrid Electric Vehicle)	teilweise, abhängig von Batteriereichweite und Nutzung	ja	<ul style="list-style-type: none"> • Elektromotor mit am Netz aufladbarer Batterie • Kombination von klassischem Verbrennungsmotor und Elektromotor • PKW und auch Nutzfahrzeuge (z. B. Lieferverkehr)
Hybridfahrzeug	HEV (Hybrid Electric Vehicle)	Keine Netzanbindung	nein, jedoch wichtige Voraussetzung für die Entwicklung von PHEV und BEV	<ul style="list-style-type: none"> • Klassischer Verbrennungsmotor plus Elektromotor • Ladung der Batterie durch Rückgewinnung der Bremsenergie • PKW und Nutzfahrzeuge
Brennstoffzellenfahrzeug	FCHEV (Fuel Cell Hybrid Electric Vehicle)	Keine Netzanbindung	nein (Nutzung von Synergien über den Austausch mit dem NIP)	<ul style="list-style-type: none"> • Elektromotor mit Brennstoffzelle zur Energieversorgung

Quelle: Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität

• Brennstoffzellenfahrzeuge

In der Brennstoffzellenvariante wird der konventionelle Verbrennungsmotor durch die Strom liefernde Brennstoffzelle ersetzt und der erzeugte Strom direkt in Vortrieb umgesetzt oder über eine Batterie gepuffert. Brennstoffzellenfahrzeuge benötigen ein ausreichend dichtes Netz an Wasserstofftankstellen.

• Batterieelektrische Kfz

Rein batterieelektrisch betriebene Fahrzeuge benötigen aufgrund der begrenzten Reichweiten ein dichtes Netz von Ladestationen. Wesentlich für die Alltagstauglichkeit sind die Zugänglichkeit von Ladestationen sowie der Zeitbedarf für eine

Aufladung. Als Alternativen werden Ladestationen mit Akkuwechsel oder einer langfristig denkbaren induktiven Aufladung diskutiert.

Die Entwicklung der E-Mobilität wird weltweit vorangetrieben und vielfach durch staatliche Förderprogramme unterstützt. So haben außer Deutschland auch einige andere Industriestaaten konkrete Programme für die Elektromobilität aufgelegt. Genannt werden vielfach:

- Frankreich will in den kommenden vier Jahren Forschung und Entwicklung für Hybrid- und Elektrofahrzeuge mit einem Gesamtbudget von 400 Millionen Euro fördern. Daneben werden mit einem Bonus/Malus-System Kaufzuschüsse für Fahrzeuge mit geringem CO₂-Ausstoß gegeben, die bei weniger als 60g CO₂/km 5.000 Euro betragen.
- In Großbritannien wird 2009 im Rahmen des Low Carbon Vehicle Program die Forschung und Entwicklung von Subkomponenten für Elektro- und Hybridfahrzeuge gefördert. Zudem wird es Kaufzuschüsse für die ersten Elektro- und Plug-In-Hybridfahrzeuge geben.
- China fördert mit einem ca. eine Milliarde Euro Fonds technologische Innovationen im Bereich effizientere Antriebstechnologien und unterstützt den Ausbau von über 10 Pilotregionen mit insgesamt mehr als 10.000 Fahrzeugen und ca. zwei Milliarden Euro für die Dauer von 2009-2011.
- Die US-Regierung hat ein umfassendes Batterie- und Brennstoffzellenprogramm aufgesetzt und plant, 150 Milliarden Dollar in Energietechnologie über die nächsten 10 Jahre hinweg zu investieren und weitere zwei Milliarden Dollar, um fortschrittliche Batterie-Technologie und Komponenten für Elektrofahrzeuge voranzutreiben.
- Auch Japan unterstützt die Batterie- und Brennstoffzellentechnologie mit umfassenden Programmen. Mit 200 Millionen US-Dollar über fünf Jahre wird die Entwicklung verbesserter Traktionsbatterien mit dem Ziel der Halbierung der Zellkosten bis 2010 gefördert.

Weltweit bilden Unternehmen Allianzen zur Know How-Bündelung und zur Senkung der Entwicklungsaufwendungen für Brennstoffzellensysteme und Elektromobilität.

