



# Automobilindustrie am Beginn einer Zeitenwende

6. Februar 2009



## Die globale Automobilindustrie befindet sich in einer tiefen Rezession.

Diese ist von besonderer Qualität, weil die Autonachfrage in allen wichtigen Märkten der Welt gleichzeitig stark schrumpft oder deutlich langsamer wächst.

**Parallel dazu zeichnet sich eine technologische Zeitenwende in der Automobilwirtschaft ab.** Nach mehr als 100-jähriger Dominanz des klassischen Verbrennungsmotors erfolgt der Einstieg in eine umfassende Elektrifizierung des Autoverkehrs. Auch alternative Kraftstoffe gewinnen an Bedeutung.

**Klimapolitik und die Erwartung mittelfristig wieder steigender Energiepreise sind die wesentlichen Treiber.** Die Vorgabe der EU, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß neuer Pkw auf 120 Gramm pro Kilometer bis spätestens 2015 zu reduzieren, ist eine wichtige Weichenstellung hin zu einem kohlenstoffärmeren Individualverkehr. Zudem wird die Erwartung steigender Ölpreise dazu führen, dass die Automobilhersteller mehr energieeffiziente Autos anbieten.

**Die größte Herausforderung für neue Antriebstechnologien liegt in den hohen Kosten.** Sie haben signifikante Preisaufschläge für Neuwagen zur Folge. Zudem sind die CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten hoch. Durch staatliche Fördermaßnahmen kann eine Marktdurchdringung zwar forciert werden. Allerdings sollte ein Subventionswettbewerb der führenden Autonationen verhindert werden. Langfristig sollten alle neuen Antriebstechnologien und Kraftstoffe ohne Subventionen auskommen.

## Amortisieren sich die höheren Kaufpreise für energieeffiziente Autos innerhalb weniger Jahre, wird die Nachfrage rasch expandieren.

Freilich ist weder bei den Pkw-Neuzulassungen und schon gar nicht im Bestand ein schneller Strukturwandel zu erwarten. Dagegen sprechen die langen Entwicklungszeiten der neuen Technologien sowie die hohe Lebensdauer von Autos. Zudem verfügen Benziner und Diesel-Pkw derzeit noch über viele Vorteile gegenüber Autos mit alternativen Antrieben. Der Anteil des Verbrennungsmotors an den Pkw-Neuzulassungen in der EU dürfte daher im Mittel der nächsten Dekade bei 90% oder sogar darüber liegen.

### Autoren

Eric Heymann  
+49 69 910-31730  
eric.heyman@db.com

Meta Zähres

### Editor

Tobias Just

### Publikationsassistentz

Sabine Berger

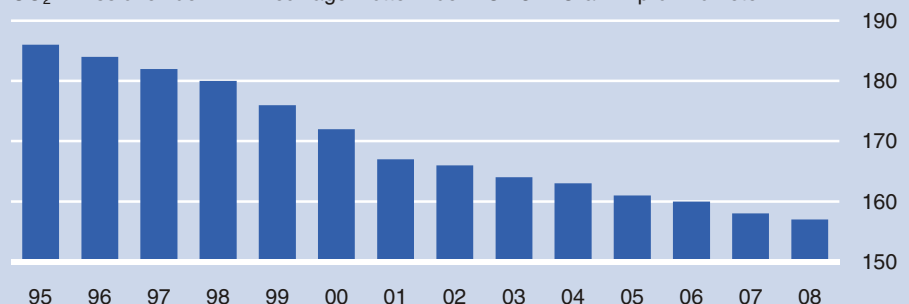
Deutsche Bank Research  
Frankfurt am Main  
Deutschland  
Internet: www.dbresearch.de  
E-Mail: marketing.dbr@db.com  
Fax: +49 69 910-31877

### DB Research Management

Norbert Walter

## Fortschritte zuletzt verlangsamt

CO<sub>2</sub>-Emissionen der Pkw-Neuwagenflotte in der EU-15 in Gramm pro Kilometer



Quellen: EU-Kommission, European Federation for Transport and Environment

## Deutliche Produktionskürzungen zu erwarten

### 1. Einleitung – Zeitenwende im Schatten der Krise

Die globale Rezession der Automobilindustrie dominiert zurzeit die Schlagzeilen – und das zu Recht: Die aktuelle Krise der Branche ist von besonderer Qualität, weil auch in den nächsten Monaten die Nachfrage nach neuen Fahrzeugen in allen wichtigen Automärkten der Welt stark schrumpfen oder zumindest deutlich langsamer wachsen wird. Stark betroffen sind vor allem die Länder, in denen die Immobilien- und Finanzkrise besonders stark ausgeprägt ist; dies gilt für die USA, Spanien oder Großbritannien. Die globale Automobilproduktion in Stückzahlen (-4%) und die weltweiten Kfz-Neuzulassungen (-6%) sind 2008 erstmals seit 2001 wieder gesunken. 2009 wird für die Automobilindustrie wohl eines der schwierigsten Jahre der letzten Dekaden.

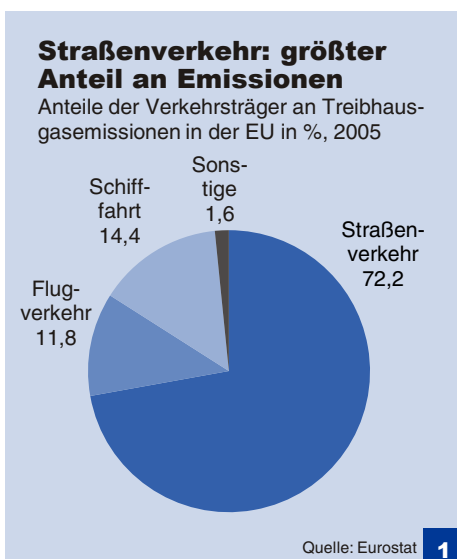
Die Autohersteller und Kfz-Zulieferer reagieren auf die Absatzkrise. Sie fahren ihre Produktion zurück, verkürzen die Wochenarbeitszeiten oder verlängern die Werksferien. Vor allem in den USA ist die Schließung von Autofabriken programmiert. Viele Unternehmen – gerade in der Zulieferindustrie sowie im Kfz-Handel – werden die aktuelle Rezession nicht überstehen. In der gesamten Branche dürften Insolvenzen, aber auch Fusionen und Firmenübernahmen häufiger zu beobachten sein. Insofern kann von einschneidenden Strukturveränderungen in der Automobilindustrie gesprochen werden.

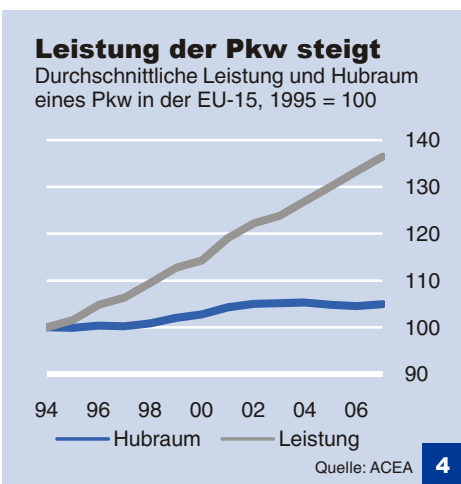
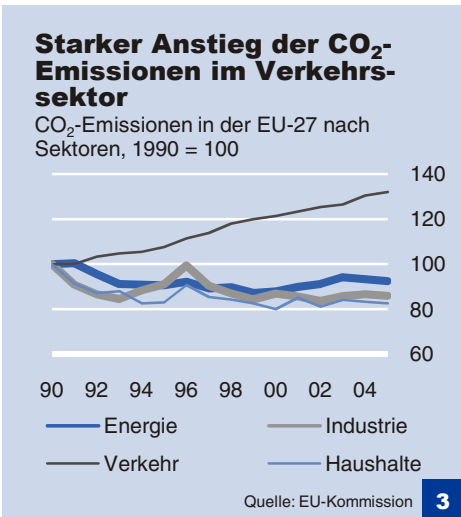
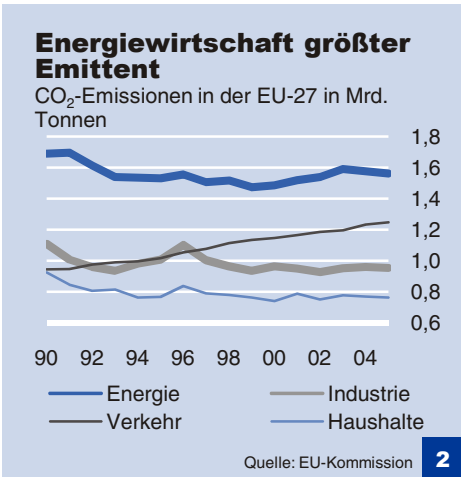
Parallel zu diesen konjunkturellen Turbulenzen bahnt sich eine technologische Zeitenwende in der Automobilindustrie an. Erstmals in der mehr als hundertjährigen Geschichte des Automobils bestehen realistische Chancen, dass fossile Kraftstoffe beim Antrieb der Fahrzeuge nicht mehr die alleinige Lösung sind. Dafür gibt es im Wesentlichen zwei Treiber: Erstens verlangt die Umwelt- und Klimapolitik – angesichts der Gefahren des Klimawandels – eine Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Autos. Zweitens haben der rasante Anstieg des Ölpreises bis zur Jahresmitte 2008 sowie die Erwartung, dass der aktuelle Ölpreiserückgang lediglich ein vorübergehendes Phänomen ist, dazu geführt, dass die Automobilwirtschaft ihre Forschungsanstrengungen im Bereich alternative Antriebe intensiviert hat.

Im Folgenden beurteilen wir die EU-Regulierung zu den Grenzwerten für den CO<sub>2</sub>-Ausstoß von Neuwagen. Im zweiten Teil dieses Berichts geben wir einen Überblick über die Vor- und Nachteile von alternativen Antriebsformen sowie deren Zukunftsaussichten im Vergleich zu konventionellen Verbrennungsmotoren.

