

Elektromobilität

Eine Alternative zum Öl

Mobil für die Zukunft

Seite 4

Eine Welt im Wandel stellt neue Anforderungen an die Mobilität von morgen. Mehr Verkehr und mehr Klimaschutz müssen gleichzeitig bewältigt werden.

Technik vom Mond

Seite 10

Batterie- und Brennstoffzellensysteme werden in der Automobilherstellung immer wichtiger. Um den Standort Deutschland wettbewerbsfähig zu halten, müssen alle an einem Strang ziehen.

Neuer Antrieb für die Wirtschaft

Seite 28

Die Elektromobilität verändert die Automobilindustrie. Die Auswirkungen sind aber auch in anderen Branchen spürbar. Insgesamt kann die Wirtschaft gewinnen, wenn sie sich rechtzeitig auf den Wandel einstellt.

EIN MAGAZIN, HERAUSGEGEBEN VOM VERBAND DER AUTOMOBILINDUSTRIE

STAND MAI 2011



Elektromobilität Eine Alternative zum Öl

Ein Magazin, herausgegeben vom Verband der Automobilindustrie, Stand Mai 2011

Mobil für die Zukunft

Seite 4

Eine Welt im Wandel stellt neue Anforderungen an die Mobilität von morgen. Mehr Verkehr und mehr Klimaschutz müssen gleichzeitig bewältigt werden.

Der realistische Traum vom klimaneutralen Fahren

Seite 5

Um auf dem Weg zu einer umweltschonenden Mobilität weiter voranzukommen, setzt die deutsche Automobilindustrie auf eine Fächerstrategie: „Einsparen – ergänzen – ersetzen.“

Zurück in die Zukunft mit Elektromotoren

Seite 6

Elektrofahrzeuge sind keine neue Erfindung. Im Straßenverkehr konnten sie sich jedoch bisher nicht durchsetzen. Und trotzdem gehört ihnen die Zukunft. Dank neuer Technologien.

Die sanfte Revolution

Seite 9

Die Vorteile der Elektromobilität im Überblick.

Technik vom Mond

Seite 10

Batterie- und Brennstoffzellensysteme werden in der Automobilherstellung immer wichtiger. Um den Standort Deutschland wettbewerbsfähig zu halten, müssen alle an einem Strang ziehen.

Sauberen Strom in die Autos bringen

Seite 12

Elektromobilität wird dann besonders sinnvoll, wenn der Strom aus erneuerbaren Energiequellen stammt. Wie kann er gewonnen werden? Und wie gelangt er dann am besten in die Fahrzeuge?

Die Strömung zu innovativen Veränderungen

Seite 15

Elektromobilität ist ohne die Batterie nicht möglich. Doch Autos bestehen nicht nur aus dem Antrieb. Komplexe Steuerungstechniken erfordern eine Veränderung der Bauweise. Die Autos von morgen werden anders aussehen.

Die große Grafik zu Elektromobilität 8-Seiten-Beilage

Das System Elektromobilität beruht auf dem Zusammenspiel vieler Akteure und der Verbindung unterschiedlichster Technologien. Eine Grafik verdeutlicht die Zusammenhänge.

Geteiltes Glück

Seite 17

Um den Verkehr in der Stadt umweltfreundlicher zu machen, sind innovative Fahrzeugkonzepte gefragt. Diese setzen auf die Mittel der modernen Kommunikation. Der Mensch darf dabei nicht vergessen werden.

Immer verbunden

Seite 19

Die Fortschritte in der Informations- und Kommunikationsindustrie haben unsere Welt revolutioniert, auch das Autofahren. Für den Erfolg der Elektromobilität sind sie von zentraler Bedeutung.

Stellschrauben für die Markteroberung

Seite 22

Eine Million Elektroautos will die Bundesregierung 2020 auf den Straßen sehen. Guter Wille allein reicht dafür nicht aus. Die Menschen müssen sich für die neue Technik begeistern können, um sie auch zu kaufen.

Gemeinsam an die Spitze des Weltmarkts

Seite 24

Um Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen zu bringen, bedarf es einer engen Zusammenarbeit verschiedener Partner.

Elektrisierende Entwicklungen

Seite 25

Damit Elektromobilität sich am Markt wirklich durchsetzen kann, müssen noch einige Herausforderungen überwunden werden. Für das Klima. Und für den Wirtschaftsstandort Deutschland.

Antrieb für die Wirtschaft

Seite 28

Die Elektromobilität verändert die Automobilindustrie. Die Auswirkungen sind aber auch in anderen Branchen spürbar. Insgesamt kann die Wirtschaft gewinnen, wenn sie sich rechtzeitig auf den Wandel einstellt.

Auf dem Weg zu einer zukunftsfähigen Mobilität

Seite 29

Vor allem in den Städten wird es mehr Elektroautos geben. Auch die Geschichte der Verbrennungsmotoren ist noch nicht zu Ende. Beides ist gut für den Klimaschutz.

Mobil für die Zukunft

Eine Welt im Wandel stellt neue Anforderungen an die Mobilität von morgen. Mehr Verkehr und mehr Klimaschutz müssen gleichzeitig bewältigt werden.

Der Mensch muss und will sich fortbewegen. Er muss zur Arbeitsstätte kommen und sich mit den Bedürfnissen des alltäglichen Lebens versorgen. Er will aber auch seine Freunde und Verwandten besuchen und Neues entdecken. Für all das braucht der Mensch Mobilität. Sie lässt ihn am gesellschaftlichen und kulturellen Leben teilhaben und macht ihn gleichzeitig flexibel und unabhängig.

Eine arbeitsteilige Gesellschaft strebt nach wirtschaftlichem Wachstum und Wohlstand. Auch das ermöglicht erst Mobilität. Durch sie können sich Wirtschaftsstandorte vernetzen und den Austausch von Waren und Gütern in Gang bringen – auf dem Wasser, auf der Straße und in der Luft.

Doch die Gesellschaft verändert sich. Derzeit leben schon über 6,9 Milliarden Menschen auf der Erde – und es werden täglich mehr.

Dabei nimmt die Einwohnerzahl in ländlichen Regionen konstant ab, während die Einwohnerdichte in Ballungsräumen ansteigt. Vor allem in den großen Schwellenländern wie Indien und China mit ihrem enormen ökonomischen Wachstum erwarten Experten hohe Zuwächse im Güterverkehr und noch höhere im individuellen Personenverkehr.

Mit dem Verkehr und der Wirtschaftskraft wächst jedoch die Nachfrage nach Rohstoffen und Energieträgern. Der steigende Energieverbrauch beschleunigt die Erschöpfung der weltweiten Erdölreserven. Auch besteht die Gefahr, dass der Klimawandel durch eine höhere CO₂-Konzentration in unserer Atmosphäre beschleunigt wird.

Die Mobilität als Motor für wirtschaftliches Wachstum zu erhalten und gleichzeitig Ressourcen und Klima zu schützen – das ist die Herausforderung unserer Gesellschaft.

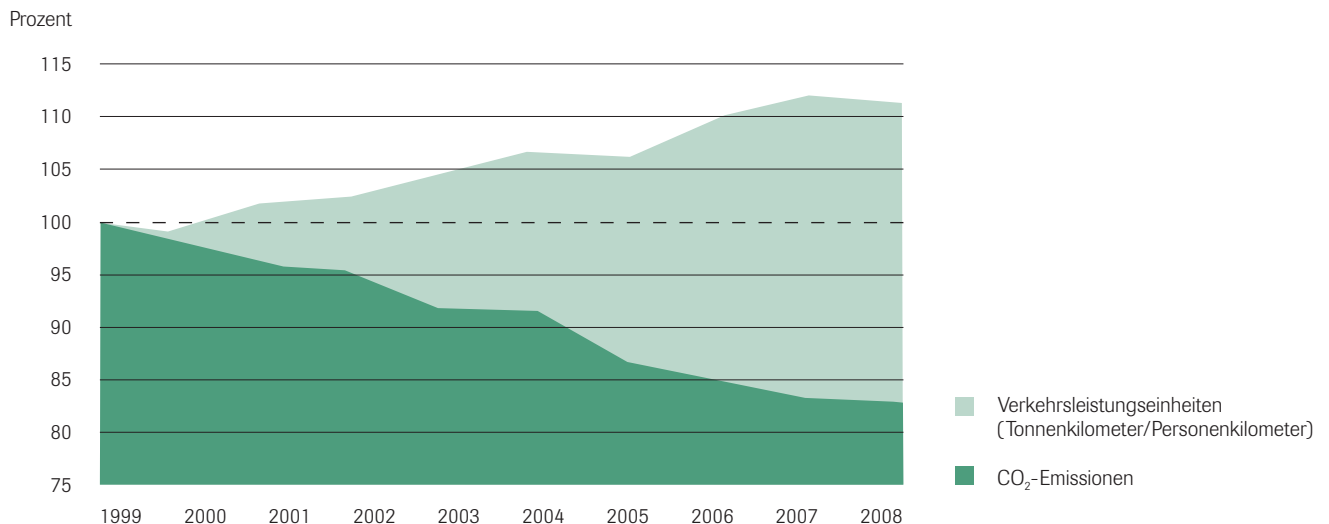
Die Verkehrskonzepte der Zukunft müssen die Entwicklungen einer sich verändernden Welt auffangen.

Deswegen arbeitet die deutsche Automobilindustrie an der stetigen Verbesserung der Sicherheitstechnologien, um Unfällen und Staus bei zunehmendem Verkehr vorzubeugen. Und deswegen entwickelt sie die schadstoffärmsten Motoren, während sie parallel nach umweltfreundlichen und bezahlbaren Alternativen zu Antrieben auf der Basis der Verbrennung von Kohlenstoff forscht. Denn die Weichen für den sicheren, umwelt- und klimafreundlichen Verkehr von morgen müssen schon heute gestellt werden. ■

CO₂-REDUKTION

Entwicklung des Straßenverkehrs im Vergleich zum Ausstoß seiner CO₂-Emissionen
1999=100 %, ausschnittshafte Darstellung

Quelle: UNFCCC, 1. Quartal 2011



Der realistische Traum vom klimaneutralen Fahren

Um auf dem Weg zu einer umweltschonenden Mobilität weiter voranzukommen, setzt die deutsche Automobilindustrie auf eine Fächerstrategie: „Einsparen – ergänzen – ersetzen.“

Die deutsche Automobilindustrie ist sich ihrer Verantwortung gegenüber dem Umwelt- und Klimaschutz bewusst. Schon heute zählen deutsche Autos weltweit zu den effizientesten mit dem geringsten CO₂-Ausstoß. Damit konnte Deutschland als einziges westeuropäisches Land seine absoluten CO₂-Emissionen des Straßenverkehrs unter den Stand von 1990 senken.

Doch der Umweltschutz beginnt bereits, bevor der Schlüssel zum ersten Mal im Zündschloss steckt.

Eine Fabrik ohne Abwasser

Die deutschen Automobilhersteller achten seit Jahren auf besonders ressourcenschonende Herstellungsprozesse. Inzwischen sind sie dabei weltweit führend. Wenn ein Auto fertiggestellt ist, werden 80 Prozent der bei der Produktion anfallenden Rohstoffe zurückgeführt.

Zudem ist es den Herstellern gelungen, den Wasserverbrauch drastisch zu reduzieren, um unsere Gewässer nachhaltig zu schützen. BMW gelang es im österreichischen Steyr sogar, die „abwasserfreie Fabrik“ einzuführen. 30 Millionen Liter Wasser pro Jahr werden dort seit 2006 durch modernste Membrantechnologien eingespart.

Seit Jahren benötigen die Hersteller immer weniger Lösemittel beim Lackierprozess. Innovative Verfahren, wie die Wasserlack- und die Pulverlackierung, bewirken, dass keine andere Automobilindustrie weniger Lösemittel je Quadratmeter lackierter Fläche emittiert als die deutsche.

Immer weiter weg vom Öl

Doch die erreichten Erfolge bei der Produktion und beim Produkt ergeben keinen Grund, sich auf ihnen auszuruhen. Schließlich ist der Klimawandel eine der drängendsten Herausforderungen unserer Gesellschaft. Deswegen will die Automobilindustrie auf dem Weg zu einer nachhaltigen und umweltschonenden Mobilität weiter vorankommen. Dabei setzen unsere Hersteller auf eine Fächerstrategie: „Einsparen – ergänzen – ersetzen.“ Kurz- und mittelfristig strebt die deutsche Automobilindustrie weitere Energieeinsparungen in den Fahrzeugen an. Dafür arbeiten die Ingenieure täglich daran, die Effizienz der Otto- und Dieselmotoren zu verbessern.

Auch der Hybridantrieb – eine Kombination aus Elektro- und Verbrennungsmotor – wird ständig weiterentwickelt, um Kraftstoff zu sparen. Die Bemühungen der Entwickler richten sich jedoch nicht nur auf den Antrieb. Vielmehr schöpfen sie in allen Bereichen des Fahrzeugbaus die Optimierungspotenziale voll aus – von der Gewichtsreduktion durch Leichtbauwerkstoffe über die Effizienzsteigerung elektrisch oder hydraulisch betriebener Komponenten bis hin zum Einsatz von Leichtlaufreifen und verbesserter Aerodynamik.

Mittel- bis langfristiges Ziel der Fächerstrategie ist es, unabhängiger von den fossilen Brennstoffen zu werden. Dazu könnten in die Tanks der Fahrzeuge häufiger biogene Kraftstoffe fließen. Die sind regenerativ, CO₂- und schadstoffarm. Dabei setzen die Hersteller vor allem auf jene der zweiten Generation, die aus organischen Abfällen gewonnen werden. Damit ist die „Tank gegen Teller“-Diskussion endgültig beendet, weil sie keine Konkurrenz zur Lebensmittelproduktion mehr darstellt. Langfristig will die deutsche Automobilindustrie fossile Kraftstoffe ersetzen.

Die Autos der Zukunft könnten mit Wasserstoff und Strom aus regenerativen Quellen fahren.

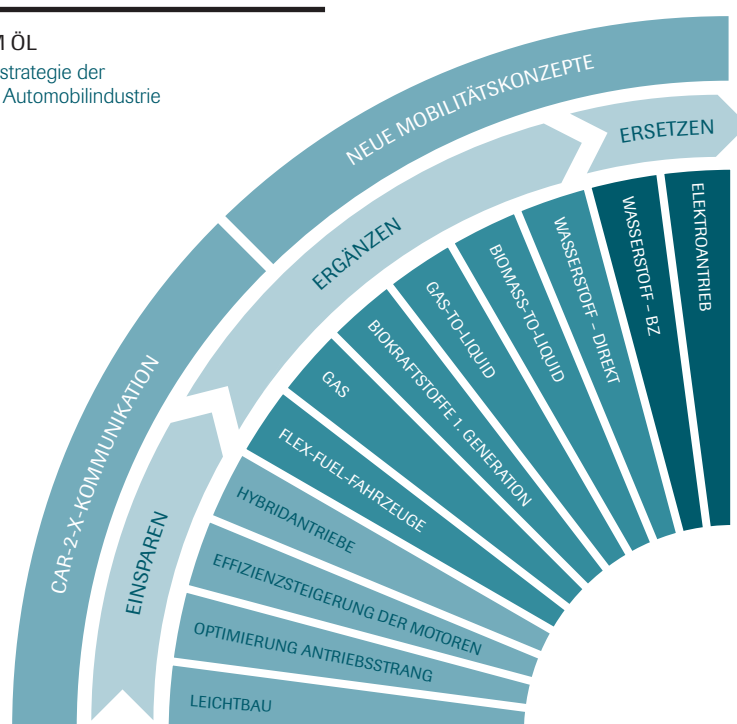
Klimaneutrale Mobilität – das ist kein Traum, sondern das Ziel der deutschen Automobilindustrie in ihrer Verantwortung gegenüber der Gesellschaft. Das ist aber nur mit technischen Lösungen wie der Fächerstrategie allein nicht zu schaffen.

Um das gesamte Einsparpotenzial zu nutzen, muss das gesamte Verkehrssystem effizienter werden. Deshalb tüfteln die Ingenieure der deutschen Hersteller nicht nur an den Fahrzeugen. Sie entwickeln auch Mobilitätskonzepte wie neue Carsharing-Modelle und Vernetzungsmöglichkeiten mit anderen Verkehrsträgern, damit das jeweils optimale Verkehrsmittel genutzt wird. Und sie arbeiten zusammen mit Zulieferern und der öffentlichen Hand daran, dass unsere Verkehrsinfrastruktur durch Telematiklösungen mit Car-2-X-Kommunikation immer besser wird. Dabei haben sie eines immer im Sinn: Der weltweite Anstieg der Mobilität darf nicht auf Kosten unseres Klimas gehen. ■

WEG VOM ÖL

Die Fächerstrategie der deutschen Automobilindustrie

Quelle: VDA



Zurück in die Zukunft mit Elektromotoren

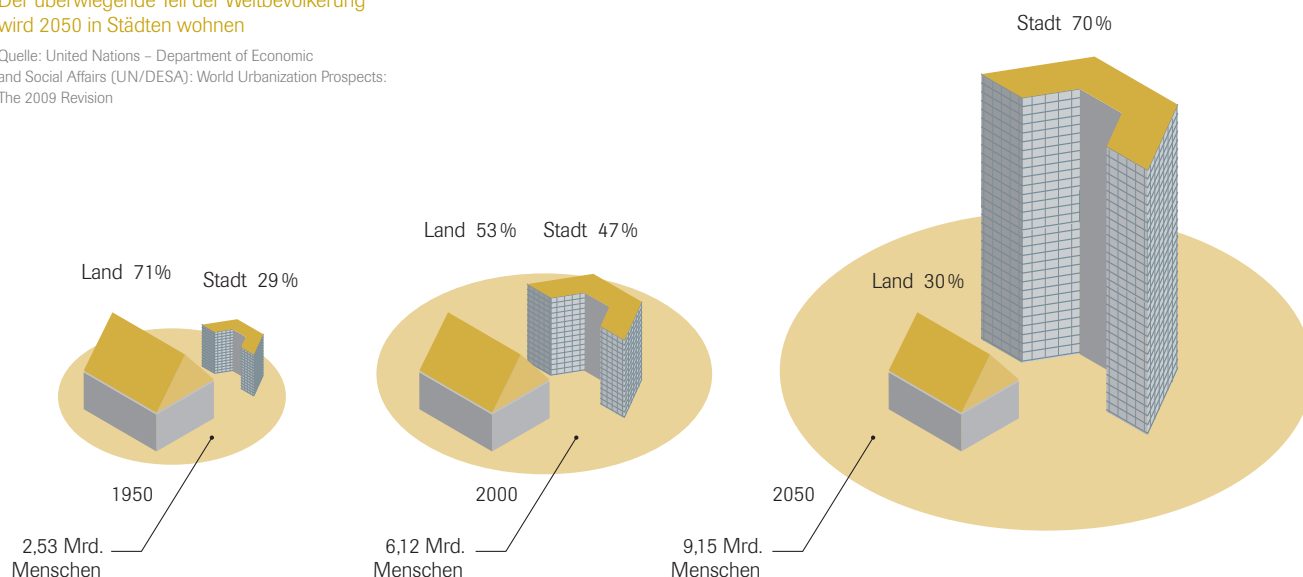
Elektrofahrzeuge sind keine neue Erfindung. Im Straßenverkehr konnten sie sich jedoch bisher nicht durchsetzen. Und trotzdem gehört ihnen die Zukunft. Dank neuer Technologien.



