

## **CO<sub>2</sub>-Regulierung für Pkw**

### **Fragen und Antworten zu den europäischen Grenzwerten für Fahrzeughersteller**

Thomas Puls

# **CO<sub>2</sub>-Regulierung für Pkws**

**Fragen und Antworten zu den europäischen  
Grenzwerten für Fahrzeughersteller**

© 2013 Institut der deutschen Wirtschaft Köln

**Kontakt Daten Ansprechpartner**

Thomas Puls  
Telefon: 0221 4981-766  
Fax: 0221 4981-99766  
E-Mail: [puls@iwkoeln.de](mailto:puls@iwkoeln.de)

Institut der deutschen Wirtschaft Köln  
Postfach 10 19 42  
50459 Köln

Stand: Februar 2013

<b>1</b>	<b>Emissionsentwicklung und -ziele in Europa</b>	<b>4</b>
1.1	Klimaschutzziele der EU	4
1.2	Anteil des Straßenverkehrs an den europäischen CO <sub>2</sub> -Emissionen	4
1.3	Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen des Straßenverkehrs in den großen EU-Ländern	5
1.4	Emissionseffizienz im Straßenverkehr seit 1990	7
<b>2</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Grenzwerte für Pkws in Europa</b>	<b>8</b>
2.1	Grundidee: herstellereinspezifische Grenzwerte	8
2.2	Grenzwerte in Europa ab 2015	9
2.3	Verschärfte Grenzwerte ab 2020	11
2.4	Strafen bei Grenzwertüberschreitung	12
2.5	Ermittlung des Emissionsgrenzwerts: ein Rechenbeispiel	13
2.6	Grenzwerte im internationalen Vergleich	14
2.7	Wo stehen die einzelnen Hersteller heute?	15
2.8	Mögliche Alternativen zu Emissionsgrenzwerten	16
<b>3</b>	<b>Messverfahren und ergänzende Vorschriften in Europa</b>	<b>17</b>
3.1	Grundidee: Ermittlung rechtssicherer Daten durch standardisierte Verfahren	18
3.2	Der Neue Europäische Fahrzyklus (NEFZ)	19
3.3	Sondervorschriften für Elektrofahrzeuge	20
3.4	Ökoinnovationen – ein Innovationsanreiz	21
3.5	Supercredits – ein Anreiz zum Verkauf besonders emissionsarmer Autos	22
<b>4</b>	<b>Häufig gestellte Fragen</b>	<b>24</b>
4.1	Warum können Normverbrauch und Realverbrauch voneinander abweichen?	24
4.2	Warum wird meistens das Fahrzeuggewicht bei der Grenzwertberechnung berücksichtigt und nicht die Fahrzeugaufstandsfläche?	24
4.3	Lohnt es sich, möglichst schwere Autos zu bauen, um den eigenen Grenzwert zu steigern?	25
4.4	Kann die Effizienzsteigerung im bisherigen Tempo weitergehen?	25
4.5	Bisher sind Autos kaum teurer geworden. Warum sollte sich das ändern?	26
4.6	Welche Kosten kommen auf den Autokunden zu?	27
4.7	Haben sich die bisherigen Verbesserungen nur durch den Druck des Gesetzgebers eingestellt?	28
4.8	Sind die Grenzwerte zu niedrig, wenn alle sie erreichen?	29
4.9	Sollte man schon heute Ziele über das Jahr 2020 hinaus festlegen, um eine bessere Planbarkeit für die Autohersteller zu gewährleisten?	29
4.10	Stärken besonders strenge Grenzwerte die Wettbewerbsposition der europäischen Autoindustrie?	30
4.11	Verwässern Ökoinnovationen das Klimaschutzziel der EU?	30
4.12	Können Hersteller mithilfe von Supercredits mehr verbrauchsstarke Fahrzeuge verkaufen?	31

