

# **Auf dem Weg zur emissionsfreien Mobilität – Möglichkeiten und Grenzen des elektrischen Fahrens**

## *On the Way towards Zero-Emission Mobility – Opportunities and Limitations of Electric Driving*

Dr. Dieter Zetsche  
Daimler AG, Stuttgart

### **1 Einleitung**

Vielen Dank, Herr Professor Gies. Guten Morgen, meine sehr geehrten Damen und Herren!

Manche meinen ja, dieses Kolloquium sei gewissermaßen der Nachschlag für alle, die auf der IAA nicht genug bekommen. Aber wer sich auskennt, weiß: Frankfurt ist eher der „Appetit-Anreger“. Aachen ist der „Hauptgang“ – zumindest für technische Feinschmecker. Hier sind zwar weniger Hostessen, dafür aber umso mehr Ingenieure. Und das ist auch mal ganz schön. Mir bedeutet es jedenfalls viel, heute hier zu sein. Herzlichen Dank für die Einladung!

Zu meinen Studienzeiten hieß es an der Uni immer: „Ingenieure – das sind die mit Schnauzbart und Karohemd.“ Sie sehen: Ich hab’ mir zumindest ein neues Hemd gegönnt. Erfreulicherweise gibt es aber noch wichtigere Veränderungen - und sie betreffen die gesamte Automobilindustrie. Wer hätte noch vor wenigen Jahren gedacht, dass wir auf der IAA über Hybrid-Ferraris und Elektro-Porsches diskutieren würden? Bei Mercedes-Benz arbeiten wir bereits an der Neuauflage des Flügeltürers mit Elektroantrieb. Und sogar der Trabant wird 20 Jahre nach dem Mauerfall als Elektroauto wiederbelebt. Das alles zeigt: Unsere Branche erlebt einen technologischen Paradigmenwechsel. Der Übergang zur Elektromobilität ist langfristig vorgezeichnet.

Nun sagen manche: Der E-Motor ist so etwas wie der „Barack Obama“ der Antriebstechnologien: ein Symbol für den Wandel, ein echter Hoffnungsträger, aber eben auch einer, dessen Erfahrungen zeigen: „Change“ ist in der Praxis ein zäher Prozess. Dafür sprechen auch die bisherigen Versuche zur Elektrifizierung des Autos. Thomas Edison fuhr schon vor 110 Jahren elektrisch – die Batterie dafür hatte er selbst entwickelt. Seitdem gab es immer wieder ähnliche Versuche, die aber praktisch nie über das Stadium der Kleinserie hinaus kamen.

Grund genug also, die aktuellen Möglichkeiten und Grenzen des elektrischen Fahrens genauer zu erörtern. Genau das möchte ich in den nächsten 20 Minuten tun. Drei Fragen stehen dabei im Mittelpunkt:

Erstens: Stehen die Chancen für die Elektromobilität heute besser – und wenn ja, warum?

Zweitens: Was ist der gegenwärtige Sachstand bei elektrischen Fahrzeugen?

Und drittens: Was sind die weiteren Perspektiven? Insbesondere: Welche Hürden müssen wir noch überwinden?

Beginnen wir mit Punkt eins.

## **2 Treiber der Elektromobilität**

Das vielleicht wichtigste Argument für die Elektrifizierung des Autos kannte Thomas Edison noch nicht. Aber heute gibt es keinen Zweifel mehr: Das Klima verändert sich und der Mensch hat einen nicht unerheblichen Anteil daran. Die Chancen, dass die Weltgemeinschaft Ende des Jahres in Kopenhagen ein neues Klimaschutzabkommen mit ambitionierten Zielen beschließt, stehen nicht schlecht. Und auch die Automobilindustrie muss und wird ihren Beitrag leisten. Dabei werden lokal emissionsfreie Elektroautos – mit Batterie oder Brennstoffzelle – aus heutiger Sicht eine zentrale Rolle spielen.

Hinzu kommt, dass der Ölpreis langfristig immer weiter steigen wird, weil auch die Kosten für die Erschließung der restlichen Ölreserven steigen. Und je teurer das Öl, desto attraktiver werden post-fossile Antriebstechnologien.