STÄDTEWACHSTUM

Der überwiegende Teil der Weltbevölkerung wird 2050 in Städten wohnen

Quelle: United Nations – Department of Economic and Social Affairs (UN/DESA): World Urbanization Prospects: The 2009 Revision



Wenn es um den Verkehr der Zukunft geht, geht es immer auch um Elektromobilität. Dabei sind die Ursprünge der Technologie bereits in der Mitte des 19. Jahrhunderts zu finden. Allerdings konnte sie sich nur auf der Schiene durchsetzen und nicht auf der Straße. Autos boten zu wenig Platz, um den Strom zu speichern. Vor allem aber waren Verbrennungsmotoren erheblich leistungsfähiger und billiger. Das Gefühl, unabhängig und flexibel zu sein – vielleicht der wichtigste Grund für die Faszination des Autos –, konnten Elektrofahrzeuge den Fahrern bisher nicht bieten.

Doch mittlerweile kann sich keiner mehr leisten, auf Elektromobilität als einen Lösungsansatz zu verzichten. Die Grundlage für Verbrennungsmotoren sind heute vornehmlich fossile Energieträger. Die sind jedoch nicht unbegrenzt verfügbar. Durch das Wachstum der Weltbevölkerung sowie durch die zunehmende Industrialisierung der Schwellenländer und deren immer höher werdenden Lebensstandard steigt die Nachfrage nach Erdöl und Edelmetallen stetig. Der größere tägliche Bedarf an Ressourcen beschleunigt deren Verknappung. Die absehbare Folge: Die Preise für alle Rohstoffsektoren werden sich erhöhen.

Darüber hinaus gibt es weltweite Anstrengungen, den CO₂-Ausstoß durch das Verbrennen fossiler Brennstoffe zu senken und dadurch den Klimawandel bzw. die globale Erderwärmung zu begrenzen.

Deswegen hat sich die deutsche Automobilindustrie das ehrgeizige Ziel gesetzt, immer unabhängiger von fossilen Brennstoffen zu werden. Denn momentan verursacht der

weltweite Straßenverkehr etwa zehn Prozent der für den Klimawandel verantwortlichen Emissionen. Ein Auto, das völlig ohne Emissionen auskommt – darauf arbeiten die Ingenieure mit Hochdruck hin. Das Elektroauto ist hier ein möglicher Weg.

Natürlich sind einige Elektroautos bereits auf deutschen Straßen unterwegs. Da sie Strom statt Kraftstoff in Bewegungsenergie umwandeln, produzieren sie während der Fahrt keine klimaschädlichen Gase. Schon unter heutigen Bedingungen und dem derzeitigen Energiemix in Deutschland emittieren sie weniger CO₂ als konventionelle Fahrzeuge. Gelingt es jedoch, die benötigte Energie aus regenerativen Quellen wie Wind, Sonne, Wasser und Biomasse zu gewinnen, machen Elektrofahrzeuge das Wunder möglich: Mobilität ohne Schadstoffausstoß.

Die rasante Entwicklung des Elektromotors

Doch warum soll jetzt auf einmal Realität werden, was in den vergangenen 150 Jahren ein ferner Traum blieb? Die Entwicklung der Batterietechnik hat kürzlich einen deutlichen Sprung nach vorn gemacht. Erst das hat die Elektromobilität zu einer Option für künftige Mobilität werden lassen. Die Entwickler haben sich darauf konzentriert, die bestehenden Vorteile von Elektromotoren gegenüber Verbrennungsmotoren zu nutzen.

Das ist zum Beispiel der hohe Wirkungsgrad eines Elektromotors. Während ein Verbrennungsmotor bis zu 50 Prozent der Energie im Kraftstoff verwerten kann, nutzt der Elektromotor zwischen 80 bis fast 100 Prozent der zur Verfügung gestellten Energie. Ein Elek-

tromotor kommt also mit der gleichen Energiemenge deutlich weiter. Pflegeleichter ist er sowieso. Kupplung und Schaltgetriebe fallen weg oder werden einfacher und auch der Motor hat weniger Komponenten, was seine Wartung erheblich vereinfacht.

Im Fokus der Forschungs- und Entwicklungsarbeit der Automobilindustrie stehen zwei Alternativen des Elektromotors. Zum einen die batterieelektrischen Fahrzeuge (battery electric vehicle, BEV), zum anderen Fahrzeuge mit einer Brennstoffzelle aus Sauerstoff und Wasserstoff (fuel cell electric vehicle, FCEV).

Bei der herkömmlichen Blei-Batterie gab es vor allem zwei Probleme: Platz und Gewicht. Lange Zeit nahm die Batterie einen Großteil des Fahrzeugs ein und war zudem sehr schwer. Die Technologie der Lithium-Ionen-basierten Akkus ermöglicht es nun, vergleichsweise große Energiemengen bei geringerem Volumen und Gewicht zu speichern. Doch das ist nicht alles.

Um die hohen Sicherheitsstandards deutscher Automobile zu erfüllen, müssen die Batterien einer Reihe von Anforderungen standhalten können. So dürfen sie bei Unfällen keine Gefahrenquelle für die Insassen darstellen. Und auch die alltäglichen Belastungen durch Vibrationen und Stöße müssen sie aushalten. Mittlerweile können batteriebetriebene Autos im Stadt- und Kurzstreckenverkehr schon zum Einsatz kommen. Deshalb ist die Hoffnung berechtigt, dass in den nächsten Jahren weitere Technologiesprünge kommen.

Kompakter, leichter und sicherer – das ist die Lösung.

ANTRIEBSTECHNOLOGIEN

Klimafreundliche Mobilität wird auf absehbare Zeit durch verschiedene Antriebstechnologien ermöglicht

Quelle: VDA



Verbrennungsmotor

Diesel- und Ottomotoren werden auch in Zukunft weiter optimiert. Ihr Effizienzpotenzial ist noch nicht ausgeschöpft.



Hybrid

In Hybridfahrzeugen kommen Elektro- und Verbrennungsmotor zum Einsatz. Eine Batterie wird beim Fahren über den Motor aufgeladen. Sie dient auch zur Speicherung von Bremsenergie.



Plug-in-Hybrid

Der Stromspeicher in Plug-in-Hybriden kann zusätzlich über das Stromnetz aufgeladen werden. Auch hier dient die Batterie als Speicher von Bremsenergie.



Range Extended Electric Vehicle

Bei Bedarf erzeugt z.B. ein Verbrennungsmotor mittels eines Generators Strom für den Elektromotor. Die Reichweite wird somit deutlich verlängert.



Batteriebetriebenes Fahrzeug

Die Energie für den Antrieb kommt ausschließlich aus der Batterie. Diese wird über das Stromnetz aufgeladen.



Brennstoffzellenfahrzeug

Die Stromerzeugung für den Elektromotor geschieht direkt an Bord. In der Brennstoffzelle wird die chemische Energie von Wasserstoff in elektrische Energie umgewandelt.

Hybridtechnik: nebeneinander, hintereinander, miteinander

Die Zukunftsvision vom emissionsfreien Auto ist also greifbar – aber noch nicht fest in der Hand. Bis es soweit ist, setzen die deutschen Hersteller vor allem auf eine Brückentechnologie: den Hybridmotor. Dabei handelt es sich um eine Kombination aus Verbrennungsmotor und elektrischen Antriebselementen. Die Vorteile beider Technologien gehen zusammen, um eine möglichst hohe Kraftstoffeffizienz zu erreichen. Der hohe Wirkungsgrad des Elektromotors und seine Fähigkeit zur Energierückgewinnung beim Bremsen verringern den Verbrauch.

MIT WANKEL IN DIE ZUKUNFT

Auf Münchens Straßen wird derzeit der Audi A1 e-tron getestet. Das nahezu serienreife Mega City Vehicle kann im Stadtverkehr bis zu 50 km weit mit Elektroantrieb fahren. Für das emissionsfreie Fahren sorgt ein Paket aus Lithium-Ionen-Modulen. Ist deren Energie erschöpft, hilft erstmals ein kompakter Einscheiben-Wankelmotor als Range Extender aus. Sein Vorteil gegenüber Hubkolbenmotoren: Er ist kleiner, leichter und leiser. Über einen Generator lädt er die Batterie wieder auf und sorgt so für eine zusätzliche Reichweite von 200 Kilometern. Dabei bringt der A1 e-tron eine Spitzenleistung von 75 kW oder 102 PS und schafft über 130 km/h.

Das kommt vor allem im Stadtverkehr mit den vielen Stopp- und Anfahr-Phasen zum Tragen. Für Kraft, Geschwindigkeit und hohe Reichweiten bleibt der Verbrennungsmotor zuständig.

Doch auch Hybrid ist nicht gleich Hybrid. In der Anwendungsart unterscheidet man vor allem zwischen Mild- und Full-Hybrid. Beim „milden Hybriden“ wird der Elektromotor zur Leistungssteigerung oder zur Erhöhung der Effizienz verwendet. Die Rückgewinnung der Energie beim Bremsen ist der wichtigste Faktor. Ein Fahrzeug, das in der Lage ist, mit seinem Elektromotor (im gewissen Rahmen) selbstständig zu fahren, gilt als Full-Hybrid-Fahrzeug. Auch in der Bauweise gibt es einige Varianten.

Mild-Hybride sind fast immer parallele Hybridantriebe. Hier sind sowohl Verbrennungs- als auch Elektromotor mit dem Antriebsstrang verbunden. Da beide Motoren das Fahrzeug antreiben können, kommen sie jeweils mit weniger Leistung aus. Das Ergebnis: weniger Gewicht und weniger Kosten. Elektromotor und Batterie sind im Parallel-Hybrid in der Regel nicht darauf ausgelegt, das Fahrzeug aus eigener Kraft zu bewegen.

Die Bauweise des Seriell-Hybrid, die vorzugsweise auf dem Full-Hybrid basiert, kommt dem reinen Elektrofahrzeug näher. Im Gegensatz zur parallelen Wirkweise übernehmen hier beide Aggregate voneinander getrennte Aufgabenbereiche. Der Verbrennungsmotor erzeugt mithilfe eines Generators elektrischen Strom. Dieser wird dem Elektromotor über eine Batterie zum Vortrieb zur Verfügung gestellt. Bei geladener Batterie können Hybridfahrzeuge dieser Bauweise

ohne Verbrennungsmotor angetrieben werden. Daher fahren sie streckenweise extrem emissionsarm. Voraussetzung dafür sind jedoch im Vergleich zum Parallel-Hybrid wesentlich leistungstärkere Batterien, um die benötigte Energie zu speichern.

Eine Kombination aus Parallel- und Seriell-Hybrid ist der Misch-Hybrid. Die Leistung des Verbrennungsmotors kann einerseits direkt an den Antrieb abgegeben werden. Andererseits kann sie aber auch die Batterie mittels eines Generators aufladen. Eine weitere Mischform ist der Split-Hybrid. Seine Besonderheit: Die Energie des Verbrennungsmotors in ihm wird zum gleichzeitigen Aufladen der Batterie und zum Antrieb des Fahrzeuges verwendet.

Die nächste Entwicklungsstufe auf dem Weg zum rein elektrisch betriebenen Fahrzeug stellen Plug-in-Hybride dar. Die Batterien werden beim Einsatz dieser Technologie nicht allein über den Motor aufgeladen, sondern können zusätzlich über das Stromnetz Energie beziehen. Das ermöglicht längere Fahrten – voll elektrisch.

Für weite Strecken ohne Zwischenstopp am Stromnetz eignen sich sogenannte Range Extended Electric Vehicles (REEV). Meist verfügen sie über einen kleinen Verbrennungsmotor, der bei Bedarf einen Generator antreibt. Dieser liefert Strom, sobald die Batterie erschöpft ist. So wird der Aktionsradius der Fahrzeuge deutlich erweitert.

Wer in einem REEV oder Plug-in-Hybrid fährt, bekommt eine Ahnung davon, wie attraktiv ein reiner Elektromotor sein kann. Die Elektromobilität der Zukunft ist eine Option, die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen weiter zu verringern. ■

Die sanfte Revolution

Die Vorteile der Elektromobilität im Überblick

DIE NÄCHSTE HERAUSFORDERUNG FÜR DEUTSCHE INGENIEURSKUNST

Der Durchbruch des elektrischen Antriebs in Fahrzeugen steht noch bevor. Allerdings ist er nur noch eine Frage der Zeit. Die deutsche Automobilindustrie ist zuversichtlich, dass sie für die bestehenden Herausforderungen Lösungen finden wird. Die Hersteller stellen sich den Ansprüchen der Menschen an Klima- und Umweltschutz und arbeiten mit Nachdruck daran, auch bei den neuen Technologien ihrer traditionell begründeten Vorreiterrolle gerecht zu werden. Schließlich stammt das Auto aus Deutschland und die hiesigen Ingenieure gehören zu den besten der Welt. Schon oft haben sie verblüffende Verbesserungen für das Auto erdacht. Dass ihnen jemals die Ideen ausgehen sollten, steht nicht zu befürchten. Zehn Patente pro Tag sind heute das beeindruckende Ergebnis ihrer Arbeit.

GUT FÜR DIE UMWELT UND DABEI AUCH NOCH LEISE

Jedes Mal, wenn man bei einem Benzin- oder Diesel auf das Gaspedal drückt, trägt man ein klein wenig zur Erschöpfung der Ölquellen bei. Die Elektromobilität ermöglicht das Fahren mit gutem Gewissen. Der Motor eines Elektroautos emittiert im Fahrbetrieb weder CO₂ noch andere Schadstoffe. Stammt der genutzte Strom aus regenerativen Energiequellen, wird das Elektroauto nahezu vollkommen umwelt- und klimaneutral. Auch durch einen anderen Effekt steigern Elektromotoren die Lebensqualität, vor allem in der Stadt: Sie machen weniger Krach, denn Lärm gehört ebenfalls zu den Dingen, die sie kaum emittieren.

VOLLE LEISTUNG AUS DEM STAND

In einem Elektrofahrzeug lösen rote Ampeln plötzlich Freude aus – in Erwartung des Moments, wenn sie auf Grün springen. Bei der Beschleunigung lässt das elektrische Auto so manchen Sportwagenfahrer vor Neid erblassen. Denn beim Elektromotor steht aus dem Stand sofort das maximale Drehmoment zur Verfügung, ein Verbrenner muss dafür erst auf Touren kommen. Überhaupt verfügt der Elektromotor über einen deutlich höheren Wirkungsgrad. Während gute Verbrennungsmotoren heute bis 50 Prozent der eingesetzten chemischen Energie in mechanische umsetzen können, erreichen Elektromotoren bis fast 100 Prozent. Sie können sogar Energie zurückgewinnen. Wie ein Generator entzieht er dem Fahrzeug Bewegungsenergie und wandelt sie in elektrische Energie um. Die wird wieder in die Batterie eingespeist.

BEITRAG DER ELEKTROAUTOS ZUR INTEGRATION REGENERATIV ERZEUGTEN STROMS

Ein weiterer Beitrag von Elektrofahrzeugen zum Umwelt- und Klimaschutz ist neben der lokalen Emissionsvermeidung die Unterstützung des weiteren Ausbaus der regenerativen Stromerzeugung. Die Speicherkapazität der Batteriesysteme in Elektroautos kann als zeitlich verschiebbare Last zu einer besseren Integration insbesondere des so erzeugten fluktuierenden Stroms beitragen.

In diesem Zusammenhang bieten die Batterien der Elektrofahrzeuge kumuliert ein nutzbares Speicherpotenzial. Unter der Annahme, dass 50 Prozent der 1 Million E-Fahrzeuge in 2020 ans Netz angeschlossen sind und 30 Prozent ihrer Batteriekapazität (Batteriegröße im Mittel 15 kWh) als Speicherpotenzial zur Verfügung steht, ergibt sich ein theoretisches Speichervolumen von 2,5 GWh. Entsprechend ergibt sich für 6 Millionen Fahrzeuge in 2030 ein Speichervolumen von ca. 15 GWh. Langfristig – nach 2020 – kann dies bei der Lösung der technischen und kommerziellen Herausforderungen des bi-direktionalen Ladens zu einer verfügbaren Reserveleistung von ca. 9 GW führen. Die Gesamtkapazität der deutschen Pumpspeicherkraftwerke beträgt aktuell etwa 40 GWh bei einer installierten Leistung von 7 GW. Die Zahlen machen deutlich, dass die Elektromobilität einen wichtigen Beitrag zur Speicherung regenerativ erzeugter Strommengen leisten kann.

AUTOWERKSTÄTTEN BEKOMMEN WENIGER ZU TUN

Die Einführung der Elektromobilität verändert die Arbeit der Autowerkstätten, sie bekommen viel weniger zu tun. Im Vergleich zu Verbrennern ist der Elektromotor eine einfache Konstruktion. Vor allem bewegliche Teile hat er nicht viele, verursacht daher weniger Reibung und hält dadurch länger. Das System ist fast wartungsfrei. Starter, Kupplungen und Getriebe gibt es nicht oder sie sind deutlich einfacher aufgebaut. Damit gehen sie nicht beziehungsweise seltener kaputt.

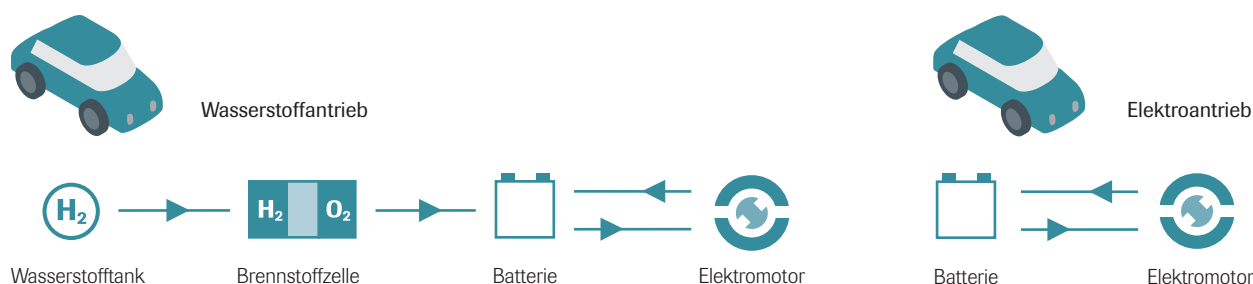
Technik vom Mond

Batterie- und Brennstoffzellensysteme werden in der Automobilherstellung immer wichtiger. Um den Standort Deutschland wettbewerbsfähig zu halten, müssen alle an einem Strang ziehen.

ANTRIEBSARTEN

Aufbau von Wasserstoff- und Elektroantrieb mit Bremsenergieerückgewinnung

Quelle: VDA



Das Rennen um die Entwicklung von Hochenergiezellen für den Einsatz in Fahrzeugen ist noch lange nicht entschieden. Dabei handelt es sich nicht um einen Spurt, sondern um einen Marathon, dessen Ausgang von der Ausdauer und den Leistungsreserven der Teilnehmer abhängt. Die deutsche Automobilindustrie geht gut vorbereitet in den Wettkampf. Allein kann sie ihn aber nicht bestehen. Sie braucht auch die Unterstützung der elektrochemischen und chemischen Industrie sowie der Energieversorger für einen gemeinsamen langen Atem.