4. Chancen der Elektromobilität

- **Sicherung der Energieversorgung**

Fahren mit elektrischem Strom kann die weitgehende Abhängigkeit des Kraftfahrzeugverkehrs von Ölimporten und die damit verbundenen volkswirtschaftlichen Risiken vermindern. Allerdings gibt es eine Importabhängigkeit auch bei den in der Stromerzeugung genutzten Primärenergien Kohle, Gas und Atom. Die Elektromobilität ermöglicht gleichwohl eine gewisse Diversifizierung der für Mobilität eingesetzten Primärenergieträger. Mit dem Ausbau der Elektromobilität wird teilweise der Wunsch nach einer regenerativen Strombereitstellung verbunden. Mittel- und langfristig könnten jedoch Nutzungskonkurrenzen möglich sein, wenn die Nachfrage nach elektrischem Strom aus erneuerbaren Energien durch eine rasche Verbreitung der Elektromobilität das Angebot übersteigt.

- **Klimaschutz und Effizienzsteigerung**

Elektromobilität kann langfristig einen signifikanten Beitrag zur Verringerung der CO₂-Emissionen im Verkehrssektor leisten. Der Pkw-Verkehr verursacht ca. 14 % der Emissionen des für den Treibhauseffekt mitverantwortlichen Gases CO₂ in Deutschland. In der Phase der Markteinführung kann der Strombedarf von Elektrofahrzeugen vom bestehenden Stromangebot abgedeckt werden. So würde laut Nationalem Entwicklungsplan Elektromobilität eine Million vollelektrischer Pkw nur ca. 0,3 % des aktuellen Gesamtstromverbrauchs benötigen.

In der Studie „GermanHy“ des BMVBS (gemeinsam mit dena, Wuppertal Institut, LBST, Forschungszentrum Karlsruhe, Fraunhofer ISI und NOW GmbH) werden Empfehlungen für eine Wasserstoff-Roadmap entwickelt und aufgezeigt, dass unter bestimmten Voraussetzungen der Einsatz von Wasserstoff im Straßenverkehr die CO₂-Emissionen bis 2050 um bis zu 80 % reduzieren kann (siehe: www.dena.de).

- **Ausbau des Technologie- und Industriestandortes**

Deutschland kann zum Leitmarkt für Elektromobilität werden und der deutschen Wirtschaft einen neuen Innovationsschub bringen. Die Automobilindustrie ist eine der wichtigsten Exportbranchen der deutschen Wirtschaft. Die Fahrzeuge deutscher Hersteller werden weltweit als innovativ, sicher und zuverlässig geschätzt.

Strategische Kooperationen bei der Elektrifizierung des Antriebsstrangs mit den traditionell gut aufgestellten deutschen Automobilzulieferern könnten einen erheblichen Innovationsschub für die deutsche Automobilindustrie bewirken, der die gesamte Volkswirtschaft stärkt.

- **Verringerung lokaler Emissionen**

Elektrofahrzeuge können die Städte von Schadstoffen und Lärm entlasten und so die Lebensqualität steigern. Innenstädte und Ballungsräume sind durch verkehrsbedingte Emissionen teilweise stark beeinträchtigt. Sowohl der Bedarf an Maßnahmen zur Minderung von Lärm-, Stickoxid- und Feinstaubemissionen in Ballungsräumen, wie auch der zunehmende Standortwettbewerb von Gemeinden und Regionen als nachhaltige Lebens- und Arbeitsräume, beschleunigen den Wunsch nach einer schadstoff- und lärmarmen Mobilität nicht nur im städtischen Raum. Elektrofahrzeuge stoßen lokal keine Schadstoffe aus und sind zudem äußerst leise. Eine Elektrifizierung des gewerblichen Flotten- und Verteilerverkehrs bietet zusätzliches Potenzial, lokale Emissionen zu reduzieren.

- **Integration von Fahrzeugbatterien in das Stromnetz/**

- Wasserstoff als Energiespeicher**

Ein bisher noch visionärer Ansatz geht davon aus, dass Batteriefahrzeuge auch als Netzpuffer eingesetzt werden könnten. Sie könnten dann zur Verbesserung der Effizienz der Netze beitragen und damit auch den Ausbau erneuerbarer Energien fördern. Die intelligente Nutzung der Batterien von Elektrofahrzeugen als Stromzwischenpeicher könnte die Möglichkeit bieten, die Gesamteffizienz der Stromversorgung zu erhöhen. Dies würde über eine verbesserte Abnahme von Erzeugungsspitzen, Annäherung von Erzeugungs- und Lastkurven sowie perspektivisch auch durch Bereitstellung von Regelenergie geschehen. Allerdings setzt diese Konzeption eine sehr hohe Zahl von Elektrofahrzeugen voraus. Auch die damit verbundene Reduzierung der Batterielebensdauer ist dem gegenüberzustellen.