# 1 Emissionsentwicklung und -ziele in Europa

## 1.1 Klimaschutzziele der EU

Die Europäische Union (EU) setzt sich bei den internationalen Klimaverhandlungen dafür ein, den zu erwartenden durchschnittlichen weltweiten Temperaturanstieg im Zuge des Klimawandels auf maximal 2 Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen. Als eigenen Beitrag in diesem Prozess hat sie sich verpflichtet, ihren Ausstoß von Treibhausgasen bis zum Jahr 2020 im Vergleich zu 1990 um mindestens 20 Prozent zu senken. Es ist vorgesehen, dieses Ziel auf eine Reduktion um 30 Prozent zu verschärfen, wenn sich auch andere große Emittenten von Treibhausgasen zu einer Verschärfung ihrer Zusagen bereiterklären. Für die Zeit nach 2020 sind keine verbindlichen Klimaschutzziele international festgeschrieben worden. Zudem spricht der Stand der Weltklimaverhandlungen nicht wirklich dafür, dass in absehbarer Zeit ein neues internationales Abkommen mit konkreten Zielwerten abgeschlossen wird. In Anbetracht fehlender internationaler Langfristziele gewinnen daher nationale und regionale Vorgaben an Bedeutung. Die EU hat erklärt, die europäischen Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 um 80 Prozent senken zu wollen. Für den Verkehrssektor strebt die EU an, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß bis zum Jahr 2050 um 60 Prozent des Werts von 1990 zu mindern.

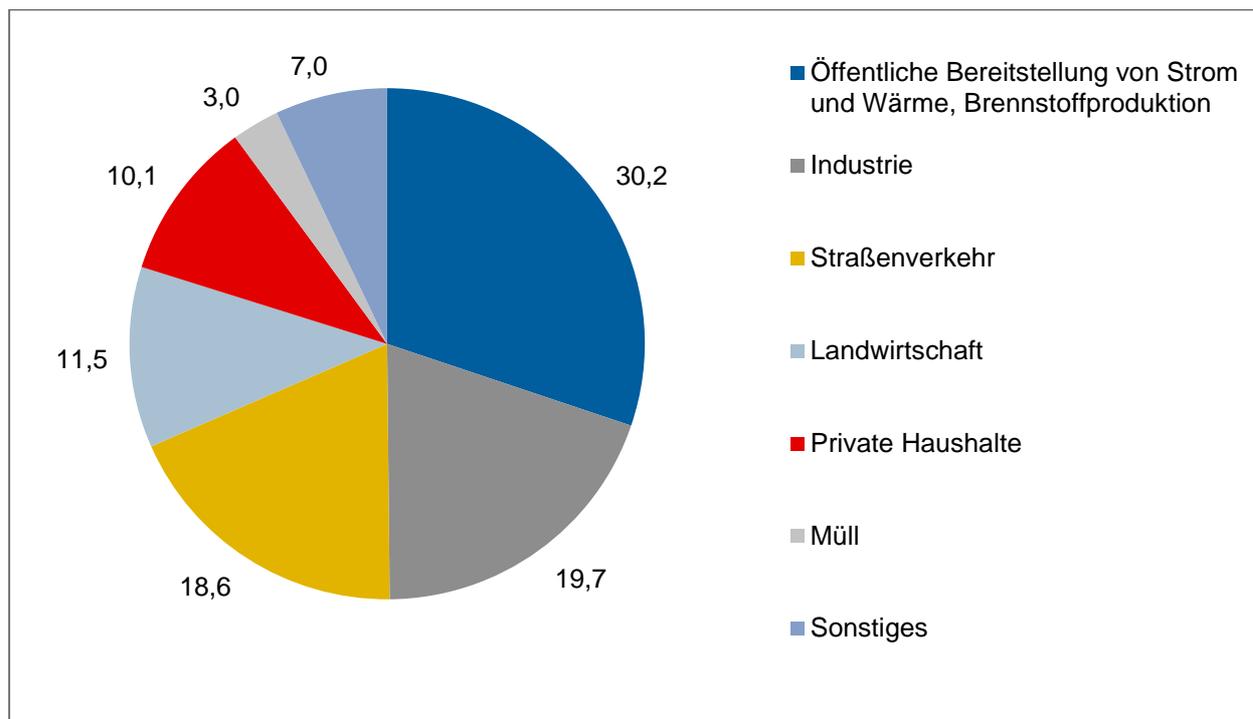
## 1.2 Anteil des Straßenverkehrs an den europäischen CO<sub>2</sub>-Emissionen

Im Jahr 2010 betragen die unter das Kyoto-Protokoll fallenden CO<sub>2</sub>-Emissionen der EU-27 laut Weltklimarat 4,72 Milliarden Tonnen. Den größten Anteil an den Emissionen hatten die öffentliche Bereitstellung von Strom und Wärme sowie die Brennstoffproduktion, denen etwas mehr als 30 Prozent der Gesamtemissionen zugerechnet wurden (Abbildung 1.1). Auf Platz 2 folgen die Emissionen des industriellen Sektors mit nahezu 20 Prozent. Der europäische Straßenverkehr verursachte knapp 19 Prozent der europäischen Treibhausgasemissionen und lag auf Platz 3.