### 2. Automobilindustrie im Fokus der Umweltpolitik

Die Automobilindustrie ist schon seit Jahrzehnten Gegenstand umweltpolitischer Regulierung. Dabei setzen die Regierungen einen breiten Instrumentenmix ein. So sind die Mineralölsteuern sowie die Kfz-Steuern in der EU auch ökologisch motiviert. Die Katalysatorpflicht, die Ende der 1980er Jahre in einigen EU-Ländern eingeführt wurde, sowie die schrittweise verschärften Abgasnormen (Euro 1 bis Euro 6) zielen auf geringere Schadstoffemissionen der Fahrzeuge ab (z.B. Stickoxide und Kohlenwasserstoffe). Ein weiteres Beispiel ist die steuerliche Förderung für das Nachrüsten von Diesel-Pkw mit Rußpartikelfiltern in Deutschland oder die Bonus-/Malus-Regelung für neue Autos in Frankreich, bei der Fahrzeuge mit niedrigem CO<sub>2</sub>-Ausstoß steuerlich begünstigt und solche mit hohen Emissionen mit Strafsteuern belegt werden. Auf Initiative der EU müssen die Mitgliedsländer Maßnahmen ergreifen, um den potenziellen Risiken von Feinstaubemissionen zu begegnen. So wurden in Deutschland





Feinstaubplaketten eingeführt und in vielen Großstädten Umweltzonen eingerichtet, in denen Autos ohne entsprechende Plakette nicht gefahren werden dürfen. Ziel der EU-Altautorichtlinie aus dem Jahr 2000 ist es schließlich, gefährliche Einsatzstoffe (z.B. Schwermetalle) im Kfz-Bau zu verbieten, die Recyclingquote von Altfahrzeugen bis 2015 auf 95% zu erhöhen und ein für den Kunden kostenfreies Rücknahmesystem für ausgediente Autos zu installieren.

Angesichts der zunehmenden Gefahren des Klimawandels stehen natürlich die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Fahrzeuge im Zentrum der Umweltpolitik. Schließlich ist der Verkehrssektor der einzige Bereich innerhalb der EU, in dem die Treibhausgasemissionen seit 1990 stetig gestiegen sind (um gut 30%) – trotz der beachtlichen Reduktion der spezifischen Fahrzeugemissionen. Der Anteil des Transportsektors an den gesamten Emissionen der EU beträgt derzeit knapp ein Viertel. Gut 70% davon entfallen auf den Straßenverkehr, wobei der Pkw-Verkehr hiervon wiederum etwa zwei Drittel ausmacht; dies entspricht etwa 12% der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen in der EU.

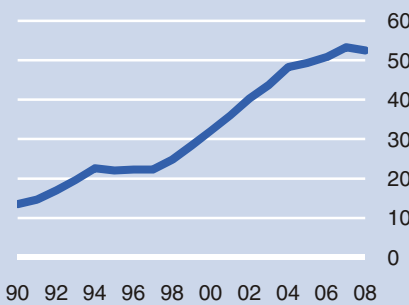
### Automobilindustrie verfehlt eigene Selbstverpflichtung

Wegen der geschilderten Entwicklung bei den Emissionen gibt es politischen Handlungsbedarf. In den 1990er Jahren vertraute die EU-Kommission zunächst auf das Instrument der freiwilligen Selbstverpflichtung: Die europäische Automobilindustrie hatte sich 1998 gegenüber der EU-Kommission u.a. dazu verpflichtet, den durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoß neuer Pkw auf 140 g/km bis zum Jahr 2008/09 zu senken; 1995 lag der durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Ausstoß noch bei 186 g/km. In der ersten Zeit nach der Selbstverpflichtung konnte die Autoindustrie relativ große Erfolge erzielen, obwohl Motorleistung und Hubraum der neu zugelassenen Autos im Durchschnitt gestiegen waren. Dies wurde durch den Trend hin zu sparsameren Diesel-Pkw begünstigt. In den letzten Jahren sind die Fortschritte jedoch kleiner geworden, sodass die Branche ihr Ziel verfehlen wird; 2008 lagen die durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen von Neuwagen in der EU bei 157 g/km.

Für die Zielverfehlung zeichnet in erster Linie die Automobilindustrie selbst verantwortlich, denn sie hat den größten Einfluss auf die Entwicklung und den Einsatz effizienterer Motoren, neuer Antriebstechnologien oder leichter Materialien im Fahrzeugbau. Gleichwohl haben auch einige Entwicklungen im Bereich der Regulierung und auf der Nachfrageseite eine Rolle gespielt. So haben schärfere regulatorische Anforderungen etwa an die Schadstoffemissionen sowie der Wunsch der Kunden nach mehr Sicherheit und Komfort das durchschnittliche Gewicht der Fahrzeuge in die Höhe getrieben. Einspareffekte in der Fahrzeugtechnologie wurden dadurch kompensiert. Ferner erfreuten sich in den letzten zehn Jahren gerade Oberklasseautos oder höher motorisierte Nischenfahrzeuge wie Gelände- oder Sportwagen bei den Kunden großer Beliebtheit. Die steuerliche Begünstigung von Dienstwagen spielt hierbei eine wichtige Rolle. So liegt etwa in Deutschland der Anteil der gewerblichen Halter an den Pkw-Neuzulassungen im Jahr 2008 bei Fahrzeugen der automobilen Oberklasse bei 86% und beträgt sogar bei Gelände- und Sportwagen jeweils etwa 60%. In einem von Wettbewerb geprägten Markt ist es dann auch nicht verwunderlich, dass die meisten Hersteller auf solche Produkte setzen. Beispielsweise haben heute alle führenden Autohersteller mindestens einen Geländewagen im Angebot. Dagegen waren sehr sparsame Autos nicht selten regelrechte Ladenhüter. Für die Kaufzurückhaltung bei sol-

### Diesel-Anteil über 50%

Anteil der Diesel-Fahrzeuge an den Pkw-Neuzulassungen in Westeuropa\* in %



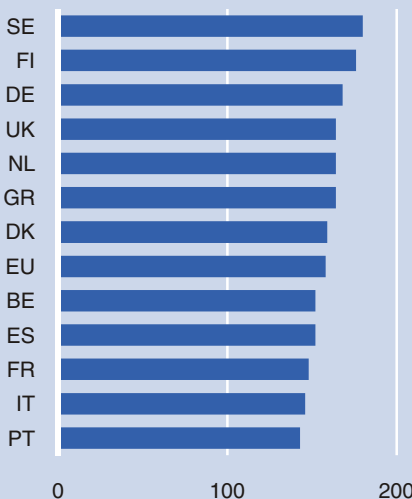
\* EU-15 + EFTA

Quelle: ACEA

5

### Südeuropa fährt sparsame Autos

CO<sub>2</sub>-Emissionen neu zugelassener Pkw nach Ländern in g/km, 2007



Quelle: European Federation for Transport and Environment

6

chen „grünen“ Autos waren u.a. spürbare Preisaufschläge und ein oftmals mäßig attraktives Design maßgeblich.

Aus der gescheiterten freiwilligen Selbstverpflichtung der europäischen Autoindustrie kann eine Lektion gelernt werden: Das Instrument der freiwilligen Selbstverpflichtung kann zwar wegen seiner Flexibilität und des geringen bürokratischen Aufwands überzeugen. Es hat aber den gravierenden Mangel, dass die Realisierung der umweltpolitischen Ziele wegen fehlender Regelbindung nicht garantiert werden kann und keine Sanktionsmechanismen implementiert sind. Zudem wird Trittbrettfahrertum begünstigt.

### Neue Regelung zum CO<sub>2</sub>-Ausstoß von Pkw...

Als abzusehen war, dass die europäische Automobilindustrie ihr Reduktionsziel verfehlen würde, setzte die EU-Kommission verbindliche Vorgaben für die Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes von Neuwagen. Zunächst war als Grenzwert 120 g/km im Durchschnitt der Neuwagenflotte für das Jahr 2012 vorgesehen. Hersteller von schweren Autos mit in der Regel höheren Emissionen müssen prozentual größere Einsparungen vornehmen als Unternehmen, die ohnehin schon relativ sparsame Fahrzeuge im Angebot haben. Dafür liegt der CO<sub>2</sub>-Grenzwert bei schweren Fahrzeugen höher.<sup>1</sup>

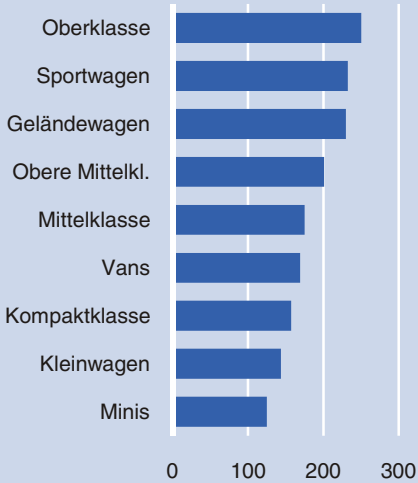
Nach monatelangen Diskussionen und Konsultationen mit beteiligten Verbänden und Interessengruppen hat sich die EU Ende 2008 auf eine Regelung zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen von neuen Pkw geeinigt. Sie enthält folgende wesentliche Elemente:

- Der Automobilindustrie wird eine längere Übergangsfrist für das Erreichen der Reduktionsziele eingeräumt. Damit soll der Länge des typischen Produktlebenszyklus in der Branche Rechnung getragen werden. Bis 2012 müssen zunächst nur 65% der neuen Autos, bis 2013 dann 75%, bis 2014 vier Fünftel und erst bis zum Jahr 2015 die gesamte Neuwagenflotte den durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Grenzwert von 120 g/km einhalten.
- Es gibt Ausnahmeregelungen für Nischenanbieter, die die durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen der Fahrzeuge nicht oder nur in geringerem Umfang senken müssen; dies kann als Bagatelklauseel interpretiert werden. Weiterhin müssen jene Autobauer, deren Autos schwerer sind und damit grundsätzlich höhere Verbrauchswerte aufweisen, die Emissionen stärker reduzieren.
- Zu der ursprünglich bereits geplanten Möglichkeit, Ökoinnovationen und den Einsatz von Biokraftstoffen in Höhe von 10 g/km auf das Reduktionsziel anrechnen zu können, sind nun weitere 7 g/km vorgesehen.
- Das Überschreiten des Grenzwertes wird bestraft: Zwischen 2015 und 2018 müssen für das erste Gramm über dem Grenzwert EUR 5 pro Fahrzeug, für das zweite Gramm EUR 15, für das dritte EUR 25 und ab dem vierten Gramm EUR 95 gezahlt werden. Ab 2019 gilt für jedes Gramm über dem Limit eine Strafe von einheitlich EUR 95 pro Auto. Für ein Fahrzeug, dessen CO<sub>2</sub>-

<sup>1</sup> Das Ziel sollte durch einen „integrierten Ansatz“ erreicht werden: Neben Verbesserungen der Fahrzeugmotorentechnologie sollten weitere Maßnahmen in begrenztem Umfang (10 g/km) auf das Ziel angerechnet werden können. Zu diesen so genannten Ökoinnovationen zählen ein geringerer Rollwiderstand von Reifen, Anzeigen für den optimalen Schaltpunkt, Mindeststandards für die Energieeffizienz von Klimaanlage oder eine stärkere Nutzung von Biokraftstoffen. Dieses Paket sollte von steuerlichen Maßnahmen wie der Umstellung der Kfz-Steuer auf den CO<sub>2</sub>-Ausstoß sowie von verbesserten Verbraucherinformationen begleitet werden.

