

**Innovative Antriebstechnologien,  
Elektromobilität und alternative  
Kraftstoffe für unsere Mobilität  
von morgen**

**Potenziale – Herausforderungen – Perspektiven**

Individuelle Mobilität und moderner Güterverkehr bedeuten Wohlstand, Lebensqualität, Freiheit, soziale und kulturelle Teilhabe. Doch unsere Mobilität von morgen wird noch effizienter sein: umweltfreundlich, Ressourcen schonend, leiser, sicherer, abgestimmt auf individuelle Mobilitätsbedürfnisse und reibungslose Logistik. Das erfordert ein umfassendes Mobilitätskonzept mit einem verkehrsträgerübergreifenden Ansatz. Hocheffiziente, innovative Antriebstechnologien und alternative Kraftstoffe werden dabei eine zentrale Rolle spielen.

Der BDI ist als Spitzenverband der deutschen Industrie gefordert, das Potenzial innovativer Antriebe und alternativer Kraftstoffe für unsere Mobilität von morgen aufzuzeigen – und die Entwicklung mit zu gestalten. Die deutsche Industrie hat mit ihrer Lösungskompetenz schon große Erfolge für eine effizientere Mobilität erreicht. Ob Automobile, Nutzfahrzeuge, die Schiene, die Luftverkehrswirtschaft oder moderne Schiffe: Dank Forschung und Entwicklung ist Mobilität heute wesentlich klima- und umweltschonender als noch vor wenigen Jahren. Mit diesem technologischen Know how kann sich die deutsche Industrie auch künftig eine globale Spitzenposition in Entwicklung und Gestaltung innovativer Antriebstechnologien und alternativer Kraftstoffe sichern: für umweltgerechte Mobilität und für dauerhaften Erfolg auf den Weltmärkten.

Mit dem vorliegenden Papier skizziert der BDI Chancen und Herausforderungen dieser Technologien für den Straßenverkehr. Der BDI formuliert zugleich Handlungsempfehlungen für die Politik in der 17. Legislaturperiode des Deutschen Bundestages. In der aktuellen Diskussion spielt Elektromobilität eine herausragende Rolle. Deshalb richtet das Papier einen besonderen Fokus auf Elektrofahrzeuge, sowohl mit batterie-elektrischen als auch mit brennstoffzellen-elektrischen Antriebssystemen. Elektromobilität ist eine wichtige Ergänzung für andere innovative Antriebstechnologien wie hocheffiziente Verbrennungsmotoren. Die Einführung alternativer Antriebe und Kraftstoffe wird schrittweise erfolgen. Politik und Industrie sind gemeinsam gefordert, Deutschlands Rolle als Leitanbieter technologischer Innovationen im globalen Wettbewerb zu stärken.

Fünf Leitsätze der deutschen Industrie	S. 4
Zusammenfassung	S. 4
I. Innovative Antriebstechnologien, Elektromobilität und alternative Kraftstoffe Viele Wege – ein Ziel: nachhaltige Mobilität	S. 8
II. Elektromobilität – ein Antrieb für morgen	S. 11
1. Potenziale	S. 11
2. Herausforderungen und Lösungen	S. 13
3. Politischer Sachstand	S. 20
III. Strategien und Empfehlungen für die 17. Legislaturperiode	S. 24

**I. Unsere Mobilität von morgen wird durch eine Diversifizierung technologischer Lösungen geprägt sein.** Für mehr Effizienz sind alle Lösungen wichtig: effiziente Verbrennungsmotoren, Elektromobilität – Brennstoffzelle und Batterie –, Hybridlösungen, alternative Kraftstoffe.

**II. In diesen Zukunftstechnologien führend zu sein ist eine nationale Herausforderung.** Ziel muss sein, Spitzentechnologie und Produktion in Deutschland zu stärken. Maßstab ist der internationale Wettbewerb, der rasches Agieren erfordert.

**III. Die deutsche Industrie will und kann globaler Leitanbieter auch für Elektromobilität sein.** Eine große Stärke Deutschlands liegt in der Vernetzung beteiligter Branchen wie Automobil, Maschinen- und Anlagenbau, Energieversorgung, Chemie und Gase, Elektroindustrie, Informations- und Kommunikationstechnik und Nichteisen-Metalle.

**IV. Industrie und Politik müssen für Forschung und Implementierung eng zusammenarbeiten, wobei der Grundsatz der Technologieoffenheit gelten muss.**

Deutschland braucht:

- **eine kraftvolle, technologie neutrale Förderung von FuE** (500-Millionen-Programm fortsetzen, industrielle Gemeinschaftsforschung einbeziehen, mit europäischen Programmen koppeln, steuerliche Forschungsförderung einführen, wissenschaftlichen Nachwuchs fördern),
- **eine rasche Implementierung** (Infrastruktur, Modellregionen, Normung und Standardisierung, richtige Anreize und Rahmenbedingungen, strategische Rohstoffpolitik, ehrgeiziges und realistisches Erwartungsmanagement).

**V. Die deutsche Industrie bietet der Bundesregierung ihre Unterstützung und konkrete Zusammenarbeit an.** Die deutsche Industrie möchte in der Nationalen Plattform Elektromobilität verantwortlich mitwirken, Meilensteine und Maßnahmen mit definieren, in Kooperation auch mit der Gemeinsamen Geschäftsstelle Elektromobilität Forschungsbedarf identifizieren und konkrete Arbeit an Sachthemen leisten.

## Zusammenfassung

Mobilität und Güterverkehr bedeuten Wohlstand, Lebensqualität, Freiheit, soziale und kulturelle Teilhabe. Doch unsere Mobilität von morgen wird noch effizienter sein: umweltfreundlich, Ressourcen schonend, leiser, sicherer, abgestimmt auf individuelle Mobilitätsbedürfnisse und reibungslose Logistik. Das erfordert ein umfassendes Mobilitätskonzept mit einem verkehrsträgerübergreifenden Ansatz. Innovative Antriebstechnologien und alternative Kraftstoffe werden dabei eine wesentliche Rolle spielen.

Effizienzsteigerungen im Straßenverkehr sind durch eine Vielzahl von Technologien möglich. Für kurzfristige Einsparungen bei CO<sub>2</sub> und anderen Treibhausgasen erweisen sich die Optimierung bestehender Antriebstechnologien und der Einsatz alternativer Kraftstoffe, wie z. B. Erdgas

oder energie- und CO<sub>2</sub>-effiziente Biokraftstoffe als wirksamste Hebel. Erdölbasierte Kraftstoffe werden auch in den kommenden Jahren das Fundament der Mobilität bilden. Gasförmige Treibstoffe werden weiter zulegen, jedoch von geringer Basis. Perspektivisch wird die Rolle nachwachsender Rohstoffe für den Verkehrssektor zunehmen. Vor dem Hintergrund der Nutzungskonkurrenz zwischen Energiegewinnung und Nahrungsmittelversorgung kommt es auf Biokraftstoffe mit hoher Flächennutzungseffizienz an.

Neue Antriebstechnologien werden effiziente Verbrennungsmotoren mit bewährten Batteriesystemen auf absehbare Zeit nicht ersetzen, sondern wichtige zusätzliche Lösungen darstellen. Mittel- und langfristig bilden die verschiedenen Varianten des Elektroantriebs (batterie-elektrisch und brennstoffzellen-elektrisch) eine besonders vielversprechende Option. Sie ermöglichen ein lokal emissionsfreies Fahren. Elektromobilität kann dazu beitragen, energie- und klimapolitische Ziele zu erfüllen. Dafür ist eine emissionsarme Fahrstromerzeugung und – wenn die technologischen Voraussetzungen erfüllt sind – eine intelligente Integration in die Stromnetze entscheidend. Der Einsatz von Elektrofahrzeugen umfasst Hybride, Brennstoffzellenautos und rein batteriegetriebene Fahrzeuge. Auch andere Technologien wie mit Wasserstoff direkt betriebene Fahrzeuge stellen wichtige Optionen dar.

Die Bundesregierung hat mit dem Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität, der Nationalen Organisation Wasserstoff und Brennstoffzellen und dem 500-Millionen-Euro-Förderprogramm im Rahmen des Konjunkturpakets II wichtige Ansätze vorgelegt. Der BDI unterstützt das Ziel der Bundesregierung, Deutschland zum Weltmarktführer für Elektromobilität zu entwickeln. Das erfordert gemeinsame Höchstanstrengungen von Politik und Industrie. Deutsche Unternehmen sind führend in vielen beteiligten Industriebranchen wie der Automobilindustrie, dem Maschinen- und Anlagenbau, der Energieversorgung, der chemischen und Gase-Industrie, der Elektroindustrie, der Informations- und Kommunikationstechnik, der Nichteisen-Metallindustrie. Die Zusammenarbeit der Industrie entlang der gesamten Wertschöpfungskette vom Rohstoff bis zum Automobil in branchenübergreifenden, technologieorientierten Netzwerken ist der Schlüssel zum Erfolg.

Die Aufgaben von Industrie und Politik sind klar definiert. Die Industrie liefert innovative Technologie, Konzepte und Lösungen für unsere effiziente Mobilität von morgen. Diese Lösungen können nur aus der Industrie kommen. Niemand sonst kann sie liefern. Die Politik muss die Rahmenbedingungen so setzen, dass neue Ideen erfolgreich wirken können. Das kann nur mit einem umfassenden politischen Ansatz gelingen.

## Technologieneutrale Förderung

- Kontinuierliche Fortsetzung und Intensivierung der Förderung für innovative Antriebe, Batterien und alternative Kraftstoffe sicherstellen,
- Grundsatz der Technologieneutralität wahren,
- starke Koordinierung in der Bundesregierung fortführen,
- industrielle Gemeinschaftsforschung entlang der Wertschöpfungskette forcieren,
- steuerliche Förderung von Forschung und Entwicklung für Unternehmen aller Größenklassen zusätzlich zur Projektförderung und unter angemessener Berücksichtigung branchenspezifischer Besonderheiten rasch einführen,
- verstärkter Impuls zur Förderung von Ausbildung, Forschung und Lehre in den Fachgebieten der Elektromobilität,
- international müssen Förderprogramme internationalen Unternehmen offenstehen für fairen Wettbewerb und gegen neuen Protektionismus.

## Keine neuen Belastungen

- In der Markteinführungsphase Strom und Wasserstoff für den Einsatz in Fahrzeugen nicht zusätzlich besteuern.

## Incentivierung schaffen und Infrastruktur voranbringen

- Richtige Anreize und Rahmenbedingungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette schaffen,
- fünfjährige Kfz-Steuerbefreiung für Elektrofahrzeuge fortführen,
- weitere Incentivierung prüfen,
- Dauersubventionen müssen ausgeschlossen sein,
- Lade- Tank- und Kommunikationsinfrastrukturen voranbringen,
- realistisches Erwartungsmanagement stärken.