Denn eines ist sicher: Elektrische Antriebssysteme werden langfristig in der Automobilherstellung eine Schlüsselstellung einnehmen. Für den Standort Deutschland ist der Aufbau einer wettbewerbsfähigen Batterie- und Zellproduktion überlebenswichtig. Eine dauerhafte Abhängigkeit von Herstellern außerhalb Deutschlands hätte weitreichende Konsequenzen. Würde der Großteil des Wertes eines Autos im Ausland geschaffen, so bliebe dies nicht ohne negative Folgen für den hiesigen Arbeitsmarkt.

Elektromobilität – vom Mond auf die Erde

1969 setzte Neil Armstrong den ersten Fuß auf den Mond. Er hatte auch keine Wahl. Erst zwei Jahre später brachte Apollo 15 das erste Mondauto mit. Die Astronauten brauchten es dringend, um längere Distanzen bei der Forschung zurücklegen zu können. Das LRV (Lunar Road Vehicle) wog 210 Kilo, bestand aus einem Alu-Rahmen mit zwei Sitzen, Steuer-Joystick und vier einzelnen angetriebenen Rädern. Den Antrieb besorgten Elektromotoren. Die NASA griff dabei eine Idee auf, die Ferdinand Porsche schon 1900 bei der Weltausstellung in Paris vorgestellt hatte. Im sogenannten Lohner-Porsche arbeitete ein 44-zelliger Akku mit 300 Amperestunden und 80 Volt. Die ließen das Auto bis zu 50 Kilometer weit fahren. Doch auf der Erde konnte sich das Elektroauto nie durchsetzen wie auf dem Mond. Logisch, denn hier muss ein Fahrzeug ganz anderen Anforderungen genügen. Das machen schon die Zahlen deutlich: Der Lohner-

Porsche wog das Fünffache des Mondautos, allein der Energiespeicher trug über 400 Kilogramm zum Gewicht bei. Das hohe Gewicht machte damals neben der geringen Energiedichte sämtliche Vorteile des Elektromotors zunichte.

Diese sind bis heute geblieben: Verbrennungsmotoren müssen erst auf eine gewisse Drehzahl angetrieben werden, damit die Energie des Kraftstoffes voll umgesetzt werden kann. Der Elektromotor kann vom Start weg die volle Energie umsetzen. Um die Jahrhundertwende kam er damit allerdings nicht weit und auch nicht besonders schnell voran. Die rollenden Batterien der Anfangszeit des motorisierten Straßenverkehrs entsprachen schon bald nicht mehr den Mobilitätsbedürfnissen der Menschen. Der Siegeszug des Verbrennungsmotors auf den Straßen begann. Lediglich an Orten, wo Abgase überhaupt nicht gewünscht sind, kamen Elektroautos zum Zug, wie in Flughäfen, geschlossenen Fabrikhallen oder als Golfcaddies.

Entwicklungssprung aus der Jackentasche

Telefone haben an sich nicht viel mit Autos zu tun. Doch ein erheblicher Entwicklungsschub für die Elektromobilität stammt aus dem Handy. Das musste immer leistungstärker werden, um mehr Funktionen bieten zu können und unabhängiger von der Stromversorgung zu werden. Dafür entwickelte die Kommunikationsindustrie die Lithium-Ionen-Technologie. Und die ist heute Grundlage der Speicherung von Energie in Elektrofahr-

MIT BRENNSTOFFZELLEN UM DIE WELT

Vier Kontinente, 14 Länder und 30 000 Kilometer in 125 Tagen. Dieses Programm absolvieren drei Mercedes-Benz B-Klasse F-Cell im Frühjahr 2011. Ziel der Erdumrundung ist es, die technische Reife und Alltagstauglichkeit der Fahrzeuge unter verschiedensten und zum Teil extremen Bedingungen unter Beweis zu stellen. Dabei erfüllt die B-Klasse F-CELL erstmals alle Entwicklungs- und Produktionsstandards der Serienproduktion. Gleichzeitig will das Unternehmen mit dem F-Cell World Drive der Forderung nach einer flächendeckenden Tankstelleninfrastruktur für Brennstoffzellenfahrzeuge Ausdruck verleihen.

zeugen. Allerdings sind deren Anforderungen an die Leistungs- und Nutzungsbedingungen wesentlich höher. Die Komplexität eines Lithium-Ionen-Akkus im Auto ist kaum mit denen von Mobilfunktelefonen oder Laptops vergleichbar. Man kann zum Beispiel nicht einfach mehrere Akkus aneinander-schließen, um das Auto in Gang zu bringen. Stattdessen müssen die Batteriesysteme völlig neu konstruiert werden.

So muss ein ausgeklügeltes Kühlsystem verhindern, dass sich die Stromspeicher überhitzen und Schaden nehmen. Die Kühlung der Batterien aber erfordert wiederum Energie und verschlechtert somit ihren Ladewirkungsgrad. Die Energiedichte der einzelnen Lithium-Ionen-Batterien zu steigern, ist deshalb einer der wichtigsten Forschungsansätze.

Mit Sicherheit eine Ergänzung zum Verbrennungsmotor

Mindestens genauso wichtig ist die Sicherheit. Um die hohen Standards deutscher Automobile zu erfüllen, müssen die Batterien einer Reihe von Anforderungen standhalten können. So dürfen sie bei Unfällen keine Gefahrenquelle für die Insassen darstellen. Und auch die alltäglichen Belastungen durch Vibrationen und Stöße müssen sie aushalten. All dies ist natürlich mit enormen Kosten verbunden. Beim heutigen Entwicklungsstand kostet ein Kilowatt Leistung pro Stunde rund 800 Euro. Ein mittleres Fahrzeug benötigt für den Vortrieb eine Batteriekapazität von ca. 20 KWh. Somit würde allein das Batteriesystem 16 000 Euro des Gesamtpreises ausmachen. Obwohl die Preise für Lithium-Ionen-Batteriesysteme laut heutigen Prognosen deutlich fallen könnten, wird ihr Anteil am Gesamtpreis relativ hoch bleiben. Um trotzdem am Markt konkurrenzfähig zu

sein, muss ein wesentlicher Nachteil derzeitiger Batteriesysteme beseitigt werden: die beschränkte Lebensdauer. Deshalb investiert die deutsche Automobilindustrie massiv in die Entwicklung komplexer Betriebsstrategien, in die Auswahl geeigneter Materialkombinationen und in ein intelligentes Lademanagement. Das Ziel ist klar: Die Batteriesysteme der Zukunft sollen genauso lange halten wie das Fahrzeug selbst. In den vergangenen Jahren sind Elektrofahrzeuge auf ihrem Weg zurück vom Mond auf die Erde ein gutes Stück vorangekommen. Für kurze Strecken und in Ballungszentren wird ihr Einsatz schon heute sinnvoll. Technik-affine Autofreunde, Pendler, Zweitwagenbesitzer oder Lieferanten – viele von ihnen könnten sich schon bald für ein Elektrofahrzeug entscheiden. Um dem Verbrennungsmotor ernsthaft Konkurrenz machen zu können, muss aber noch einiges geschehen. Die Motoren und ihre Leistungselektronik müssen kraftvoller und effizienter werden, die Speichertechnik weiterhin günstiger, leistungstärker und haltbarer.

Die Brennstoffzelle – Strom selbst gemacht

Auch die Brennstoffzelle ist im Weltraum erprobt. Sie versorgte beispielsweise die Apollo-Astronauten mit Elektrizität, Wärme und Trinkwasser. Im Auto funktioniert die Brennstoffzelle wie ein eigenes kleines Kraftwerk, das immer an Bord ist. Das Prinzip der Brennstoffzelle ist relativ simpel. Es findet eine chemische Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff statt, bei der elektrische Energie und Wärme freigesetzt werden. Das Gute dabei: Schadstoffe entstehen nicht, als Abgas entweicht reiner Wasserdampf. Ein weiterer Vorteil: Der benötigte Wasserstoff ist relativ schnell nachfüllbar. Er könnte fast

wie Benzin getankt werden. Das Reichweitenproblem des Batteriebetriebs ist also nicht vorhanden.

Mehr Stoff für deutsche Autos

Allerdings gibt es einige andere Probleme. Das größte ist die Herstellung von Wasserstoff. Wasserstoff ist zwar das mit Abstand häufigste Element im Universum, kommt aber auf der Erde nur in gebundener Form, etwa in Wasser, vor. Allen Verfahren gemeinsam ist, dass sie selbst extrem energieintensiv sind. Eine insgesamt positive Energie- und Emissionsbilanz besteht für Fahrzeuge mit der Brennstoffzelle nur, wenn die Energie zur Herstellung von Wasserstoff aus regenerativen Quellen oder als Abfallprodukt anderer chemischer Prozesse stammt.

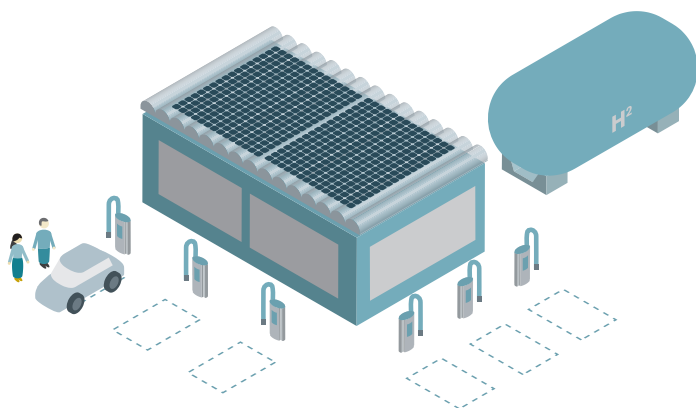
Im Auto kann Wasserstoff in zwei Zuständen transportiert werden. Beide haben jedoch spezifische Vor- und Nachteile. Im gasförmigen Zustand hat das Gas ein großes Volumen. Wenn noch genug Platz für die Mitfahrer bleiben soll, kann das Auto damit nicht sehr weit kommen. Eine Lösung des Problems verspricht der Transport im flüssigen Zustand. Doch dafür müssen spezielle Kryo-tanks den Energieträger kühl halten. Besonders die Absicherung, Dämmung und Abdichtung der Tanksysteme ist mit einem erheblichen Aufwand verbunden. Daher setzen die meisten Hersteller heute auf den Einsatz von Druckgastanks mit bis zu 700 Bar gespeichertem Wasserstoff.

Heute kann man Wasserstoff in Deutschland fast nirgends bekommen. Während batteriebetriebene Fahrzeuge ihre Energie theoretisch aus jeder Steckdose in Deutschland beziehen könnten, muss ein Versorgungsnetz für Wasserstoff erst aufgebaut werden. Derzeit gibt es lediglich Versuchsanlagen. Kein Wunder, dass nur wenige Fahrzeuge mit der Brennstoffzelle auf deutschen Straßen fahren. In Bussen des öffentlichen Nahverkehrs oder im lokalen Lieferverkehr kommt die Technik allerdings schon heute versuchsweise zur Anwendung.

Zudem sind Brennstoffzellenfahrzeuge noch einige Schritte von der Serienreife entfernt. Das liegt vor allem an der extrem teuren Technik. Die Kosten sind zwar seit 2005 um 90 Prozent gefallen. Doch da kostete ein Auto dieser Art noch bis zu einer Million Euro. Um wettbewerbsfähig zu sein, müssen sie noch einmal um die Hälfte günstiger werden. Genau wie bei Batteriesystemen ist die Entwicklung der Brennstoffzellentechnik jedoch nicht allein von der Automobilindustrie abhängig. Vor allem die Erzeugung und Bereitstellung von Wasserstoff erfordert neue strategische Partnerschaften. Nur mit einem gut ausgebauten Versorgungsnetz hat diese Technologie eine realistische Chance, auf der Erde anzukommen. ■

WASSERSTOFF TANKEN

Derzeit gibt es in Deutschland nur wenige Pilotanlagen zum Tanken von Wasserstoff

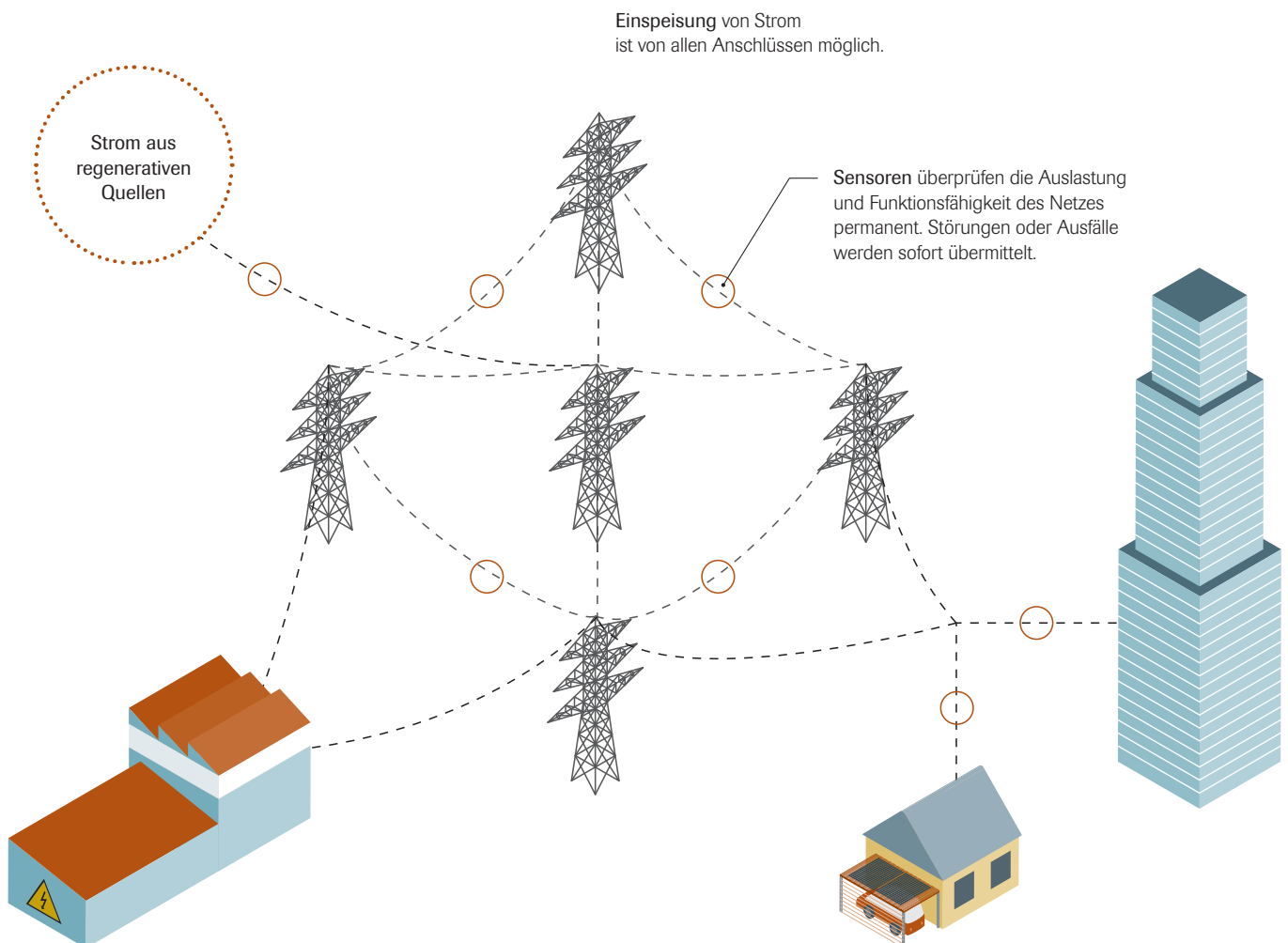


Sauberen Strom in die Autos bringen

Elektromobilität wird dann besonders sinnvoll, wenn der Strom aus erneuerbaren Energiequellen stammt. Wie kann er gewonnen werden? Und wie gelangt er dann am besten in die Fahrzeuge?

STROM AUS REGENERATIVEN QUELLEN

Quelle: Spiegel Online



Das intelligente Netz ermöglicht ein effektives Management zwischen Verbrauch, Erzeugung und Speicherung von Energie. **Kontrollzentren** sorgen dafür, dass stets gerade so viel Energie erzeugt wird, wie tatsächlich benötigt wird.

Smart Homes ermöglichen einen effizienten Umgang mit Energie. Eine Zentrale regelt die Verbräuche im Haus. Intelligente Stromzähler ermöglichen die Abrechnung bei flexiblen Tarifen.

Elektroautos sind nur so umweltfreundlich wie der Strom, der in sie hineinfließt. Die deutsche Automobilindustrie hat den Anspruch, dass in den neu entwickelten Fahrzeugen mit elektrischem Antrieb ausschließlich „grüner“ Strom aus regenerativen Quellen zum Einsatz kommt. Was für eine Wirkung das hätte, zeigt ein Blick auf die Zahlen. Laut der Deutschen Energie-Agentur (dena) errechnen sich unter der Annahme des heutigen Strommix in der EU die CO₂-Emissionen und Äquivalente zu 75 g/km. Bei 100 Prozent Windstrom sind es nur 5 g CO₂_{äq}/km. Allerdings kann das System Elektromobilität selbst dazu beitragen, dass sich die Verbreitung neuer Energiequellen erhöht. Denn es verbindet Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen in vielen Bereichen der Erzeugung und des Transports von Strom. Doch auf welchem Stand ist die Technik heute?

Energie aus Wind, Wasser, Pflanzen und von ganz oben

Die Windenergie ist die am weitesten ausgebauteste Technologie zur Gewinnung regenerativer Energie. 2010 deckte sie rund 6 Prozent des gesamten Stromverbrauchs ab. Dieser Prozentsatz wird weiterhin ansteigen, vor allem durch Offshore-Anlagen auf dem Meer, wo der Wind stetiger und kräftiger weht. Auch an den Anlagen selbst wird weiterhin geforscht und entwickelt, um die Effizienz bei der Stromerzeugung zu steigern. Nur unwesentlich kleiner ist der Beitrag von Biomasse. Dabei kommen unterschiedliche Verfahren wie zum Beispiel die Gaserzeugung oder die direkte Verbrennung zum Einsatz. Allerdings darf die Nutzung von Grünflächen zur Energiegewinnung nicht in Konkurrenz mit der Nahrungsmittelversorgung stehen. Deswegen unterstützen deutsche Hersteller die Entwicklung von Biokraftstoffen der zweiten Generation, die aus jeder Art von Biomasse – wie Holz, Stroh oder biogenen Reststoffen – erzeugt werden. Die Wasserkraft hat in Deutschland einen hohen Entwicklungs- und Ausbaustand erreicht, wobei die jeweiligen Potenziale schon relativ weit ausgeschöpft sind und die Effizienz der Umsetzung sehr gut ist. Wasserkraft trägt rund 3 Prozent zum Energiemix bei.

Anders ist es bei der Photovoltaik, also der direkten Umwandlung von Sonnenenergie. Da ist die Entwicklung noch längst nicht abgeschlossen. Allerdings wird sie in Deutschland nicht die dominierende Rolle spielen, dazu scheint die Sonne hier seltener und schwächer als in anderen Regionen. In Nordafrika und Südeuropa sind hingegen große Anlagen geplant. Bevor Strom von dort nach Deutschland gelangen kann, muss vor allem die Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung ausgebaut werden. Diese kann Strom relativ verlustarm über weite Distanzen

transportieren. Der Ausbau ist jedoch hierzu lange umstritten. Viele Menschen wollen die Leitungen nicht in ihrer Nachbarschaft sehen. Ihre Bereitschaft dazu wäre ein großer Schritt auf dem Weg zu weniger CO₂-Emissionen.