**Große und schnelle Autos haben viel Durst**

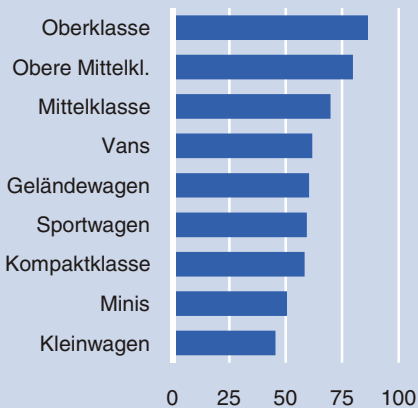
CO<sub>2</sub>-Emissionen neuer Pkw in Deutschland nach Fahrzeugklassen in g/km, 2007



Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt **7**

**Hoher Anteil gewerblicher Halter**

Anteil gewerb. Halter an Pkw-Neuzulassungen in Deutschland in %, 2008



Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt **8**

Emissionen im Jahr 2019 um 10 Gramm über dem Zielwert lägen, würde z.B. dann eine Strafzahlung von EUR 950 fällig.

- Als langfristiges Ziel ist ein CO<sub>2</sub>-Höchstwert von durchschnittlich 95 g/km im Jahr 2020 formuliert, der 2013 überprüft werden soll.

**... mit Licht und Schatten**

Der EU-Beschluss enthält typische Elemente eines (politischen) Kompromisses. Daher ist es auch nicht verwunderlich, dass sowohl die Automobilindustrie als auch Umweltverbände einzelne Elemente der Regelung kritisieren. In der Tat finden sich positive wie negative Aspekte: Aus ökologischer Sicht kann man die längere Übergangsfrist bemängeln. Sie ist ein großes Zugeständnis, vor allem wenn man die Branche an ihren eigenen zuvor formulierten Zielen misst. Gleichwohl ist der Einfluss eines um wenige Gramm höheren oder niedrigeren CO<sub>2</sub>-Grenzwerts für neue Autos in der EU auf den globalen Klimawandel bescheiden. Wichtiger ist daher auch aus unserer Sicht, dass mit dem gefassten Beschluss eine rechtlich verbindliche Regelung für die langfristige Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Neuwagen existiert. Entscheidend ist hier im wahrsten Sinne des Wortes, was hinten heraustritt. Die frühzeitige Ankündigung von ambitionierten Grenzwerten für das Jahr 2020 gibt der Branche Planungssicherheit. Eine Überprüfung des Ziels im Hinblick auf den technischen Fortschritt ist sinnvoll. Allerdings sollten die langfristigen Ziele nicht durch fadenscheinige Gründe verwässert werden. Alles in allem beinhaltet die Regelung derzeit die weltweit strengsten Vorgaben für die CO<sub>2</sub>-Reduktion von Pkw. Die gewährten längeren Übergangsfristen haben natürlich auch etwas mit der aktuellen Rezession in der Automobilbranche zu tun.

Neben den Übergangsfristen wird von einigen Umweltverbänden auch die Anrechenbarkeit der Ökoinnovationen als zu umfangreich und die potenziellen Strafzahlungen als zu gering kritisiert. Grundsätzlich ist es aus unserer Sicht zu begrüßen, dass sämtliche technologischen Maßnahmen anerkannt werden, die helfen, die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Fahrzeuge zu verringern. Dies erhöht die Flexibilität und den Handlungsspielraum für die Unternehmen. Und letztlich ist die Zielerreichung in diesem Fall wichtiger als der Weg dorthin. Der Missbrauchsgefahr muss natürlich durch geeignete Maßnahmen vorgebeugt werden. Daher ist es auch vorgesehen, dass die Wirksamkeit der Ökoinnovationen verifiziert werden muss.

**Strafzahlungen zu hoch oder zu niedrig?**

Bezüglich der potenziellen Strafzahlungen fällt unser Urteil uneindeutig aus: Einerseits dürfte gerade bei teuren Autos der Preisaufschlag, der aus einem überhöhten Grenzwert resultiert, zu gering sein, um die Mehrheit der Kunden vom Kauf des jeweiligen Fahrzeugs abzuhalten. Wenn beispielsweise ein Fahrzeug in der Anschaffung EUR 50.000 kostet und den zulässigen CO<sub>2</sub>-Grenzwert um 10 Gramm übersteigt, beträgt der Preisaufschlag etwa im Jahr 2015 aufgrund der Strafzahlung lediglich 1,4%. Eine spürbare Lenkungswirkung dürfte hiermit nicht erzielt werden, wenngleich sie bei deutlich höheren Zielverfehlungen spürbar sein dürfte. Andererseits entspricht eine Strafe von EUR 95 für jedes Gramm CO<sub>2</sub> über dem Grenzwert bei einer Fahrleistung des Fahrzeugs über die gesamte Lebensdauer von 200.000 km immerhin EUR 475 pro zusätzlich vom betreffenden Fahrzeug emittierte Tonne CO<sub>2</sub>. Dieser Wert liegt um ein Vielfaches über dem Preis pro Tonne CO<sub>2</sub> im EU-Emissionshandel. Bei einem Überschreiten des Grenzwertes könnte man also die Strafzahlungen dafür verwenden, um Emissionszertifikate zu

erwerben und damit das Angebot zu verknappen. Anschließend blieben immer noch ausreichend Mittel z.B. für Umweltprojekte übrig. Das hier konstruierte Rechenbeispiel verdeutlicht zum einen, dass aus unterschiedlichen umweltpolitischen Instrumenten fast zwangsläufig unterschiedlich hohe CO<sub>2</sub>-Preise resultieren. Dies sollte bei einem homogenen und handelbaren Gut eigentlich nicht der Fall sein und ist ein Zeichen für ökologische und ökonomische Ineffizienz. Letztlich ist diese Tatsache jedoch den politischen Realitäten geschuldet. Zum anderen ist das Beispiel ein Indiz dafür, dass viele Maßnahmen zur Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Fahrzeugbau mit sehr hohen CO<sub>2</sub>-Reduktionskosten verbunden sind. Dies gilt insbesondere im Vergleich zum Gebäudesektor.<sup>2</sup>

### **Automobilindustrie wird mehr energieeffiziente Fahrzeuge auf den Markt bringen**

#### **Weiterer politischer Handlungsbedarf angezeigt**

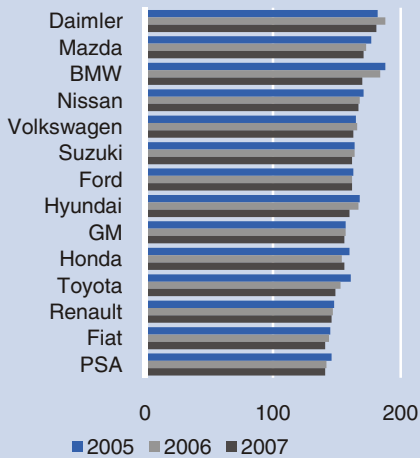
Unter dem Strich trägt die EU-Regelung dazu bei, dass die Automobilindustrie ihre Anstrengungen weiter intensiviert, um energieeffizientere Fahrzeuge zu entwickeln und zu produzieren. Die von einigen Kritikern des Regelwerks geäußerte Befürchtung, die Branche werde angesichts der längeren Übergangsfristen und großzügigen Anrechenbarkeit von Ökoinnovationen vorerst die Hände in den Schoß legen, wird sich nicht bewahrheiten. Die Branche hat die Zeichen der Zeit erkannt. Die Energieeffizienz der Autos ist ein immer wichtigeres Entscheidungskriterium für gewerbliche und private Kunden – nicht nur wegen der hohen variablen Kosten, sondern auch, weil durch einen hohen Kraftstoffverbrauch die Wiederverkaufswerte der Fahrzeuge deutlich sinken. Daher werden in den nächsten Jahren immer mehr sparsamere Fahrzeuge auf den Markt kommen.

### **Umstellung der Kfz-Steuer auf CO<sub>2</sub> wichtiges Signal**

Diese Entwicklung könnte durch weitere staatliche Maßnahmen forciert werden, um vor allem die bislang zögerlichen Nachfrager zum Kauf sparsamer Autos zu motivieren. So erfolgt etwa in Deutschland die Umstellung der Bemessungsgrundlage bei der Kfz-Steuer auf den CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Autos erst Mitte 2009, obwohl hier eigentlich seit Jahren politische Einigkeit besteht. Diese Maßnahme ist ein klares Signal an den Verbraucher, auf niedrige Verbrauchswerte zu achten. Die Hängepartie der vergangenen Monate und Jahre führte dagegen zu Verunsicherung und Kaufzurückhaltung bei den Konsumenten. Auch die steuerliche Begünstigung gemäß der Dienstwagenregelungen könnte künftig stärker an ökologischen Kriterien ausgerichtet sein: Je sparsamer ein Fahrzeug, desto größer könnte beispielsweise die steuerliche Abzugsfähigkeit ausfallen. Da solche Maßnahmen kurzfristig wohl auf politische Widerstände stoßen dürften, erscheinen eine frühzeitige Ankündigung und Übergangsfristen sinnvoll.