Gleichzeitig steigt die Weltbevölkerung rapide. 2020 werden auf der Erde fast eine Milliarde mehr Menschen leben als heute. Parallel dazu nimmt natürlich auch der Mobilitätsbedarf zu - gerade in den wachstumsstarken Schwellenländern. Bis 2030 wird sich der globale Automobilbestand wohl verdoppeln, bis 2050 vermutlich verdreifachen. Das wird vor allem für Ballungsräume zur Belastung. Zu Edisons Zeiten gab es nur sieben Millionenstädte auf der Welt. Heute sind es rund 400. Und jedes Jahr ziehen rund 60 Millionen Menschen mehr vom Land in die Stadt. Auch deshalb gilt es mehr denn je, Mobilität und Umweltschutz in Einklang zu bringen. Gerade in Städten bieten sich dafür batterie-elektrische Fahrzeuge an. Eine Reichweite von 60 Kilometern – für ein aktuelles Elektrofahrzeug kein Problem – würde die tägliche Fahrleistung von 80 Prozent der deutschen Autofahrer abdecken.

Hinzu kommt, dass es vor allem in den Triade-Märkten Europa, USA und Japan mehr und mehr zu einer Frage der gesellschaftlichen Akzeptanz wird, ein zeitgemäß umweltfreundliches Auto zu fahren. Noch vor 10 Jahren galten zum Beispiel die

Riesen-SUVs der Marke „Hummer“ in den USA als der letzte Schrei. Heute sind Hummerfahrer selbst in Amerika so beliebt wie Zigarrenraucher im Flugzeug.

Halten wir also fest: Klimawandel, Ölpreis, Bevölkerungswachstum, Urbanisierung und der zunehmende Wunsch der Kunden, mit „grünem“ Gewissen Auto zu fahren - all das schafft die Basis, damit elektrische Fahrkonzepte diesmal zur echten Alternative werden können.

Deshalb bin ich überzeugt: Wasserstoff und Strom werden Diesel und Benzin langfristig als „Leitwährungen“ der Mobilität ablösen. Und der Wettlauf um die Führungsrolle in diesem Veränderungsprozess ist in vollem Gang.

Damit sind wir beim zweiten Punkt: Dem aktuellen Sachstand in punkto Elektromobilität.

### **3 „State of the Art“ – wo stehen wir?**

Bei Daimler ist der Weg zu emissionsärmeren und letztlich emissionsfreien Fahrzeugen dreispurig ausgebaut:

- Spur eins: der effiziente Verbrennungsmotor.
- Spur zwei: der Hybridantrieb.
- Spur drei: das Elektro-Auto – mit Batterie und Brennstoffzelle.

Und auch wenn zurzeit vor allem Spur zwei und drei Schlagzeilen machen, will ich betonen: Der Verbrennungsmotor hat noch lange nicht ausgedient. Saubere Otto- und Dieselmotoren sind mittelfristig die größten Hebel zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung im Straßenverkehr. Moderne Vier-Zylinder-Dieselmotoren von Mercedes-Benz leisten zum Beispiel 204 PS bei rund fünf Litern Verbrauch. Beim ersten Aachener Kolloquium hätten das viele noch für unmöglich gehalten. Und beim nächsten Kolloquium werden diese Verbrauchswerte vielleicht schon unterboten.

Ich schlage trotzdem vor, ich konzentriere mich heute ausnahmsweise auf das Elektroauto. Und zwar im Sinne einer effizienten Arbeitsteilung: Schließlich liegen insgesamt noch gut 60 Vorträge zum Verbrennungsmotor vor Ihnen und ein gutes Dutzend zum Thema Hybride.

Beim elektrischen Fahren setzen wir bei Daimler auf ein modulares Konzept. Wie das aussehen kann, zeigen wir unter dem Label BlueZERO auf Basis der A- und B-Klasse Plattform. Grundsätzlich sind drei Module zu unterscheiden:

Mit dem lokal emissionsfreien, batterie-elektrischen

BlueZERO „E-Cell“ sind im Alltag Reichweiten von bis zu 200 Kilometern realistisch.