Wohin mit dem ganzen Strom?

Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung spielt auch eine Rolle bei einem Kernproblem der erneuerbaren Energien: der Speicherung des Stroms. Herkömmliche Kohle- und Atomkraftwerke sind grundlastfähig. Sie produzieren genau die Menge Strom, die in einem Netz ständig verbraucht wird. Wind- und Sonnenenergie hingegen sind stark witterungsabhängig und können deshalb nicht für eine gleichbleibend große Menge sorgen. Die Lösung: Der Strom wird gespeichert und längerfristig nutzbar gemacht. Das leisten zum Beispiel Pumpspeicherkraftwerke. Eine andere Möglichkeit sind sogenannte Hybridkraftwerke.

Das Kombikraftwerk

Im brandenburgischen Prenzlau steht eine Anlage, die zukunftsweisend sein kann – für die Energiegewinnung und Fahrzeuge mit der Brennstoffzelle. Das Hybrid- oder Kombikraftwerk produziert rund um die Uhr Strom durch die Kombination von Windkraftanlagen, Biogas und Wasserstoff. Bisher speisen Windkraftanlagen ihre Energie direkt ins Netz ein, wenn diese am meisten gebraucht wird. Dies ist vor allem tagsüber und in den frühen Abendstunden der Fall. Doch nachts sinkt der Verbrauch deutlich. Ist mehr Energie im Netz als gebraucht wird, werden Windräder abgeschaltet. Der Wind weht dann natürlich trotzdem weiter. Das Hybridkraftwerk nutzt nun die überschüssige Energie zur Produktion von Wasserstoff. Bei Windstille, wenn die Windkraftanlage nicht liefert, wird der wiederum zusammen mit Biogas in einem Kraftwerk zu Strom gemacht. Das Prinzip des Kombikraftwerks lässt sich auch problemlos auf solarthermische Anlagen übertragen. Der Wasserstoff ist aber nicht nur Speichermedium, sondern auch Kraftstoff für Wasserstoffmotoren in Autos oder Brennstoffzellen.

Denkende Netzwerke

Es reicht nicht, Strom sauber zu erzeugen. Er muss auch beim Kunden ankommen. Dafür ist der Ausbau des Stromnetzes nötig. Hier müssen neue Ansätze her, um die Ansprüche von Erzeugern, Netzen, Speichern und Verbrauchern in Einklang zu bringen. Die Entwicklung eines „Smart Grids“, eines intelligenten Netzwerkes, läuft auf Hochtouren. „Smart Grids“ liefern nicht nur Strom, sondern befähigen auch den Datenaustausch. Damit können Erzeugung, Speicherung und Verbrauch des Stroms aufeinander abgestimmt werden.

So sollen sie die natürlichen Schwankungen ausgleichen und die Verteilung von Strom effizienter machen. Der Vorteil für die Elektromobilität: Strom für Autos könnte in Nebenzeiten, also nachts, billiger sein als zu Hauptzeiten. Experten erhoffen zudem einen Entwicklungsschub für neue Technologien. So ist eine Kombination der Ladestationen mit Photovoltaikanlagen in heimischen Carports denkbar.

Weitere Modelle wie das „Vehicle to Grid“-System beziehen die Autos in die Stromversorgung ein. Die Speicherkapazität der Batterien könnte dann dafür genutzt werden, überschüssigen Strom zwischenspeichern und bei Bedarf abzurufen, wenn das Fahrzeug nicht genutzt wird. Die Batterien von Elektroautos haben ein Leistungsspektrum von 10 bis 60 kWh. Durchschnittlich verbraucht eine Person täglich 5 kWh Strom im Haushalt. Ein Elektrofahrzeug könnte somit die Stromversorgung eines Hauses für mehrere Tage übernehmen.

Wie kommt der Strom ins Auto?

Zu Hause: Grundsätzlich brauchen Elektroautos nur eine 230-Volt-Leitung, um sich aufzuladen. Man kann also sein Auto einfach zu Hause an der normalen Steckdose, mit einer maximalen Ladeleistung von 3,6 Kilowatt, anschließen. Eine Nacht sollte für eine Vollladung reichen. Es geht aber auch schneller. Je nach Netzausbau sind heute Ladeleistungen bei Wechselstromladung von bis zu 43 Kilowatt möglich. Der Ladevorgang verkürzt sich damit auf weniger als eine Stunde. Voraussetzung dafür ist eine einheitliche, genormte Steckverbindung. Beim Fahrzeug gibt es die in Europa bereits, allerdings nur beim Fahrzeug selbst. Für die „Wandseite“ hat die Diskussion begonnen.

INNERE WERTE

Europas erfolgreichstes Auto aller Zeiten ist jetzt auch elektrisch unterwegs. Den Prototyp erkennt man von außen nur am seitlichen Schriftzug blue-e-motion und dem fehlenden Auspuff. Unter der Motorhaube aber leistet ein Elektromotor gespeist von einem Lithium-Ionen-Akku 115 PS. Das Besondere am Elektro-Golf: Über Lenkrad-Paddels regelt der Fahrer selbst, wie viel Energie zurückgewonnen wird, sobald er den Fuß vom Gas nimmt. Mit einem Mittelkonsolen-Schalter kann er außerdem zwischen mehr Reichweite oder mehr Fahrkomfort wählen. Nach maximal 150 Kilometern geht's an die Steckdose. Die Markteinführung des Elektro-Golf ist für 2013 geplant.

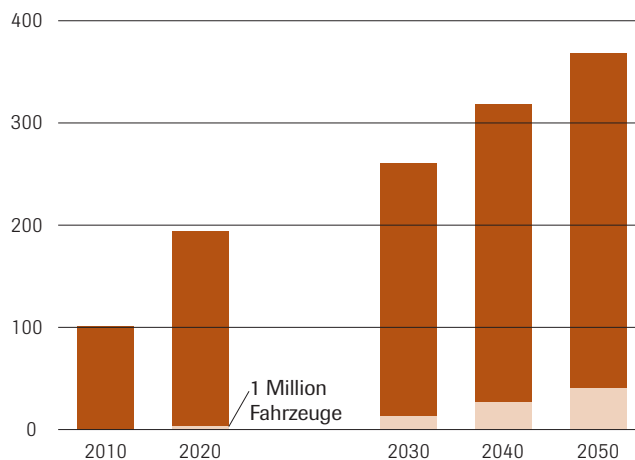
STROMVERBRAUCH AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN

Prognose 2010–2050

Quellen: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU); Energiekonzept d. Bundesregierung vom 28.9.2010

- Stromverbrauch aus erneuerbaren Energien, Szenario des Bundesumweltministeriums
- Strombedarf der Elektrofahrzeuge (Prognose)

Angaben in TWh



Draußen: Wer unterwegs ist, kann nicht immer abends nach Hause kommen. Außerdem haben vor allem in Großstädten viele Menschen kein eigenes Haus, Grundstück oder eine Garage. Öffentliche Ladestationen sind also wichtig für die Entwicklung der Elektromobilität.

Deswegen wird mit Hochdruck an verschiedenen Systemen in Form von Ladesäulen und Wandanschlüssen geforscht. Voraussetzung für ein nutzerfreundliches Netz sind standardisierte Stecker, um die lange Suche nach der passenden Ladestation zu vermeiden. Dazu kommt ein transparentes Abrechnungssystem. Trotz der vielen Anbieter mit unterschiedlichen Tarifen muss es möglich sein, Strom ohne Verunsicherung und eine Vielzahl von Kundenkarten an öffentlichen Ladestationen zu beziehen. Verschiedene Modelle sind denkbar, wie zum Beispiel eine Abrechnung über Handy oder Kreditkarte. Aber auch die Bezahlung mit Bargeld könnte funktionieren, wie bei einer Parkuhr.

Eine Stadt voller Ladestationen, das entspricht natürlich nicht dem ästhetischen Empfinden vieler Bewohner. Gerade in Großstädten, in denen die Mehrzahl der Autofahrer sogenannte Laternenparker sind, können zusätzlich andere Lademöglichkeiten Abhilfe schaffen. So können größere Unternehmen ihren Angestellten Parkplätze mit Lademöglichkeiten anbieten und den Strom mit dem Gehalt verrechnen. Stromtankstellen, die einen kostenlosen Abstellplatz für die Zeit des Ladens anbieten, sind ebenfalls denkbar. Durch Ladestationen auf Parkplätzen könnte die Stromversorgung pauschal und unbürokratisch mit der Parkgebühr verrechnet werden. Dieses System läuft schon heute in der Schweiz und zunehmend auch in Deutschland unter dem Namen Park & Charge.

Vom Kabel befreit

Aussteigen, Kabel aus dem Kofferraum holen und an die Ladesäule anstecken – das macht nicht immer Spaß und schon gar nicht, wenn es feucht und kalt ist. Hoffnung macht das sogenannte induktive Laden, das sich für den Einsatz bei Elektrofahrzeugen gut eignet und völlig ohne Kabel auskommt. Es funktioniert nach dem gleichen Prinzip wie die elektrische Zahnbürste. Durch die Spule in der Ladestation fließt Wechselstrom. Dadurch wird ein sich änderndes Magnetfeld erzeugt. Im Griff der Bürste befindet sich eine zweite Spule. Beim Aufladen wird diese in das Magnetfeld der Ladestation eingeführt. Durch diesen Vorgang wird Spannung induziert, also erzeugt. Die Spannung lädt schließlich die Akkus auf.

Um sein Auto induktiv aufzuladen, muss der Fahrer nur an der richtigen Stelle parken. Dort wirkt eine im Boden befindliche Spule auf eine zweite Spule im Fahrzeug ein. Die entstehende Energie wird dann den Akkus zugeführt. Der Ladevorgang beginnt automatisch, sobald das Auto sich in der richtigen Position befindet und identifiziert wurde. Dafür ist ein Datenaustausch notwendig, der auch die Abrechnung ermöglicht. Diese Technik ist nicht ohne Schwierigkeiten. So muss der Abstand zwischen Spule und Batterie bei der Konstruktion des Autos für den Prozess optimiert sein. Ein fahrzeugtaugliches Ladesystem würde einen höheren Wirkungsgrad ebenso benötigen wie Komponenten mit möglichst wenig Gewicht, die zudem platzsparend und sicher sein müssen. Durch den zusätzlichen Aufwand kosten solche Ladestationen auch mehr als die herkömmlichen. Dennoch halten viele Experten das induktive Laden in der Zukunft für eine wichtige Ergänzung der Elektromobilität.

Einfach die Batterie wechseln?

Ganz ohne Ladezeiten würde der Fahrer eines Elektrofahrzeuges auskommen, wenn er die leere Batterie gegen eine bereits geladene austauschen könnte. Hier setzt die Idee an, ein Netz von Akku-Wechselstationen aufzubauen. Das Prinzip gleicht dem einer Waschstraße. Das Ganze soll nicht länger dauern als der Aufenthalt an einer herkömmlichen Tankstelle.

Doch diese Idee hat einen großen Haken. Um wirklich funktionieren zu können, müssten die Batterien und die Unterböden der Fahrzeuge einheitlich im Aufbau sein. Sonst würde ein wahrer Wildwuchs von konkurrierenden Anbietern unterschiedlicher Wechselstationen entstehen. Auch ist eine Batterie in einem Auto natürlich etwas anderes als die einer Taschenlampe. Allein in der Größe unterscheiden sich die Batterien je nach Nutzungskonzept erheblich, von den vielen technischen Abweichungen wie den Hochvoltanschlüssen und den Zu- und Abluftkanälen für die richtige Temperierung zu schweigen. Die unterschiedlichen Fahrzeug- und Nutzungskonzepte führen auch zu unterschiedlichen Einbauorten. In einigen Fahrzeugen sind die Batterien in mehrere Einzelsegmente getrennt, in anderen zusammenhängend. All dies macht die Vereinheitlichung der Batterie, und damit einen durchschlagenden Erfolg eines solchen Projekts, unwahrscheinlich. ■

Die Strömung zu innovativen Veränderungen

Elektromobilität ist ohne die Batterie nicht möglich. Doch Autos bestehen nicht nur aus dem Antrieb. Die Elektrifizierung des Antriebsstrangs erfordert die schrittweise Kombination aus Verbrennungsmotoren und Elektromotoren, die Entwicklung von komplexen Steuerungstechniken und eine drastische Veränderung der Bauweise. Die Autos von morgen werden anders aussehen.

Elektrischer Strom hat etwas Faszinierendes. Denn anders als Benzin oder Diesel kann man ihn weder sehen noch riechen. Er fließt einfach. Doch wie kann er Autos zum Fahren bringen? Elektromotoren wandeln Kraft, die durch Elektromagnetismus entsteht, in eine Drehbewegung um. Sie haben grundsätzlich einen fest mit dem Gehäuse verbundenen Stator und einen Rotor. Die Drehbewegung wird mithilfe wechselnder Magnetfelder eingeleitet. Diese überträgt der Rotor dann auf die Achse des Fahrzeugs. Es gibt allerdings sehr unterschiedliche Ausführungen von Elektromotoren. Bei Gleichstrommotoren beispielsweise wird der Polwechsel der Magnetfelder durch die Bewegung des Rotors selbst über Schleifkontakte erzeugt. In diesem Fall entsteht dann das Magnetfeld über die Rotorwicklung, durch die Strom von ständig wechselnder Polarität fließt: mal plus, mal minus. Doch die Schleifkontakte nutzen sich über die Zeit des Betriebes ab, was den Wirkungsgrad des Motors verringert.

Dieser Verschleiß lässt sich bei Drehstrommotoren vermeiden. Der Drehstrom aus der Steckdose mit seinen drei Phasen garantiert quasi ein „natürliches“ Drehfeld. Versorgt man die Statorwicklungen mit ihnen, entstehen umlaufend sich auf- und abbauende Magnetfelder, denen der Rotor dann folgt. Doch auch das hat seine Tücken. Die Batterien in Elektrofahrzeugen liefern nämlich Gleichstrom. Um die verschleißärmeren Drehstrommotoren nutzen zu können, sind zusätzliche Steuerelemente notwendig. Die sogenannten Wechselrichter wandeln die Gleichspannung der Batterie in Wechselspannung um. Nach heutigem Stand der Technik werden in Elektrofahrzeugen vor allem synchron laufende Drehstrommotoren eingesetzt. Hier bewegt sich der Rotor synchron zum magnetischen Drehfeld des Stators. Diese Motoren zeichnen sich durch einen besonders hohen Wirkungsgrad und eine hohe Leistungsdichte aus. Dabei werden im Rotor zurzeit vorwiegend Dauermagneten eingesetzt.

Diese sind aber relativ teuer. Das liegt an den Seltenen-Erden-Elementen, die für die Herstellung permanenter Magneten nötig sind. Die steigende Nachfrage verteuert diese erheblich. Einen Ausweg bietet jedoch die Magnetisierung des Rotors durch zusätzliche Stromzufuhr. Der verringert wiederum den Wirkungsgrad. Außerdem steigt der Regelbedarf durch elektronische Steuerelemente.

Diese werden unter dem Begriff Leistungselektronik zusammengefasst. Sie steuert aber nicht nur den Fluss des Stroms zur Antriebsmaschine, sondern sorgt auch für die Rückspeisung von Bremsenergie in die Batterie. Außerdem überwacht die Leistungselektronik den Ladezustand der Batterie sowie die Temperatur des Motors und anderer wesentlicher Bauteile. Am wichtigsten ist aber, dass sie den sogenannten Fahrwunsch in die Steuergrößen des Motors verwandelt.

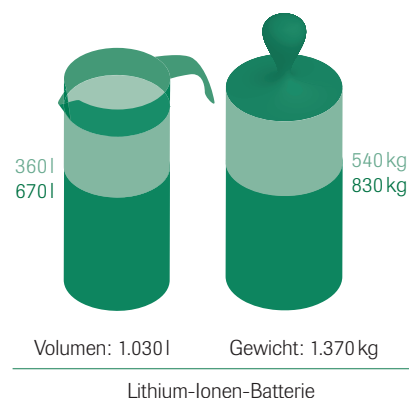
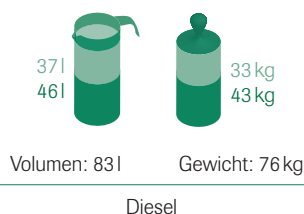
ENERGIESPEICHERUNG IM FAHRZEUG

Volumen und Gewicht von Energiespeichern für 500 km Reichweite

Daten: F. Schüth: MPI Kohleforschung, EPJ ST 176, 155 (2009);
Grafik: VDA

■ Kraftstoff/Zellen

■ System



Die Leistungselektronik ist dabei wesentlich komplexer als der Motor selbst und braucht beispielsweise eine eigene Kühlung. Die Technik hat noch Entwicklungspotenzial. Heute kostet eine Leistungselektronik etwa doppelt so viel wie der Motor. Außerdem nimmt sie noch recht viel Platz ein. Deswegen arbeiten Forscher vor allem an der Reduzierung der Kosten und des Volumens. Experten gehen von einem Einsparpotenzial von 50 Prozent aus. Ein geringeres Volumen würde sie zudem leichter machen.

Mit Leichtigkeit zu mehr Reichweite und weniger CO₂-Ausstoß

Überhaupt spielt das Gewicht eine entscheidende Rolle. Denn die Batterie macht das Fahrzeug schwer, was die ohnehin niedrige Reichweite von Elektrofahrzeugen noch verringert. Deshalb kommt es darauf an, diesen Gewichtsachteil in Elektrofahrzeugen auszugleichen. Das nutzt natürlich auch herkömmlichen Fahrzeugen.

100 Kilogramm weniger Gewicht sparen rund 0,3 Liter Benzin auf 100 Kilometern. Dies mag verhältnismäßig gering erscheinen. Doch auf ein Autoleben gerechnet kommen da einige Liter zusammen. Wenn es gelingt, das Gewicht deutlich zu reduzieren, verbessert das die CO₂-Bilanz aller Autos erheblich. Das Gesamtgewicht eines durchschnittlichen Personenkraftwagens verteilt sich auf etwa 40 Prozent Karosserie, 25 Prozent Fahrwerk, 20 Prozent Ausstattung inklusive Elektrik und 15 Prozent Antrieb. Die Entwicklung der Gewichtsreduktion konzentriert sich also auf Karosserie und Fahrwerk, weil dort am meisten zu holen ist.

REVOLUTION IM FAHRZEUGBAU

Unter der Marke BMWi sollen 2013 die ersten Elektroautos von BMW auf den Markt kommen. Zum einen ein Sportwagen und zum anderen ein Megacity Vehicle. Revolutionär ist die speziell für Elektrofahrzeuge entwickelte Fahrzeugarchitektur, das LiveDrive-Konzept aus zwei Modulen in Leichtbauweise. Das Drive-Modul, ein Chassis komplett aus Aluminium, beherbergt Batterie und Antrieb. Das Live-Modul ist eine hochfeste leichte Fahrgastzelle komplett aus CFK, kohlefaserverstärktem Kunststoff. CFK ist stabil wie Stahl, wiegt jedoch nur die Hälfte. Weltweit wird damit erstmals ein Auto mit CFK-Fahrgastzelle in die Großserienproduktion gehen.