## Zusammenarbeit stärken

- „Nationale Plattform Elektromobilität“ unter Beteiligung aller beteiligten Industriebranchen einsetzen und rasch mit Leben füllen, gemeinsam Meilensteine und Maßnahmen definieren,
- auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene Normung und Standardisierung insbesondere für die Ladeschnittstelle und den Elektroenergiespeicher unterstützen,
- Normung und sicherheitstechnische Zertifizierung der Batterie voranbringen,
- Normung und Standardisierung insbesondere für die Ladeschnittstelle und den Elektroenergiespeicher als Leuchtturmprojekt im TEC voranbringen,
- Planungssicherheit schaffen.

## **Schlüssiges Mobilitätskonzept definieren**

- Nachhaltige, konsistente Verkehrspolitik für wirtschaftliches Wachstum und effizienten Umweltschutz,
- bedarfsgerecht in exzellente Verkehrswege investieren,
- intelligente Verkehrssysteme fördern (insbesondere Echtzeitverkehrsinformationen, dynamisches Parkraummanagement, Flottenmanagement- und Fahrerassistenzsysteme, IKT in der Logistik).

## **Energie- und Rohstoffstrategie entwickeln**

- Konsistentes Energiekonzept mit einem ausgewogenen Energiemix vorlegen,
- Umweltverträglichkeit, Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit gleichrangig berücksichtigen,
- Gesamtbetrachtung unter Berücksichtigung aller Abnehmer, nicht nur der Mobilität,
- ganzheitliches Rohstoffkonzept entwickeln und Funktionsfähigkeit der Rohstoffmärkte sicherstellen,
- Optimierung bestehender Recyclingsysteme und Entwicklung von Recyclingtechnologien für neue Batteriesysteme,
- Forschung zur Verbreiterung der Rohstoffbasis vorantreiben, um die Versorgung für Schlüsselwerkstoffe wie Blei, Lithium, Kobalt oder Nickel zu sichern und Abhängigkeiten zu vermeiden.

# **I. Innovative Antriebstechnologien, Elektromobilität und alternative Kraftstoffe**

## **Viele Wege – ein Ziel: nachhaltige Mobilität**

Nicht ein Weg, sondern viele Wege führen zu mehr Effizienz. Für kurzfristige Einsparungen bei CO<sub>2</sub> und anderen Treibhausgasen sind die Optimierung bestehender Antriebstechnologien und auch der technologieoffene Einsatz von energie- und CO<sub>2</sub>-effizienten Biokraftstoffen der wirksamste Hebel. Beim Verbrennungsmotor, Otto- wie Dieselmotor, sind weitere Effizienzsteigerungen von über 20 Prozent sehr ehrgeizige, aber erreichbare Ziele. Für die Effizienzsteigerung und CO<sub>2</sub>-Reduktion von Verbrennungsmotoren bieten weitere alternative Kraftstoffe wie Erdgas und Bio-Erdgas sowie die Optimierung der Gasverbrennungsmotoren erhebliches Potential. Der Einsatz moderner Bleibatterien ermöglicht schon heute den Start-Stop-Betrieb und die Bremsenergieerückgewinnung. Das bedeutet weniger Kraftstoffverbrauch. Neue Antriebstechnologien werden effiziente, innovative Verbrennungsmotoren auf absehbare Zeit zwar nicht ersetzen, jedoch wichtige zusätzliche Lösungen darstellen. Der Standort Deutschland hat einen besonderen Vorteil durch den hohen Anteil von Premiumfahrzeugen. Der Einstieg in neue und komplexe Technologien erfolgt häufig über das Premiumfahrzeug. Die sehr kostenintensive Forschungs- und Entwicklungsarbeit wird insbesondere aus dem wirtschaftlichen Ertrag der Premiumfahrzeuge finanziert. Die Premiumstrategie, an der jeder zweite inländische Arbeitsplatz bei den Automobilherstellern hängt, ist ein wichtiger Erfolgsgarant auf den Weltmärkten.

Die neue Dynamik für alternative Antriebstechnologien und Kraftstoffe für den Straßenverkehr entsteht durch die Herausforderung des Klimaschutzes, das rasante Bevölkerungswachstum in vielen Regionen der Erde, endliche Ressourcenverfügbarkeit und geopolitische Unwägbarkeiten. Das Tempo technologischer Entwicklungen und ihrer Implementierung hängt von sehr unterschiedlichen Faktoren ab.

Erdölbasierte Kraftstoffe werden in den kommenden Jahren weiterhin das Fundament der Mobilität bilden. Die Hauptgründe liegen in der extrem hohen Energiedichte von Diesel und Benzin, die einen geringen Transportaufwand bei zugleich hohen Reichweiten ermöglichen, und in der effizienten Verbrennungsmotortechnologie. Durch die Fortschritte des Clean Diesel und den dadurch bedingten erhöhten Marktanteil des Diesels ging der Benzinabsatz in Deutschland in den vergangenen zehn Jahren um rund 30 Prozent zurück, während der Dieselabsatz trotz eines wachsenden Marktanteils stabil blieb. Ein weiterer Vorteil liegt in der gut ausgebauten Tankstelleninfrastruktur und der schnellen Auftankmöglichkeit.

Weil Otto- und Dieselmotoren auf absehbare Zeit die Hauptantriebsarten bleiben werden, steht die Effizienzsteigerung ganz oben auf der Agenda der Entwickler. Beim Ottomotor setzen die Unternehmen auf Downsizing mit Hochaufladung sowie auf die Direkteinspritzung. Ziel ist es, den Motor immer im optimalen Betriebspunkt zu betreiben, um den Ottomotor mit seinem Verbrauch noch näher an den sparsamen Diesel heranzubringen. Der Clean Diesel wird sowohl weitere Verbesserungen bei der Einspritzung erfahren als auch auf der Abgasnachbehandlungsseite verbessert. Damit wird der moder-



ne Diesel noch sauberer und kann gleichzeitig seine Effizienzvorteile noch weiter ausbauen.

Die Rolle nachwachsender Rohstoffe nimmt für den Verkehrssektor deutlich zu. Biokraftstoffe bilden eine zentrale Säule nachhaltiger Mobilität. Sie haben den Vorteil, weder grundsätzlich neue Motoren noch eine neue Infrastruktur zu erfordern, da eine Beimischung zu den fossilen Treibstoffen in kontrollierter Form möglich ist. Durch die Beimischungsregelung kommen flüssige Biokraftstoffe derzeit in Deutschland bereits in ca. 50 Mio. Fahrzeugen zum Einsatz. Der Beimischung von Biokraftstoffen sind teilweise fahrzeugtechnische Grenzen gesetzt. So kann z. B. Biodiesel nur in einer Höhe von maximal 7 Prozent dem fossilen Diesel beigemischt werden. Die Produktpreise von Biokraftstoffen liegen bei Biodiesel erheblich, bei Bioethanol nur geringfügig über denen von fossilen Kraftstoffen (vor Steuern).

Um der Frage der Nutzungskonkurrenz zwischen Energiegewinnung und Nahrungsmittelversorgung in den betroffenen Weltregionen zu begegnen, ist beim Einsatz nachwachsender Rohstoffe grundsätzlich eine möglichst effiziente Flächennutzung anzustreben. Dieses Kriterium und strenge Nachhaltigkeitsrichtlinien sind auf alle Biokraftstoffe anzuwenden. Unabhängig davon, ob Kraftstoffe aus Teilen der Pflanze auf Basis von Stärke, Zucker oder Öl (so genannte Biokraftstoffe der ersten Generation) oder aus Energiepflanzen auf Basis von Zellulose sowie aus Pflanzenabfällen (so genannte Biokraftstoffe der zweiten Generation) hergestellt werden. Während Bio-Erdgas und flüssige Biokraftstoffe schon heute mit hoher Flächeneffizienz verfügbar sind, werden flüssige Biokraftstoffe der zweiten Generation wohl nicht zuletzt aufgrund zu hoher Kosten frühestens in der zweiten Hälfte des kommenden Jahrzehnts mengenmäßig relevant werden.

Gasförmige Kraftstoffe gewinnen an Bedeutung durch ihre teils guten Verbrennungseigenschaften ohne Feinstaubemissionen und mit niedrigen Emissionen bei Stickoxyden, den niedrigen Kohlenstoffgehalt, die günstige steuerliche Einstufung und durch neue, für diese Kraftstoffe optimierte Verbrennungsmotoren. Diese Kraftstoffe werden ihre Marktanteile voraussichtlich weiter ausbauen, jedoch von niedriger Basis (heutiger Flottenanteil < 1 %). Zu den gasförmigen Kraftstoffen zählen sowohl Erdgas (Methan; auch als Compressed Natural Gas (CNG) bezeichnet) als auch das so genannte Autogas (Butan bzw. Propan; auch als Liquefied Petroleum Gas (LPG) bezeichnet). Der Bestand von Erdgas-Fahrzeugen ist mit ca. 85 000 Pkw deutlich kleiner als der von LPG-Fahrzeugen mit 306 000 Pkw, allerdings ist die Zahl der Neuzulassungen höher als bei LPG. Erdölbasiertes LPG besitzt keine regenerative Komponente. Bio-Erdgas ist dagegen auch als Bio-Kraftstoff der zweiten Generation einzustufen, weil auf der Anbaufläche für die Rohstoffe wie bei Kraftstoffen der ersten Generation aus europäischer Produktion höchste Nutzungseffizienz gewährleistet wird. Die Qualität des Kraftstoffs ist identisch mit der von fossilem Kraftstoff. Deshalb kann Bio-Erdgas als Brennstoff Erdgas unbegrenzt beigemischt werden oder dieses ersetzen. Aufgrund der hohen Oktan-Zahl von 130 bestehen zusätzlich gute Möglichkeiten für ein Downsizing der Motoren ohne Leistungsverlust. Schon heute können Erdgasfahrzeuge die niedrigen CO<sub>2</sub>-Emissionen von vergleichbaren Diesel- und Benzinmodellen meist

unterschreiten. Die nun in den Markt eingeführte dritte Generation von Erdgasfahrzeugen hebt bislang bestehende Nachteile bei Fahrdynamik, Reichweite und Nutzlast auf. Deutsche Hersteller sind bei CNG Technologieführer. Maßgebliche Potenziale für mit Erdgas und Bio-Erdgas betriebene Fahrzeuge ergeben sich in Flotten, insbesondere bei leichten und schweren Nutzfahrzeugen.