Der Ausbau von elektronischen Verkehrsleitsystemen sowie die zügige Beseitigung von chronischen Engpässen bei der Straßenverkehrsinfrastruktur würden ebenfalls dazu beitragen, die Emissionen aus dem Straßenverkehr zu senken. Schließlich dürften Kampagnen helfen, die über die ökonomischen und ökologischen Vorzüge von sparsamem Fahrverhalten informieren. Hier sind die öffentliche Hand und die Automobilindustrie gleichermaßen gefragt.

<sup>2</sup> Vgl. Auer, Josef et al. (2008). Bauen als Klimaschutz. Warum die Bauwirtschaft vom Klimawandel profitiert. Deutsche Bank Research. Aktuelle Themen 433. Frankfurt am Main.

**Deutsche Marken mit hohen CO<sub>2</sub>-Emissionen**Durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Emissionen neuer Pkw in der EU nach Marken in g/kmQuelle: European Federation for Transport and Environment **9****Das französische Bonus-Malus-System für den Neuwagenkauf**

Seit Anfang 2008 existiert in Frankreich ein Bonus-Malus-System beim Kauf von neuen Pkw. In Abhängigkeit von den CO<sub>2</sub>-Emissionen der Neuwagen erhalten die Käufer entweder einen Steuerbonus, oder sie müssen eine Strafzahlung entrichten.

Je niedriger der CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Pkw, desto höher ist der Umweltbonus:

- EUR 200 für Emissionen zwischen 121 und 130 g/km;
- EUR 700 für Emissionen zwischen 101 und 120 g/km;
- EUR 1.000 für Emissionen zwischen 61 und 100 g/km;
- EUR 5.000 für Emissionen bis zu 60 g/km.

Umgekehrt fällt die Strafzahlung umso größer aus, je höher die CO<sub>2</sub>-Emissionen sind:

- EUR 200 für Emissionen zwischen 161 und 165 g/km;
- EUR 750 für Emissionen zwischen 166 und 200 g/km;
- EUR 1.600 für Emissionen zwischen 201 und 250 g/km;
- EUR 2.600 für Emissionen über 250 g/km.

Quelle: Französische Botschaft

**Zusatzkosten bleiben vorerst im Rahmen**

Die Maßnahmen zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Fahrzeugen sind natürlich mit Mehrkosten für die Automobilindustrie verbunden, die sich im Anschaffungspreis widerspiegeln werden. Nach Berechnungen des Umweltbundesamtes (UBA) von 2008 liegen die Kosten für eine Emissionsreduktion um 20% sowohl für Benziner als auch für Diesel-Pkw unter EUR 1.000 pro Fahrzeug. Der daraus resultierende Preisaufschlag würde sich bei heutigen Kraftstoffpreisen und durchschnittlicher Fahrleistung bereits nach drei bis vier Jahren amortisieren und dürfte daher nicht prohibitiv hoch sein. Auch McKinsey weist in der Studie über die „Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland“ aus dem Jahr 2007 auf eine Reihe von wirtschaftlich rentablen Reduktionsmaßnahmen im Fahrzeugbau hin. Eine Studie im Auftrag der EU-Kommission aus dem Jahr 2006 beziffert die Kosten für das Erreichen des Ziels „120 g/km bis 2012“ auf rd. EUR 1.700 pro Auto. Allen Untersuchungen gemeinsam ist ein starker Anstieg der Grenzvermeidungskosten bei deutlich umfangreicheren Reduktionsmaßnahmen. In der genannten UBA-Studie belaufen sich die Kosten für Minderungen von 40% und mehr auf bis zu EUR 5.000 pro Fahrzeug. Die daraus resultierenden Preisaufschläge würden freilich dämpfend auf die Nachfrage wirken, da sie die Amortisationsdauer je nach Fahrverhalten deutlich verlängert. Zudem wird deutlich, dass die CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten vieler Maßnahmen sehr hoch sind.

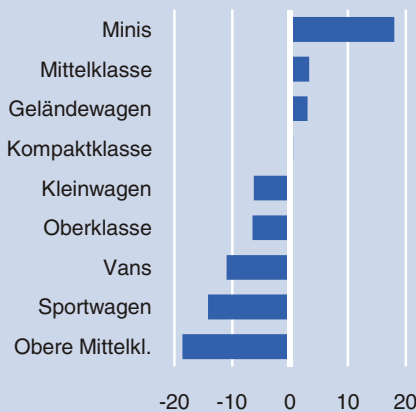
**3. Erste Marktreaktionen zu beobachten**

Die bis Mitte 2008 drastisch gestiegenen Ölpreise, die anhaltenden Diskussionen über Möglichkeiten, den Kraftstoffverbrauch von Fahrzeugen zu verringern, sowie erste politische Maßnahmen in einzelnen EU-Ländern haben sowohl auf der Angebots- als auch auf der Nachfrageseite bereits spürbare Reaktionen ausgelöst. Bei etwa einem Drittel der in der EU neu zugelassenen Pkw liegen die CO<sub>2</sub>-Emissionen derzeit unter 140 g/km. Mitte der 1990er Jahre unterschritten erst 3% der Neufahrzeuge diesen Wert. Die durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen der Autos in der EU sind seither um etwa 16% gesunken.

In den letzten Monaten hat sich besonders viel getan: Im insgesamt stark schrumpfenden europäischen Automarkt des Jahres 2008 konnten sich einige Marken gut behaupten, die für kleine Fahrzeuge mit niedrigen Verbrauchswerten stehen (z.B. Smart, Fiat). Auch der deutsche Markt dient als Beispiel: 2008 sind die durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen der neu zugelassenen Fahrzeuge um etwa 3% gefallen. 2007 nahm dieser Wert um knapp 2% ab, 2006 stagnierte er noch. Ferner schneidet das Fahrzeugsegment der Minis in Deutschland seit Jahren sehr viel besser ab als der Gesamtmarkt. So expandierten die Neuzulassungen in diesem Segment, zu dem beispielsweise der Smart Fortwo, der Renault Twingo, der Fiat 500 oder der VW Fox zählen, im Jahr 2008 um knapp ein Fünftel. Die Beispiele Frankreich und Spanien verdeutlichen zudem die Wirksamkeit umweltpolitischer Regulierung: Hier wurde zum 1. Januar 2008 eine Bonus-/Malus-Regelung für neue Pkw eingeführt. Diese hat seither einen deutlichen Rückgang des durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoßes der verkauften Autos zur Folge (in Frankreich etwa 8 g/km). Auch in den Niederlanden, wo Anfang 2008 ein etwa zwei Jahre altes System verschärft wurde, ist im Verlauf von 2008 eine deutliche Abnahme der mittleren Emissionen zu beobachten.

### Nachfrage nach Minis legt gegen den Trend stark zu

Pkw-Neuzulassungen in Deutschland nach Fahrzeugklassen, % gg. Vj., 2008



Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt **10**

### Hybrid-Fahrzeuge und Minis schneiden gut ab

Die umweltfreundlichsten Pkw\* 2008/2009

|  |     |
|--|-----|
| 1 Toyota Prius                           | 6,7 |
| 2 Honda Civic Hybrid                     | 6,7 |
| 3 Smart Fortwo Coupé cdi                 | 6,4 |
| 4 Citroën C1 1,0 Advance                 | 6,3 |
| 4 Daihatsu Cuore 1,0                     | 6,3 |
| 4 Peugeot 107 Petit Filou 70             | 6,3 |
| 4 Toyota Aygo 1,0                        | 6,3 |
| 8 Smart Fortwo Coupé mhd/Cabrio          | 6,2 |
| 9 Daihatsu Trevis 1,0                    | 6,0 |
| 10 Citroën C2 1.1 Advance                | 5,8 |
| 10 Daihatsu Sirion 1,0                   | 5,8 |
| 10 Fiat Panda 1,2 8V Bi-Power Gasbetrieb | 5,8 |

\* Basierend auf der VCD-Umweltliste; Punkteskala zwischen 0 und 10

Quelle: VCD **11**

### Automobilindustrie besser als ihr Ruf

Insgesamt wird also deutlich, dass die gestiegenen Kraftstoffpreise und umweltpolitische Regulierung Wirkung zeigen. Ohnehin ist die Performance der europäischen Automobilindustrie besser als die häufig negative Berichterstattung in den Medien und in vielen Stellungnahmen von Umweltverbänden, auch wenn die Branche ihr eigenes CO<sub>2</sub>-Ziel verfehlt. Gerade der deutschen Automobilwirtschaft wird seit langer Zeit ihre vermeintliche ökologische Rückständigkeit vorgehalten. Die Kritik scheint auf den ersten Blick berechtigt zu sein, wie einige Beispiele zeigen:

- Die deutschen Hersteller zählten etwa bei der Einführung des Katalysators oder des Partikelfilters für Diesel-Pkw eher zu den Bremsern, obwohl sie sich in beiden Fällen letztlich als technologische Trendsetter entpuppten.
- Im Durchschnitt bauen die deutschen Hersteller größere, luxuriösere und damit auch verbrauchsstärkere Fahrzeuge als die meisten ihrer europäischen und japanischen Konkurrenten. Einige Nischenfahrzeuge weisen zudem extrem hohe Verbrauchswerte auf und sind aus ökologischer Sicht antiquiert. Dagegen wurde das Segment der Fahrzeuge mit einem Listenpreis von etwa EUR 10.000 bis vor kurzem vernachlässigt.
- Bei der Entwicklung einzelner neuer Antriebsformen wie der Hybrid-Technologie weisen deutsche Unternehmen einen spürbaren Rückstand gegenüber den japanischen Autobauern auf (namentlich Toyota und mit Abstrichen Honda).