Das Zauberwort heißt Leichtbau. Darunter versteht man eine Konstruktionsphilosophie: Alle konstruktiven, werkstoff- und fertigungstechnischen Mittel müssen darauf ausgerichtet sein, die Masse eines Produkts zu reduzieren und seine Gebrauchsgüte zu erhöhen.

Der Stoff aus dem Weltraum

Eine der Lösungen: CFK. Der faserverstärkte Hochleistungskunststoff stammt ursprünglich aus der Weltraumforschung, wiegt weniger als Aluminium und hat trotzdem eine hohe Festigkeit. Im Rennsport wird das Material schon seit Jahrzehnten eingesetzt. Experten gehen davon aus, dass sich mit ihm deutlich Gewicht sparen lässt. Außerdem rostet er nicht, weshalb aufwendige Lackierungen nicht nötig sind. Aber bisher kommt er nur in einzelnen Bauteilen zum Einsatz. Denn er ist extrem teuer.

Carbon kostet rund 50-mal so viel wie herkömmlicher Stahl. Das liegt an dem aufwendigen und langwierigen Produktionsprozess, bei dem zunächst Carbonfaserfäden hergestellt werden. Eine einzige Faser ist dabei dünner als ein menschliches Haar. Sie wird mit 50 000 anderen Fäden gebündelt und über einen Zeitraum von einigen Stunden gehärtet. Aus den Kohlefaserfäden lassen sich Matten weben, die zugeschnitten werden können. Um eine hohe Materialfestigkeit zu erreichen, werden in einem nächsten Schritt mehrere Matten übereinandergelegt, verklebt, geformt und ausgehärtet. Für alle diese Schritte ist ein hoher Energie- und Zeitaufwand nötig. Derzeit ist die maschinelle Verarbeitung des Stoffes noch nicht weit vorangeschritten, das meiste geschieht in Handarbeit.

Doch Besserung ist in Sicht. Branchenübergreifend arbeiten Unternehmen bei der Entwicklung von Verfahren zur Carbonherstellung und -verarbeitung zusammen. Sie tauschen ihr Know-how aus und feilen an weiteren Wegen hin zu einer Massenproduktion. Einige Hersteller sind der industriellen Herstellung sehr nah. Größere Stückzahlen und kürzere Produktionszeiten können die Kosten deutlich senken. Zurzeit wird außerdem eine Carbonvariante für den Automobilbau entwickelt, die deutlich preisgünstiger sein könnte als handelsübliches Carbon. Hinzu kommt, dass der Stoff durch neue Technologien besser recyclebar wird.

Gestählte Konzepte

Doch bis Carbon wirklich massentauglich ist, gilt es, die Autos mit weniger kostenintensiven Materialien leichter zu machen. Super Light Car (SLC), so heißt sogar ein EU-Projekt. Vier Jahre lang arbeiteten 37 führende Partner aus Forschung, Fahrzeug- und Zulieferindustrie aus neun europäischen Ländern im EU-Projekt an leichten Karosserien

für saubere Automobile der Zukunft. Die Ingenieure und Forscher stellten fest: Langfristig können nur Leichtbaukonzepte zum Einsatz kommen, die unter den Kriterien Kosten, Stückzahl, Funktion, Gewicht und Ökobilanz ideale Eigenschaftskombinationen ausweisen. Bei allen positiven Effekten für den Energieaufwand darf nicht vergessen werden: Leichtbau darf den Komfort der Insassen nicht einschränken und vor allem nicht ihre Sicherheit.

Insgesamt zeichnet sich ab, dass die Stahlanteile zurückgehen werden. Doch moderne Stahlgüten (kalt- und warmgeformt) zusammen mit maßgeschneiderten Stahlinnovationen liefern für den Serienfahrzeugbau auch weiterhin sehr wichtige technische und wirtschaftliche Impulse.

Eine andere Alternative ist Aluminium. Es ermöglicht in Karosseriestrukturen gegenüber Stahl einen Gewichtsvorteil bis über 40 Prozent. Allerdings sind Aluminiumbauweisen ähnlich wie Bauweisen mit Hochleistungskunststoffen mit deutlichen Mehrkosten verbunden. Weitere Leichtbaupotenziale (etwa 10 bis 20 Prozent Gewichtsvorteil gegenüber Aluminium) können durch Magnesiumtechnologien erschlossen werden.

Neue Legierungsentwicklungen und hochwertige Oberflächenschutzsysteme verbessern die Einsatzmöglichkeiten von Magnesium auch für Karosseriestrukturen. Aber auch das ist serienmäßig noch nicht möglich.

Neuer Fokus in der Produktion

Die Elektrifizierung des Antriebsstranges sowie der Einsatz neuer Materialien im Fahrzeugbau werden die Produktionsprozesse nachhaltig beeinflussen. Allein wegen der unterschiedlichen Antriebskonzepte werden kurz- und mittelfristig eher zusätzliche Bauteile hergestellt werden müssen. Langfristig jedoch werden viele herkömmliche Komponenten entfallen.

Fahrzeuge mit Hybridantrieb werden aufgrund des zweiten Motors eher komplexer in ihrem Aufbau und im Zusammenspiel der Komponenten. Bei reinen Elektrofahrzeugen jedoch ist die Bauweise eher einfacher. Dies hat besonders Auswirkungen auf die Prozesse in der Metallbearbeitung, also das Bohren, Fräsen und Schleifen von Bauteilen. Ohne Getriebe und mit einem weniger komplexen Motor wird sich der Fokus auf die Bearbeitung von Kunststoffen und der elektronischen Steuerung verschieben.

Es sind also neue Qualifikationen und neue Arbeitsbereiche gefragt, damit die deutsche Automobilindustrie ihrer Vorreiterrolle weiter gerecht werden kann. ■

Geteiltes Glück

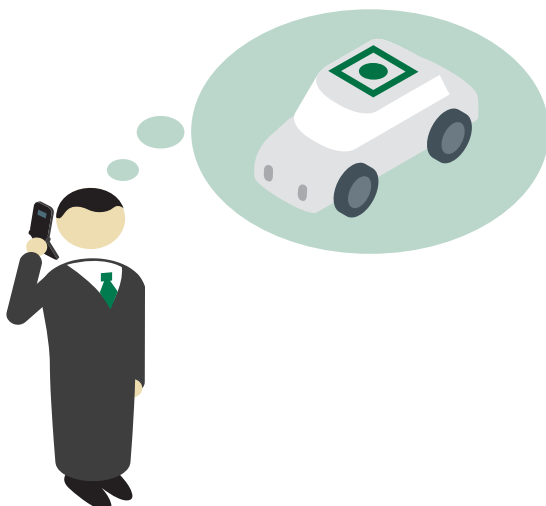
Um den Verkehr in der Stadt umweltfreundlicher zu machen,
sind innovative Fahrzeugkonzepte gefragt.
Diese setzen auf die Mittel der modernen Kommunikation.
Der Mensch darf dabei nicht vergessen werden.

Eine Stadt ohne Abfall und Abgase, das klingt wie ein Märchen aus Tausendundeiner Nacht. Doch ausgerechnet in der Wüste des Emirats Abu Dhabi soll genau das in etwa zehn Jahren Realität sein. Hier bauen die Scheichs aus dem Stand Masdar City.

Ein wichtiger Baustein dafür ist das sogenannte „personal rapid transport“-System. Auf einem festgelegten Streckennetz bewegen sich elektrische Kleinstfahrzeuge, die an der Haltestelle mit dem persönlichen Endpunkt der Reise programmiert werden können. Durch ein intelligentes Leitsystem und die Interaktion der Fahrzeuge können die Menschen alle Haltepunkte innerhalb des Streckennetzes erreichen, ohne umzusteigen. Dabei fahren die Fahrzeuge automatisch, während die komplexe Steuerelektronik ihre Daten ständig verarbeitet. Unfälle sind so praktisch ausgeschlossen. Zudem stehen jederzeit an allen Haltestellen genügend Fahrzeuge zur Verfügung. Die Passagiere müssen also an Haltestellen nicht mehr ihre Geduld beweisen. Stattdessen warten die Fahrzeuge auf sie.

DAS MOBILTELEFON

Neue Mobilitätskonzepte werden zu großen Teilen durch die Informations- und Kommunikationsangebote ermöglicht. Nur durch eine Vernetzung der Fahrzeuge mit einer Zentrale kann jederzeit der Standort bestimmt werden. Die Nutzer können durch Smartphones jederzeit Informationen zu Tarifen und Verfügbarkeit abrufen. Selbst das Buchen und die Abrechnung erfolgen über das Netz.



Eine neue Rolle für das Auto in der Stadt

Schon während der Planung der Stadt in der Wüste wurden neue, intelligente Verkehrskonzepte und die nötige Infrastruktur berücksichtigt. In gewachsenen Metropolen allerdings muss man andere Wege beschreiten. Ihre Bürger leiden oft unter verstopften Straßen, weil die Infrastruktur mit dem Verkehr nicht mithalten kann.

Eine recht einfache Möglichkeit ist dabei die Festlegung von Beschränkungen für Kraftfahrzeuge. 2003 führte London als erste Metropole eine Innenstadtzone ein, deren Befahren zu den Hauptverkehrszeiten nur bei Bezahlung einer relativ hohen Gebühr erlaubt ist. Ziel der sogenannten „congestion charge“ ist die Reduktion des Pkw-Verkehrs und somit der Abgase im Zentrum der Stadt sowie die freie Fahrt für den Busverkehr. Ausgenommen von der Sondergebühr sind Lieferfahrzeuge und solche mit alternativen Antrieben. So sollen die Nutzer herkömmlicher Autos dazu gebracht werden, nur noch in die Stadt zu fahren, wenn es unbedingt nötig ist.

Wenn die Fahrt im eigenen Auto – wegen der hohen Verkehrsdichte ohnehin oft langsamer – auch noch erheblich teurer ist, überlegt man sich zweimal, ob man nicht lieber doch auf Bus und U-Bahn umsteigen sollte. Die „congestion charge“ wurde zum Vorbild: Einige Großstädte haben seitdem begonnen, ähnliche Mautsysteme zu installieren. In einigen Städten dürfen Autos bei hoher Luftverschmutzung gar nicht mehr fahren.

Pay as you go

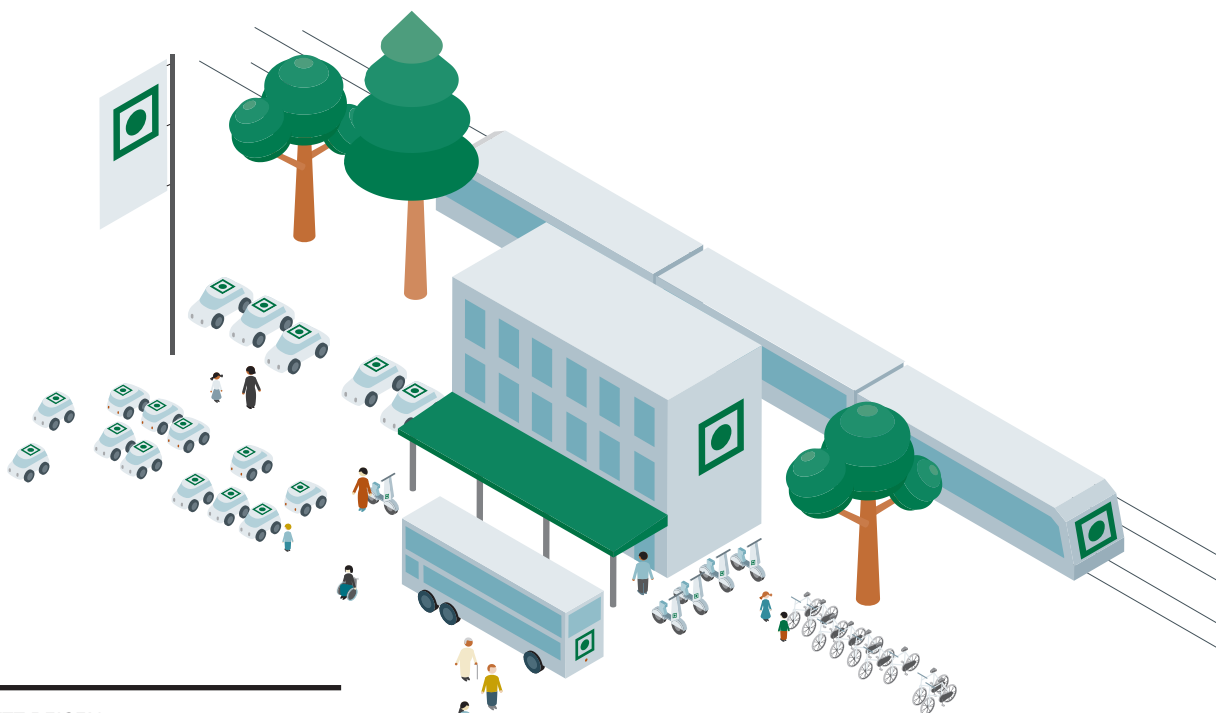
Viele Besitzer nutzen ihre Gefährte nur sporadisch, die meiste Zeit verbringen diese auf Parkplätzen. Die Fixkosten für Autos sind jedoch auf jeden Fall zu zahlen, ob sie fahren oder stehen. Wie wäre es also, das Auto in diesem Zeitraum zu vermieten und Geld zu sparen? Das sogenannte Carsharing ist nicht neu. Doch in seiner klassischen Variante – ein Auto, mehrere Besitzer, feste Stationen zu Abholung und Abgabe, Vorausbuchung – führte es bisher eher ein Nischendasein. Zu wenige Menschen wollten bei diesen Einschränkungen auf den Vorteil des eigenen Autos ganz verzichten.

Bei den neuartigen Carsharing-Modellen müssen die Teilnehmer nicht viel mehr tun, als sich zu registrieren. Dann können sie über das Web oder eine Smartphone-App herausfinden, welche Fahrzeuge wo zur Verfügung stehen. Eine Kundenkarte gibt einem Zutritt zum Fahrzeug. Auch eine Tankkarte für das kostenlose Betanken ist im Auto vorhanden. Die Abrechnung erfolgt über die Kundendaten, dabei wird nach der Nutzungsdauer gezahlt.

Damit sich diese neue Art des Carsharings durchsetzen kann, kommt es auf zwei Dinge an: eine flächendeckende Verfügbarkeit und eine unkomplizierte Nutzung.

Elektrische Antriebe kommen im Auto zum Zug

Indem Hersteller neben Fahrzeugen auch Mobilitätskonzepte entwickeln, wandeln sich Unternehmen vom reinen Fahrzeughersteller zum Dienstleister von Mobilität. So können sie die Fahrzeuge produzieren, die speziell auf den Einsatz als geteiltes Auto zugeschnitten sind. Vor allem für die Elektromobilität ergeben sich dabei neue Chancen. Die geringeren Energiekosten gegenüber herkömmlichen



VERNETZT REISEN

Welche Verkehrsmittel und Routen die beste Wahl darstellen, kann man im Internet abrufen. Aufeinander abgestimmte Mobilitätsangebote ermöglichen ein schnelles und bequemes Vorankommen.

Fahrzeugen kommen umso mehr zur Geltung, je häufiger die Autos bewegt werden. Dazu kommt natürlich, dass sie keine nennenswerten Abgase und wenig Lärm emittieren, was die Lebensqualität in Städten verbessern kann. In Metropolen wie London, in denen das Befahren bestimmter Zonen mit herkömmlichen Fahrzeugen nur eingeschränkt möglich ist, werden elektrische Antriebe noch attraktiver. Denkbar sind auch Mischmodelle.

Neue Möglichkeiten, dem Internet sei Dank

Die modernen Informations- und Kommunikationssysteme haben aber noch weitere Vorzüge. Sogenannte Car-2-X-Kommunikation, die Vernetzung von Verkehrsteilnehmern untereinander und mit der Infrastruktur, der Abruf von Informationen zum Verkehrsfluss, Routenplanung und die Anzeige der Verfügbarkeit von Verkehrsmitteln – all das kann helfen, Mobilität in der Stadt noch effizienter zu machen. Der Fahrer kann in seinem Auto Informationen zu Ampelschaltungen,

Straßenzuständen und Verkehrsdichte abrufen und so den Weg mit der besten Umweltbilanz finden. Je mehr Autos so fahren, umso besser wird der Verkehr fließen. Der bekannte Rhythmus aus Anhalten und Anfahren ist dann passé. Das ist nicht nur gut für Flottenbetreiber, die ohne Staus viel Zeit und Geld sparen. Auch die Umwelt würde von noch effizienter genutzter Energie profitieren.

Lebenswerte Räume ohne Abstriche bei der Mobilität

Im komplett neu geplanten Masdar City sollen klimaschonende Technologien lebenswerte Räume erschaffen. Die Bewohner müssen jedoch bei der Mobilität keine Abstriche machen.

In westlichen Städten gibt es schon heute Ansätze, Klima- und Umweltschutz mit den Mobilitätsansprüchen der Einwohner zu vereinen. Im altherwürdigen Amsterdam, einer über Jahrhunderte gewachsenen Stadt, sollen beispielsweise die CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2025 um 40 Prozent reduziert werden. Dies setzt einerseits die richtigen Technologien voraus – und andererseits die Bereitschaft der Einwohner, das jeweils optimale Verkehrsmittel zu nutzen. Im besten Fall geht beides Hand in Hand. Entscheidend für den Erfolg ist dabei vor allem der Ausbau von miteinander vernetzten Verkehrssystemen. Vor allem die Übergänge von einem zum anderen müssen aufeinander abgestimmt sein. Dafür muss der Verkehr in den Metropolen als Gesamtsystem begriffen werden. So sind zum Beispiel Zukunftsmodelle denkbar, bei denen alle Verkehrsmittel innerhalb eines Stadtgebietes zu einem einheitlichen Tarif abgerechnet werden.

Eine Mobilitätskarte könnte neben der Nutzung aller öffentlichen Verkehrsmittel auch den Gebrauch von Elektrofahrzeugen ermöglichen. Über Smartphones könnten Informationen zu allen zur Verfügung stehenden Verkehrsmitteln abgerufen werden. Der jeweils effizienteste Weg durch die Stadt würde bei der Routenplanung berücksichtigt werden. Auf diese Weise kann ein wichtiger Beitrag zu lebenswerten Städten bei gleichzeitig verbesserter Mobilität ihrer Einwohner erreicht werden. ■

ZUM MITNEHMEN, BITTE

In Ulm und Hamburg kann man jederzeit Auto fahren, ohne eines zu besitzen. car2go macht's möglich. Im Stadtgebiet bereitgestellte Smarts können jederzeit von registrierten Kunden genutzt werden. Abgerechnet wird im Minutentakt. Sämtliche Nebenkosten samt Parkgebühren sind inklusive. Die „car2go-edition“ hat besonders sparsame Motoren, eine Start- Stopp-Automatik und ein Solardach, das die Fahrzeugbatterie auflädt und die Carsharing-Telematik versorgt. Seit car2go ist Carsharing kein Nischenmodell mehr. Einsteigen, losfahren, abstellen ist eine Erfolgsgeschichte. Die nächste Stadt ist Amsterdam – dann schon mit Elektro-Smarts.

Immer verbunden

Die Fortschritte in der Informations- und Kommunikationsindustrie haben unsere Welt revolutioniert, auch das Autofahren. Für den Erfolg der Elektromobilität sind sie von zentraler Bedeutung.