Mittel- und langfristig bildet der Elektroantrieb eine besonders vielversprechende Option für ressourcenschonende, klimaverträgliche Mobilität. Denn der Elektroantrieb kann zwei zentrale Ziele nachhaltiger Verkehrs- und Klimapolitik verbinden: Elektrofahrzeuge fahren lokal emissionsfrei. Zugleich können die Effizienz der Stromnetze sowie die Nutzung von regenerativen Energien verbessert werden, insbesondere wenn der Anteil der CO<sub>2</sub>-emissionsarmen Stromerzeugungstechnologien im Strommix zunimmt. Die Markteinführung von Elektrofahrzeugen wird umfassen: Hybride (Micro-, Mild-, Full- und Plug-in-Hybrid Electric Vehicle, PHEV), Elektrofahrzeuge mit Range Extender (REEV), rein batteriegetriebene Elektrofahrzeuge (Battery Electric Vehicle, BEV) und Brennstoffzellenautos (Fuel Cell Vehicle, FCV). Auch andere Technologien wie mit Wasserstoff direkt betriebene Fahrzeuge werden künftig einen Beitrag zum Klimaschutz leisten können. Für die Produktion von Wasserstoff sollte ebenfalls Strom aus kohlenstoffarmen Energiequellen verwendet werden.

Entscheidend ist, die Stärken aller innovativen Antriebstechnologien zu nutzen. Nur dann kann die Markteinführung neuer Technologien gelingen. Dabei spielen Kundenerwartungen eine entscheidende Rolle. Für größere Reichweiten ab etwa 150 km können die Stärken verschiedener hocheffizienter Antriebstechnologien kombiniert werden. Das Marktpotenzial batteriegetriebener Elektrofahrzeuge kann durch Hybrid-Lösungen erheblich vergrößert werden, wobei parallel Elektro- und Verbrennungsmotoren zum Einsatz kommen. Auch bestehende Batteriesysteme können mit innovativen Antriebstechnologien kombiniert werden. So ist es möglich, Systeme aus modifizierten Komponenten mit einer intelligenten Steuerung relativ schnell auf den Markt zu bringen. Eine sehr vielversprechende Option zur Verlängerung der Reichweite bilden Elektrofahrzeuge mit Range Extender, bei denen ein kleiner Verbrennungsmotor über einen Generator die Batterie nachlädt. Biokraftstoffe könnten auch dafür künftig eine wichtige Rolle spielen. Für längere Reichweiten bietet die Brennstoffzelle als elektrischer Energielieferant hohes Potential. Unter dem Strich bedeutet das: Anders als oft diskutiert geht es nicht um Entweder-oder-Lösungen, sondern um intelligente Sowohl-als-auch-Lösungen. Die Bundesregierung trägt dem Rechnung, indem sie nach dem Nationalen Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie den Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität auf den Weg gebracht hat.

## II. Elektromobilität – ein Antrieb für morgen

Seite  
11 von 28

Mobilität auf Basis von Strom ist im Schienenverkehr und bei Oberleitungsbussen längst Realität. Und auch in der Frühzeit des Automobils war der Elektroantrieb präsent. 1901 verfügte die Hälfte der Automobile in New York über einen solchen Antrieb, erst die Erfindung der Zündkerze begründete den Siegeszug der Verbrennungsmotoren. Enorme Fortschritte bei der Batterietechnik sind wichtige Faktoren für die Neubelebung des Themas Elektromobilität. Dazu trägt auch die Perspektive einer möglichen Integration der Fahrzeugbatterien über intelligente Steuerungen in das Stromnetz bei. Nahezu alle Automobilhersteller legen eigene Elektrofahrzeugkonzepte auf, viele mit Feldversuchen im Stadtverkehr etwa in Berlin und London. Zugleich nähern sich mit Brennstoffzelle betriebene Elektrofahrzeuge der Marktreife für nachhaltige individuelle Mobilität. Elektromobilität im Straßenverkehr nimmt Fahrt auf. Jetzt geht es darum, das Potenzial realistisch einzuschätzen, zu fördern – und zu nutzen.

### 1. Potenziale

#### Lokale Emissionen auf Null bringen

Elektrofahrzeuge sind – aus lokaler Sicht – „Null-Emissionsfahrzeuge“. Vor Ort fallen keine verkehrsbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen und NO<sub>x</sub>-Emissionen an. Auch Verkehrsgeräusche können deutlich reduziert werden. Deshalb kann Elektromobilität einen wesentlichen Beitrag für nachhaltige Mobilität leisten, vor allem im urbanen Raum und in Megastädten. Die globale Klimabilanz von Elektroautos dagegen hängt entscheidend von der Art der Strom- bzw. der Wasserstoffherzeugung ab.

Die Reduktion von Verkehrsgeräuschen ist ein wichtiges Ziel. Allerdings dominieren schon ab einer Geschwindigkeit von 40 bis 50 km/h die Fahrbahn- und Reifengeräusche. Fehlende Geräuschemissionen können bei niedrigen Geschwindigkeiten und gerade im städtischen Umfeld die Sicherheit für andere Verkehrsteilnehmer auch gefährden, insbesondere für Kinder, Senioren, Radfahrer und sehbehinderte Menschen. Die Industrie ist sich dieser Fragen bewusst und erarbeitet hierfür Lösungen.

#### Energieeffizienz und Klimaschutz vorantreiben, erneuerbare Energien besser nutzen

Elektrofahrzeuge sind meist energieeffizienter als Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren. Damit helfen sie, weniger Primärenergie zu verbrauchen. Und sie leisten einen wichtigen Beitrag, den Klimaschutz zu verbessern. Parallel dazu wird ein CO<sub>2</sub>-ärmerer Strommix angestrebt. Gelingt es, das Laden nach Netzbelastung zu steuern, so können Elektrofahrzeuge helfen, das Angebot fluktuierender Energieträger besser zu nutzen. Zu einem späteren Zeitpunkt können die Batterien auch für Rückspeisungen in das Netz genutzt werden, wenn der Preis der Regel- bzw. Ausgleichsenergie besonders hoch ist – und wenn es gelingt, die nächste Generation von Lithium-Ionen-Batterien so auszulegen, dass diese Betriebsweise keine nennenswerten Auswirkungen auf die Lebensdauer haben wird. Auch für die Bleibatterie, die seit Jahrzehnten in Elektrofahrzeugen eingesetzt wird, besteht hier

noch ein hohes Entwicklungspotenzial. Außerdem können stationäre Speichersysteme eine wichtige Funktion haben.

Seite  
12 von 28

## Kundenerwartungen erfüllen

Elektromobilität umfasst eine Vielzahl technischer Lösungen, die für die Ansprüche sowohl des Personenverkehrs als auch des Güterverkehrs relevant sind. Batteriegetriebene Elektroautos werden auf absehbare Zeit vor allem als Kleinwagen bis hin zur Kompaktklasse verfügbar sein. Der Einsatzschwerpunkt rein batteriegetriebener Elektrofahrzeuge liegt bei Fahrten kurzer und mittlerer Distanz, etwa im Stadt- und Pendlerverkehr sowie im Verteilverkehr. 70 Prozent aller Autofahrten liegen in Deutschland unter 17 km. Für den Langstreckenverkehr und für besondere Komfortanforderungen in größeren Fahrzeugen bieten PHEV, REEV oder FCV das geeignete Konzept. Auch erfordern Komfortexpectationen der Kunden wie Klimatisierung und Heizung besondere Anstrengungen.

Mit Blick auf die Batterien gilt es, neben den technischen Herausforderungen vor allem die Kundenerwartung an die Batterieladezeit und den Verfügbarkeitskomfort zu berücksichtigen. Die Ladung eines rein batteriegetriebenen Elektrofahrzeugs dauert deutlich länger als das Auftanken eines Diesel-, Benzin- oder Gasfahrzeugs – in der Regel noch mehrere Stunden. So reichen derzeit ca. zwei Minuten Beladung eines Elektrofahrzeugs für etwa einen Kilometer Fahrt, wenige Minuten Betankung eines modernen Diesel-Autos hingegen für rund 1.000 km. Bei FCVs können schon heute Reichweiten von etwa 400 km bei Betankungszeiten von 3 Minuten erzielt werden. Die Zukunft wird durch eine stärkere Differenzierung von Fahrzeugkonzepten nach unterschiedlichen Einsatzzwecken geprägt sein.

Der aktuelle Praxiseinsatz von Elektrofahrzeugen findet hohes Kundeninteresse. Zugleich herrschen bei vielen Kunden sehr euphorische Erwartungen hinsichtlich der Marktdurchdringung und der Kosten. Manche Presseberichte vermitteln den Eindruck, die millionenfache Großserienfertigung könne schon morgen beginnen. Es ist wichtig, über die Stärken dieser Technologie zu informieren – und zugleich darauf hinzuweisen, dass ihre flächendeckende Anwendung ein hohes Maß an weiterer Forschung und Erprobung etwa im Antriebsstrang, bei den Nebenaggregaten und Komfortfunktionen voraussetzt. Deshalb wird es voraussichtlich etwa ein Jahrzehnt dauern, bis Elektrofahrzeuge einen signifikant großen Marktanteil erreicht haben.

## Zukunftsmarkt sichern

Die Unternehmensberatung McKinsey schätzt das Weltmarktvolumen für energieeffiziente Pkw für das Jahr 2020 auf bis zu 500 Mrd. Euro. Ziel der deutschen Industrie muss es sein, durch technologische Spitzenleistung einen hohen Weltmarktanteil zu gewinnen. Dabei geht es auch darum, Wertschöpfung in Deutschland und Europa zu sichern. Viele Technologien für elektrische Antriebe, Energiespeicher, Netzinfrastuktur und Betankungstechnologien sind in Grundlagen entwickelt. Hybrid- und Elektrofahrzeuge mit ausreichenden Reichweiten für den Stadtverkehr

oder Verteilverkehre könnten schon in wenigen Jahren Marktreife erlangen. Fahrzeugflottenbetreiber beispielsweise im ÖPNV, in der öffentlichen und privaten Abfallwirtschaft sowie Post- und Kurier-, Express- und Paketdienstleister oder auch Flughäfen verfügen in der Regel über große Fuhrparks bzw. Betriebshöfe und haben ausreichende Kenntnis von den Nutzungsprofilen ihrer Flotten. Das könnte das optimale Laden der Batterien erleichtern. Und es könnte weitere Kenntnisse über Möglichkeiten der Netzintegration bzw. künftiger bidirektionaler Ladeprozesse liefern. Als Vorreiter könnten auch die Fahrzeugflotten von kommunalen, Landes- und Bundesministerien bzw. -behörden sowie von Carsharing-Betreibern dienen. Die Erfahrungen könnten auch genutzt werden, die Wasserstoff-Infrastruktur für FCV frühzeitig optimal auszulegen.