Unser „E-Cell Plus“ mit „Range Extender“ – also mit zusätzlichem Verbrennungsmotor – bietet eine Reichweite von bis zu 600 Kilometern. 100 Kilometer davon rein elektrisch ohne Emissionen.

Und auf langen Strecken ist der BlueZERO „F-Cell“ mit wasserstoffgetriebener Brennstoffzelle emissionsfrei unterwegs. Damit sind heute schon Fahrten von deutlich über 400 Kilometern machbar.

Anders als die meisten Wettbewerber verfolgen wir beim elektrischen Fahren also drei Technologiepfade parallel. Wir sind überzeugt: Ein breites Technologie-Portfolio ist die beste Versicherung gegen eine ungewisse Zukunft und differenzierte Kundenansprüche.

Und auch wenn auf der IAA wieder viele Autos zu sehen waren, die von der Markteinführung noch weit entfernt sind: Das Elektrofahrzeug ist über das Stadium des Prototyps hinaus. In London sind beispielsweise Elektro-smart bereits seit 2007 im Kundeneinsatz. In wenigen Tagen startet die Serienproduktion des neuen smart electric drive. Wir sprechen hier im ersten Schritt über 1.000 Fahrzeuge. Aber gehen Sie davon aus, dass es dabei nicht bleiben wird. 2010 kommen dann mit der A-Klasse auch Elektrofahrzeuge von Mercedes hinzu. Dass Elektromobilität auch in der Oberklasse funktionieren kann, beweisen wir mit der nächsten Generation der S-Klasse. Dann kommt der S 500 Plugin-Hybrid. Diese S-Klasse fährt 30 Kilometer rein elektrisch. In der Gesamtbilanz emittiert der S 500 Plugin-Hybrid damit weniger Kohlendioxid als der CO2-Champion smart cdi.

In den letzten Jahren haben wir auch Fortschritte auf dem Weg zur Kommerzialisierung langstreckentauglicher Elektrofahrzeuge mit Brennstoffzelle gemacht. Mercedes-Benz Citaro-Busse mit Brennstoffzellen-Antrieb sind schon seit 2003 im regulären Linienverkehr im Einsatz. Die Busse haben ihre Praxistauglichkeit auf zusammen mehr als zwei Millionen Kilometern bewiesen. Die Technologie ist nahezu wartungsfrei. Und pünktlich sind sie auch. In diesem Jahr haben wir die neue Generation vorgestellt: den Mercedes-Benz Citaro FuelCELL Hybrid. Damit wollen wir zeigen, dass man auch beim emissionsfreien Fahren noch Kraftstoff sparen kann. Konkret sogar fast 50 Prozent. Und der Betrieb der Brennstoffzellensysteme im Bus ist mittlerweile auf 12.000 Betriebsstunden bzw. sechs Jahre ausgelegt.

Von unseren Erfahrungen beim Bus profitieren natürlich auch unsere Pkw – und umgekehrt. Nachdem bereits seit 2004 60 A-Klassen mit Brennstoffzellenantrieb im Kundenbetrieb laufen, beginnen wir noch in diesem Jahr die Kleinserienfertigung der Brennstoffzellen-B-Klasse. Die B-Klasse F-CELL ist bereits heute in punkto Fahrkomfort, Sicherheit, Platzangebot und Zuverlässigkeit ein absolut alltags-tauglicher Pkw. Und mit der aktuellen 700-bar-Technologie dauert ein Wasserstoff-Tankvorgang nur noch rund 3 Minuten. Wenn wir damit Journalisten-Testfahrten machen, hören wir anschließend vor allem einen Satz: „Wow. Das fühlt sich ja an wie ein ganz normales Auto.“

Das klingt gut und das ist es auch. Und deshalb enden viele Reden zum Thema Elektromobilität an dieser Stelle. Aber bitte bleiben Sie noch sitzen. Ich brauche noch ein paar Minuten. Denn wichtiger als die Erfolge, die wir hinter uns haben, ist ja die Arbeit, die noch vor uns liegt. Damit sind wir bei meiner letzten und wichtigsten Frage für heute: Was gibt es noch zu tun? Die Liste ist ziemlich lang, aber ich will mich auf drei Bereiche beschränken: Batterien, Infrastruktur und Wettbewerbsfähigkeit.