Trotz der genannten Gründe hält die Pauschalkritik an *der* deutschen Automobilindustrie einer genaueren Betrachtung nicht stand. So erfreuen sich Fahrzeuge der automobilen Oberklasse mit deutschem Markenzeichen international großer Beliebtheit. In diesem Segment wird es auch künftig weltweit Wachstum geben, denn nicht für alle Kunden sind Kleinwagen eine sinnvolle Alternative. Man kann es den deutschen Herstellern also kaum verübeln, dass sie diese Nachfrage auch bedienen. Dass auch in diesem Fahrzeugsegment die Verbrauchswerte weiter sinken müssen, steht hierbei außer Frage. Gleichwohl ist zu konstatieren, dass der Kraftstoffverbrauch von Autos gerade in Ländern mit subventionierten Energiepreisen nur eines von vielen Kriterien beim Autokauf ist. Ferner haben deutsche Hersteller nach Angaben des Verbandes der Automobilindustrie (VDA) inzwischen etwa 80 Modelle mit einem Verbrauch von weniger als 5 Litern Kraftstoff pro 100 Kilometer im Angebot; damit dürfte der Anteil dieser Autos deutlich im zweistelligen Prozentbereich liegen. Zudem waren die Fortschritte bei der Reduktion der durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen bei deutschen Unternehmen zuletzt größer als bei der Konkurrenz. Ohnehin weisen Autos von deutschen Herstellern pro Gewicht- und Leistungseinheit die geringsten CO<sub>2</sub>-Emissionen auf. Dies ist ein wichtiger Grund für die anhaltenden Marktanteilsgewinne etwa in den USA, dem wichtigsten Markt für großvolumige Autos.

### Aktuelle Bedeutung der Hybrid-Technologie wird überschätzt

Auch der genannte technologische Rückstand in der Hybrid-Technologie wird beim Blick auf die Bedeutung dieser Antriebsform relativiert: Das Segment fristet weltweit nach wie vor ein Nischendasein. Besonders in Europa liegt der Anteil an den Neuzulassungen deutlich unter 1%. In Deutschland waren 2008 nur 0,2% aller neu zugelassenen Pkw mit einem Voll-Hybrid-Antrieb ausgestattet; damit sank der Marktanteil gegenüber 2007 sogar, nachdem er 2006 um

## Deutsche Anbieter dominieren Kompaktklasse

Die umweltfreundlichsten Pkw\* in der Kompaktklasse 2008/2009

|   |   |     |
|---|---|-----|
| 1 | Honda Civic Hybrid                        | 6,7 |
| 2 | Audi A3 1,4 TFSI S tronic                 | 5,1 |
| 3 | Ford Focus 1,6 TDCi ECOnetic              | 5,0 |
| 4 | Volkswagen Golf 1,4 TSI DSG               | 5,0 |
| 5 | Mercedes A 160 CDI Blue Efficiency        | 5,0 |
| 6 | Audi A3 1,4 TFSI Sportback S Tronic       | 4,9 |
| 7 | Ford Focus 1,6 TDCi                       | 4,8 |
| 7 | Volkswagen Golf 1,6 TDI BlueMotion United | 4,8 |
| 9 | Audi A3 1,9 TDI e/Sportback               | 4,6 |
| 9 | Hyundai i30 1,6 CRDi                      | 4,6 |
| 9 | Volkswagen Golf 1,9 TDI BlueMotion        | 4,6 |

\* Basierend auf der VCD-Umweltliste; Punkteskala zwischen 0 und 10

Quelle: VCD **12**

## Toyota Prius liegt weit vorn

Die umweltfreundlichsten Familienautos\* 2008/2009

|   |   |     |
|---|---|-----|
| 1 | Toyota Prius                                  | 6,7 |
| 2 | Ford Focus 1,6 TDCi ECOnetic Turnier          | 5,0 |
| 3 | Renault Clio Grandtour 1,2 16V TCE eco        | 4,9 |
| 4 | Ford Focus 1,6 TDCi Turnier                   | 4,8 |
| 5 | Honda Civic 5dr                               | 4,8 |
| 6 | BMW 318d                                      | 4,6 |
| 7 | Mercedes B 170 Blue Efficiency NGT Gasbetrieb | 4,6 |
| 8 | Skoda Fabia 1,2 Combi                         | 4,5 |
| 9 | Skoda Fabia 1,4 TDI GreenLine Combi           | 4,5 |
| 9 | BMW 318d Touring                              | 4,5 |

\* Basierend auf der VCD-Umweltliste; Punkteskala zwischen 0 und 10

Quelle: VCD **13**

knapp 50% gestiegen war. Dagegen wurden 2008 in Deutschland viermal mehr Pkw mit Gasmotor zugelassen als Hybrid-Fahrzeuge. Auch in den USA beträgt der Marktanteil der Hybrid-Pkw an den Verkäufen erst etwa 2 bis 3%. Nicht zuletzt können die meisten Hybrid-Fahrzeuge ihre Effizienzvorteile vor allem im Stadtverkehr ausspielen und sind etwa bei Autobahnfahrten modernen Benzinern und Diesel-Pkw in puncto Energieeffizienz unterlegen. Schließlich ist der Preisaufschlag für Hybrid-Fahrzeuge nicht unwesentlich und dürfte auch ein Grund für die derzeit noch geringe Marktdurchdringung sein.

Um es ausdrücklich zu betonen: Mit diesen Aussagen soll nicht die in der Praxis bereits bewährte Hybrid-Technologie herabgesetzt werden. Hybrid-Fahrzeuge werden künftig ohne Zweifel eine wichtigere Rolle spielen als heute. Dass es aber in der deutschen Medienlandschaft und bei vielen Umweltverbänden einen regelrechten Hype um die Hybrid-Technologie gibt, ist angesichts der erwähnten Zahlen allerdings verwunderlich. Zudem wird oft ignoriert, dass deutsche Unternehmen bei der Erforschung anderer alternativer Antriebsformen zur Weltspitze zählen.

Inzwischen werden die Fortschritte der deutschen Autobauer im Umweltbereich durchaus anerkannt. So führt der Verkehrsclub Deutschland (VCD), der eher zu den Kritikern der deutschen Automobilindustrie zählt, in seiner aktuellen „Auto-Umweltliste 2008/2009“ viele Fahrzeuge von deutschen Herstellern bzw. Konzerntöchtern in seiner Bestenliste. In der Kompaktklasse sind dies etwa neun der elf umweltfreundlichsten Fahrzeuge, bei den Familienautos sieben der zehn und bei den 7-Sitzern fünf der fünf besten Autos; darunter sind auch Fahrzeuge von deutschen bzw. europäischen Tochtergesellschaften US-amerikanischer Hersteller, die jedoch maßgeblich in Deutschland entwickelt wurden.

Unter dem Strich bleibt es dabei, dass die Automobilbranche zwar hinter ihren eigenen CO<sub>2</sub>-Zielen zurückbleibt. Die Pauschalkritik gerade an der deutschen Automobilindustrie ist aber überzogen. Insbesondere wird hierbei die Rolle des Kunden vernachlässigt.

## 4. Antriebstechnologien der Zukunft

In den nächsten Jahren werden alternative Antriebstechnologien schrittweise an Bedeutung gewinnen. Gleichwohl ist es illusorisch, dass klassische Verbrennungsmotoren kurzfristig ihre dominante Position verlieren werden. Dafür sprechen im Wesentlichen drei Gründe:

- Erstens werden die Fahrzeuge, die in den nächsten zwei bis drei Jahren auf den Markt kommen, größtenteils mit Verbrennungsmotoren ausgestattet sein, weil sie bereits jetzt entwickelt werden. Bei einer erwarteten Lebensdauer von 15 Jahren und mehr werden Autos dieser Generation also auch noch Mitte der 2020er Jahre auf den Straßen zu finden sein. Ein Strukturwandel im Kfz-Bestand kann daher ohnehin nur über viele Jahre erfolgen.
- Zweitens sind die Potenziale bei Reduktion des Kraftstoffverbrauchs von Benzin- oder Dieselmotoren trotz aller Effizienzsteigerung der letzten Jahre bei weitem noch nicht ausgeschöpft. In den nächsten Jahren dürften kleinere Motoren mit Kompressoraufladung (Downsizing), Direkteinspritzung bei Benzinern und viele andere Maßnahmen dazu beitragen, dass der Kraftstoffverbrauch von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor über alle Fahrzeugklassen hinweg um weitere 20 bis 25% sinkt. Zudem dürften

Diesel-Pkw aufgrund ihres geringeren Kraftstoffverbrauchs z.B. in den USA ihre derzeitige Nischenposition verlassen können.

- Drittens sind bei den alternativen Antriebstechnologien – trotz zunehmender Forschung – bisher keine Quantensprünge in Sicht, die die vielfältigen Nachteile gegenüber Verbrennungsmotoren kurzfristig kompensieren könnten. Dies gilt vor allem für die derzeit noch beträchtlich höheren Produktionskosten und die daraus resultierenden Preisaufschläge. Hier erfolgt nur allmählich eine Annäherung an das Niveau der Fahrzeuge mit klassischen Verbrennungsmotoren. Skaleneffekte und technischer Fortschritt sind notwendig, um die Lücke zu verringern. Auch bei der Reichweite und anderen Fahreigenschaften gibt es Defizite.

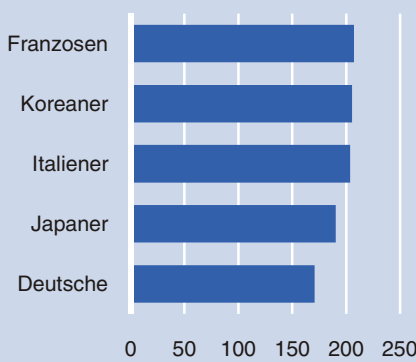
### **Elektrifizierung steigt – Kosten müssen runter**

Aus heutiger Sicht steht es außer Frage, dass in Zukunft mehr Pkw mit Strom betrieben werden. Die Bandbreite der Einsatzmöglichkeiten elektrischer Energie im Autoverkehr ist groß: Am unteren Ende der Skala stehen Micro- und Mild-Hybrid-Fahrzeuge. Diese sind mit Start-Stopp-Automatik ausgerüstet, oder bei ihnen unterstützt ein Elektromotor das Beschleunigen des Autos und wandelt die beim Bremsvorgang frei werdende mechanische in elektrische Energie um und speichert sie in einer Batterie. Autos mit Full-Hybrid-System verfügen über einen leistungsstärkeren Elektromotor, der bis in höhere Drehzahlbereiche zugeschaltet wird und kurzzeitig auch das Fahren ohne Verbrennungsmotor ermöglicht; auch hier erfolgt die Rückgewinnung der Bremsenergie. Solche Fahrzeuge sind in der Regel gemeint, wenn von Hybrid-Autos die Rede ist; das bekannteste Beispiel ist der Toyota Prius. Ein Vorteil dieser Autos ist, dass sie keine besondere Infrastruktur benötigen, sondern wie jedes andere Fahrzeug an Tankstellen betankt werden. Am oberen Ende der Skala stehen so genannte Plug-in-Hybrid-Autos, bei denen die Batterie im Fahrzeug auch über die Steckdose aufgeladen werden kann; Plug-in-Hybrid-Autos gibt es derzeit noch nicht in Serie.