Deutsche Unternehmen gehören zu den innovativsten Anbietern dieser Zukunftstechnologien. Täglich werden neue Patente angemeldet. Für die exportorientierte deutsche Automobilindustrie sind ambitionierte Klimaschutzziele Herausforderung und Chance zugleich. Einem funktionsfähigen „Heimatmarkt Elektromobilität“ kommt eine hohe Bedeutung als Kompetenznachweis zu. Zugleich ist der deutsche Markt mit etwa 3 Millionen Pkw-Neuzulassungen pro Jahr für Richtungsentscheidungen zu klein – dafür ist die globale Entwicklung maßgeblich.

Auch mit Blick auf die Batterieherstellung bieten sich große Chancen für Deutschland. Um diese nutzen zu können, sind große Anstrengungen erforderlich. Prognosen zufolge wird der Markt für Lithium-Ionen-Batteriematerialien bis 2015 von derzeit etwa 1,4 Milliarden Euro auf 4 Milliarden Euro wachsen. Der Markt für Batterien könnte im laufenden Jahrzehnt sogar auf über 10 Milliarden Euro zunehmen. Der Wertschöpfungsanteil der Batterie macht heute bis zu 40 Prozent des Elektrofahrzeugs aus. Derzeit sind vor allem China, Japan und Korea führende Produktionszentren für Lithium-Ionen-Batterien. Doch Batterien für Elektrofahrzeuge werden anderen Ansprüchen genügen müssen als im Consumer-Electronic-Bereich – deshalb ist das Rennen um beste Lösungen durchaus offen. Deutsche Unternehmen haben bereits neue Allianzen etabliert. Verfügbare eigene Batteriesysteme sind für Deutschland und Europa eine Schlüsselfrage. Deutschland ist führend in der Weiterentwicklung der Bleibatterie, die seit Jahrzehnten für sichere, bezahlbare Mobilität bei umweltfreundlichem, hocheffektivem Recycling und Ressourcenschonung eine zentrale Rolle spielt. Auch die Herstellung von Brennstoffzellen bietet für die Industrie neue Chancen für hohe Weltmarktanteile und automotiv Wertschöpfung in Deutschland. Führende Fahrzeughersteller haben erklärt, ab 2015 FCV in 100 000-er Stückzahlen produzieren zu können.

## **2. Herausforderungen und Lösungen**

### **Energiespeicher optimieren**

Die mobile Leistungsfähigkeit von batterieelektrischen Fahrzeugen hängt entscheidend von ihren Energiespeichern ab. Aus heutiger Sicht sind Batteriesysteme auf Lithium-Ionen-Basis als Energiespeicher geeignet. Sie weisen einen vergleichsweise geringen Gewichts- und Volumenbedarf auf. Der Energiegehalt einer modernen Batterie ist, bezogen auf Volumen

und Gewicht, aber immer noch mindestens um den Faktor 50 geringer als bei modernen Kraftstoffen. Es werden deshalb leistungsfähige, sichere und bezahlbare Batteriesysteme benötigt. Lithium-Ionen- oder Nickel-Metallhydrid (NiMH)-Batterien stehen als Antriebsbatterien für Hybrid- und Elektrostraßenfahrzeuge zur Verfügung. Sie können indes aus technischen Gründen nicht als Substitut für Bleibatterien (Bordnetzbatterie) fungieren. Auch Brennstoffzellen in Kombination mit Elektromotoren werden die Bleibatterie und ihre Funktionen für Sicherheit und Steuerung nicht ersetzen.

Grundsätzlich ist in der nahen Zukunft dem Thema Sicherheit in Hybrid- und vollelektrischen Fahrzeugen erhebliche Aufmerksamkeit zu geben. Die Sicherheit der Batteriezellen spielt dabei eine besonders wichtige Rolle. Hier sind entsprechende Zertifizierungsverfahren zu definieren und müssen vor der Serieneinführung implementiert sein.

Die Reichweite batteriegetriebener Elektrofahrzeuge wird durch physikalische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen definiert. So wird die Reichweite eines Kleinwagens unter Alltagsbedingungen voraussichtlich im Jahr 2015 bei etwa 150 km liegen (2020 etwa 200 km). Für den Einsatz im Fahrzeug müssen Lithium-Ionen-Zellen zu komplexen Batteriesystemen zusammenschaltet, überwacht und temperaturstabilisiert werden. Auch mit Blick auf die Entwicklungszyklen von Batterien sind aus heutiger Sicht bis zum Jahr 2020 Sprünge bei den wichtigsten Komponentengrößen noch nicht absehbar. Die Mehrkosten eines Elektrofahrzeugs beruhen im Wesentlichen auf den Kosten des Batteriesystems sowie dessen Integration ins Fahrzeug. So ist im Jahr 2015 für ein Elektrofahrzeug der Kompaktklasse mit Batteriekosten von rund 15.000 Euro zu kalkulieren. Bis 2020 müssen diese Kosten drastisch gesenkt werden, um wettbewerbsfähige Elektrofahrzeuge in den Markt bringen zu können. Für eine deutliche Kostenreduzierung sind hochautomatisierte Verfahren des Maschinen- und Anlagenbaus zur Großserienproduktion von entscheidender Bedeutung. Die Basis hierfür ist eine frühzeitige Normung und Standardisierung auch von Vorprodukten und Halbzeugen.

Die Fragen, wo Batterien gebaut werden, ob deutsche und europäische Hersteller Zugriff auf die Daten der Zulieferer haben und wo und wie Batterien recycelt werden, werden für die Stärkung der Sekundärrohstoffbasis eine wichtige Rolle spielen. Auch bei Brennstoffzellenfahrzeugen hat die Leistungsfähigkeit der Energiespeicher eine hohe Relevanz. Die heutigen Vorserienfahrzeuge werden mit 350bar bzw. 700bar Druckwasserstoffspeichern betrieben, wodurch schon Reichweiten von mindestens 400 km erzielt werden. Voraussichtlich werden Reichweiten zwischen 400 und 500 km für eine erste Kommerzialisierung von FCV ausreichend sein.

## Lade- und Betankungsinfrastruktur aufbauen

Ein Arbeitsschwerpunkt der Elektrizitätswirtschaft liegt in der möglichst kurzfristigen Definition des Standardisierungsbedarfs. Beispiele hierfür sind die Lade- und Betankungsinfrastruktur, aber auch die Kommunikations-, Steuerungs- und Abrechnungsvorgänge im Rahmen des liberalisierten Strommarkts. Bei diesen Arbeiten sind auch netztechnische Aspekte zu berücksichtigen, z. B. potenzielle Überlastungen der Betriebsmit-

tel, lokale Bedarfssteuerung (smart grid), Netzrückwirkungen verursacht durch die Umrichter, Verhalten im Fehlerfall.

Beispiel Ladestationen: Je nach Ort der Ladung (im Privatbereich oder an Ladestationen im gewerblichen oder öffentlichen Raum) sind unterschiedlich hohe Ladeleistungen möglich. Ladestationen im öffentlichen Raum müssen neben Informationen zum Ladezustand der Batterie auch den Abrechnungsvorgang ermöglichen. Zusätzlich zu den genannten Funktionen müssen die Ladestationen eine einfache und sichere Authentifizierung bieten. Analog zum Roaming in Mobilfunknetzen müssen Verbraucher Zugang zu Ladestationen von Betreibern erhalten, mit denen keine Vertragsbeziehung besteht. Als Betreiber von Ladestationen kommen Stromvertriebe, der Messstellenbetreiber, der Netzbetreiber oder weitere private Investoren infrage.

Für die Errichtung einer Betankungsinfrastruktur für FCV hat ein Konsortium aus sieben Industrieunternehmen (Daimler, EnBW, Linde, OMV, Shell, Total und Vattenfall) im September 2009 einen wichtigen Erfolg erzielt. Mit der Initiative „H2 Mobility“ verständigen sich die Partner darauf, den Aufbau einer ersten flächendeckenden Wasserstoffinfrastruktur bis 2015 vorantreiben zu wollen. Unterstützt wird dieser Aufbau von der Bundesregierung vertreten durch die Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW GmbH). Für eine flächendeckende Versorgung in Deutschland sind voraussichtlich etwa 1 000 Wasserstofftankstellen ausreichend. Auch eine angemessene Versorgung in anderen EU-Ländern ist für die Alltagstauglichkeit von FCV wichtig.

## Fahrzeug- und Produktionstechnik verbessern

Kurzfristig werden bestehende Fahrzeugkonzepte für Elektroantriebe angepasst. Mittel- und langfristig sind neue Konzepte für Fahrzeuge, Antriebe, Komponenten und Konstruktionsmaterialien erforderlich. Energiespeicher, elektrische Antriebs- und elektronische Kontrollsysteme sowie der erforderliche Leichtbau, Nebenaggregate und Komfortfunktionen, die Optimierung der Motoren, der Systemintegration des Antriebs, der Getriebe, der Leistungselektronik und der Kühlung – all dies erfordert auch langfristig einen hohen Aufwand an Forschung und Entwicklung. Ein Beispiel: Ohne Gewichtsersparnisse beim Rahmen und bei weiteren Bauteilen würden aufgrund des hohen Batteriegewichts die Effizienzgewinne der Elektromotoren neutralisiert. Anforderungen an neue Materialien und deren Entwicklung müssen deshalb von Beginn an berücksichtigt und in den Förder- und Entwicklungsprogrammen verankert werden. Die Produktionstechnologie für die Großserienproduktion der aktuell noch nicht automobiltypischen Komponenten stellt die Industrie vor große Herausforderungen. Erfolgreiche Lösungen lassen sich dabei nur branchenübergreifend entlang der gesamten Wertschöpfungskette realisieren.

Insgesamt ist ein sich ständig optimierender Mix aus unterschiedlichen Antriebs- und Batterietechnologien zu erwarten, der zu einer erheblichen CO<sub>2</sub>-Reduzierung führen wird. Das Nebeneinander von Elektromotor und Diesel- bzw. Ottomotor, von Antriebsbatterie und Brennstoffzelle bzw. Wasserstoffantrieb, von Bleibatterie und Lithium- bzw. NiMH-Batterie wird für einen längeren Zeitraum beste Lösungen ermöglichen.

## Mobilität klimafreundlich gestalten und Netzintegration ermöglichen

Ein wesentlicher Vorteil eines Elektroantriebs liegt in einer hohen Energieeffizienz und dem damit einhergehenden geringen Primärenergieverbrauch. Auch wenn man die gesamte Vorkette der Stromerzeugung mit einrechnet und den aktuellen Energiemix in Deutschland berücksichtigt, liegen die CO<sub>2</sub>-Emissionen eines Elektrofahrzeugs im Vergleich zu einem Fahrzeug mit Verbrennungsmotor und gleicher Leistung oft niedriger. Bei einem zunehmenden Anteil von kohlenstoffarmen Energiequellen wie gerade auch erneuerbaren Energien in der Stromerzeugung kann die Elektromobilität auf längere Sicht die globale CO<sub>2</sub>-Bilanz des Verkehrs deutlich verbessern.