## **4 Was gibt es noch zu tun?**

### **4.1 Batterietechnik**

Die Batterietechnik ist sicher die Schlüsseltechnologie auf dem Weg zur elektrischen Mobilität. Sie kommt bei jeder Form einer Elektrifizierung des Antriebs zum Einsatz – auch beim Hybrid und der Brennstoffzelle.

Durch die Lithium-Ionen-Technologie konnte der Lade-/Entlade-Wirkungsgrad der Akkumulatoren gegenüber früheren Nickel-Metallhydrid-Batterien um 30 Prozent erhöht, die Leistungsdichte verdoppelt und die Kaltstartfähigkeit weiter verbessert werden. Aber es gibt noch eine Menge zu tun – zum Beispiel in punkto Schnellladefähigkeit und Zyklenfestigkeit.

Die zentrale Aufgabe bleibt allerdings die Verbesserung der Energiedichte von Batteriesystemen. Ein Beispiel: Fast drei Viertel der Deutschen glauben Umfragen zufolge, dass Elektroautos eine Mindestreichweite von 300 Kilometern haben – oder in naher Zukunft haben werden. Aber dafür müssten wir nicht nur das Auto neu erfinden, sondern auch gleich das Periodensystem der Elemente.

Der theoretische Energiegehalt eines Lithium-Ionen Akkumulators liegt heute bei über 560 Wattstunden pro Kilogramm. Unter Praxisbedingungen stehen aber nur ca. 20 Prozent davon zur Verfügung. Die Ursachen sind vielfältig: Zum Beispiel müssen Substrate zur Aufnahme der aktiven, Strom liefernden Massen berücksichtigt werden, aber auch das Batteriegehäuse und der Elektrolyt. Der tatsächliche Nenn-Energie-Gehalt von Lithium-Ionen-Batterien für automobiler Anwendungen beträgt damit heute weniger als 120 Wattstunden pro Kilogramm. Das ist nur ein Bruchteil der Energiedichte von flüssigen Kraftstoffen. Genauer gesagt: ein Prozent.

Mittelfristig wollen wir einen nutzbaren Energie-Gehalt von mindestens 200 Wattstunden pro Kilogramm auf Zell-Ebene erreichen. Damit wäre zum Beispiel mit dem smart eine Reichweite von circa 200 bis 250 Kilometern möglich. Zugegeben: Die Rallye Paris-Dakar kann man auch damit nicht gewinnen. Aber für das Gros der Fahrten reicht es.

Bislang ist dafür allerdings noch keine aussichtsreiche Materialkombination vorhanden. Weitere Grundlagenforschung ist hier also von höchster Bedeutung. Bei

Daimler bauen wir deshalb seit langem eigenes Batterie-Know-how auf. Wir halten auf dem Gebiet mittlerweile über 600 Patente.

In diesem Jahr haben wir zudem mit Evonik ein Joint Venture für Entwicklung, Produktion und Vertrieb von Batteriesystemen für automobiler Anwendungen gegründet: die „Deutsche Accumotive“. Gemeinsam wollen wir mittelfristig auch Akkumulatoren an Dritte verkaufen. Da freut sich nicht nur der Elektrotechnikingenieur in mir, sondern auch der Betriebswirt. Für Elektroauto-Akkumulatoren gibt es nach seriösen Schätzungen in zehn bis fünfzehn Jahren vielleicht schon ein Markt-Volumen von mehreren Milliarden Euro. Und dieses Geschäft werden wir nicht nur den asiatischen Kollegen überlassen.

## 4.2 Infrastruktur

Für die Kundenakzeptanz von Elektrofahrzeugen ist vor allem eine flächendeckende und komfortable Infrastruktur von Wasserstofftankstellen beziehungsweise Stromladestationen essentiell. Sonst bleibt das E-Auto so spaßfrei wie ein iPod ohne iTunes.