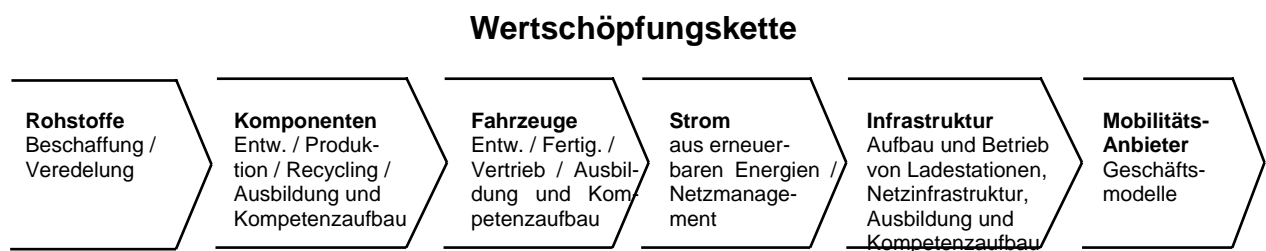
Auch Wasserstoff kann einen bedeutenden Beitrag als Speichermedium für erneuerbare Energiequellen leisten. Erste Projekte, wie etwa des Windenergieunternehmens ENERTRAG oder eventuell im Rahmen des „Wüstenenergieprojekts DeserTec“, sind dafür Beispiele.

• **Neue Mobilität**

Elektrofahrzeuge können ein Baustein für intermodale und multimodale Mobilitätskonzepte der Zukunft sein. Die Formen heutiger Mobilität werden sich verändern. Sie werden vielfältiger und individueller. Fortschrittliche Mobilitätskonzepte passen sich diesen Entwicklungen an und tragen dazu bei, die Lebensqualität vor allem in Ballungsräumen deutlich zu erhöhen. In das traditionelle Angebot des öffentlichen Verkehrs angebotsseitig und tariflich integrierte individuelle und elektrisch betriebene Mobilitätsdienstleistungen sind ein Einführungspfad für Elektromobilität.

Flexible Mietfahrzeugkonzepte, wie das car2go-Projekt, das im März 2009 mit 200 konventionellen Smart in Ulm gestartet wurde, könnten mit leisen Elektrofahrzeugen in Ballungsräumen einen weiteren Attraktivitätsgewinn erzielen. Die Elektromobilität im MIV ist aber kein Ersatz für den bewährten ÖPNV.

Elektromobilität hat in letzter Konsequenz Auswirkungen von der Rohstoffbeschaffung über eine Neuorientierung der industriellen Produktion, auf neue Ausbildungsinhalte in der Kfz-Branche, auf flexible und innovative Formen der Strombereitstellung und -nutzung, auf zusätzliche Infrastrukturanforderungen bis hin zu neuen Geschäftsmodellen durch Mobilitätsanbieter.



Quelle: Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität

• **Offene Fragen**

Im Zuge einer breiten Einführung von Hybrid- und batterieelektrischen Fahrzeugen sind noch eine Reihe von Fragen zu klären bzw. Voraussetzungen zu erfüllen. Dies betrifft Themenbereiche wie:

- Verfügbarkeit von Batterierohstoffen (z. B. Lithium) und Materialkreisläufen
- Weiterentwicklung der technischen Sicherheit von Batteriefahrzeugen (Unfall, Rettungskräfte) und Batterieladevorgänge (Stromtankstellen)

- Regelung diskriminierungsfreier Zugänge zu Stromtankstellen
- EU-weite Standardisierung der Prüfung/Zulassung von Technikkomponenten
- Haftungs- und verkehrsrechtliche Fragen von Stromtankstellen im öffentlichen Straßenraum
- Städtebauliche Integration der Stromtankstellen (z. B. Kombination mit Parkscheinautomaten)
- straßenbauliche Integration von Induktionsmöglichkeiten
- EU-weit harmonisierte Einführungsstrategien

5. Aktivitäten von Bund und Ländern

Bund und Länder haben umfassende Aktivitäten zur Weiterentwicklung der Elektromobilität ergriffen. Dabei gibt es eine Vielzahl von Leitbeschlüssen sowie von Initiativen und Kooperationsformen zwischen Politik, Wissenschaft und Wirtschaft. Die Länder konzentrieren sich vielfach auf die Förderung der Forschungsinfrastruktur und ggf. damit verbundene Modellprojekte. Dabei besteht Forschungsbedarf vor allem in den Bereichen Batterietechnik, Netzeinbindung, Weiterentwicklung der Brennstoffzelle sowie Fahrzeugleichtbau. Als wesentliche Eckpunkte bundesweiter Maßnahmen seien herausgestellt:

5.1 Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung

Bereits im Konjunkturpaket II hatte die Bundesregierung für die Förderung von Forschung und Entwicklung zukunftsfähiger und nachhaltiger Mobilität Mittel in Höhe von 500 Millionen Euro bereitgestellt und am 19. August 2009 hat die Bundesregierung den Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität beschlossen.