Es ist noch gar nicht so lange her, da war die Autofahrt zu einem unbekannten Ort immer ein Abenteuer. Als Orientierungshilfe gab es nur Verkehrsschilder und den Atlas oder Stadtplan. Unzählige verpasste Ausfahrten, verschwendete Zeit und der ein oder andere heftige Streit unter Fahrzeuginsassen über die richtige Route waren die Folge. Heute kümmert sich das Navigationssystem um die Route, das Autoradio warnt rechtzeitig vor Staus. Der Fahrer kann sich auf die Straße konzentrieren und der Beifahrer sich zurücklehnen. Künftig soll auch das World Wide Web dazugehören. E-Mails empfangen, Theaterkarten noch rechtzeitig bestellen und das Ende der eBay-Auktion nicht verpassen: Das alles ist für Beifahrer und Passagiere direkt im Auto möglich.

Immer mehr rechnergestützte Assistenzsysteme unterstützen den Fahrer direkt bei der Steuerung des Autos.



Bequemer und sicher ankommen

Die moderne Informations- und Kommunikationstechnologie macht es möglich. Doch auch das Fahren an sich macht sie bequemer und sicherer. Immer mehr rechnergestützte Assistenzsysteme unterstützen den Fahrer direkt bei der Steuerung des Autos. Zahlreiche Sensoren in den Fahrzeugen nehmen ständig Informationen über die Straßenlage auf. Gleichzeitig wachen sie über die Einhaltung der Fahrspur und sogar über den Zustand des Fahrers. Die Autos empfangen nicht nur Informationen. Vielmehr übermitteln sie ihre Daten, aus denen ein Gesamtbild des Verkehrs in Echtzeit entsteht. Auf dieses können alle Teilnehmer zugreifen.

Die Vernetzung der Fahrzeuge untereinander kann künftig helfen, Unfälle zu vermeiden. Es entsteht eine neue Art des vorausschauenden Fahrens, indem das eigene Auto die Informationen der Autos, die einige Kilometer davor die gleiche Straße benutzen, aufnimmt. Und falls doch ein Unglücksfall passieren sollte, sind die Rettungskräfte nicht weit. Die Assistenzsysteme benachrichtigen sie automatisch und teilen gleichzeitig die Position des Fahrzeugs mit.

Gerade für Flottenbetreiber lassen sich genaue Informationen über die Auslastung der Fahrzeuge und deren Routen mit großem wirtschaftlichen Nutzen verbinden. Über die Auswertung der gesammelten Daten des Fahrbetriebs können sie die Möglichkeiten zur Steigerung der Effizienz besser erkennen. Wenn unnötige Fahrten vermieden werden, tut das dem Unternehmen und der Umwelt gut.

MOBILER STADTSTAAT

Die Bosch-Gruppe entwickelt in Singapur eine softwarebasierte Dienstplattform für Elektromobilität, die auch die erforderliche Lade- und Kommunikationsinfrastruktur umfasst. Fahrer können über die internetbasierte „eMobility Solution“ freie Ladesäulen finden und reservieren. Das System kann weiterführende Dienste, wie zum Beispiel die Buchung spezieller Öko-Tarife, integrieren. Nutzern soll es ermöglicht werden, von einem Diensteanbieter Routenvorschläge abzurufen, die die Reichweite ihres Elektrofahrzeugs, verfügbare Ladesäulen, die aktuelle Verkehrslage und sogar die Einbeziehung öffentlicher Verkehrsmittel berücksichtigen.

DAS AUTO IM HAUS

Die Batterien von Elektrofahrzeugen können als Energiespeicher für den Haushalt genutzt werden



Das Auto als mobiler Stromspeicher

Diese neuen Mittel der Information und Kommunikation kommen in allen Fahrzeugen zum Einsatz. Doch für die Elektromobilität sind sie von zentraler Bedeutung. Der Fahrer kann Informationen über die Verfügbarkeit von Ladestationen auf einer gewählten Strecke oder auch am Zielpunkt empfangen. Zudem würden das Energiemanagement des Autos und Abrechnungssysteme für den Strom ohne diese Technologien kaum funktionieren. So hat der Nutzer stets den Überblick über Energiestand und Verbrauch und kann erkennen, wie Letzterer durch seine Fahrweise beeinflusst wird.

Der Ladezeitpunkt des Fahrzeugs kann durch die Anbindung an das Kommunikationsnetz optimal auf die Netzauslastung abgestimmt werden. Solche flexiblen Tarife entlasten die allgemeine Stromversorgung und auch den Geldbeutel des Fahrers, indem er gerade dann „tankt“, wenn günstiger Strom verfügbar ist. Elektrofahrzeuge könnten durch die Anbindung an intelligente Stromnetze in der Zukunft auch Teil desselbigen werden. Wenn das Auto nicht fährt, könnten die Batterien weiterhin mit dem Netz verbunden sein und zum mobilen Stromspeicher werden. Wäre das Netz stark belastet, könnte es auf die Energie zurückgreifen, die in den Batterien gespeichert ist.

All dies erfordert eine Weiterentwicklung der Batterietechnik, damit die Lebensdauer sich nicht verringert, sowie die Entwicklung von komplexen Lösungen zum Datenaustausch zwischen Stromversorgungsnetz und Fahrzeugen. Und wie beim „Roaming“ der Mobiltelefonnetze müssen Autofahrer in der Lage sein, alle vorhandenen Ladestationen sämtlicher Anbieter im In- und Ausland zu nutzen.

Das intelligente Haus noch klüger machen

Doch es muss nicht immer die große elektrische Welt sein. Auch im eigenen Heim kann das Elektrofahrzeug durch die Informationstechnologie zum wichtigen Teil des Stromnetzes werden. So wie die intelligenten Netze generell die Stromversorgung eines Gebietes regeln, wird es immer mehr sogenannte „smart homes“, also kluge Häuser, geben. Im Grunde handelt es sich hierbei um intelligente Netze im Kleinen. Das bedeutet, dass die Stromversorgung zentral gesteuert wird. Elektrische Geräte werden je nach definiertem Bedarf an- oder ausgeschaltet. Dafür gibt es in den Häusern – ähnlich wie im Auto – Sensoren, über die Daten gesammelt werden. So „weiß“ das Haus immer, wie warm es ist, ob Menschen im Haus sind und welche Geräte gerade nicht gebraucht werden.



Intelligente Stromnetze ermöglichen den Austausch von Informationen über Verbrauch und Herstellung und reagieren auf Bedarfe.

Ein Rechner übernimmt je nach Vorgaben des Besitzers die Steuerung des Lichts, der Heizung und von Waschmaschine und Kühlschrank. Intelligente Stromzähler können energieintensive Vorgänge in die Zeiten verlegen, in denen das Stromnetz weniger ausgelastet ist. Ziel ist die Optimierung der Klimaverträglichkeit durch eine optimale Aussteuerung des Verbrauchs.

Das Elektrofahrzeug könnte ein Teil dieses intelligenten Haushalts werden. Interessante Möglichkeiten ergeben sich zudem durch die Nutzung des Elektrofahrzeuges als Stromspeicher für die eigenen Bedürfnisse. Der Strom aus dem Auto bringt also die Waschmaschine zum Laufen. Somit werden die allgemeinen Stromnetze durch intelligente Häuser in Zusammenspiel mit Elektrofahrzeugen gleichmäßiger ausgelastet. Ist am Haus noch eine Photovoltaikanlage angebracht, müsste noch weniger Strom aus dem Netz kommen. Auf diese Weise lassen sich auch ganze Wohnsiedlungen zusammenschließen und in ein übergreifendes System der Netzauslastung und Energieeffizienz integrieren. Die Einsparungen kämen dann allen Anwohnern zugute.

Ein perfektes Zusammenspiel für den Erfolg

Die Elektromobilität der Zukunft erfordert eine übergreifende Zusammenarbeit von Automobilherstellern, der Energiewirtschaft und der IT-Branche. Erst dann gelingt es, die maximalen Einsparungspotenziale der Technologien zu nutzen. Darüber hinaus müssen Kommunen und Politik auf allen Ebenen den Bau der benötigten Infrastruktur unterstützen. Nur ein optimal aufeinander abgestimmtes Zusammenspiel der einzelnen Teilbereiche ermöglicht die Realisierung intelligenter Lösungen im Bereich Elektromobilität und Stromversorgung. Das System Elektromobilität hat nur unter diesen Voraussetzungen beste Chancen, sich am Markt erfolgreich durchzusetzen. ■

VERTRAUTE ZUKUNFT

Ein Elektroauto, das keine Umstellung der Fahrgewohnheiten fordert, ist der Opel Ampera. Er bietet ausreichend Platz für vier Personen und genug Raum für Gepäck. Der Ampera ist voll alltags- und reisetauglich. Die Batterie des Fahrzeugs liefert dabei Energie für Strecken zwischen 40 und 80 Kilometern. Sie lässt sich binnen vier Stunden an haushaltsüblichen 230-Volt-Steckdosen komplett aufladen. Sinkt der Ladezustand unterwegs, schaltet sich automatisch ein Benzinmotor als Generator zu und liefert dem Elektromotor Strom. So sind Reichweiten von über 500 Kilometern sichergestellt. Regeneratives Bremsen lädt die Batterie zusätzlich auf.

Stellschrauben für die Markteroberung

Eine Million Elektroautos will die Bundesregierung 2020 auf den Straßen sehen. Guter Wille allein reicht dafür nicht aus. Die Menschen müssen sich für die neue Technik begeistern können, um sie auch zu kaufen. Für die Überzeugungshilfe hat der Staat einige Möglichkeiten.

„Das Auto hat keine Zukunft. Ich setze auf das Pferd“, sagte Kaiser Wilhelm II., als er sich 1904 in einen Mercedes Simplex setzte. Heute mag man sich fragen, was die Hoheit damals geritten haben mag. Doch unter seinen Zeitgenossen war die Skepsis gegenüber dem Automobil durchaus verbreitet. Erst in den 20er-Jahren setzte sich der Benzinantrieb dauerhaft durch.

Viele Produkte, die heute aus unserem Alltag kaum wegzudenken sind, hatten am Anfang große Schwierigkeiten, alte Gewohnheiten zu durchbrechen und den Massenmarkt zu erobern. Beim Elektrofahrzeug ist es ähnlich. Dabei hat die Technik große Fortschritte gemacht. Für Strecken bis zu 150 Kilometern und mehr reicht die Leistung heutiger Batterien bereits aus. Damit lässt sich besonders in Ballungsgebieten ein Großteil aller Fahrten bewältigen. Doch bisher haben sich nur wenige Menschen für ein Elektroauto entschieden. Für eine breitere Durchsetzung am Markt sind noch weitere Verbesserungen erforderlich.

Neben der begrenzten Reichweite muss vor allem der Preis sinken. Immer noch sind Elektrofahrzeuge in der Anschaffung deutlich teurer als konventionelle Fahrzeuge. Die Einsparungen, die der Wegfall von Getriebe und Schaltung sowie die niedrigen Energiekosten bringen, wiegen insbesondere den Mehrpreis der Batterie nicht auf.

Mittelfristig verbleibt bei einer Erstnutzung von vier Jahren ein signifikanter vierstelliger Betrag als Kostennachteil gegenüber vergleichbaren konventionellen Fahrzeugen. Dennoch hat sich die Bundesregierung zum Ziel gesetzt, dass im Jahr 2020 eine Million Elektrofahrzeuge auf deutschen Straßen fahren. Um dieses Ziel zu erreichen, muss bei den Menschen eine Begeisterung für den klimaschonenden elektrischen Antrieb entfacht werden.

Denn die Autohersteller sind keine Lehrer, sondern Unternehmer. Nur wenn die Nachfrage besteht, werden sie Elektroautos in Großserienproduktion herstellen. Und umso mehr Autos mit Elektromotor vom Fließband rollen, umso geringer werden die Preise für jedes einzelne.

„Das Auto hat keine Zukunft.
Ich setze auf das Pferd.“
Kaiser Wilhelm II., 1904

Klimaschutz ist eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe. Deshalb liegt es an der Politik, die notwendigen Rahmenbedingungen zu schaffen, damit umweltfreundliche Mobilitätslösungen ihre Vorteile wirksam entfalten und sich am Markt durchsetzen können. Die Möglichkeiten dazu hat sie. Mit einer Kombination aus finanziellen, verkehrspolitischen und infrastrukturellen Maßnahmen kann sie die Steigerung des Marktpotenzials der Elektromobilität unterstützen.

Prämierter Umweltschutz

Wer sich für ein Elektroauto entscheidet, tut viel für den Umweltschutz. Davon kann er sich aber nichts kaufen – von 5 000 Euro schon. In Frankreich wird diese Summe als Prämie an jeden Käufer eines emissionsfreien Autos ausgehändigt.

Doch ein europäischer Subventionswettbewerb kann nicht sinnvoll sein. Deutschland, Frankreich und Italien sollten deshalb eine gemeinsame Strategie für die richtigen Rahmenbedingungen bei der Einführung der Elektroautos entwickeln. Am Ende sollen die Hersteller um die beste Technik konkurrieren – und nicht die Staaten um die höchsten Subventionen.

Interessant wären zinsgünstige Kredite für die Anschaffung von Elektrofahrzeugen. Auch bei den Steuern könnte der Staat an einigen Schrauben drehen. Denkbar sind direkte Steueranreize oder auch eine an den höheren Preis der Elektrofahrzeuge angepasste Besteuerung des geldwerten Vorteiles (monetäre Zusatzleistungen, die dem Arbeitnehmer zugute kommen und daher versteuert werden müssen) bei der privaten Nutzung von Dienstwagen.

Ein Kennzeichen für mehrere Autos

Im Anfangsstadium der Entwicklung sind für Viele Elektrofahrzeuge vor allem als umweltfreundliche Zweitwagen, etwa für den Stadtverkehr, interessant. Diese Käufer würden sich über die Einführung eines Wechselkennzeichens freuen. Im Idealfall wären dann Haftpflichtversicherungsprämie und motorbezogene Versicherungssteuer nur einmal zu zahlen. In Österreich und in der Schweiz sind Wechselkennzeichen bereits üblich.

Aufladen ohne Hindernisse

Strom für das Elektroauto sollte aus möglichst regenerativen Quellen wie Wind, Sonne, Wasser und Biomasse gewonnen werden. Das darf aber nicht zur Folge haben, dass die Fahrer auf den Strompreis für Elektrofahrzeuge besondere Aufschläge oder Abgaben im Vergleich zum Haushaltsstrom zahlen müssen.

Sie sollten frei entscheiden können über die Auswahl des Energieversorgers, der Tarife sowie der Nutzung der Ladestationen. Letztere müssen für alle Besitzer eines Elektroautos zugänglich sein. Für den Aufbau einer Ladeinfrastruktur in Privathaushalten sind bereits eingeführte Fördermittel wie zinsgünstige KfW-Darlehen denkbar.

Freie Fahrt in der Stadt

Wenn man Autofahrer fragen würde, was sie in der Stadt am meisten stört, dann wären die häufigsten Antworten wohl: Staus und die Suche nach einem Parkplatz. Wenn der Besitz eines Elektroautos diese Probleme verringern könnte, wäre das für Viele ein wichtiges Argument bei der Kaufentscheidung. Die Kommunen hätten die Mittel dazu. Sie könnten spezielle Parkplätze nur für Elektroautos schaffen. Auch die Möglichkeit, in der Busspur an stehenden Benzinern vorbeizufahren, würde die Freude über ein Elektrofahrzeug steigern. Ähnliches gilt für den Lieferverkehr. Hier könnten die Zufahrtsverbote für die geräuscharmen elektrischen Alternativen zu den herkömmlichen Transportern gelockert werden.

Der Staat fährt elektrisch ...

Die meisten Deutschen haben wohl schon von Elektroautos gehört oder gelesen. Gesehen haben aber Viele noch keins. Hier könnte der Staat eine Vorbildrolle übernehmen. Dazu müsste er den Fuhrpark der staatlichen Stellen und Behörden mit solchen Autos ausstatten. Die Bedingungen wären ideal: meist kurze Strecken, klar definierte Routen und feste Einsatzzeiten. So könnte den Menschen klargemacht werden, wie ernst es dem Staat mit seinem Engagement für Elektromobilität ist. Und gleichzeitig würden sie erleben, wie alltagstauglich die Technologie ist.

... die Wirtschaft auch

Ähnliches wie für den Staat gilt für Wirtschaftsunternehmen mit großen Dienstwagenflotten. Die haben zum Beispiel Logistikunternehmen, Post und Paketzusteller, Autovermieter, Versorgungsunternehmen oder auch die Bahn. Hier könnte der Staat nachhelfen. Ein schneller und wirksamer Weg, die Attraktivität von Elektrofahrzeugen für gewerbliche Kunden zu steigern, wäre die Einführung von Sonderabschreibungen. Das Gleiche sollte für den Aufbau der benötigten Ladestationen gelten. So würden die Nachteile der höheren Anschaffungskosten minimiert. ■

SAUBERE LIEFERUNG

Zehn batteriebetriebene Ford Transit verrichten seit 2010 unter Alltagsbedingungen ihren Dienst in Köln. Zusammen mit der RheinEnergie AG, der Stadt Köln und der Universität Duisburg-Essen testet die Ford-Werke GmbH den Einsatz von Elektrofahrzeugen in der City-Logistik. Das Projekt „colognE-mobil“ soll Aufschluss über die Haltbarkeit der Batterien sowie Lade- und Entladezyklen liefern. Parallel werden Ladetechnik und Infrastruktur getestet. Gleichzeitig wird die Akzeptanz der Elektroautos und der Ladestationen bei den Fahrern und in der Bevölkerung getestet. 2011 wird die Flotte um weitere 15 Elektrofahrzeuge ergänzt.

Gemeinsam an die Spitze des Weltmarkts

AUTOMOBILINDUSTRIE UND ZULIEFERER

Die deutsche Automobilindustrie und ihre Zulieferer werden auch in Zukunft mit Hochdruck an sauberen und effizienten Automobilen forschen. Dabei konzentrieren sich die Anstrengungen auch auf den Bereich Elektromobilität. Es gilt, Fahrzeugkonzepte zu entwickeln, die Leistung, Komfort und Sicherheit mit Klimaverträglichkeit verbinden. Insbesondere die Forschung und Entwicklung von Speichertechnologien ist ein zentraler Schwerpunkt zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Hersteller. Hierfür werden auch konzernübergreifende Gemeinschaftsprojekte in Betracht gezogen. Das System Elektromobilität verlangt allerdings nach Partnern aus allen Bereichen der Gesellschaft, die alle ein Ziel verfolgen: Deutschland zum Leitanbieter und Leitmarkt für Elektromobilität zu machen.

NEUE WERKSTOFFE UND RECYCLING

Neue Materialien im Karosseriebau sowie der umfangreiche Einsatz komplexer Sensorik und Steuerelemente führen zu neuen Kooperationen in der Automobilindustrie. Unternehmen der chemischen Industrie werden die metallverarbeitenden Gewerke ergänzen. Zurzeit werden speziell mit Herstellern von Fahrzeugelementen aus Carbon entsprechende Vereinbarungen getroffen. Denn der Trend geht zukünftig zum Einsatz immer leichter und gleichzeitig sicherer Materialien. Aber auch die Wiederverwertung von Fahrzeugteilen gewinnt immer mehr an Bedeutung. Insbesondere das Recycling der Batteriesysteme zur Rückgewinnung der Seltenen-Erden-Elemente verlangt nach neuen Partnern. Entsprechende Technologien müssen entwickelt und marktreif gemacht werden.