Die Einführung von Elektromobilität wird aus energiewirtschaftlicher Perspektive vor allem dann auf Akzeptanz stoßen, wenn die Fahrzeugausführungen und der Netzanschluss wirtschaftlich sind, die kilometerbezogenen Strompreise im Vergleich zu den Kraftstoffpreisen günstig bleiben und der zusätzliche Strombedarf sichergestellt ist.

Zugleich entsteht für die Stromversorger ein neues Absatzsegment, das über den oberleitungsgebundenen Verkehr hinaus den Absatz von Elektrizität im Verkehrssektor steigert, insbesondere in Situationen mit niedriger Last (Nacht-Aufladung). Daher kann Elektromobilität auch dazu beitragen, die Wirtschaftlichkeit bestehender und neu geplanter Kraftwerke durch eine Erhöhung der Auslastung zu verbessern.

Um aus den zahlreichen Aspekten wie Stromverbrauch, Batteriekosten, Mehrkosten bei der Fahrzeuginvestition, Infrastrukturkosten, Stromkosten in Abhängigkeit von der Lastsituation usw. kilometerbezogene Kosten zu errechnen, wären detaillierte Modellrechnungen mit teilweise noch unbekanntem Kostenkomponenten durchzuführen. Aussagekräftige Studien dazu liegen derzeit noch nicht vor. Der Aufbau eines solchen Kostenmodells erscheint aber wesentlich für eine Quantifizierung der zukünftigen Kosten eines Elektroauto-Pfades. Diese Fragen sollten daher im Rahmen der Modellregionen beantwortet werden, die im Zuge des Konjunkturpakets II der Bundesregierung eingerichtet wurden. Studien für den Bereich der Wasserstoffinfrastruktur werden und wurden bereits auf nationaler und internationaler Ebene erarbeitet ("HyWays", "GermanHy", "H2 mobility").

Die Fahrzeugbatterie soll möglichst am Netz auch gesteuert geladen werden (intelligentes Lademanagement), um Spitzenlasten für die Stromnetze zu vermeiden. Hierfür laufen schon intensive Vorbereitungen zur nötigen Kommunikation, Steuerung und Abrechnung, um einen Ausbaubedarf im Verteilungsnetz (insbesondere in der Niederspannung) und im Erzeugungspark zu minimieren. Allerdings sind die Elektroanlagen in Gebäuden an die zu erwartenden neuen Energiemengen des Elektrofahrzeuges anzupassen. Abhängig von der Leistung bzw. der elektrischen Arbeit, die insbesondere bei einem Schnellladevorgang zur Verfügung gestellt werden muss, hat dieser Energietransport erhebliche Auswirkungen auf das Hauptstromversorgungssystem bestehender Gebäude.



Zu einem späteren Zeitpunkt kann die Batterie auch für Rückspeisungen in das Netz genutzt werden, wenn der Preis der Regel- bzw. Ausgleichsenergie besonders hoch und die nächste Generation von Lithium-Ionen-Batterien eine sehr hohe Zyklenfestigkeit hat, also so ausgelegt ist, dass Lade- und Entladeprozesse nur geringe Auswirkungen auf die Lebensdauer des Energiespeichers haben werden. Die Lebensdauer einer Batterie sollte sich an der Lebensdauer eines Autos orientieren. Schließlich muss der Ladeprozess unter der Kontrolle und entsprechend den Bedürfnissen der Autofahrer erfolgen. Bis dahin sind noch viele technische Fragen zu lösen. Weder die Batterie noch das Stromnetz dürfen beeinträchtigt werden. Sind diese Probleme gelöst – erste Arbeiten hierzu sind auf den Weg gebracht – wird dies die Integration von erneuerbaren Energien in das Stromversorgungssystem verbessern. Langfristig könnten Fahrzeugbatterien möglicherweise als bidirektionaler Energiespeicher beispielsweise zum Windenergieausgleich zur Verfügung stehen. Durch die Einbindung der Fahrzeuge in die Stromnetze kann die Grundlastfähigkeit der regenerativen Energien gestärkt werden. Elektromobilität kann für die Energiewirtschaft wichtige Vorteile bieten, die dem Kunden auch finanziell zugute kommen sollten.

Mit dem steigenden Anteil an regenerativer Stromerzeugung wächst der Bedarf an langfristigen Energiespeichern. Neben den klassischen Pumpspeicherwerken kann künftig auch die Wasserstoffherstellung durch Elektrolyse infrage kommen. Während Fahrzeugbatterien direkt in das elektrische Netz eingebunden werden könnten, könnte die Wasserstoffherstellung über Elektrolyse den steigenden Bedarf an Regelleistung und damit eine Kopplung zwischen Energiespeicherung und Treibstoffproduktion mittelfristig ermöglichen.

## IKT für Elektromobilität

Die intelligente Verknüpfung von Elektrofahrzeugen und Stromnetzen erfordert hochmoderne Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT). Die Bundesregierung unterstützt den Aufbau branchenübergreifender IKT-Lösungen daher im Rahmen des Förderprogramms „IKT für Elektromobilität“. Es knüpft unmittelbar an die Modellregionen des Technologiewettbewerbs „E-Energy“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie an. Im Fokus stehen hierbei vor allem die IKT-basierten Lade-, Steuerungs- und Abrechnungsinfrastrukturen, durchgängige Datenübertragungssysteme, effiziente Prozesse sowie intelligente Leitwarten. Umfangreiche Dienste müssen entwickelt werden, um eine flexible, situationsbedingte Wahl des Stromversorgers und des gewünschten Energiemixes zu ermöglichen. Diese Dienste werden noch komplexer, wenn neben dem heimischen Stromanschluss auch öffentliche Parkflächen und Servicestationen für den Ladevorgang herangezogen werden. Darüber hinaus muss das Ladeverhalten von Nutzern weiter untersucht werden. Denkbar ist, dass neben der Reduktion von Spitzenlasten durch Nutzung der Fahrzeugbatterien zur Pufferung auch lokal höhere Lasten infolge dichter Ansammlung vieler Fahrzeuge (z. B. in Einkaufszentren an Samstagen) entstehen können. Dies könnte eine Kapazitätsanpassung von Stromverteilnetzen erforderlich machen.

Darüber hinaus sollte eine Vielzahl intelligenter Mehrwertdienste als Anreiz genutzt werden, um die Verbreitung von Elektrofahrzeugen voranzutreiben. Schon mit der Etablierung einer Ladeinfrastruktur sollten daher breitbandige Verbindungstechniken (z. B. Powerline, WLAN und/oder VDSL) aufgebaut werden, um einen einfachen Datenaustausch mit den Fahrzeugen während des Batterieladevorganges zu ermöglichen. Über diese Internetanbindung können z. B. Umgebungsinformationen und Kartendaten aktualisiert oder „Bonusmeilen“ hinterlegt bzw. eingelöst werden. Neben aktuellen, ortsbezogenen Verkehrsdaten und Hinweisen auf Anschlussmöglichkeiten an den ÖPNV, Informationen über verfügbare Parkplätze mit Batterieladestationen und Abrechnungsinformationen können diese Mehrwertdienste aber auch weit über den direkten Zusammenhang mit der Elektromobilität hinausgehen. Die geladenen Inhalte können z. B. digitale Radiosendungen, Nachrichten oder Videos für Rücksitzmonitore enthalten. Zugleich könnte sich die Chance ergeben, intelligente IKT-Lösungen für den Verkehr, insbesondere die Car-to-x-Fahrzeugkommunikation, verstärkt zu nutzen. Davon könnten beispielsweise auch Nutzer von FCV profitieren, denen ebenfalls Informationen etwa über die nächstgelegene Wasserstoff-Betankungsmöglichkeit zur Verfügung gestellt werden.

Elektromobilität, v. a. batterieelektrische Elektromobilität, erfordert den flexiblen Austausch von Kundendaten über ein Kommunikationsnetz, der höchsten Datenschutzansprüchen genügen muss. Der Aufbau einer separaten und flächendeckenden Ladeinfrastruktur für die Elektromobilität bietet daher eine große Chance, gleichzeitig ein kostengünstiges, öffentlich zugängliches Breitband-Kommunikationsnetz bereitzustellen. Neben der Abwicklung von erforderlichen Diensten sowie von attraktiven Zusatz-Diensten für die Nutzer von Elektrofahrzeugen sollte dieses Netz auch für alle anderen Verkehrsteilnehmer zugänglich sein. Denn so ist der höchste Mehrwert aus der Investition in die Ladeinfrastruktur zu ziehen – und die schnellste Kostenamortisierung zu erreichen.

## Importrisiken diversifizieren

Ziel ist, die Abhängigkeit von Erdöl fördernden Ländern in politisch instabilen Regionen durch Elektromobilität zu reduzieren. Solange vor allem Fahrzeuge mit Ottomotor als typische Kurzstrecken- und Stadtfahrzeuge substituiert werden, bleibt der Beitrag der Elektromobilität zur Importunabhängigkeit allerdings begrenzt. Denn aus technischen Gründen fallen im Raffinationsprozess bestimmte Mengen an Benzin und Diesel an. Während der rückläufige Benzinbedarf zu Überschüssen führt, übersteigt die wachsende Dieselnachfrage die europäischen Produktionskapazitäten. Als Konsequenz bestimmt der Dieselbedarf die Raffinerieauslastung und damit die Ölimportmenge. Die Importabhängigkeit würde nur durch eine deutliche Dieselsubstitution reduziert. Typische Diesel-Fahrprofile, Langstrecke und LKW-Gütertransport, sind indes vorerst kein Anwendungsfeld der Elektromobilität.

Zugleich wird die Nachfrage nach Rohstoffen steigen. Ein wesentlicher Treiber wird der wachsende Bedarf an Lithium-Ionen-Akkumulatoren sein, die sowohl in Hybridfahrzeugen und Brennstoffzellenfahrzeugen als auch in reinen Elektrofahrzeugen eingesetzt werden. Lithium-Ionen-

Akkumulatoren enthalten verschiedene, insbesondere metallische Rohstoffe. Es werden z.B. verwendet: als Anodenmaterial Mischoxide und Phosphate von Lithium mit Nickel, Mangan, Eisen und Kobalt, als Kathodenmaterial hauptsächlich Graphit, aber auch Silizium, sowie Oxide von Lithium, Titan und Zinn, als Elektroenträger auch Kupfer und Aluminium. In Verbindung mit dem zunehmenden Bedarf an Lithium-Ionen-Akkumulatoren wird für Kobalt ein besonders starker Nachfrageanstieg erwartet. Viele Experten gehen davon aus, dass sich bei den Elektroden der Lithiumsysteme Kobalt als Rohstoff gegenüber Phosphat und Mangan durchsetzt. Der globale Rohstoffbedarf an Kobalt könnte allein durch die steigende Nachfrage nach Lithium-Ionen-Akkumulatoren bis zum Jahr 2030 gegenüber 2006 um das 3,4-fache steigen. Daraus resultierende Engpässe bei der Verfügbarkeit von Kobalt sind nur zu vermeiden, indem die weltweiten Förderkapazitäten rechtzeitig und in ausreichendem Umfang erweitert werden.