Zentrale Ziele sind Entwicklung und Markteinführung von elektrisch betriebenen PKW, leichten Nutzfahrzeugen, Zweirädern (Elektroroller, Elektrofahrräder), Leichtfahrzeugen sowie Stadtbussen und anderen Fahrzeugen einschließlich ihrer technischen Komponenten wie Antriebsstränge und Stromversorgung, ihrer Infrastrukturen und der Schaffung der für Entwicklung und Einsatz erforderlichen Voraussetzungen.

Nach dem Plan sollen bis 2020 eine Million Elektrofahrzeuge in Deutschland fahren. Dies entspräche bei 50 Millionen Pkw einem Anteil von 2 %.

Zur Unterstützung der Markteinführung von Elektrofahrzeugen prüft die Bundesregierung im Rahmen des Nationalen Entwicklungsplans auch ein Marktanzreizprogramm. Das Programm soll Investitionsentscheidungen positiv beeinflussen, den Herstellern Planungssicherheit geben und den Absatz von Elektrofahrzeugen unterstützen.

5.2 „Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie“

Die aufgrund eines Bundestagsbeschlusses gegründete „Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie“ (NOW) zielt auf die drei Kernbereiche „Verkehr- und Wasserstoffinfrastruktur“, „stationäre Energieversorgung“ und „spezielle Märkte“ ab. Im Verkehrsbereich liegen die Ziele im Ausbau von Fahrzeugflotten und Wasserstoffinfrastruktur in Schlüsselregionen. Zudem soll die technologische Kompetenz einer leistungsfähigen Zulieferindustrie gestärkt werden. Ein wesentlicher Bestandteil ist die Durchführung von Leuchtturm-Projekten.

5.3 „Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie“

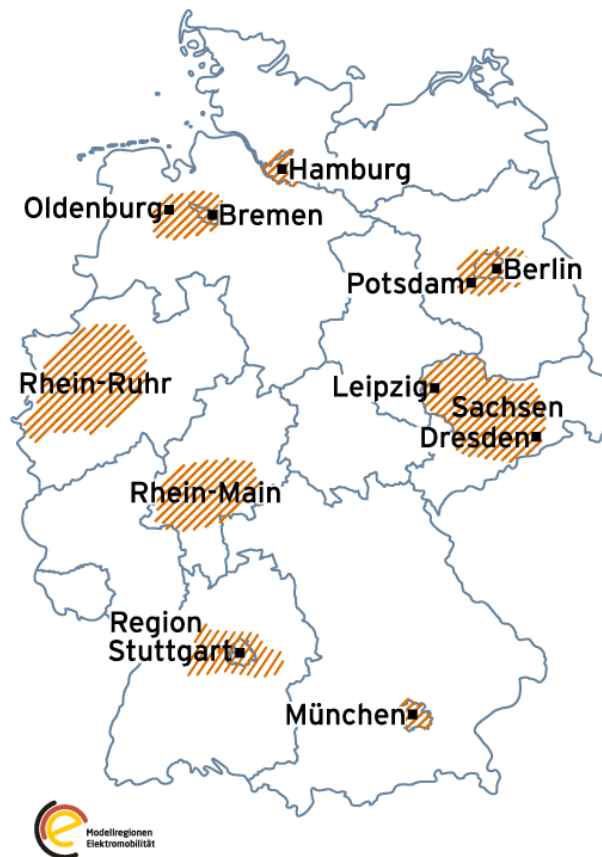
Die Umsetzung des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) wird von der NOW koordiniert und gesteuert. Zentrales Ziel ist die Bereitstellung einer flexiblen Plattform für die Akteure aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft.