Durch die Hybrid-Technologie sind Kraftstoffeinsparungen von bis zu 25% gegenüber vergleichbaren Benzinern möglich. Dieser Vorteil kommt vor allem im Stadtverkehr zum Tragen. Dagegen macht sich bei längeren Fahrten mit gleichmäßig hohem Tempo das Zusatzgewicht des Elektroantriebs negativ bemerkbar; die Verbrauchswerte fallen dann in der Regel höher aus als bei Autos mit Verbrennungsmotor. Die Technologie besitzt enormes Potenzial bei Stadtbussen oder Taxis, wo sich die höheren Anschaffungskosten relativ schnell amortisieren. Aber auch bei gemischter Nutzung (überwiegend Stadtverkehr und Fahrten im ländlichen Raum) können Hybrid-Fahrzeuge reüssieren, da sie – anders als reine Elektrofahrzeuge – bei der Reichweite kaum Nachteile gegenüber Diesel-Pkw oder Benzinern haben. Damit sind Hybrid-Fahrzeuge auf dem Weg zur Elektromobilität eine wichtige Brückentechnologie. Ihr Marktanteil an den Neuzulassungen wird in der EU schon allein deshalb steigen, weil immer mehr Hersteller vom Wettbewerb angetrieben werden, solche Autos anzubieten. Er kommt aber bis 2015 nicht über einen niedrigen einstelligen Prozentbereich hinaus, u.a. weil die Preisaufschläge vorerst beträchtlich bleiben.

Wie bei allen alternativen Antriebstechnologien schrecken derzeit die hohen Preisaufschläge für Hybrid-Fahrzeuge selbst dann noch viele Käufer ab, wenn die Amortisationsdauer eigentlich kurz ist. Durch Größenvorteile, technischen Fortschritt sowie eine steile Lernkurve dürften die Kosten- und Preisaufschläge pro Fahrzeug künftig jedoch spürbar sinken. Klimapolitisch zählen Hybridfahrzeu-

### **Deutsche Autohersteller bauen effiziente Fahrzeuge** CO<sub>2</sub>-Emissionen von Pkw je 100 kW Leistung in g/km



Quelle: VDA **14**

### **Hybrid ist Brückentechnologie**

ge aber zu den ineffizientesten Wegen, um CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren: Die CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten liegen laut McKinsey bei mehr als EUR 3.000 pro Tonne CO<sub>2</sub>, somit also um ein Vielfaches über den aktuellen Zertifikatspreisen im EU-Emissionshandel. Auch dieser Kritikpunkt wird bei der Beurteilung der Technologie häufig vernachlässigt.

### Geringe Schadstoff- und Lärmemissionen von Elektrofahrzeugen

#### **Elektrofahrzeuge – die Batterie ist der Knackpunkt**

Die logische Weiterentwicklung der Hybrid-Technologie ist der komplette Verzicht auf einen Verbrennungsmotor und der Übergang zum reinen Elektroantrieb. Die Chancen stehen sehr gut, dass diese Technologie in den nächsten Jahren dauerhaft eine nennenswerte Rolle im Straßenverkehr spielen kann. Die wesentlichen Vorteile von Elektrofahrzeugen liegen im hohen Wirkungsgrad: Der überwiegende Teil der elektrischen Energie wird für den Vortrieb des Autos genutzt; bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren sind die Verluste durch Abwärme dagegen groß. Zudem überzeugen Elektrofahrzeuge dadurch, dass sie keine oder nur sehr geringe lokale Schadstoff-, CO<sub>2</sub>- und Lärmemissionen aufweisen. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kilometer Fahrleistung hängen natürlich vom Energiemix bei der Stromproduktion ab. Beim aktuellen Kraftwerkspark in Deutschland würde das EU-Ziel von 120 g/km nach Angaben des Bundesumweltministeriums aber bereits unterschritten. Mit höherem Anteil der erneuerbaren Energien verbessert sich die CO<sub>2</sub>-Bilanz der Elektrofahrzeuge natürlich. Ein erheblicher Vorteil für den Kunden liegt in den niedrigen variablen Kosten: Pro 100 Kilometer Fahrleistung liegen die Stromkosten im niedrigen einstelligen Euro-Bereich und machen damit – je nach Benzinpreis – nur etwa ein Drittel eines durchschnittlichen Diesel-Pkw oder Benziners aus.

### Batterien derzeit noch sehr teuer

Angesichts dieser Vorteile ist es auf den ersten Blick verwunderlich, dass dem Elektroauto bislang jeglicher Erfolg verwehrt blieb. Die wesentlichen Gründe hierfür finden sich beim Blick auf die Batterietechnologie. Die Kosten der Batterie sind extrem hoch und liegen derzeit bei etwa EUR 1.000 pro kWh. Um eine Reichweite der Fahrzeuge von spürbar über 100 Kilometern zu ermöglichen, kommen dann schnell Mehrkosten von EUR 10.000 und mehr zusammen. Ein weiteres Problem liegt in der geringen Energiedichte der Batterien, die ein hohes Gewicht und einen großen Platzbedarf zur Folge haben. Die Lebensdauer (Anzahl der Ladezyklen), die Sicherheit und die gesamte Ökobilanz der Batterie im Lebenszyklus sind weitere Baustellen. Die Reichweite von reinen Elektrofahrzeugen wird (ohne Austausch von Batterien) in den meisten Fällen zunächst auf (deutlich) unter 200 Kilometer begrenzt sein. Ein Ladevorgang dauert derzeit noch mehrere Stunden; dies schränkt die Nutzung von Elektrofahrzeugen erheblich ein.

### Investitionen in Infrastruktur notwendig

#### **„Big Business“ investiert in Elektromobilität**

Einige der genannten Probleme lassen sich durch Lithium-Ionen-Batterien, die in Laptops und Handys weit verbreitet sind, abmildern. Ein wichtiger Hebel bei der Weiterentwicklung im gesamten Bereich Elektromobilität liegt in den vermehrten Kooperationen von großen Automobilherstellern und Kfz-Zulieferern, Stromversorgern und Technologiekonzernen. Dies dürfte den technologischen Fortschritt sehr beschleunigen. Das wichtigste Ziel dürfte es sein, die Produktionskosten der Batterien um 70 bis 80% zu senken und gleichzeitig die Leistungsfähigkeit bei geringerem Platzbedarf zu erhöhen. Zudem werden in den nächsten Jahren Investitionen in die Versorgungsinfrastruktur notwendig sein. So müssen Ladestationen für Elektrofahrzeuge in Parkhäusern und Parkbuchten oder an speziel-

**Austauschbare Batterieblöcke könnten Problem geringer Reichweiten reduzieren**

**Durchschnittliche Wegstrecke bei Autofahrt gering**

len Elektrotankstellen errichtet werden, um den potenziellen Nutzerkreis nicht von Beginn an zu stark einzuschränken. Dafür sind Investoren mit langfristigem, strategischem Interesse gefragt, da sich diese Investitionen nicht nach wenigen Jahren amortisieren werden.

Es ist natürlich auch ein System austauschbarer Batterieblöcke denkbar; dies würde das Problem geringer Reichweiten reduzieren und Elektrofahrzeuge auch für Vielfahrer attraktiv machen. Ferner kann man sich ein System vorstellen, bei dem der Autokäufer nicht Eigentümer der Batterie ist, sondern diese lediglich least und/oder eine variable Nutzungsgebühr an den Eigentümer der Batterie zahlt. Dies hätte den Vorteil, dass der Kunde nicht a priori durch die hohen Batteriekosten vom Kauf eines Elektrofahrzeugs abgeschreckt würde. Leasingrate bzw. variable Nutzungsgebühr für die Batterie sowie die Stromkosten müssten niedriger als die Kraftstoffkosten bei Autos mit Verbrennungsmotor sein, um diese Modelle wirtschaftlich attraktiv zu gestalten. Erste Pilotprojekte im Bereich Elektromobilität u.a. in Israel und Dänemark enthalten solche Elemente.

**Große Chancen, aber nur allmählicher Strukturwandel**

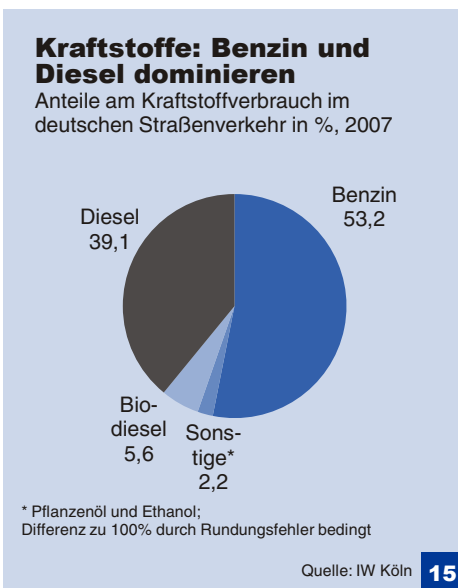
Das Marktpotenzial für Elektrofahrzeuge ist unabhängig von der konkreten technologischen Ausgestaltung grundsätzlich enorm. Selbst die zunächst noch geringe Reichweite ist für die meisten Autofahrer und Autofahrten kein grundlegendes Problem, denn im Durchschnitt ist eine Autofahrt in Europa nur etwa 30 bis 40 Kilometer lang, und an 80% aller Tage werden weniger als 40 Kilometer zurückgelegt. Somit wäre ein Elektroauto für viele Kunden eine interessante Alternative, wenn für die übrigen Mobilitätsanforderungen intelligente Lösungen gefunden werden (z.B. Car Sharing, Mietautos, Schnellladesysteme für Batterien). Die Bundesregierung erwartet, dass bis zum Jahr 2020 etwa 1 Mio. Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen fahren werden; übertragen auf die EU würde dies etwa 5 Mio. Pkw entsprechen. Dies ist auf den ersten Blick ein bescheidenes Ziel, da dies nur etwa 2% des dann erreichten Pkw-Bestands entspräche. Allerdings kann selbst dieser Anteil nur erreicht werden, wenn die Kosten für Elektrofahrzeuge in den nächsten Jahren dramatisch sinken. Bei heutiger Technologie sind die CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten von Elektrofahrzeugen exorbitant hoch.