Für batterie-elektrisches Fahren bietet sich natürlich das Laden in der heimischen Garage an. Und würden alle Batterien nachts geladen – wenn die Netzauslastung gering ist – wären selbst für Millionen Elektroautos keine zusätzlichen Kraftwerke nötig. Allerdings haben 40 Prozent der deutschen Fahrzeugbesitzer keinen eigenen Stellplatz. Wir setzen deshalb auch auf Ladestationen am Arbeitsplatz und auf öffentliche Stationen in Innenstädten. Die Kosten für eine Schnell-Lade-Station liegen aktuell bei ca. 40.000 Euro.

Nun gibt es ja alternativ die Idee, die Batterien nicht aufzuladen, sondern nur zu tauschen. Und ich gebe zu: Das klingt interessant. Aber bei aller Bescheidenheit: Bei Daimler haben wir dieses Prinzip schon 1972 entwickelt und erprobt. Unser Fazit war: Als Nischenlösung ist die Idee sicher nicht übel. Im großen Stil sieht die Bilanz aber schlechter aus. Neben den Kosten ist das Hauptproblem die einheitliche Fahrzeugarchitektur. Sie wäre die Voraussetzung für einen unkomplizierten Tausch der Batterie – aber bislang gibt es ja noch nicht mal einen internationalen Standard für die Lade-Stecker beim Elektroauto. Deutschland setzt in dieser Frage auf ein dreiphasiges System mit einer Leistung von 63 Ampere. Italien, die USA, Japan und andere wollen dagegen ein einphasiges System mit nur 32 Ampere. Das ist natürlich auch entsprechend langsamer. Und gerade die Ladedauer ist ein Knackpunkt für den Erfolg der Elektromobilität. Aber zumindest ein flächendeckendes Stromnetz gibt es schon. Bei Wasserstoff sieht das anders aus.

Es gibt zwar schon heute 30 Wasserstofftankstellen in Deutschland. Aber nur sieben davon sind öffentlich zugänglich. Wir können uns also entweder weiter streiten was zuerst da sein muss: Brennstoffzellenautos oder Wasserstofftankstellen. Oder wir können beides endlich mit allen Beteiligten angehen. Genau in diese Richtung haben

wir den ersten Schritt getan: Gemeinsam mit dem Bundesverkehrsministerium und Partnern aus der Energiewirtschaft haben wir vor knapp vier Wochen einen Plan zum Aufbau eines bundesweiten Wasserstofftankstellen-Netzes vorgestellt. Gleichzeitig haben sich führende Automobilhersteller verpflichtet, ab 2015 mehrere 100.000 Brennstoffzellenautos auf die Straße zu bringen.

### 4.3 Wettbewerbsfähigkeit

Ob sich dafür dann auch genügend Kunden finden werden, ist vor allem eine Frage des Preises. Für ein Kilogramm Wasserstoff zahlt der Kunde heute acht Euro. Damit kommt er oder sie etwa 100 Kilometer weit. Das entspricht in etwa den Kosten für Benzin und Diesel. Natürlich ist Wasserstoff heute auch noch nicht in dem Maße besteuert wie herkömmliche Kraftstoffe. (Und das sollte auch so bleiben.)

Aber selbst wenn sich das irgendwann ändert ist davon auszugehen, dass sich Wasserstoff mit dem Ausbau der Produktion langfristig verbilligt. Allein mit dem Wasserstoff, der in der chemischen Industrie als Abfallprodukt entsteht, könnte man schon 750.000 Fahrzeuge versorgen. Die Stromkosten für eine Strecke von 100 Kilometern liegen derzeit sogar bei lediglich drei Euro. Die Hürde ist also nicht der Preis für Strom und Wasserstoff. Die Hürde ist die Hardware – beziehungsweise das Elektrofahrzeug. Und dafür sind die Kosten enorm – egal ob bei batterie-elektrischen Fahrzeugen oder der Brennstoffzelle.

Bei batterie-elektrischen Pkw in der Größenordnung einer A-Klasse schlägt allein die Lithium-Ionen-Batterie mit rund 17.000 Euro zu Buche. Für das Geld bekommt man bei manchen Herstellern zwei Autos. Ob das ein besseres Investment ist, muss natürlich jeder selbst entscheiden. Bei entsprechenden Skaleneffekten werden die Batterie-Kosten natürlich auch sinken. Gleichzeitig haben sich aber die Preise für Lithium-Carbonat in den letzten sechs Jahren bereits vervierfacht. Es wird also auch aus Kostengründen dauern, bis alltagstaugliche Elektrofahrzeuge neben Autos mit effizientem Verbrennungsmotor im Volumen-Markt bestehen können.