Im Rahmen des NIP sollen ab 2011 in der dritten Ausbaustufe der Clean Energy Partnership (CEP) die Aktivitäten von Hamburg und Berlin auf weitere Städte ausgedehnt werden. Der Ausbau der notwendigen Infrastruktur mit Wasserstofftankstellen muss dabei schrittweise und in der Anfangszeit mit regionalen Konzentrationen erfolgen. Das NIP-Projektvolumen beträgt - seit dem Start im Sommer 2008 - bisher 720 Millionen Euro. Das Fördervolumen durch das NIP beträgt 345 Millionen Euro (48 %). Seit Jahresbeginn 2009 kamen - trotz Wirtschaftskrise - 73 Projektskizzen mit einem Volumen von 190 Millionen Euro hinzu (siehe auch: www.now-gmbh.de).

5.4 Förderprogramm des BMVBS „Modellregionen Elektromobilität“

Einen zentralen anwendungsorientierten Ansatz stellt das Förderprogramm „Modellregionen Elektromobilität“ dar. Von den im Rahmen des Konjunkturpakets II für Mobilitätsförderung bereitgestellten 500 Millionen Euro werden 115 Millionen Euro für den neuen Förderschwerpunkt „Modellregionen Elektromobilität“ zur Verfügung gestellt. Ziel ist die Förderung integrierter Elektro-Mobilitätskonzepte in ausgewählten Modellregionen einschließlich Infrastrukturausbau. Damit soll dieser Förderschwerpunkt eine neue und komplementäre zweite Säule zum bereits laufenden NIP bilden. Ziel ist die Entwicklung Deutschlands zum Leitmarkt für Elektromobilität in einem Zeitraum von 10 Jahren.

Übersicht über die Modellregionen Elektromobilität



Ausgewählt wurden die Modellregionen Hamburg, Bremen/Oldenburg, Rhein-Ruhr (mit zusätzlichen Schwerpunkten Aachen und Münster), Rhein-Main, Sachsen (mit Schwerpunkten Dresden und Leipzig), Stuttgart, München und Berlin-Potsdam.

In einem Wettbewerb zwischen den Modellregionen und durch unterschiedliche Konzepte und Angebotsformen innerhalb der Modellregionen soll Elektromobilität mit je-

weils unterschiedlichen Schwerpunkten integriert entwickelt werden. Dabei werden folgende Themen gezielt gefördert:

- Integration von Herstellern, Nutzern, Dienstleistern und Infrastrukturbetreibern sowie lokalen Akteuren (Kommunen etc.) in gemeinsame Mobilitätskonzepte
- Untersuchung des Mobilitätsverhaltens bei der Nutzung von Elektromobilität unter Alltagsbedingungen
- Demonstration von Pkw, Nutzfahrzeugen, ÖPNV und Zweirädern zum Nachweis der technischen Alltagstauglichkeit und Vorbereitung einer breiteren Markteinführung
- Integration unterschiedlicher Verkehrsträger
- Mobilitätsdienstleistungen wie Carsharing etc.
- neue Geschäftsmodelle

Bei der Förderung der Themenschwerpunkte in den jeweiligen Regionen sollen folgende Ziele verfolgt werden:

- Nutzung regionaler Anknüpfungspunkte in der Wertschöpfungskette Elektromobilität
- Übertragbarkeit durch regional und überregional abgestimmte Konzepte
- Einbeziehung motivierter regionaler Akteure (Vermeidung von „Insellösungen“)
- Berücksichtigung unterschiedlicher Erfordernisse („Subsidiarität“)
- Nutzung der Kreativität regionaler Initiativen
- Berücksichtigung von stadtplanerischen und städtebaulichen Aspekten

Die Gesamtkoordination aller Modellregionen erfolgt übergreifend durch eine Nationale Programmkoordination in engem Dialog mit den regionalen Projektleitstellen der Modellregionen. Die wesentlichen zu fördernden Aktivitäten sind vor allem:

- Bereitstellung und Einsatz von Fahrzeugen, eingebunden wenn möglich in städtische integrierte Mobilitätskonzepte
- PKW (E-Fahrzeuge, E-Fahrzeuge mit Range Extender, Plug-In)

- Transporter (E-Fahrzeuge, E-Fahrzeuge mit Range Extender, Plug-In)
- Busse (Hybride mit E-Fahrt-Fähigkeit)
- LKW (Hybride ohne E-Fahrt-Fähigkeit)
- Schienenfahrzeuge (Hybride mit oder ohne E-Fahrt-Fähigkeit)
- Motorräder (E-Fahrt-Fähigkeit)
- Fahrräder (E-Fahrt-Fähigkeit)

Dabei werden unterschiedliche Technologieoptionen und Entwicklungsstände berücksichtigt:

- Aufbau und Integration von Ladestationen im öffentlichen Raum/Sicherung eines diskriminierungsfreien Zugangs sowie einheitlicher Standards
- Projektentwicklung und Koordination in den Modellregionen, Umsetzung regional-spezifischer Ansätze

6. Verkehrliche Aspekte

6.1 Entwicklungstendenzen

Im Lauf des kommenden Jahrzehnts ist eine stetige Zunahme elektrisch betriebener Straßenfahrzeuge zu erwarten. Kurz- und mittelfristig sind bei den Straßenbaulastträgern Bund, Ländern und Kommunen keine besonderen Vorkehrungen zu treffen. Allerdings müssen erwartete Änderungen im Mobilitätsverhalten frühzeitig erkannt und ggf. verkehrsrechtliche Regelungen angepasst werden. Dabei kann von unterschiedlichen Entwicklungspfaden und Zeithorizonten ausgegangen werden.

Kurzfristig ist mit einer deutlichen Zunahme der Zahl elektrisch unterstützter Zweiräder zu rechnen sowie einer stärkeren Fahrradnutzung in Alltag und Freizeit bei gleichzeitig steigenden Durchschnittsgeschwindigkeiten.

Es ist davon auszugehen, dass die Zahl der Hybridfahrzeuge in verschiedensten Varianten kontinuierlich zunimmt, und dass sich diese in Infrastrukturanforderungen und Verkehrsverhalten nicht wesentlich von konventionellen Fahrzeugen unterscheiden.

Brennstoffzellenfahrzeuge werden ab 2010 zunächst in geringen Stückzahlen zunehmend in Kleinflotten in Kundenhand getestet und benötigen eine ausreichend flächige, zunächst jedoch in bestimmten Regionen verdichtete Infrastruktur an Wasserstofftankstellen.

Das Marktangebot rein batterieelektrisch betriebener Fahrzeuge wird schrittweise wachsen und ihre Anwendung sich auf spezielle Einsatz- und Nutzungsprofile konzentrieren. Ihre Verbreitung wird stark von der Gewährung von Benutzervorteilen und -anreizen sowie einem veränderten Käufer- und Nutzerverhalten beeinflusst.

6.2 Elektrisch unterstützte Zweiräder

Es ist davon auszugehen, dass in den kommenden Jahren eine hohe Nachfrage nach elektrisch angetriebenen oder unterstützten Zweirädern entstehen wird. Es steht eine ausreichend ausgereifte Technik mit einer akzeptablen Batteriereichweite zur Verfügung. Mit Preisen ab 1.500 Euro für hochwertige Modelle sind diese Zweiräder für breite Nutzergruppen erschwinglich. Ihr Verwendungsspektrum reicht vom unterstützenden Fahren für Personen mit Mobilitätseinschränkungen bis hin zu sportlichem Fahren. Elektroroller und Elektrofahrrad werden voraussichtlich als erste zu einer Verbreitung der Elektromobilität in Deutschland und Europa beitragen. Unterstützend wirken die reinen Stromverbrauchskosten bei elektrifizierten Zweiräder von unter einem Euro auf 100 km.

Aufgrund des dichten Stromnetzes bestehen faktisch überall Lademöglichkeiten. Der Einsatzschwerpunkt liegt im Nahbereich, die Ladung erfolgt in der Regel über Nacht sowie ggf. tagsüber am Arbeitsplatz. Im Freizeitbereich sind ein steigendes Nachfrageangebot und eine entsprechende touristische Vermarktung bei Hotellerie und Gastronomie in attraktiven Zielgebieten zu erwarten.

Im Zweiradbereich muss bei einer deutlich stärkeren Präsenz langsamer Fahrzeuge mit Elektroantrieben wie Elektrofahrrädern (Pedelecs) oder Elektrorollern mit Höchst-

geschwindigkeiten von 25 km/h oder 45 km/h frühzeitig geklärt werden, wie damit flüssige und vor allem sichere Verkehrsabläufe gewährleistet werden können. Auch stellt sich bei einer steigenden Zahl von Fahrrädern die Frage einer ggf. nötigen Anpassung der Radweggestaltung und Überarbeitung von verkehrsrechtlichen Vorgaben in der StVO. Bei steigendem Zweiradverkehr wird zwangsläufig die Straße wieder stärker genutzt werden.