Wie bei anderen Primärmetallen auch, ist Deutschland bei Kobalt zu 100 Prozent auf Importe aus dem Ausland angewiesen. Allerdings werden in der deutschen Industrie schon heute rund 20 Prozent des Kobaltbedarfs durch über Recycling aufbereiteten Kobaltschrott gedeckt. Die Recyclingquote kann in enger Zusammenarbeit der Batteriehersteller mit der NE-Metallindustrie noch gesteigert werden. Bei Blei beispielsweise ist die Abhängigkeit von Importen aufgrund der nahezu 100-prozentigen Rückführung gebrauchter Batterien in effiziente Recyclingkreisläufe geringer. Zugehörige Entwicklungen von Systemen, Verfahren und Anlagen bieten ein beträchtliches Potenzial für den deutschen Maschinen- und Anlagenbau. Zugleich könnte allerdings die strategische Abhängigkeit von Förderländern wie Australien, Kanada und den Vereinigten Staaten, aber auch der Demokratischen Republik Kongo und Sambia zunehmen. Aufgrund der hohen Konzentration der Kobaltvorkommen auf die politisch instabileren Staaten DR Kongo und Sambia wird eine verstärkte Forschung in Mangan- und Eisenphosphat-Elektroden und auch in Nickel-Elektroden, die keine bzw. nur geringe Mengen Kobalt enthalten, grundsätzlich empfohlen.

Unabhängig von dem Rohstoff für die Elektroden der Lithium-Ionen-Akkumulatoren wird auch der Bedarf an Lithium stark steigen. Anders als für Kobalt ist für Lithium keine Zuspitzung der Verfügbarkeit zu erwarten. Doch die weltweiten Lithium-Vorkommen sind noch stärker regional konzentriert. Deshalb besteht auch hier die Gefahr strategischer Abhängigkeiten. Dabei handelt es sich um die politisch weniger instabilen Staaten Südamerikas – namentlich Argentinien, Bolivien und Chile. Allerdings ist die Unternehmenskonzentration bei der Förderung bereits heute als „mäßig kritisch“ einzustufen. Für die Ausweitung der Produktion wird ein erheblicher zeitlicher Vorlauf benötigt. Es besteht die Gefahr, dass die heute schon im Markt befindlichen Anbieterunternehmen eine marktherrschende Position erlangen. Einem möglichen Preisanstieg bei Lithium können wirtschaftliche Recyclingverfahren entgegenwirken.

Neben Lithium und Kobalt wird in Verbindung mit zunehmender Nachfrage und Produktion von Hybrid- und Brennstoffzellenfahrzeugen auch der Bedarf an weiteren Metallen steigen, insbesondere an Aluminium, Kupfer und dem Seltenerdmetall Neodym. Für die Elektromotoren der

Fahrzeuge wird wesentlich mehr Kupfer benötigt werden, zwischen 15 und 30 kg pro Einheit. Das Seltenerdmetall Neodym wird insbesondere für Magneten in Elektromotoren von Hybrid- und Elektrofahrzeugen gebraucht.

Für Neodym wird mit einem besonders starken Nachfrageanstieg gerechnet, weil das Metall auch in anderen Zukunftstechnologien Anwendung findet. Experten gehen von einem Ansteigen des Bedarfs um mehr als das Dreifache aus. Kritisch zu bewerten ist dies insbesondere aufgrund der hohen Konzentration der Förderung des Metalls, die – wie jene der anderen Seltenerdmetalle auch – zu über 95 Prozent in der Volksrepublik China erfolgt. Rohstoffexporte werden von der Volksrepublik erheblich beschränkt, insbesondere die Ausfuhren von Metallen.

Aufgrund der hohen Importabhängigkeit bei Metallen und bestehenden tarifären und nichttarifären Beeinträchtigungen des Rohstoffhandels muss die deutsche und europäische Politik sich dringend stärker für die Funktionsfähigkeit der Rohstoffmärkte engagieren. Auch eine Stärkung der heimischen Recyclingkompetenz muss hohe Aufmerksamkeit haben. Ergänzend sollte die technologieoffene Forschung nach alternativen Stoffsystemen Unterstützung finden. Hierzu bieten die chemische Forschung und die Nanotechnologie vielversprechende Möglichkeiten.

### **3. Politischer Sachstand**

#### **Deutschland**

Im Integrierten Energie- und Klimaprogramm vom Dezember 2007 hat die damalige Bundesregierung das Thema Elektromobilität verankert. Auf der von den Bundesministerien für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), für Wirtschaft und Technologie (BMWt), für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) und für Bildung und Forschung (BMBF) getragenen nationalen Strategiekonferenz am 25./26. November 2008 hat die Bundesregierung Eckpunkte für einen Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität vorgelegt.

Am 19. August 2009 hat das Bundeskabinett den Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität verabschiedet. Mit dem Entwicklungsplan wird eine enge Zusammenarbeit von Politik, Industrie und Wissenschaft skizziert und eine verstärkte Förderung durch Förderprojekte, Marktanzreizsysteme und geeignete ordnungsrechtliche Rahmenbedingungen in den kommenden zehn Jahren und darüber hinaus beschrieben. Von den beteiligten Branchen wird erwartet, die Marktvorbereitung und Einführung von batteriegetriebenen Elektrofahrzeugen weiter voranzubringen. Folgende Ziele steckt der Nationale Entwicklungsplan ab:

- Deutschland soll „Leitmarkt für Elektromobilität“ werden.
- Elektromobilität soll einen signifikanten Beitrag zum Erreichen der Klimaschutzziele leisten („Strategie Weg vom Öl“).
- Der Energiebedarf von Elektroautos soll an die Nutzung regenerativer Energien gekoppelt sein und damit die energiepolitischen Ziele der Bundesregierung stärken.

- Bis zum Jahr 2020 sollen mindestens 1 Mio. Elektrofahrzeuge (im Sinne des Nationalen Entwicklungsplans) in Deutschland fahren.
- Bis zum Jahr 2030 sollen es 5 Mio. Fahrzeuge sein. Langfristig soll der Verkehr in Städten überwiegend ohne fossile Brennstoffe auskommen.

Der Nationale Entwicklungsplan Elektromobilität bezieht bestehende Forschungsprogramme für alternative Antriebe und Kraftstoffe ein, darunter:

- 5. Energieforschungsprogramm „Innovation und neue Energietechnologien“, BMWi, rund 2,2 Mrd. Euro für die Förderung von Forschung und Entwicklung moderner Energietechnologien im Rahmen der Energieforschung in den Jahren 2008 bis 2011 u. a. für FuE im Verkehr.
- Förderkonzept Stromspeicher, BMWi, 2009 bis 2012, 35 Mio. Euro.
- 3. Verkehrsforschungsprogramm „Mobilität und Verkehrstechnologien“, BMWi, 2008 bis 2011 rund 300 Mio. Euro, bis 2010 rund 35 Mio. Euro für Förderung im Bereich Antriebstechnologien.
- Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP), BMVBS, im Rahmen des NIP zusätzlich 500 Mio. Euro vom Bund und mindestens 500 Mio. Euro von der Industrie, 2007 bis 2016; insgesamt stehen damit bei Fortschreibung der laufenden FuE-Förderung des Bundes für Brennstoffzellen und – unter Berücksichtigung der komplementären Mittel der Industrie und Anwender – im Zeitraum 2007 bis 2016 bis zu 1,4 Mrd. Euro zur Verfügung.
- Innovationsallianz „Lithium-Ionen-Batterie – LIB 2015“, BMBF, 2008 bis 2015, 60 Mio. Euro vom Bund, 360 Mio. aus der Industrie, und weitere Verbundprojekte des BMBF (LISA: 1,7 Mio., REALIBATT: 2,1 Mio., LIHEBE: 2,2 Mio.).
- E-Energy: IKT-basiertes Energiesystem der Zukunft, BMWi und BMU, 2008 bis 2012, 60 Mio. Euro Bund und 80 Mio. Euro aus der Industrie.

Zusätzlich stehen im Rahmen des Konjunkturpakets II 500 Millionen Euro bis 2011 für anwendungsorientierte Forschung im Bereich Mobilität zur Verfügung. Die Mittel werden auf eigene Programme des BMVBS, BMWi, BMU und BMBF aufgeteilt. Ein geringer Teil der Mittel fließt auch in Förderprojekte des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV). Die Projekte legen die Forschungsschwerpunkte auf Komponenten (insbesondere Batterien), Fahrzeuge, Strom und Infrastrukturen sowie auf das Zusammenspiel dieser Faktoren in der Praxis im Rahmen der acht Modellregionen. Damit ergänzen sie teilweise bestehende Förderschwerpunkte der jeweiligen Ministerien oder vertiefen neue Ansätze.

Auf der Kabinettklausur am 17. und 18. November 2009 auf Schloss Meiseberg hat die Bundesregierung das Ziel bekräftigt, Deutschland zu einem Leitmarkt für Elektromobilität entwickeln und eine zügige Markteinführung von leistungsfähigen Elektrofahrzeugen begleiten zu wollen. Erforderlich sei ein koordiniertes und zielgerichtetes Vorgehen aller Beteiligten. Deshalb sollen die verschiedenen Wirtschaftszweige stärker in die Pflicht genommen werden. Politik und Industrie sollen eng zusammenarbeiten. Anfang Mai 2010 sollen die wichtigsten Akteure zu einem Spit-

zentreffen mit der Bundeskanzlerin eingeladen werden. Dann soll der Startschuss gegeben werden für die Nationale Plattform Elektromobilität. So soll der Austausch zwischen Politik und allen relevanten Industrien sowie Wissenschaft, Kommunen und Verbrauchern sichergestellt werden.

Die Politik hat unlängst mit Entscheidungen zur Zusammensetzung des Kraftstoffpools neue Rahmenbedingungen festgelegt. Auf der Kraftstoffseite wird die heutige Beimischung, bezogen auf den Gesamtkraftstoffabsatz, ab 2015 durch ein CO<sub>2</sub>-Minderungsziel im Vergleich zu fossilen Kraftstoffen von 3 Prozent ansteigend auf 7 Prozent im Jahr 2020 ersetzt. Bio-Erdgas wurde in diesem Zuge erstmalig in die Betrachtung zur Quotenerfüllung aufgenommen. Damit sind die Rahmenbedingungen technologieoffen gestaltet und die Voraussetzungen für Wettbewerb um Herstellungsverfahren mit möglichst geringen CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten geschaffen worden. Nachhaltigkeit, Technologie-Offenheit und Kosteneffizienz müssen auch in Zukunft Eckpunkte einer verantwortlichen Biokraftstoffpolitik sein.