Die Frage, woher die Strommengen für die Elektrofahrzeuge kommen werden, ist vorerst wenig relevant, denn der Mehrbedarf der oben erwähnten 1 Mio. Elektrofahrzeuge könnte weitgehend mit dem heutigen Kraftwerkspark bedient werden. Längerfristig muss natürlich dafür gesorgt werden, dass immer mehr CO<sub>2</sub>-arme Energieträger in der Stromproduktion eingesetzt werden, um die Umweltbilanz von Elektrofahrzeugen nicht zu verschlechtern.

**Alternative Kraftstoffe: hohe Bedeutung, viele offene Fragen**

Biokraftstoffe (Ethanol oder Bio-Diesel) spielen weltweit bereits eine wichtige Rolle, und ihre Nutzung steigt stetig an – entweder in Form reiner Kraftstoffe oder als Beimischung zu Benzin oder Diesel. Gerade in Brasilien hat Bioethanol auf Basis von Zuckerrohr schon eine lange Tradition, und die meisten Fahrzeuge in Brasilien sind mit Flex-Fuel-Motoren ausgestattet, die für reine Biokraftstoffe und Mischungen geeignet sind.

McKinsey weist in der zitierten Studie auf das grundsätzlich große Potenzial von Biokraftstoffen zur CO<sub>2</sub>-Vermeidung und die vergleichsweise niedrigen Vermeidungskosten hin. Die konkrete Umwelt- und CO<sub>2</sub>-Bilanz von Biokraftstoffen hängt jedoch stark davon ab, welche Pflanzen unter welchen klimatischen Bedingungen an-



## Nutzungskonflikt zwischen Energie- und Nahrungsmittelpflanzen

gebaut werden und ob die Emissionen, die etwa aus der geänderten Landnutzung, dem Einsatz von Düngemitteln und dem Transport der Kraftstoffe resultieren, ebenfalls berücksichtigt werden. Hierzu gibt es eine Vielzahl von Untersuchungen, die – je nach Annahmen – zu stark divergierenden Aussagen kommen. Die Konkurrenzfähigkeit von Biokraftstoffen gegenüber fossilen Kraftstoffen wird zudem entscheidend von den regulatorischen Rahmenbedingungen (z.B. Steuerlast, Beimischungsquoten) und vom Ölpreis beeinflusst.

Die steigende Nachfrage nach Bioenergien wurde zudem für den Anstieg der Preise für landwirtschaftliche Rohstoffe bis Anfang 2008 mitverantwortlich gemacht. Bei begrenzter Anbaufläche gibt es zwar in der Tat einen Nutzungskonflikt zwischen Pflanzen, die der Nahrungsmittelproduktion dienen, und solchen, die für die Energieerzeugung gedacht sind. Gleichwohl ist der Kausalzusammenhang zwischen der Nachfrage nach Bioenergien und der Preisentwicklung für agrarische Rohstoffe weniger eng: Letztere sind zuletzt dramatisch gesunken, ohne dass es zu gravierenden Änderungen bei der Nachfrage nach Bioenergien gekommen wäre.

Unter dem Strich sind Bioenergien mit „unerwünschten Nebenwirkungen“ verbunden, aber das gilt letztlich für alle Energieträger. Bei allen berechtigten Bedenken gegenüber Biokraftstoffen sollte aber auf keinen Fall das Kind mit dem Bade ausgeschüttet werden. Denn auch bei Bioenergien wird der technische Fortschritt dazu beitragen, einige der oben genannten Probleme zu lösen oder abzumildern. So dürften Bioenergien der zweiten Generation, bei denen die gesamte Pflanze und vor allem pflanzliche Abfälle in Energie bzw. Kraftstoffe umgewandelt werden und deren Erforschung gerade erst beginnt, eine bessere CO<sub>2</sub>-Bilanz als heutige Biokraftstoffe und einen geringeren Nutzungskonflikt aufweisen. Ein Vorteil von Biokraftstoffen liegt darin, dass die bestehende Infrastruktur (z.B. Tankstellennetz) ohne umfangreiche Anpassungs- und Erweiterungsinvestitionen genutzt werden kann.

Grundsätzlich setzt die EU weiterhin auf Biokraftstoffe, was auch an der Möglichkeit erkennbar ist, dass ein Teil des „120-Gramm-Ziels“ durch die Nutzung von Biokraftstoffen erfüllt werden kann. Eine konkrete Zielquote für Biokraftstoffe wird derzeit aber nicht angestrebt. Es ist zu erwarten, dass in Zukunft Nachhaltigkeitskriterien erfüllt werden müssen, damit Biokraftstoffe in der EU zugelassen werden.

### *Gasantriebe gewinnen international an Bedeutung*

Auch die Verwendung von Gas als Kraftstoff im Straßenverkehr nimmt international zu. Nach Angaben des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW) lag die Zahl der mit Erdgas angetriebenen Fahrzeuge im Jahr 2000 weltweit noch bei gut 1 Mio. und ist bis 2008 auf über 9 Mio. Fahrzeuge geklettert; das sind mehr Pkw, als etwa in den Niederlanden zugelassen sind. Bei der Nutzung sind Argentinien, Pakistan, Brasilien, der Iran und Indien führend. In der EU liegt Italien mit großem Abstand an der Spitze, gefolgt von Deutschland. Hier waren die Neuzulassungen etwa dreimal so hoch wie 2005. In fast allen Ländern wird der Absatz oder die Nutzung von Erdgas durch staatliche Fördermaßnahmen (z.B. verminderter Mineralölsteuersatz) unterstützt. Dies wird u.a. mit den geringeren CO<sub>2</sub>- und sonstigen Schadstoffemissionen von Gasfahrzeugen begründet.

Für die Autofahrer ist der geringere Preis von Gas an der Zapfsäule attraktiv – trotz des im Vergleich zu Benzinern und Diesel-Pkw höheren Verbrauchs von Gasfahrzeugen. Immer mehr Autobauer bie-

### Autogas versus Erdgas

Grundsätzlich gibt es zwei verschiedene Arten, wie Gas als Kraftstoff im Straßenverkehr eingesetzt wird: Autogas und Erdgas.

Beim so genannten **Autogas** (auch Liquefied Petroleum Gas, LPG) handelt es sich um ein Propan-Butan-Gemisch. Durch die Verflüssigung ist der Platzbedarf für den Gastank relativ gering. Bei Umrüstungen von Benzin-Pkw wird in der Regel auf Autogas umgerüstet. In Deutschland wird der Kraftstoff mindestens bis einschließlich 2018 steuerlich begünstigt.

Im Gegensatz zum Autogas wird **Erdgas** (auch Compressed Natural Gas, CNG) gasförmig (Methan) getankt. Hier sind spezielle Fahrzeugtanks notwendig, die einen recht hohen Platzbedarf haben, weshalb beim Umrüsten ein Großteil des Kofferraumvolumens verloren gehen kann. Gasfahrzeuge ab Werk sind in der Regel auf Erdgas ausgelegt. Für CNG gilt in Deutschland eine Steuerbegünstigung bis mindestens 2020.

In beiden Fällen erfolgt die Verbrennung des Kraftstoffs in einem herkömmlichen Ottomotor.

**Verlässliche steuerliche Rahmenbedingungen für Kunden wichtig**

ten Pkw mit Gasantrieb direkt ab Werk gegen Aufpreis an. Zudem kann sich für Vielfahrer ein Umrüsten von Autos mit Ottomotor auf Gasantrieb (in der Regel auf Autogas, siehe Box) lohnen. Dabei bleibt häufig der Benzinantrieb erhalten, sodass zwischen zwei Kraftstoffarten gewählt werden kann. Ein Nachteil für Besitzer von Gasfahrzeugen ist das noch immer recht dünne Gastankstellennetz. Allerdings expandiert das Angebot an Gastankstellen vor allem in Italien, Österreich, der Schweiz und Deutschland.

Ein grundsätzlicher Makel von Gasfahrzeugen liegt aus ökologischer Sicht darin, dass auch hier letztlich ein fossiler Kraftstoff verwendet wird, der ebenfalls endlich ist. Der Vorteil des niedrigeren Preises ist zum einen abhängig von den steuerlichen Rahmenbedingungen. Für die Kunden sind daher langfristige und verlässliche Regelungen hilfreich. Zum anderen kann der Gaspreis im Falle eines überproportionalen Anstiegs der globalen Gasnachfrage schneller steigen als der Ölpreis; auch dies würde die preisliche Wettbewerbsfähigkeit gegenüber Diesel und Benzin schmälern. Auch die Reichweite von Gasfahrzeugen ist niedriger. Unterm Strich dürften in der EU in den nächsten Jahren Gasfahrzeuge größeren Zuspruch erfahren als Voll-Hybrid-Autos.