6.3 Infrastruktur für Brennstoffzellen- und batterieelektrische Fahrzeuge

Prinzipiell ist die Aufladung von Elektrofahrzeugen an konventionellen Steckdosen möglich, aufgrund der langen Ladezeiten jedoch vielfach nicht praktikabel, so dass ein ausreichend dichtes Netz an Schnellladestationen längerfristig erforderlich wird. Wenngleich der Aufbau dieser Infrastruktur - wie beim Tankstellennetz - zunächst als Aufgabe privater Anbieter anzusehen ist, kann eine staatliche Unterstützung in der Einführungsphase zweckmäßig sein. Modellversuche gemeinsam mit Automobilherstellern und Energieversorgern - wie in Berlin (Smart/RWE) und München (BMW Mini/E.ON) - müssen die Praktikabilität von Systemen testen.

Bezüglich des Aufbaus der Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum und/oder auf privaten Flächen sind noch zahlreiche Fragestellungen zu klären. In privatrechtlichen Bereichen könnten Ladestationen auf Firmenparkplätzen, in Parkhäusern, in privaten Tiefgaragen, Quartiergaragen usw. errichtet werden. Mit einem weiter steigenden Bedarf - die Automobilindustrie will ab 2010 Plug-In-Fahrzeuge ausliefern - könnten beispielsweise Park and Ride-Plätze oder Mitfahrerparkplätze mit Ladeeinrichtungen ausgerüstet werden.

Für die Verbreitung der Brennstoffzellentechnologie in mobilen Anwendungen ist neben weiteren Kostensenkungen eine ausreichende Versorgungsinfrastruktur mit Wasserstoff entscheidend. Unter anderem mit dieser Zielsetzung wurde 2008 das NIP gestartet. Fahrzeughersteller in Japan, Korea, den USA und in Deutschland haben für 2015 die Markteinführung von Brennstoffzellenfahrzeugen angekündigt. In einer Kombination aus Mitteln aus dem Konjunkturprogramm II sowie bestimmten Länderprogrammen ist zusammen mit einem Engagement der Wirtschaft ein schrittweiser Ausbau des Wasserstoff-Tankstellennetzes möglich. Am 10. September 2009

haben führende Unternehmen in einem Memorandum of Understanding die Absicht zum flächendeckenden Ausbau ab 2015 in Europa mit Start in Deutschland erklärt.

6.4 Benutzervorteile und Regelungsbedarf

Frühzeitig muss geklärt werden, ob und in welcher Form Benutzervorteile für Elektrofahrzeuge gewährt werden sollten. Grundsätzlich sollten die Instrumente technologie-neutral ausgestaltet werden. Angesichts der noch bestehenden Nutzungseinschränkungen gegenüber konventionellen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor könnten Benutzervorteile die nötigen Anreize zum verstärkten Einsatz dieser Fahrzeuge und den Herstellern auch eine höhere Planungs- und Investitionssicherheit bieten.

Mögliche Ansätze sind:

- **Kennzeichnung von Kraftfahrzeugen mit batterieelektrischem Antrieb bzw. Brennstoffzellensystem**

Voraussetzung für eine Gewährung von Benutzervorteilen ist die eindeutige und leicht erkennbare Kennzeichnung dieser Fahrzeuge. Denkbar wäre eine Kennzeichnung mit Hilfe einer der „Feinstaubplakette“ analogen „Elektrofahrzeug-Plakette“.

- **Parkraumregelungen**

- **Beschilderung von Stellflächen**

Erste Stellplätze mit Lademöglichkeit könnten problemlos bei privatwirtschaftlich organisierten Stellplätzen verwirklicht werden, wie z. B. am Arbeitsplatz, in Parkhäusern, in Einkaufszentren usw.

Die ersten im öffentlichen Straßenraum eingerichteten Stellplätze an Batterieladestationen sind jedoch mit in der StVO bisher nicht definierten Zusatzzeichen gekennzeichnet. Hierin liegt eine baldmöglichst zu überwindende Rechtsunsicherheit. Ein amtliches Zusatzzeichen, das die Nutzung nur für Kraftfahrzeuge mit batterieelektrischem Antrieb zum Laden der Batterie freigibt, würde Rechtssicherheit schaffen.