ENERGIEVERSORGER

Der Ausbau regenerativer Energien und die Bereitstellung „grünen Stroms“ stellen die Versorgungsunternehmen vor große Herausforderungen. Doch nur grüner Strom ermöglicht einen wirklich klimafreundlichen Straßenverkehr. Der Aufbau intelligenter Netze und einer Ladeinfrastruktur sind Grundlage für eine schnelle Verbreitung von Elektrofahrzeugen und eine hohe Kundenakzeptanz.

POLITIK UND VERWALTUNG

Nur wenn es gelingt, in der Batterietechnik entscheidende Fortschritte zu machen, wird Deutschland eine Spitzenposition auf dem Weltmarkt einnehmen können. Den Großteil der nötigen Investitionen stemmt selbstverständlich die Industrie. Doch sie braucht dafür optimale Rahmenbedingungen. Die Politik kann durch Förderung der Forschung einen wichtigen Beitrag dazu leisten. Zunächst sind die Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen der Industrie mit geeigneten Maßnahmen zu unterstützen. Bildungs- und Fortbildungsangebote sollten auf Zukunftstechnologien zugeschnitten werden. Auf kommunaler Ebene können Verwaltungen Projekte zur Einführung von Elektrofahrzeugen und der nötigen Infrastruktur unterstützen. Unbürokratisches und pragmatisches Handeln hilft, Leuchtturmprojekte zu realisieren und erleichtert die Ansiedlung von Unternehmen.

MASCHINEN- UND ANLAGENBAUER

In Autos kommen zukünftig viele neue Komponenten und Materialien zum Einsatz. Der Fahrzeugbau befindet sich im Wandel. Neue Verfahren in der Fertigung, beispielsweise zum Verbund unterschiedlicher Materialien, erfordern neue Werkzeuge und Technologien. Die Produktionsanlagen müssen den Veränderungen angepasst werden. Innovative Lösungen im Maschinen- und Anlagenbau werden fortlaufend für effiziente Produktionsabläufe sorgen.

UNTERNEHMEN DER INFORMATIONSD- UND KOMMUNIKATIONSBRANCHE

Damit Elektrofahrzeuge effizient auf den Straßen unterwegs sein können, müssen vielfältige Informationen zwischen Batterie und Motor ausgetauscht werden. Die nötige Steuer Elektronik sowie die Software sind zentrale Komponenten der neuen Antriebstechnologien.

Doch auch zwischen Stromnetzen, Straßennetzen, Fahrzeugen und Nutzern sollen in der Zukunft Informationen ausgetauscht werden. Das ist zum Beispiel eine Voraussetzung für das intelligente Laden von Fahrzeugbatterien. Die Entwicklung der nötigen Infrastruktur in Form von Datennetzen und Rechenzentren eröffnet neue Geschäftsfelder. Hierzu gehören auch bedienungsfreundliche Assistenzsysteme in Fahrzeugen sowie die Bereitstellung leistungsfähiger Software zur Verarbeitung der Datenströme. Unternehmen der Informations- und Kommunikationsbranche werden in Zukunft immer enger mit Fahrzeugherstellern zusammenarbeiten.

Elektrifizierende Entwicklungen

Damit Elektromobilität sich am Markt wirklich durchsetzen kann, müssen noch einige Herausforderungen überwunden werden. Daran arbeitet die Industrie mit Hochdruck, ist aber auf die Unterstützung der gesamten Gesellschaft angewiesen. Die gemeinsame Anstrengung in Forschung und Entwicklung lohnt sich. Für das Klima. Und für den Wirtschaftsstandort Deutschland.

Endlich ist man nach der langen Reise im Hotel angekommen. Jetzt heißt es erst einmal ausruhen und zu Hause anrufen. Doch der Akku des Handys ist leer und der Stecker will einfach nicht in die Steckdose des fremden Landes passen. Ärgerlich, aber kein Beinbruch. Schließlich gibt es noch das gute alte Festnetz und auch ein neues Kabel lässt sich leicht besorgen. Schlimmer wäre ein solcher Vorfall bei der Urlaubsfahrt im Elektroauto. Da kann die Reise schon mal an der ersten Ladestation im Ausland enden. Einfach weil der Stecker nicht passt.

Der Stecker ist nur ein kleines Detail am Elektroauto. Dennoch taugt er zum Symbol dafür, was noch geschehen muss, damit die Elektromobilität sich wirklich am Markt durchsetzen kann. Dafür ist die enge Zusammenarbeit zwischen Automobilherstellern, Stromversorgern, den potenziellen Betreibern der Ladestationen und nicht zuletzt der Politik gefordert. Nur wenn sie es schaffen, gemeinsam eine Lösung zu entwickeln, die verschiedensten Ansprüchen gerecht wird, hat die Verbindung zwischen Auto und Stromnetz eine Zukunft. Der Stecker muss sich im Alltag bewähren sowie den Umwelteinflüssen und einer dauerhaften Nutzung standhalten. Dazu gehört die Vereinheitlichung der Systeme, um die besagten Urlaubsspannen zu verhindern. Noch wichtiger ist aber die Sicherheit der Fahrer und Passagiere.

Die Sicherheit spielt eine entscheidende Rolle bei der Entwicklung eines europaweiten Steckers. So soll Strom erst dann fließen können, wenn der Stecker vollständig mit dem Auto und der Ladestation verbunden ist. Erst wenn ein Steuerungssignal das festgestellt hat, geht es los. Der Stromfluss wird auch danach durchgehend überwacht und gesteuert. Das Ende bestimmt wieder ein Signal, vorher ist eine Unterbrechung unmöglich. Bei einer gewaltsamen Trennung des Kabels vom Auto schaltet sich

der Strom direkt an der Steckdose ab. Zusätzlich verhindert eine Schutzvorrichtung, dass der Kunde versehentlich mit Strom in Kontakt kommen kann, d.h., dass er keine Stromschläge fürchten muss. Die umfangreichen elektronischen Schutzmaßnahmen gewähren höchste Sicherheit. Dabei sollte der Stecker einfach konstruiert sein und möglichst nicht über mechanische Elemente verfügen. Solche mechanischen Elemente bilden zusätzliche Fehlerquellen, weil sie zum Beispiel bei tiefen Temperaturen einfrieren

10 PATENTE AM TAG

Patente spiegeln die Erfolge in Forschung und Entwicklung wider. In Deutschland werden jährlich mehr Patente angemeldet als in jedem anderen europäischen Land. Die Automobilindustrie hält daran einen entscheidenden Anteil. Von ihr werden über 3 650 Patente im Jahr angemeldet. Die meisten von ihnen betreffen Innovationen zur Effizienzsteigerung und zum Klimaschutz.

könnten. Auch den Schutz vor Vandalismus bietet eine einfache und stabile Konstruktion. Nicht unwichtig bei einem System, zu dem jeder Zugang hat.

Der Schlüssel steckt in der Batterie

Natürlich ist der Einheitsstecker nicht das Einzige, was der Elektromobilität noch zum Durchbruch fehlt. Eine Schlüsseltechnik, mit der das ganze System steht und fällt, ist die Batterie. Noch sind Batterien zu teuer, beanspruchen zu viel Platz im Innenraum des Fahrzeugs, haben eine zu kurze Lebensdauer und bieten eine zu geringe Reichweite. Bei der heutigen Energiedichte reichen die Stromspeicher je nach Größe und Fahrweise für Fahrten von meist nicht mehr

als 150 Kilometern. Die Kosten für Lithium-Ionen-Batteriesysteme liegen heute bei ca. 800 Euro pro Kilowattstunde. Auch wenn diese bis 2020 auf ca. 250 bis 300 Euro sinken könnten, machten sie weiterhin einen erheblichen Anteil am Gesamtwert eines Fahrzeugs aus. Kein Wunder, dass der Käufer dann erwartet, dass die Batterie auch lange hält. Doch gerade bei der Lebensdauer besteht noch ein großes Entwicklungspotenzial.

Moderne Werkstoffe, verbesserte Verarbeitungsmethoden und ein ausgebautes professionelles Servicenetz – all das hat die Autos in den vergangenen Jahren deutlich haltbarer gemacht. Im Prinzip stehen Elektrofahrzeuge in diesem Punkt noch besser da als die Verbrenner. Die einfache und kaum wartungsanfällige Antriebstechnologie macht es möglich.

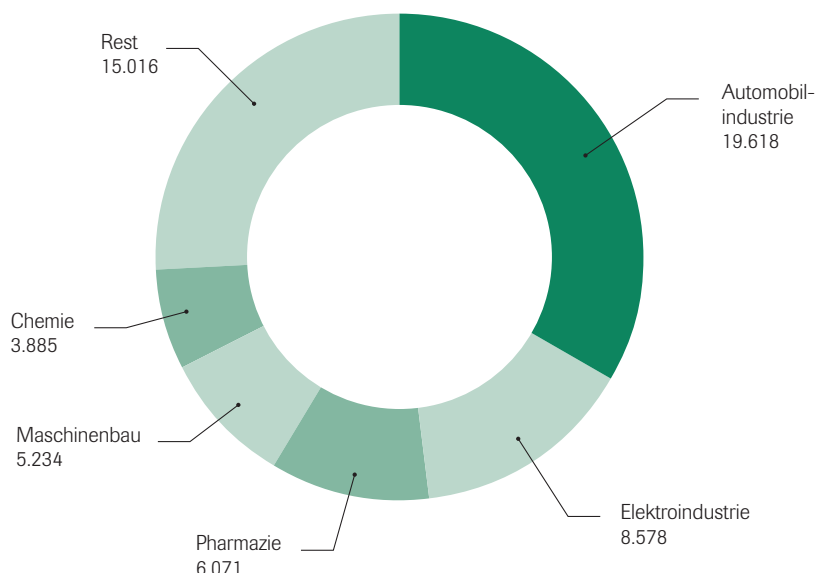
Auch die Batteriesysteme müssen den hohen Ansprüchen an die Haltbarkeit gerecht werden. Diese ist einerseits von den gefahrenen Kilometern (besonders relevant für Fahrzeuge mit hohen Jahresfahrleistungen, z.B. Busse und Taxis) und andererseits vom Alter (besonders relevant für Fahrzeuge mit geringen Jahresfahrleistungen, z.B. Privat-Pkw) abhängig.

Das Batteriesystem ist, wie andere Teile eines Fahrzeuges auch, einer „natürlichen“ Alterung ausgesetzt. Auch wenn das Auto nicht bewegt wird, altern die verbauten Materialien und die Batterie verliert an Leistungsfähigkeit. Das Wetter spielt dabei eine wichtige Rolle. In Mitteleuropa gibt es heiße Sommer und sehr kalte Winter. Beides beschleunigt die natürliche Alterung der Energiespeicher, in reinen Elektrofahrzeugen ebenso wie in jenen mit Hybridmotor. Dazu kommen die Zyklen des Ladens und Entladens. Entscheidend ist hier, wie häufig ein Akku aufgeladen wird und wie tief der Grad der Entladung war. Natürlich ist dies für jedes Batteriesystem spezifisch.

F&E-AUFWENDUNGEN AUTOMOBIL VERSUS AUFWENDUNGEN INSGESAMT IN 2010

Angaben in Mio. Euro

Quelle: Stifterverband, Januar 2011



Generell prognostiziert eine Studie des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung für die Batterie in 2015 eine kalendarische Lebensdauer von sieben bis zwölf Jahren und in 2030 von zwölf Jahren. Die Erforschung neuer Materialien könnte sie auf 15 Jahre erhöhen.

GENÜGSAMER LEISTUNGSSPORTLER

Der neue Porsche Panamera S Hybrid bringt 380 PS und eine Höchstgeschwindigkeit von 270 km/h auf die Straße. Dabei produziert er weniger CO₂ als mancher Kleinwagen. Im besten Fall verbraucht der Sportler 6,8 Liter Kraftstoff auf 100 Kilometern bei einem CO₂-Ausstoß von 159 g/km. Der Klassenprimus der Luxusklasse beweist, dass sportlich und umweltbewusst zusammenpassen. Weltweit einzigartig beim Porsche Hybridsystem ist, dass im höheren Geschwindigkeitsbereich zusätzliche Verbrauchspotenziale erschlossen werden können. Sobald keine Antriebsleistung benötigt wird, schaltet der Verbrennungsmotor ab und „segelt“ über die Straßen.

Doch auch wenn die Batterie ausgetauscht werden muss, sollte sie nicht einfach auf dem Müll landen. Ein weiterer wichtiger Ansatz für die Forschung ist daher die Wiederverwendbarkeit, nicht nur wegen des Umweltschutzes. Denn ein Akku besteht aus Seltenen Erden, enthält also wichtige Rohstoffe. Bisher gibt es aber keine Recyclingverfahren. In puncto Sicherheit sind neue Entwicklungen ebenfalls dringend nötig. Die Batterie beansprucht einen Großteil des Fahrzeuggewichts für sich. Das müssen neue, leichte Materialien ausgleichen, die aber nicht zulasten der Sicherheit gehen dürfen. Fahrzeuge werden darüber hinaus immer mehr mit Informations- und Kommunikationstechnologie ausgerüstet (siehe Kapitel 9). Das erhöht wiederum die Ansprüche an die Leistungsfähigkeit der Batterietechnik.

Wettlauf um die besten Plätze auf einem riesigen Markt

Die Batterie ist nicht die einzige Technik in der Elektromobilität. Und Elektromobilität ist nicht die einzige Lösung für den Verkehr von morgen. Aber an der Batterie lässt sich erkennen, wie groß die Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen noch sein müssen, ehe sich die neuen Antriebstechnologien am Markt durchsetzen können. Doch der ist riesig. Selbst die konservativen Wissenschaftler des Lehrstuhls für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Automobilwirtschaft an der Universität Duisburg gehen davon aus, dass

im Jahr 2025 weltweit 21,9 Millionen reine Elektrofahrzeuge (BEV) und Plug-in-Hybridfahrzeuge verkauft werden. Die Gründe dafür sind die weiterhin steigenden Ölpreise, strengere Emissionsverordnungen und die sinkenden Kosten in der Produktion von Fahrzeugkomponenten. Damit einher geht der Ausbau des Marktes für Hochleistungsbatterien. Selbst die konservative Duisburger Prognose erwartet bis zum Jahr 2025 ein Marktwachstum mindestens auf ein Volumen von über 130 Milliarden Euro. Bis zum Jahr 2030 sehen die Wissenschaftler eine weitere Steigerung auf über 200 Milliarden Euro.

Will die deutsche Industrie von diesem Wachstum profitieren, muss dringend mit dem Aufbau einer leistungsfähigen Produktion von Hochleistungsbatterien begonnen werden. Derzeit werden nur zwei Prozent der weltweiten Lithium-Ionen-Zellen in Deutschland hergestellt. Das steht im Kontrast zu den rund 20 Prozent aller verkauften Pkw, die deutsche Hersteller produzieren. Diese Zahlen müssen sich langfristig angleichen, denn bei den Lithium-Ionen-Zellen handelt es sich um eine Kernkomponente der Elektrofahrzeuge.

Die Industrie hat die Zeichen der Zeit erkannt und sieht in der Elektromobilität eine Schlüsseltechnologie für den Automobilbau der Zukunft. Deutsche Hersteller und Zulieferer – ohnehin Spitzenreiter bei den Ausgaben für Forschung und Entwicklung – investieren schon während der kommenden drei bis vier Jahre zehn bis zwölf Milliarden Euro in die Entwicklung alternativer Antriebe. Das sind 40 Prozent der Summe, die sie für die Entwicklung aller Antriebstechniken aufwenden. Experten erwarten jedoch, dass Elektro- und Hybridfahrzeuge in diesem Zeitraum nur fünf Prozent des Umsatzes ausmachen. Die Industrie geht also eine gewaltige Vorleistung ein.

Weichen stellen für die schwierige Strecke zum Leitanbieter

Dass die deutschen Hersteller auch bei Elektrofahrzeugen in Sachen Know-how und Technologie die Nase vorn haben, hilft auch Arbeitsplätze zu sichern. Jeder siebte hängt hierzulande direkt oder indirekt mit der Automobilindustrie zusammen. Vor allem für diese Menschen ist es von entscheidender Bedeutung, dass ihre Unternehmen im riesigen Markt für Elektromobilität eine prägende Rolle einnehmen. Doch bei aller Investitionsfreude: Um die Weichen für eine zukunftsfähige und nachhaltige Mobilität zu stellen, brauchen die Hersteller die Unterstützung der gesamten Gesellschaft.

Forschung, Entwicklung und die Industrialisierung – hier kommt es auf eine intensive und intelligente Förderung an. Jeder darin investierte Cent ist eine Investition in den Wirtschaftsstandort Deutschland.

Der soll zum Leitanbieter und Leitmarkt im Bereich Elektromobilität werden – das ist das gemeinsame Ziel der Bundesregierung und der Industrie. Dazu sollen im Jahr 2020 eine Million Elektrofahrzeuge auf deutschen Straßen fahren. Um die strategischen Grundlagen dafür zu legen, haben sich – auf Einladung der Bundesregierung – Vertreter von Industrie, Wissenschaft, Politik, Gewerkschaften und Gesellschaft zusammengesetzt. Sie bilden die Nationale Plattform Elektromobilität (NPE). In sieben Arbeitsgruppen ermitteln die Experten branchen- und fachübergreifend, wo die Chancen und Stärken Deutschlands im Bereich der Elektromobilität liegen. Dabei beziehen sie die gesamte Wertschöpfungskette mit ein. Neben der Batterie- und Zellproduktion, Material und Komponenten werden auch Mobilitätssysteme und ihre Anwendung berücksichtigt. Außerdem prüfen die Vertreter, ob der für die Elektroautos benötigte Strom das allgemeine Netz nicht zusätzlich belastet und möglichst aus regenerativen Quellen gewonnen werden kann. Verschiedene finanzielle und steuerliche Maßnahmen sowie Veränderungen des Verkehrsrechts und in der Infrastruktur sollen den Markt ankurbeln. Ein Ergebnis des ersten Zwischenberichts: Weitere Forschungsvorhaben in Höhe von rund 4 Mrd. EUR bis 2013 wurden definiert und priorisiert.

Den internationalen Anschluss nicht verlieren

Doch woher soll das Geld kommen? Nun hatte die Bundesregierung schon im Rahmen des Konjunkturpakets II für die Förderung von Forschung und Entwicklung zu-

kunfts-fähiger und nachhaltiger Mobilität Mittel in Höhe von 500 Millionen Euro bereitgestellt. Diese nutzte die Industrie als Unterstützung ihrer bestehenden Bemühungen. Dazu gehören Produktionstechnologien im Batteriebereich, der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien oder auch die Rückgewinnung von Energie beim Bremsen.

Elektromobilität sollte aber auch im wahren Wortsinn erfahrbar werden. Dafür entstanden bundesweit acht Modellregionen. Dort testen die Hersteller mit Partnern vor Ort den Alltagsbetrieb von Elektrofahrzeugen. Auch der Einsatz von Dieselhybridbussen und Elektrotransportern wird so unter Alltagsbedingungen erprobt. Auf diese Weise gelang es, das Thema in der breiten Öffentlichkeit zu verankern (Mehr zu dem Thema „Voraussetzungen/Markteinführung“ in Kapitel 10). Um dem Ziel des Leitmarktes wirklich näher zu kommen, muss aber noch mehr geschehen. Dabei kommt es vor allem auf grundlegende Forschungs- und Entwicklungsarbeit an.