## Internationaler Vergleich

Zahlreiche führende Industrienationen haben ihre Anstrengungen verstärkt, Forschung und Entwicklung sowie die Marktentwicklung durch Förderprogramme und Kaufanreize zu beschleunigen. Frankreich gewährt nach einem Bonus/Malus-System Kaufzuschüsse von bis zu 5.000 Euro, wenn das Fahrzeug weniger als 60g CO<sub>2</sub>/km emittiert. Außerdem hat Frankreich im Herbst 2009 eine Strategie für die Entwicklung der Infrastrukturen für Hybrid- und Elektrofahrzeuge festgelegt und will so den Kauf von voraussichtlich 100 000 elektrischen Fahrzeugen bis 2015 unterstützen. Der französische Staat beteiligt sich finanziell an dem Aufbau von Produktionskapazitäten. Großbritannien will die Forschung und Entwicklung von Subkomponenten für Elektro- und Hybridfahrzeuge fördern sowie Kaufzuschüsse (ab 2011 zwischen 2000 und 5.000 Britischen Pfund, insgesamt 230 Millionen Britische Pfund) gewähren und die Kfz-Steuer erlassen. Weitere europäische Länder gewähren Kaufzuschüsse (Spanien 2000 bis 6000 Euro, Italien 3500 Euro, Portugal 5000 Euro für die ersten 5000 Fahrzeuge und Steuernachlässe) und / oder Steuererleichterungen (Dänemark Erlass der Kaufsteuer in Höhe von 105 bis 180 Prozent, Irland Kaufsteuerreduktion bis Ende 2010 um bis zu 2.500 Euro, Griechenland Erlass der Kauf- und Kfz-Steuer).

Die Europäische Union hat im Rahmen des „recovery package“ im November 2008 die Green Cars-Initiative gestartet. Zur Förderung unterschiedlicher Forschungsfelder sind rund 5 Mrd. Euro vorgesehen, davon etwa 4 Mrd. Euro an Krediten der European Investment Bank sowie FuE-Mittel im Rahmen des 7. Forschungsrahmenprogramms der EU-Kommission in Höhe von 500 Mio. Euro flankiert durch 500 Mio. Euro aus der Industrie oder von Mitgliedstaaten.

Japan hat ein 5-Jahresprogramm für Traktionsbatterien im Umfang von 200 Mio. US-Dollar aufgelegt, fördert für ein Jahr bis März 2010 „umweltfreundliche Fahrzeuge“ über eine Abwrackprämie von bis zu ca. 2.000 Euro und gewährt weitere steuerliche Erleichterungen (Gewichts- und Kaufsteuer) beim Kauf von Hybrid- und Elektroautos, die in der Höhe variieren. Die USA gewähren eine Steuergutschrift von 2500 bis zu

7.500 US-Dollar (abhängig von Batteriekapazität) beim Kauf eines Elektroautos. Das US-Konjunkturpaket ARRA (American Recovery and Reinvestment Act) sieht für die Herstellung und Entwicklung von US-Batterien und Elektrofahrzeugen Zuschüsse in Höhe von 2,4 Mrd. US\$ vor. Ein Großteil der Mittel (1,5 Mrd. US\$) soll an in den USA ansässige Unternehmen gehen, um die Produktion von Batterien und deren Komponenten sowie um eine Ausweitung der Recyclingkapazitäten zu subventionieren. Die FuE-Förderung der USA für Energietechnologien (u. a. Elektromobilität) soll sich in den nächsten 10 Jahren auf insgesamt 150 Mrd. US\$ belaufen. China fördert mit ca. 1 Mrd. Euro technologische Innovationen für effizientere Antriebstechnologien und mit ca. 2 Mrd. Euro zwischen 2009 und 2011 den Praxiseinsatz von rund 10 000 Fahrzeugen in 13 Pilotregionen. In diesem Rahmen erhalten Organisationen des öffentlichen Dienstes und Unternehmen des öffentlichen Nahverkehrs Kaufzuschüsse für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge von bis zu ca. 6.700 Euro in Abhängigkeit vom Anteil der elektrischen Leistung und der Benzineinsparquote.

Diese weitreichenden Förderprogramme anderer Nationen stellen die deutsche Industrie vor große Herausforderungen. Umso mehr ist die Politik aufgefordert, sich für faire Wettbewerbsbedingungen auf europäischer und internationaler Ebene einzusetzen. Fördermaßnahmen für eine Technologie oder Branche dürfen nicht auf nationale Unternehmen begrenzt werden, sondern müssen internationalen Unternehmen gleichermaßen offenstehen. Andernfalls werden neue Marktbeschränkungen und Wettbewerbsverzerrungen geschaffen, die die Wirtschaftskrise vertiefen und die Technologieentwicklung und -verbreitung massiv bremsen. Neuen Protektionismus im angeblichen Namen von Umweltschutz, Technologieförderung und Krisenbekämpfung darf es nicht geben.

### III. Strategien und Empfehlungen für die 17. Legislaturperiode

Seite  
24 von 28

#### Technologieneutrale Förderung

Standortwettbewerb bedeutet heute Innovationswettbewerb. Deshalb ist die Förderung von Forschung und Entwicklung entscheidend für die Zukunft unseres Landes. Elektrofahrzeuge können einen wichtigen Beitrag für unsere künftige nachhaltige Mobilität leisten. Doch niemand kann heute absehen, in welche Richtung sich Forschung und Entwicklung für neue Fahrzeugkonzepte bewegen. Die deutsche Industrie wirbt deshalb grundsätzlich für einen technologieneutralen Ansatz der Politik, der dem Wettbewerb und der Diversifizierung technologischer Lösungen Raum gibt. Die Politik muss rechtliche Rahmenbedingungen so setzen, dass keine Option von vornherein ausgeschlossen wird. Die staatliche Unterstützung muss sich auf die Förderung breiter Forschungsansätze konzentrieren. Eine Vielzahl technologischer Lösungen parallel voranzutreiben bedeutet eine neue Herausforderung für FuE in den Unternehmen.

So gibt es erheblichen Forschungsbedarf bei der Batterietechnologie und der Netzintegration für Elektrofahrzeuge. Die Massenfertigung der Batteriezellen muss sehr hohen Qualitätsstandards in Bezug auf Funktion und Gleichmäßigkeit genügen. Auch die Massenproduktion von Brennstoffzellensystemen sowie von nachhaltig erzeugtem und wettbewerbsfähigem Wasserstoff, die Speichertechnologie für Druckgase und die Etablierung von Verteilinfrastrukturen für gasförmige Kraftstoffe (Wasserstoff, Methan), die Produktion von energie- und CO<sub>2</sub>-effizienten Biokraftstoffen sowie die Bereiche Werkstoffe und Leichtbaumaterialien weisen großen Forschungsbedarf auf. Um Wertschöpfung und Arbeitsplätze in Deutschland zu sichern, ist die Effizienz des gesamten Produktionssystems entscheidend. Die Produktionsforschung muss deshalb über die gesamte Wertschöpfungskette und unter Einbeziehung von Recyclingtechnologien intensiviert werden. Das sollte auch Anforderungen an neue Konstruktionsmaterialien einschließen.

Die Bundesregierung sollte eine starke Koordinierung beim 500-Millionen-Euro-Förderprogramm (im Rahmen des Konjunkturpakets II „Anwendungsorientierte Forschung im Bereich Mobilität“) gewährleisten.

Gerade angesichts der starken internationalen Konkurrenz ist eine kontinuierliche Fortsetzung und Intensivierung der Förderung über die gesamte Wertschöpfungskette in enger Kooperation mit der Industrie entscheidend.

Das Einbeziehen der mittelständischen Innovationsträger aus der Industrie erfolgt idealerweise über die etablierten Netzwerke aus Industrie und Forschung. Hervorragende Ansatzpunkte hierfür bieten die weltweit führenden Innovationsnetzwerke der Industriellen Gemeinschaftsforschung, wie sie z. B. in den Forschungsvereinigungen Antriebstechnik und Verbrennungskraftmaschinen zu finden sind. Diese Netzwerke integrieren Experten aus Industrie und Wissenschaft des Maschinenbaus, der Automotive-Industrie und der relevanten Zulieferbranchen wie der Elektrotechnik und der Steuerungs- und Regelungstechnik.



Fast alle großen Industrieländer fördern Forschung und Entwicklung über steuerliche Regelungen. Deshalb sollte die Bundesregierung rasch eine steuerliche Förderung von Forschung und Entwicklung für Unternehmen aller Größenklassen einführen zusätzlich zur Projektförderung und unter angemessener Berücksichtigung branchenspezifischer Besonderheiten. Das ist entscheidend, um den Innovationsstandort Deutschland zu stärken. Darüber hinaus sollten die nationalen Aktivitäten eng mit Programmen der Europäischen Kommission und der Mitgliedstaaten (z. B. Green Cars Initiative der EU) verzahnt werden.

Wichtig ist außerdem ein verstärkter Impuls zur Förderung von Ausbildung, Forschung und Lehre insbesondere in den Fachgebieten der Elektromobilität. Auch hierfür bieten die Innovationsnetzwerke der Industriellen Gemeinschaftsforschung ideale Anknüpfungspunkte. Von dieser breitenwirksamen, ordnungspolitisch klaren Innovationsförderung profitiert der wissenschaftliche Nachwuchs in starkem Maße, der industrienah und praxisbezogen forschen kann. Mit durchschnittlich einer Promotion und vier Studien- und Diplomarbeiten je Projekt erreicht die Gemeinschaftsforschung Bildungsexzellenz für Ingenieure. Allein die genannten Forschungsvereinigungen stehen für rund 200 laufende Projekte an Deutschlands besten Hochschulen. Schon in den Schulen sollte die Faszination insbesondere der MINT-Fächer besser vermittelt werden.

Auf internationaler Ebene sollte sich die Politik für fairen Wettbewerb einsetzen. Fördermaßnahmen dürfen nicht auf nationale Unternehmen beschränkt werden. Denn neuer Protektionismus bremst neue Technologien.

## Keine neuen Belastungen

In der Markteinführungsphase sollten Strom und Wasserstoff für den Einsatz in Fahrzeugen nicht zusätzlich besteuert werden. Ziele der Politik wie der verstärkte Einsatz von regenerativen Energien dürfen nicht zu Lasten der Fahrzeughersteller und -kunden verfolgt werden. Es bestehen ohnehin schon hohe Steuern und Abgaben auf Strom.