- **Straßenrechtliche Grundlagen**

Eine Sondernutzung sowie die Teileinziehung von öffentlichem Straßenraum für die Ausweisung von Stellflächen zum Laden von Batterien, wie in Berlin

- praktiziert, ist mit erheblichem Verwaltungsaufwand verbunden und möglicherweise nicht ausreichend rechtssicher. Dabei sind auch Fragen der Verhältnismäßigkeit zu klären.
- Nutzungsbeschränkung auf die Zeit des Ladevorgangs
Die Nutzung der Stellflächen an Batterieladestationen sollte nur für den Zeitraum des Batterieladevorgangs gewährt und eine Nutzung der Stellflächen für Parkvorgänge ohne Batterieladung eingeschränkt werden, um die anfangs noch geringe Zahl an Ladestationen optimal nutzen zu können.
- **Sonderregelungen für Elektro-Lieferfahrzeuge**
Lieferfahrzeuge sind prädestiniert für den Elektroantrieb. Sie haben einen relativ begrenzten Aktionsradius, werden überwiegend in Innenstädten mit besonderen Anforderungen an die Emissionsminderung eingesetzt und sind lärmarm. Hier ist zu klären, ob und in welchem Umfang Benutzervorteile in Form von Sonderregelungen z. B. bei Anlieferung in Fußgängerzonen unter organisatorischen und Aspekten der Verkehrssicherheit denkbar sind.
 - **Sonderspuren für Elektrofahrzeuge**
Analog zu früheren Diskussionen um Sonderspuren für mehrfach besetzte Pkw wäre die Berücksichtigung von Elektrofahrzeugen bei der Einführung von Sonderspuren bzw. Sonderrechten denkbar. Dabei sind wiederum Fragen der Organisation, Verhältnismäßigkeit sowie Überwachung zu klären. Denkbar wäre in einem frühen Stadium mit einer noch geringen Anzahl an Elektrofahrzeugen auch die Mitbenutzung bestimmter geeigneter Busspuren.
 - **Weitere Diskussionspunkte**
Die teilweise kontrovers geführte öffentliche Diskussion um mögliche Ansätze zur Förderung der Elektromobilität umfasst unabhängig von der Durchsetzbarkeit unterschiedlichste Ziele und zahlreiche Ansätze, wie
 - die Einbeziehung des Straßenverkehrs in den Emissionshandel mit der faktischen Folge einer indirekten Privilegierung von Elektrofahrzeugen
 - die Gewährung von direkten oder zinsverbilligten Beihilfen für den Kauf von Plug-In-Hybridfahrzeugen und batterieelektrischen Fahrzeugen
 - die Abschaffung der Stromsteuer insgesamt oder begrenzt auf regenerativ erzeugten Strom

- die Förderung von Weiterbildungsmaßnahmen in Kfz-Betrieben
- eine Quotenregelung für Elektrofahrzeuge im Rahmen der öffentlichen Beschaffung
- die Standardisierung von Stromanschlüssen an Schnellladestationen
- die Entwicklung einheitlicher Standards für Abrechnungssysteme
- die Diskussion um Zulassungsverbote bestimmter Zweiräder mit hoch emittierenden Verbrennungsmotoren zugunsten von Elektrorollern
- Integration neuer individueller öffentlicher Mobilitätsdienstleistungen (öffentliche Elektro-Autos und Elektro-Räder) in das traditionelle Angebot des Öffentlichen Verkehrs

Daneben werden auch Fragen aufgeworfen, inwieweit leise Elektrofahrzeuge z. B. von Fußgängern im allgemeinen Verkehrslärm überhört werden können und damit die Verkehrssicherheit beeinträchtigt wird bzw. inwieweit hier geeignete Maßnahmen zu ergreifen sind.

Sonderregelungen für einzelne privilegierte Fahrzeuge werfen rasch grundsätzliche Fragen auf, die frühzeitig geklärt werden müssen. Zudem ist vor dem Hintergrund in Einzelfällen bereits gewährter Privilegien und der erwarteten wachsenden Anzahl von Modellvorhaben mit Elektrofahrzeugen frühzeitig die Herstellung einer entsprechenden Rechtssicherheit nötig. So bilden ordnungsrechtliche Fragestellungen und Maßnahmen, Kundenanalysen und Umweltanalysen auch Schwerpunktthemen im Rahmen des BMVBS-Förderschwerpunkts „Modellregionen Elektromobilität“. Gemeinsam mit den beteiligten Akteuren aus Ländern, Kommunen, Industrie und Wissenschaft werden diese Themen derzeit in Arbeitsgruppen beraten und Lösungsansätze erarbeitet.

7. Ausblick

Elektromobilität ist eine wichtige Zukunftsoption für den Verkehr. Der damit verbundene Strukturwandel kann nur langfristig gestaltet werden. Hierfür ist noch eine Vielzahl von Fragen zu klären. Aufgabe der Politik ist es, rechtzeitig hierfür die erforderlichen Rahmenbedingungen zu schaffen.