Der Automobilbau wandelt sich stetig. Mit diesem Wandel gehen neue Ansprüche an die Qualifikationen der Beschäftigten einher. Das muss die Ausbildung im Bereich Kfz-Technik berücksichtigen, wenn in Deutschland weiterhin hoch innovative Produkte gefertigt werden sollen. Dies betrifft insbesondere die Herstellung, aber auch die Wartung und Reparatur von Elektrofahrzeugen. Auch die zukünftigen Ingenieure müssen in den neuen Technologien zu den internationalen Spitzenkräften zählen. Das geht nur, wenn die Hochschulen parallel zur Verbrennungsmotortechnik Studiengänge zu

elektrischen Antriebstechnologien und Energiemanagement anbieten. Da Elektromobilität ein interdisziplinäres Modell darstellt, sind auch die Aus- und Weiterbildungsangebote in den Bereichen Material- und Werkstoffforschung oder der Informations- und Kommunikationstechnologien zu verbessern. Nur dann kann gewährleistet werden, dass sich die innovativen Verkehrskonzepte umsetzen lassen.

Regierungen können die Forschungs- und Entwicklungsarbeit der Industrie unterstützen. So stellen die USA bis 2016 Fördermittel in Höhe von 22 Milliarden Euro für die Elektromobilität zu Verfügung. Die chinesische Regierung investiert 3,8 Milliarden Euro in diesem Bereich. Ziel muss es sein, vergleichbare internationale Wettbewerbsbedingungen zu schaffen.

Sinnvolle Forderung nach Förderung

Deswegen schlägt die Automobilindustrie vor, dass auf der Basis dieser Maßnahmen ein nationales Förderprogramm erstellt wird. Dazu könnte eine steuerliche Forschungsförderung kommen. Ganz konkret kann die Bundesregierung die Industrie auch bei der Ausbildung und Qualifizierung unterstützen, um etwa die Beschäftigung der sogenannten MINT-Berufe auszubauen. Dabei handelt es sich um die für die Forschung benötigten Mathematiker, Informatiker, Naturwissenschaftler und Techniker. Jegliche Maßnahmen sollten dabei auf die individuelle Leistungsfähigkeit der Unternehmen eingehen. Das heißt: höhere Fördersätze für kleine und mittlere Unternehmen, international konkurrenzfähige Fördersätze für große und mittelständische Unternehmen.

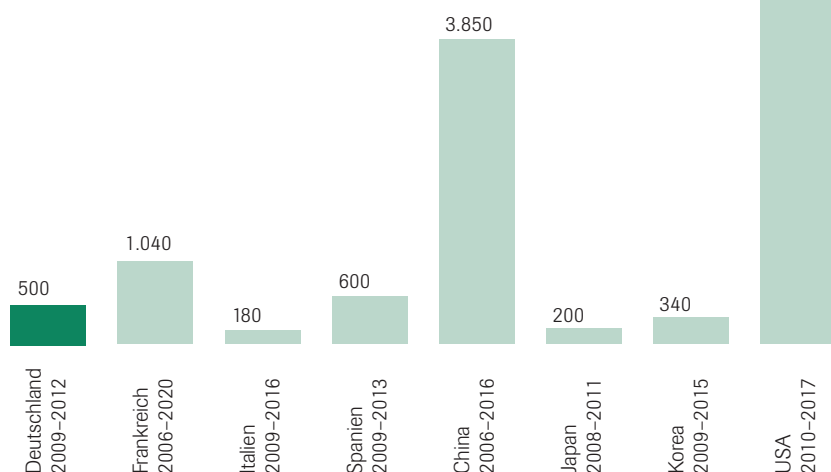
Ein internationaler Leitmarkt ist ohne geeignete Rahmenbedingungen nicht zu bekommen. Sie entscheiden darüber, wo Investitionen lohnenswert sind und wo die Märkte für Elektromobilität entstehen. Unternehmen und Kunden benötigen Planungssicherheit. Das gesamte Instrumentarium aus der Förderung von Forschung und Entwicklung, Investitionsförderung und direkten Fördermaßnahmen muss die Rahmenbedingungen in anderen europäischen und außereuropäischen Ländern berücksichtigen.

Es geht dabei nicht darum, die Elektromobilität auf Kosten des Staates zu etablieren. Die empfohlenen Maßnahmen liegen deutlich unter denen in anderen Ländern. Den Großteil der erforderlichen Zukunftsinvestitionen leistet die Industrie selbstverständlich selbst. Es geht lediglich um einen An Schub des Markthochlaufs, um unter anderem durch die Elektromobilität die ambitionierten Ziele im Klimaschutz und in der Sicherung des Wirtschaftsstandorts Deutschland erreichen zu können. Ziele, welche die Bundesregierung sich selbst gesetzt hat. ■

FÖRDERUNG INTERNATIONAL 2006–2020

Alle Zahlen in Mio. Euro

Quelle: Koordinierungsstelle der Industrie, Stand 11/10



Antrieb für die Wirtschaft

Die Elektromobilität verändert die Automobilindustrie.
Die Auswirkungen sind aber auch in anderen Branchen spürbar.
Insgesamt kann die Wirtschaft gewinnen, wenn sie sich
rechtzeitig auf den Wandel einstellt.

Die Bedeutung der Automobilindustrie für den Wirtschaftsstandort Deutschland wird schon anhand eines Faktos deutlich: Jeder siebte Arbeitsplatz hängt direkt oder indirekt von ihr ab. Eine schrittweise Einführung der Elektromobilität wird jedoch größere Veränderungen mit sich bringen. Verlauf und Dynamik dieses Prozesses werden dabei von der Entwicklung der Rohstoffpreise, dem politischen Willen und der Akzeptanz der Verbraucher bestimmt. Je günstiger die Rahmenbedingungen für die Einführung der Elektromobilität, desto größer ist ihr Marktpotenzial. Besonders die Preisentwicklung bei fossilen Brennstoffen wird sich auf die Wechselbereitschaft der Verbraucher auswirken. Letztendlich entscheidet auch das Preis-Leistungs-Verhältnis über den Erfolg der neuen Fahrzeuge und Mobilitätskonzepte.

Sicher ist jedoch, dass sich die Absatzzahlen von Automobilen, getrieben vom globalen Wirtschaftswachstum und der steigenden Weltbevölkerung, erhöhen werden. Vor allem in den BRIC-Märkten – also in Brasilien, Russland, Indien und China – nimmt der Wunsch nach individueller Mobilität weiter zu. Diese Märkte sorgen laut der Strategieberatung Roland Berger bis 2025 für 83 Prozent des Marktwachstums.

Wachstum durch Elektrifizierung

Während die weltweite Fahrzeugproduktion bis 2030 jährlich um 3 Prozent steigt, wachsen die Erlöse aus der Weiterentwicklung der Antriebstechnologien um 5 Prozent im Jahr. Unterstrichen wird die Bedeutung des Antriebsstranges von einer Studie der Unternehmens- und Strategieberatung McKinsey aus dem Jahr 2010. Sie prognostiziert einen starken Anstieg der Erträge in diesem Segment – und zwar von derzeit 190 auf 460 Milliarden Euro im Jahr 2030. Dabei entfallen laut McKinsey rund 80 Prozent des Anstieges auf die schrittweise Einführung elektrischer Antriebskonzepte. Die Batterietechnik wird einen wesentlichen Beitrag an der Steigerung der Erlöse aus

dem Antriebsstrang leisten. Allein der Markt für Lithium-Ionen-Batterien soll laut Prognosen bis zum Jahr 2015 auf 4 Milliarden Euro anwachsen. Heute liegt er bei 1,4 Milliarden. Bei einem Wertschöpfungsanteil von rund 40 Prozent an einem reinen Elektrofahrzeug wird deutlich, welche Bedeutung der Aufbau einer wettbewerbsfähigen Batterieindustrie für den Wirtschaftsstandort Deutschland hat.

Speicher des Erfolges

Momentan kommen nur rund zwei Prozent aller weltweit produzierten Batteriesysteme aus Deutschland. Soll dieser Anteil deutlich gesteigert werden, ist eine zügige Industrialisierung der Zellproduktion notwendig. Nur so kann langfristig die Herstellung leistungsstarker und wettbewerbsfähiger Produkte erreicht werden. Das Potenzial wäre enorm. Nach Schätzungen der NPE entsteht bis 2020 in der Automobil- und Zulieferindustrie sowie im Bereich Infrastruktur ein Potenzial von rund 30 000 neuen Arbeitsplätzen in Deutschland. Die Effekte auf dem Arbeitsmarkt wären branchenübergreifend spürbar. So sind besonders bei der Produktion von Komponenten für die Zell- und Batterieherstellung Innovationen der chemischen Industrie entscheidend. Ihr kommt eine große Bedeutung in der Wertschöpfungskette der Elektromobilität zu.

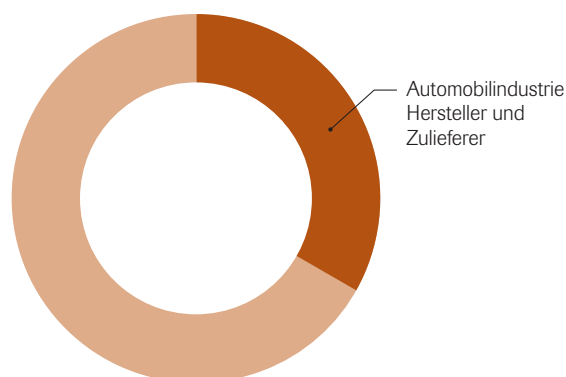
Chancen für Branchen

Der Einsatz neuer Komponenten in Elektrofahrzeugen bewirkt spürbare Veränderungen in der Wertschöpfungskette. Batterien, Elektromotoren und die komplexe Steuerelektronik erfordern neues Know-how. Technologien, die in Verbrennungsmotoren zum Einsatz kommen – wie zum Beispiel die Herstellung mechanischer Antriebskomponenten – werden langsam, aber stetig an Bedeutung verlieren. Eine rechtzeitige Orientierung hin zur Produktion von neuen Komponenten sichert den Technologievorsprung und somit Arbeitsplätze. Die Einführung von Elektromobilität erfordert eine zukunftsorientierte Planung der Ressourcen und ein umfangreiches Rohstoffmanagement und vor allem eine entsprechende Qualifizierung der Mitarbeiter. Der Bedarf im Bereich Mechanik und Metallverarbeitung wird tendenziell sinken, während vor allem in den Bereichen Mikroelektronik und der Herstellung von Kunststoffen neuer Bedarf entstehen wird. Auch in der Forschung und Entwicklung wird sich dieser Trend abzeichnen.

Die Entwicklung der Elektromobilität kann darüber hinaus wichtige Impulse für weitere Branchen liefern. Denn batteriebetriebene Fahrzeuge benötigen eine Ladeinfrastruktur. Sollen Fahrzeuge an intelligente Netze angeschlossen oder sogar Teil der Stromversorgung eines intelligenten Hauses werden, müssen die Voraussetzungen dafür geschaffen werden. Brennstoffzellenfahrzeuge müssen Wasserstoff tanken. Energie muss, wie für Verbrennungsmotoren auch, jederzeit vorhanden sein. Rund um die Elektromobilität entstehen so neue Serviceangebote. Insbesondere an der Schnittstelle zwischen Nutzern und Anbietern können sich Unternehmen mit innovativen Geschäftsmodellen am Markt etablieren. Das schafft Arbeitsplätze und Wachstum. ■

EXPORTÜBERSCHUSS 2010

Quelle: VDA, Januar 2011



Auf dem Weg zu einer zukunftsfähigen Mobilität

Vor allem in den Städten wird es mehr Elektroautos geben.
Auch die Geschichte der Verbrennungsmotoren ist noch nicht zu Ende.
Beides ist gut für den Klimaschutz.

Otto- und Dieselmotor sind noch längst nicht
am Ende ihrer mehr als einhundert Jahre
währenden Entwicklung angelangt.

Der Schutz des Klimas
und die Reduzierung der Abhängigkeit vom Öl –
das sind die wichtigsten Ziele
der Mobilität der Zukunft.

Der Schutz des Klimas und das Ende der Abhängigkeit vom Öl – das sind die wichtigsten Ziele der Mobilität der Zukunft. Europa hat das erkannt. 2009 erließ die EU-Kommission eindeutige und verbindliche Vorgaben für die Reduktion des CO₂-Ausstoßes im Straßenverkehr. Ab 2012 soll der durchschnittliche CO₂-Ausstoß schrittweise auf 120 Gramm/Kilometer begrenzt werden. Bis 2020 soll dieser Wert weiter sinken. Dann dürfen neu zugelassene Pkw im Mittel den Grenzwert von 95 Gramm/Kilometer nicht überschreiten. So leistet die Automobilindustrie ihren Beitrag, die Erwärmung der Erdatmosphäre bis 2050 auf maximal 2 Grad Celsius im Verhältnis zur vorindustriellen Zeit zu begrenzen.

Ohne Frage spielen elektrische Antriebe dabei eine wichtige Rolle. Die großen Hersteller setzen zunehmend auf Modelle mit neuartigen Antrieben. Gleichzeitig entstehen neue Unternehmen und hoffen auf Erfolg am wachsenden Markt. Doch bei aller Euphorie über neue Technologien und Mobilitätskonzepte darf nicht vergessen werden: Als gesamtheitliches Konzept steckt die Elektro-

mobilität noch in den Kinderschuhen. In naher Zukunft werden noch überwiegend Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren das Straßenbild prägen. Deswegen verfolgt die Automobilindustrie eine Strategie mit zwei Ansätzen. Einerseits sollen Alternativen zum Verbrennungsmotor mit einem extrem niedrigen CO₂-Ausstoß erforscht und realisiert werden. Andererseits sollen die herkömmlichen Motoren effizienter werden.

Alles auf Effizienz beim Verbrennungsmotor

Solange Elektrofahrzeuge nicht den Massenmarkt erobert haben, müssen alle Anstrengungen darauf gelegt werden, herkömmliche Motoren effizienter zu machen. Anders sind die Klimaschutzziele nicht erreichbar. Selbst nach dem ambitionierten Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität fahren im Jahr 2020 nur eine Million Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen. Für Fernverkehr und Überlandfahrten bleiben herkömmliche Motoren vorerst die beste Lösung. Und auch im Güterverkehr wird der Wandel zu alternativen Antrieben länger brauchen.

Zum Glück sind Otto- und Dieselmotor noch längst nicht am Ende ihrer mehr als einhundert Jahre währenden Entwicklung angelangt. Das Potenzial der Verbrauchs- und CO₂-Reduktion in den nächsten 10 Jahren schätzen Experten auf 25 Prozent bei Diesel- und Benzinmotoren. Hier sind die deutschen Hersteller auf einem guten Weg. Im Jahr 2010 haben sie die CO₂-Emissionen ihrer in Deutschland neu zugelassenen Pkw um 3 Prozent reduziert, während der CO₂-Ausstoß bei den Importfahrzeugen sogar um 0,6 Prozent anstieg.

Erlebbarer Elektromobilität in den Städten

Von den leisen und emissionsarmen Elektroantrieben werden vor allem die Metropolen profitieren. Dort herrschen Idealbedingungen für Elektroautos, da die Bewohner im Alltag viele kurze Strecken fahren. Für New York, Paris und Shanghai geht die Unternehmens- und Strategieberatung McKinsey in einer 2010 veröffentlichten Studie von enormen Entwicklungsmöglichkeiten der Elektromobilität aus.

Als gesamtheitliches Konzept steckt die Elektromobilität noch in den Kinderschuhen.

Der Ausbau der regenerativen
Energiequellen ist unabdingbar für die
Zukunftsfähigkeit der neuen Technologien.

Mobilität und Klimaschutz lassen sich vereinbaren.

So sollen Hybrid- und Elektrofahrzeuge bereits in fünf Jahren ihren Marktanteil deutlich ausgebaut haben. Vorreiter wäre New York mit 70 000 solcher Fahrzeuge, einem Anteil von 16 Prozent. In Paris wären es 9 Prozent (25 000 Fahrzeuge) und in Shanghai 5 Prozent (60 000 Fahrzeuge). Diesen Trend wollen deutsche Städte nicht verpassen.

Der Berliner Senat hat in seinem im März 2011 vorgestellten Programm „Aktionsprogramm Elektromobilität Berlin 2020“ das Ziel ausgerufen, die Stadt auch zur Hauptstadt der Elektromobilität zu machen.

Durch verschiedene Projekte sollen die Menschen erleben können, wie leistungsfähig Autos mit Elektroantrieb sind. Der Senat sieht die neuen Technologien zudem als Chance, den Wirtschaftsstandort zu stärken durch die enge Zusammenarbeit von Unternehmen und Forschern. Damit die erhofften vielen Elektroautos auch tatsächlich fahren,

müssen sie aufgeladen werden können. Deswegen enthält die EU-Strategie eine Reihe von Maßnahmen, um die nötige Infrastruktur aufzubauen. Dazu gehören die Einrichtung öffentlicher Ladestationen und gemeinsame Normen, sodass die Fahrzeuge überall in Europa Strom tanken können.

Ein Elektroauto ist nur so umweltfreundlich wie sein Strom

Damit der Strom ebenso umweltfreundlich ist wie das Fahrzeug, das er antreibt, fördert die EU ebenso die Entwicklung intelligenter Stromnetze. Der Ausbau der regenerativen Energiequellen ist unabdingbar für die Zukunftsfähigkeit der neuen Technologien. Das System Elektromobilität kann nur dann sein Potenzial für den Klimaschutz voll entfalten wenn genügend sauberer und sicherer Strom vorhanden ist. Nur dann kann der Traum des emissionsfreien Autos Wirklich-

keit werden. In Zukunft werden mehrere Antriebssysteme nebeneinander existieren. Welches sich am besten eignet, kommt noch auf den jeweiligen Ort und Zweck an. Universal einsetzbare Benzin- und Diesel wird es weiterhin geben, sie werden noch weit- aus effizienter sein.

Doch alternative Antriebe werden vor allem in speziellen Gebieten immer mehr zum Einsatz kommen. Das reine Elektrofahrzeug wird vorerst überwiegend in urbanen Ballungszentren öfter zu finden sein.

Auf dem Weg zur Unabhängigkeit vom Öl kann die deutsche Automobilindustrie also noch nicht allein auf Elektromobilität setzen. Doch ihr Ausbau bietet große Chancen für den Industriestandort Deutschland. Und noch wichtiger: Sie kann einen erheblichen Beitrag dazu leisten, dass Mobilität und Klimaschutz sich weiterhin vereinbaren lassen. ■

IMPRESSUM

Herausgeber und Redaktion
Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA)
Behrenstraße 35
10117 Berlin
Telefon: +49 30 897842-0
Fax: +49 30 897842-600
info@vda.de
www.vda.de
www.unsere-autos.de

Konzept & Realisierung
Marschall Wernecke & Andere Publish
Berlin
www.marschallwernecke.com

Druck
Brandenburgische Universitätsdruckerei
und Verlagsgesellschaft Potsdam mbH,
Golm bei Potsdam

Stand
Mai 2011

Papier
Circle Offset Premium White



Nachbestellung sowie Grafiken und Artikel zum Download unter <http://elektromobilitaet.vda.de>



VDA | Verband der
Automobilindustrie