Im Premium-Segment könnte es schon anders aussehen. Dort lassen sich die Margen erzielen, die zur Finanzierung neuer Entwicklungen nötig sind. Und dort gibt es auch die Kunden, die den Aufpreis für ein emissionsfreies Auto zahlen können. Und doch: Die Premium-Hersteller allein werden den Paradigmenwechsel hin zur Elektromobilität nicht stemmen können. Wir brauchen auch die Zusammenarbeit mit Hochschulen, Forschungseinrichtungen, Zulieferern, der Energiewirtschaft und nicht zuletzt dem Staat.

Die letzte Bundesregierung hat ja bereits wichtige Maßnahmen beschlossen, zum Beispiel den „Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität“. Hinzu kommen 500 Millionen Euro Fördergelder aus dem Konjunkturpaket II. Aber natürlich kann man sich noch mehr Unterstützung vorstellen. Ich denke da zum Beispiel an eine Steuerbefreiung für emissionsfreie E-Fahrzeuge. In Dänemark rechnet sich aufgrund

des Steuervorteils ein Elektroauto für den Kunden schon nach vier Jahren, in Deutschland unter heutigen Bedingungen frühestens nach 20 Jahren. Die FDP ist ja angetreten, die Steuern zu senken. Ich meine, hier wäre ein guter Ansatzpunkt.

Geld allein macht bekanntlich nicht glücklich – aber es hilft. Das gilt auch und gerade für die Wettbewerbsfähigkeit umweltfreundlicher Elektroautos. Und ich bin sicher: Die Investition auf diesem Gebiet lohnt sich. Zwar werden Diesel und Benzin auf absehbare Zeit nicht abgeschafft. Im Gegenteil: Die Möglichkeiten von Otto- und Dieselmotor sind noch lange nicht ausgereizt. Aber ihr Monopol geht zu Ende.

## **5 Fazit**

Meine Antworten auf die drei Fragen, die ich eingangs gestellt hatte, sind also entsprechend zuversichtlich:

Erstens: Treiber wie der Ölpreis, das Bevölkerungswachstum, die Urbanisierung und ein gestiegenes Umweltbewusstsein sorgen dafür, dass die Chancen für das Elektroauto diesmal wirklich gut stehen.

Zweitens: Technologisch sind wir auf bestem Weg, den Kunden in naher Zukunft auch überzeugende Lösungen bieten zu können – batterie-elektrische Fahrzeuge für Kurzstrecken und den Stadtverkehr und langstreckentaugliche Elektroautos mit Brennstoffzelle.

Und auch wenn drittens die To-Do-Liste noch ziemlich lang ist - unterm Strich bin ich überzeugt: Es ist keine Frage mehr, ob die Elektromobilität eine tragfähige Alternative zum Verbrennungsmotor wird; die Frage ist nur noch wann.

Für Daimler steht fest: Wir wollen und werden ein Treiber dieser Entwicklung sein.

Meine Damen und Herren, ich hatte zu Beginn über Thomas Edison gesprochen – und ich will zum Schluss noch mal auf ihn zurückkommen. Es gibt ein schönes Zitat des Erfinders, das an dieser Stelle gut passt. Edison sagte: „Misserfolge sind Zwischenergebnisse. Wer weitermacht, kann gar nicht verhindern, dass er irgendwann auch Erfolg hat.“

Ich glaube, auf dem Weg zum emissionsfreien Auto werden wir sicher noch das eine oder andere „Zwischenergebnis“ erleben. Aber ich bin auch überzeugt: Am Ende werden wir Erfolg haben und zu einem erheblichen Teil elektrisch fahren.

Bis dahin wünsche ich uns allen das nötige Durchhaltevermögen. Jetzt wünsche ich Ihnen allerdings erstmal ein interessantes und erfolgreiches Aachener Kolloquium. In diesem Sinne: Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!