Zeitlich gesteuerte Ladung ist insgesamt gut abdeckbar durch die Strom-Netzentgelt-Verordnung. Gleiches ist für das Erdgas-Netz umzusetzen. Mittelfristig ist darauf zu achten, dass der Einsatz von Ausgleichsenergie aus den Fahrzeugbatterien nicht durch Netznutzungsentgelte belastet wird.

## Incentivierung schaffen und Infrastruktur voranbringen

Die Politik ist aufgefordert, sich auf die vorwettbewerbliche Förderung von Forschung und Entwicklung sowie auf die Infrastruktur zu konzentrieren. Die Markteinführung von alternativen Antrieben und Kraftstoffen kann die Politik durch richtige Rahmenbedingungen und sinnvolle Anreize unterstützen. Wirksame Anreize zur Markteinführung können vor allem ordnungsrechtliche Weichenstellungen für Nutzervorteile bieten. Mit der Elektromobilität werden sich voraussichtlich neue Nutzungs- und Geschäftsmodelle entwickeln. Es sollte deshalb in regelmäßigen Abständen geprüft werden, ob Maßnahmen wie beispielsweise die Einführung von

Wechselkennzeichen nach Schweizer Vorbild für Erst- und Zweitfahrzeug neue Formen der Mobilität stärken können. Die Fortführung der fünfjährigen Kfz-Steuerbefreiung für Elektrofahrzeuge kann in der Frühphase der Markteinführung ein wichtiger Anreiz sein. Weitere mögliche Anreize sind zu gegebener Zeit und auch vor dem Hintergrund eines internationalen Vergleichs, möglicher Wettbewerbsverzerrungen und des Ziels technologieneutraler Förderung zu prüfen. Es darf keine Dauersubventionen geben.

Die Bundesregierung sollte den Aufbau einer Ladeinfrastruktur für batteriegetriebene Elektrofahrzeuge und den Aufbau einer Versorgungsinfrastruktur für Wasserstoff durch geeignete Rahmenbedingungen unterstützen. Mit dem Aufbau einer Ladeinfrastruktur sollte gleichzeitig ein Kommunikationsnetz errichtet werden, über das die erforderlichen Abrechnungsdaten grenzüberschreitend ausgetauscht und Mehrwertdienste abgerufen werden können. Zur erfolgreichen Markteinführung gehört ein erfolgreiches Erwartungsmanagement: ehrgeizig und realistisch. Auch die Politik steht hier in Verantwortung.

## Zusammenarbeit stärken

Die gezielte Förderung von innovativen Antrieben und Kraftstoffen erfordert ein eng abgestimmtes Vorgehen der Politik auf europäischer, Bundes-, Landes- und Kommunalebene und die Zusammenarbeit mit den beteiligten Branchen der deutschen Industrie und deren Verbänden (Automobilhersteller, Zulieferer, Maschinen- und Anlagenbau, Batteriehersteller, Energieversorger, IKT-Anbieter, chemische und Gase-Industrie, Systemanbieter, Elektroindustrie, Nichteisen-Metallerzeuger). Ein gelungenes Beispiel hierfür ist das von Industrie, Politik und Verbänden unterzeichnete Memorandum of Understanding "H<sub>2</sub> Mobility", das den Aufbau einer Wasserstoff-Infrastruktur für die breite Kommerzialisierung von FCV im Jahr 2015 ermöglichen will.

Die Bundesregierung möchte den Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität mit Beteiligung aller Akteure aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik durch Ziele und Maßnahmen weiter konkretisieren. Die deutsche Industrie begrüßt das von der Bundesregierung für Mai 2010 vorgesehene Spitzentreffen und wird die Nationale Plattform Elektromobilität sowie die geplante enge Zusammenarbeit auf Expertenebene aktiv begleiten und unterstützen. Ein koordiniertes Vorgehen von Politik und Industrie ist wichtig, um das Gesamtsystem Elektromobilität zu schaffen. Dabei ist unnötiger Bürokratie- und Berichtsaufwand zu vermeiden. Mit der klaren Federführung für Elektromobilität von nunmehr zwei Ministerien (BMVBS, BMWi) und der Einrichtung der Gemeinsamen Geschäftsstelle Elektromobilität der Bundesregierung (GGEMO) zum 1. Februar 2010 hat die Bundesregierung schon zentrale Anliegen der Industrie nach gebündelten Kompetenzen aufgegriffen.

Auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene ist die Zusammenarbeit für Standardisierung und Normung entscheidend. Von besonderer Bedeutung für die Entwicklung batteriegetriebener Elektromobile ist eine koordinierende und flankierende Unterstützung nötiger Standardisierungen bei Schnittstellen, z. B. bei Ladeinfrastrukturen, informationstechnischen

Prozessbeschreibungen und Datenformaten für die Batterieladevorgänge im liberalisierten Strommarkt. Praxisgerechte, kostengünstige und ggf. auch innovative Abrechnungsvorgänge sollten angestrebt werden. Alternative Ladetechnologien wie etwa die induktive Übertragung oder Wechselakkusysteme zeigen noch erheblichen Koordinations- und Standardisierungsbedarf. Für die Normung der Stecker sind die elektrotechnischen Verbände gut gerüstet. Prozessbeschreibungen und Datenformate liegen mit Blick auf Vorschläge in der Verantwortung der Verbände. Erheblicher Normungs- und Standardisierungsbedarf ist noch im Bereich der Speichertechnologie erkennbar. Erst durch Einschränkung der Variantenvielfalt bei Vorprodukten und Halbzeugen ist der Aufbau einer kostenoptimierten Großserienfertigung möglich. Auf die Kompatibilität mit bestehenden Systemen ist zu achten.

Für den Gebrauch batteriegetriebener Fahrzeuge ist eine Sicherheitszertifizierung der eingesetzten Zellen und Batterien Voraussetzung eines sicheren Betriebs. Die Sicherheit der Batterie ist für den Markterfolg unverzichtbar.

Die deutsche Industrie wirbt dafür, dass die gemeinsame Standardisierung und Normung für Elektromobilität als Leuchtturmprojekt für die transatlantische Wirtschaftsintegration im TEC (Transatlantic Economic Council) definiert wird.

Die Bundesregierung sollte eine langfristige Perspektive für eine nachhaltige Mobilität entwickeln, um Planungssicherheit für die Industrie zu schaffen. Mit Blick auf batteriegetriebene Elektromobilität bildet der Nationale Entwicklungsplan dafür eine gute Grundlage. Es bedarf eines offensiven politischen Einsatzes, koordiniert zwischen den Branchen und verschiedenen Behörden, für Lösungen, die mit dem deutschen Strommarkt kompatibel sind: in der EU, mit den Regulierungsbehörden der EU-Länder, und unterstützend in der internationalen Normung.

## Schlüssige Konzepte für Mobilität, Energie und Rohstoffversorgung definieren

Mobilität stärken, Umwelt schonen, Wachstum sichern – das kann nur mit einem in sich stimmigen Konzept für unsere Mobilität von morgen gelingen. Die Bundesregierung ist aufgefordert, ein solches Konzept zu entwickeln – und im Dialog mit allen relevanten Partnern umzusetzen. Die beste Produktinnovation nützt wenig, wenn die Autos dann im Stau stehen. Das zu verhindern ist Aufgabe der Politik. Priorität müssen deshalb alle wachstums- und umweltrelevanten Maßnahmen haben. Dazu gehören auch Investitionen in exzellente Verkehrswege und in Intelligente Verkehrssysteme sowie multimodale Lösungen.

Ebenso ist eine Energie- und Rohstoffstrategie erforderlich. Das bedeutet auch, bestehende und neue Recyclingverfahren weiterzuentwickeln und die Rohstoffbasis für Elektromobilität zu verbreitern und zu sichern. Die deutsche Industrie bietet der Politik eine Zusammenarbeit an.

Nachstehende Szenarien stecken wichtige Meilensteine ab:

## **Kurzfristiges Szenario:**

- Bedarfsgerechter Infrastrukturausbau mit richtigen Rahmenbedingungen für private Investitionen;
- Flächendeckender Einsatz von Verkehrstelematik- und Verkehrsmanagementsystemen (insbesondere Echtzeitverkehrsinformationen, dynamisches Parkraummanagement, Flottenmanagement- und Fahrerassistenzsysteme, IKT in der Logistik);
- Technische Optimierung und Effizienzsteigerungen bei (bestehenden) Fahrzeugkonzepten und Antriebstechnologien;
- Verbesserung der Hybrid-Technologien;
- Optimierung konventioneller flüssiger Kraftstoffe und gasförmiger Kraftstoffe;
- Einsatz energie- und CO<sub>2</sub>-effizienter flüssiger Biokraftstoffe auf Basis von Stärke und Zucker (Bioethanol) oder Pflanzenölen (Biodiesel, hydrierte Pflanzenöle) sowie gasförmiger Biokraftstoffe mit Erweiterung der Rohstoffbasis um Zellulose und Bioabfälle (Bio-Erdgas);
- Verstärkte technologieneutrale Forschung und Entwicklung für innovative Antriebstechnologien, alternative Kraftstoffen und Speichertechnologien (für Strom und Druckgase) sowie Vereinbarungen zu gemeinsamen Standards;
- Konzentration der Feldversuche (Hybrid-Technologie, Wasserstoff für Brennstoffzelle oder Verbrennungsmotor, Elektroautos), Beginn des Ausbaus der Lade-, Tank- und Kommunikationsinfrastrukturen für alternative Antriebskonzepte;
- Europäische und internationale Koordination insbesondere zu Normungsfragen stärken;
- Faserverbund- und Dichtungswerkstoffe / Kompositmaterialien verbessern.

## **Mittelfristiges Szenario:**

- Marktrelevante Einführung von alternativen Antrieben (z. B. Elektromobilität);
- Energie- und CO<sub>2</sub>-effiziente flüssige Biokraftstoffe mit Erweiterung der Rohstoffbasis um Zellulose (Bioethanol) und Bioabfälle (Bioethanol, BtL);
- Weiterer Ausbau der Lade-, Tank- und Kommunikationsinfrastrukturen für alternative Antriebskonzepte;
- Nutzung von Wasserstoff und Bioethanol für Brennstoffzelle und Verbrennungsmotor;
- Faserverbund- und Dichtungswerkstoffe / Kompositmaterialien verbessern.

## **Langfristiges Szenario:**

- Energie- und CO<sub>2</sub>-effiziente Biokraftstoffe mit „neuartigen“ Kraftstoffen / Kraftstoffkomponenten;
- Elektro-Kfz-Flotten, auch als Speichermedium für regenerative Energien;
- Verstärkter Einsatz der Car2X-Kommunikation und kooperativer Fahrerassistenzsysteme unter Sicherung von Datenschutzkriterien.