***Wasserstoff als Kraftstoff ist noch Zukunftsmusik***

Wasserstoff als Kraftstoff im Straßenverkehr spielt in der Praxis noch keine Rolle, obwohl viele Autobauer mit Prototypen bereits seit Jahren erfolgreich Testläufe durchführen. Dabei kann Wasserstoff direkt in einem Verbrennungsmotor oder in einer Brennstoffzelle zur Stromerzeugung eingesetzt werden – jeweils ohne CO<sub>2</sub>-Emissionen. Derzeit existieren noch viele ungelöste Probleme, etwa bei der Wasserstoffherstellung, der verlustfreien und sicheren Speicherung und beim Transport des Kraftstoffs; umfangreiche Investitionen in die entsprechende Infrastruktur wären notwendig. Daher ist mit einer Marktdurchdringung vor 2020 nicht zu rechnen. Der Kraftstoff besitzt jedoch – nicht nur im Verkehrssektor – ein enormes Potenzial, falls es gelingt, Wasserstoff in großen Mengen zu niedrigen Kosten und auf Basis regenerativer Energien zu erzeugen und die notwendige Infrastruktur zu errichten.<sup>3</sup>

**Staatliche Förderpolitik ist eine Gratwanderung*****Staatliche Förderung kann Erfolg beschleunigen***

Durch staatliche Fördermaßnahmen kann eine Marktdurchdringung der alternativen Antriebstechnologien forciert werden. Ordnungspolitisch unbedenklich sind Förderprogramme für die Grundlagenforschung, z.B. im Bereich Elektromobilität. Auch Zuschüsse für den Aufbau der Infrastruktur oder Steuervergünstigungen bzw. direkte Zuschüsse für Käufer von energieeffizienten Autos sind eine denkbare Alternative. Allerdings ist staatliche Förderpolitik immer eine Gratwanderung. So sollte ein Subventionswettbewerb mit anderen führenden Nationen verhindert werden. Zudem sollten die CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten im Auge behalten werden: Eine Förderung sehr teurer CO<sub>2</sub>-Vermeidungstechnologien bedeutet, dass das Geld für ökologisch und ökonomisch sinnvollere Projekte fehlt. Förderpolitik ist zudem ein schwieriges Vorhaben, da heute noch nicht abgeschätzt werden kann, welches die dominante Antriebstechnologie der Zukunft sein wird. Wie bei jeder Subvention sind Mitnahmeeffekte und Widerstände gegen eine Verringerung von einmal gewährten staatlichen Beihilfen ein gravierendes Problem. Langfristig

<sup>3</sup> Vgl. Auner, Norbert (2004). Silicium als Bindeglied zwischen Erneuerbaren Energien und Wasserstoff. Deutsche Bank Research. Research Notes 11. Frankfurt am Main.

**Großes Potenzial für alternative Antriebe und Kraftstoffe, aber kein schneller Strukturwandel**

sollten alle neuen Antriebstechnologien und Kraftstoffe ohne Subventionen auskommen. Davon sind viele alternative Antriebe heute aber noch weit entfernt.

**5. Fazit und Ausblick**

Die EU hat mit dem Beschluss zur Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes von Neuwagen wichtige Weichen hin zu einem kohlenstoffärmeren Autoverkehr gestellt. Die Erwartung mittelfristig wieder steigender Ölpreise und der Wettbewerb in der Automobilindustrie sind weitere Treiber für ein steigendes Angebot energieeffizienter Autos. Amortisieren sich die höheren Anschaffungspreise hierfür innerhalb weniger Jahre, wird die Nachfrage rasch expandieren. Allerdings ist weder bei den Neuzulassungen noch beim Kfz-Bestand ein schneller Strukturwandel zu erwarten. Dies liegt an den langen Entwicklungszeiten neuer Antriebstechnologien sowie der hohen und steigenden Lebensdauer von Neuwagen. Zudem verfügen Benziner und Diesel-Pkw derzeit noch über vielfältige Vorteile gegenüber Fahrzeugen mit alternativen Antriebstechnologien. Der Marktanteil des klassischen Verbrennungsmotors an den Pkw-Neuzulassungen in der EU dürfte daher im Mittel der nächsten Dekade über 90% liegen; in den meisten Entwicklungs- und Schwellenländern wird er sogar noch höher sein, da Benziner und Diesel-Pkw in der Anschaffung auf absehbare Zeit günstiger bleiben werden als etwa Elektrofahrzeuge. Dennoch wird die Elektrifizierung des Automobils voranschreiten. Auch andere Kraftstoffe werden weiter an Bedeutung gewinnen.

**Neue Antriebstechnologien und alternative Kraftstoffe**

Schematischer Vergleich\* mit Pkw mit klassischem Verbrennungsmotor (Benzin, Diesel); Skala reicht von "sehr viel besser" (+++) bis "sehr viel schlechter" (---); o = neutral bzw. gleichwertig

|  | Anschaffungskosten | Variable Kosten | CO <sub>2</sub> -Einsparung | CO <sub>2</sub> -Vermeidungskosten | Infrastrukturausbau | Fahreigenschaften*** | Zeit bis Marktreife |
|--|--------------------|-----------------|-----------------------------|------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| Micro-/Mild-Hybrid                                 | -                  | +               | +                           | o                                  | o                   | o                    | verfügbar           |
| Voll-Hybrid  | --                 | +               | +                           | --                                 | o                   | -                    | verfügbar           |
| Plug-in-Hybrid                                     | --                 | +               | +                           | --                                 | -                   | -                    | ab 2010/11          |
| Elektrofahrzeuge (Strom aus erneuerbaren Energien) | ---                | +++             | +++                         | ---                                | --                  | --                   | ab 2010/11          |
| Autogas/Erdgas                                     | -                  | +               | +                           | +                                  | -                   | -                    | verfügbar           |
| Biokraftstoffe, 1. Generation**                    | o                  | +               | +                           | +                                  | -                   | o                    | verfügbar           |
| Biokraftstoffe, 2. Generation                      | o                  | -               | ++                          | -                                  | -                   | o                    | nicht vor 2015      |
| Wasserstoff (erzeugt mit fossilen Energien)        | ---                | -               | --                          | --                                 | ---                 | o                    | nicht vor 2020      |
| Wasserstoff (erzeugt mit erneuerbaren Energien)    | ---                | --              | +++                         | --                                 | ---                 | o                    | nicht vor 2020      |

\* Beurteilung aus heutiger Sicht; Lücke zu Benzinern und Diesel-Pkw wird durch technischen Fortschritt kleiner

\*\* Variable Kosten, CO<sub>2</sub>-Einsparung und CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten hängen stark von Art der Biokraftstoffe und Regulierung ab

\*\*\* Z.B. Reichweite, Beschleunigung, Elastizität

Vermutlich sind die Mobilitätskonzepte der Zukunft viel flexibler als heute. Warum sollte ein Pendler für die tägliche Fahrt zum Arbeitsplatz oder andere Kurzstrecken nicht ein Elektrofahrzeug nutzen, dieses aber für die Urlaubsreise mit der Familie gegen ein größeres Auto (vom gleichen Anbieter oder Händler) mit effizientem Diesel- oder Benzinantrieb tauschen? Solche Konzepte dürften zunehmend entwickelt und realisiert werden. Unterm Strich ist der Begriff der Zeitenwende als Beschreibung für den aktuellen Prozess im Wirtschaftszweig nicht zu hochtrabend.

Die aktuelle Rezession in der globalen Automobilwirtschaft bietet innovativen Unternehmen auch Chancen. Autoherstellern und Zulieferern, denen es gelingt, trotz der schlechten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen energieeffiziente Fahrzeuge auf den Markt zu bringen, die zudem die Kundenbedürfnisse bezüglich Preis, Design, Komfort, Sicherheit, Fahrdynamik usw. erfüllen, werden in den nächsten Jahren ohne Zweifel zu den Gewinnern in der Branche zählen. Denn die globale Autonachfrage wird in den nächsten Jahren weiter wachsen. Viele deutsche und japanische Hersteller sind gut positioniert, um gestärkt aus der Krise hervorzugehen. Die innovativen unter ihnen dürften Trends und Standards bei der Entwicklung und beim Bau energieeffizienter Fahrzeuge setzen.

Eric Heymann (+49 69 910-31730, eric.heymann@db.com)  
Meta Zähres

### **Ausgewählte Literatur**

ACEA (2008). Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Pkws – Auf dem Weg zu einem integrierten Ansatz. Brüssel.

EU-Kommission (2008). CO<sub>2</sub> from passenger cars. Memo/08/799. Brüssel.

EU-Kommission (2007). Questions and answers on the proposed regulation to reduce CO<sub>2</sub> emissions from cars. Memo/07/597. Brüssel.

European Federation for Transport and Environment (2008). Reducing CO<sub>2</sub> Emissions from New Cars: A Study of Major Car Manufacturers' Progress in 2007. Brüssel.

Herbener, Reinhard et al. (2008). Technikkostenschätzung für die CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung bei Pkw – Emissionsminderungspotenziale und ihre Kosten. Umweltbundesamt. Dessau.

VCD (2008). VCD Auto-Umweltliste 2008/2009. Berlin.

VDA (2008). Handeln für den Klimaschutz. CO<sub>2</sub>-Reduktion in der Automobilindustrie. Frankfurt am Main.

© Copyright 2009. Deutsche Bank AG, DB Research, D-60262 Frankfurt am Main, Deutschland. Alle Rechte vorbehalten. Bei Zitaten wird um Quellenangabe „Deutsche Bank Research“ gebeten.

Die vorstehenden Angaben stellen keine Anlage-, Rechts- oder Steuerberatung dar. Alle Meinungsäußerungen geben die aktuelle Einschätzung des Verfassers wieder, die nicht notwendigerweise der Meinung der Deutsche Bank AG oder ihrer assoziierten Unternehmen entspricht. Alle Meinungen können ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Die Meinungen können von Einschätzungen abweichen, die in anderen von der Deutsche Bank veröffentlichten Dokumenten, einschließlich Research-Veröffentlichungen, vertreten werden. Die vorstehenden Angaben werden nur zu Informationszwecken und ohne vertragliche oder sonstige Verpflichtung zur Verfügung gestellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Angemessenheit der vorstehenden Angaben oder Einschätzungen wird keine Gewähr übernommen.

In Deutschland wird dieser Bericht von Deutsche Bank AG Frankfurt genehmigt und/oder verbreitet, die über eine Erlaubnis der Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht verfügt. Im Vereinigten Königreich wird dieser Bericht durch Deutsche Bank AG London, Mitglied der London Stock Exchange, genehmigt und/oder verbreitet, die in Bezug auf Anlagegeschäfte im Vereinigten Königreich der Aufsicht der Financial Services Authority unterliegt. In Hongkong wird dieser Bericht durch Deutsche Bank AG, Hong Kong Branch, in Korea durch Deutsche Securities Korea Co. und in Singapur durch Deutsche Bank AG, Singapore Branch, verbreitet. In Japan wird dieser Bericht durch Deutsche Securities Limited, Tokyo Branch, genehmigt und/oder verbreitet. In Australien sollten Privatkunden eine Kopie der betreffenden Produktinformation (Product Disclosure Statement oder PDS) zu jeglichem in diesem Bericht erwähnten Finanzinstrument beziehen und dieses PDS berücksichtigen, bevor sie eine Anlageentscheidung treffen.

Druck: HST Offsetdruck Schadt & Tezlaff, GbR, Dieburg