Damit zählt der Straßenverkehr zu den Emissionsschwergewichten in der EU-27. Zudem haben sich dessen Emissionen anders entwickelt als die der anderen wichtigen Sektoren. So haben beispielsweise die Emissionsbilanzen von Energieerzeugung und Industrie stark vom Fall des Eisernen Vorhangs profitiert, da es in den Ländern des ehemaligen Ostblocks zu einem erheblichen Modernisierungsschub kam und die Industrieproduktion sank.

Der Straßenverkehr war hingegen mit einer ganz anderen Situation konfrontiert. Mit dem Ende der Blockkonfrontation zwischen Ost und West dehnte sich der europäische Wirtschaftsraum rasch aus. Die Volkswirtschaften Osteuropas begannen, sich mit denen im Westen des Kontinents zu verflechten. Dies ließ die Güterverkehrsströme in Europa deutlich anwachsen. Hinzu kamen in den letzten 20 Jahren wirtschaftliche Aufholprozesse in den Ländern Ost- und Südeuropas. Diese führten dort nicht nur zu Wohlstandsgewinnen, sondern auch zu mehr Personenverkehr. Der Straßenverkehr hat daher seinen Output in Form von Beförderungsleistungen seit 1990 sehr viel stärker gesteigert als die anderen emissionsstarken Sektoren. Dies hatte natürlich auch – vor allem in den ersten Jahren nach dem Fall der Blockgrenzen – einen Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emissionen zur Folge.

**Abbildung 1.1: CO<sub>2</sub>-Emissionen in der EU im Jahr 2010**  
nach Sektoren, in Prozent der Gesamtemissionen



Quelle: UNFCCC

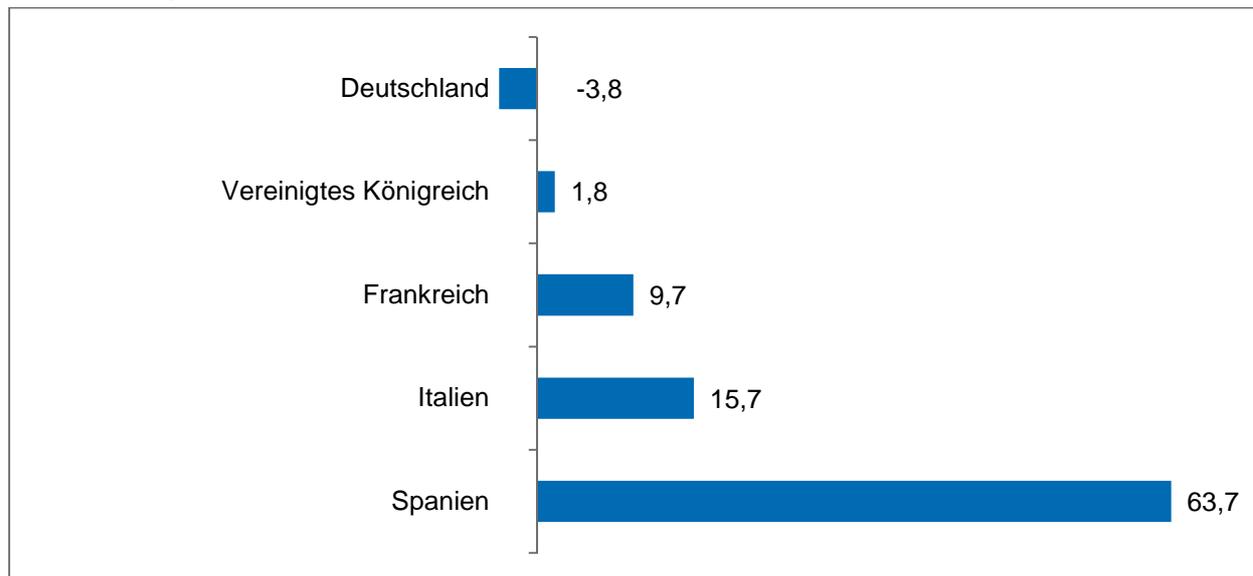
### 1.3 Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs in den großen EU-Ländern

In der EU stammen von den fünf großen Mitgliedsländern – Deutschland, Frankreich, Italien, Spanien und das Vereinigte Königreich – etwa 66 Prozent der Gesamtemissionen des Straßenverkehrs. Dies ist vor allem ihrer dominanten Größe und Wirtschaftskraft geschuldet. Gerade mit Blick auf Deutschland kommt noch hinzu, dass die Bundesrepublik seit dem Fall des Eisernen Vorhangs nicht mehr nur im geografischen Sinne im Herzen Europas liegt, sondern auch den Mittelpunkt des gesamteuropäischen Wirtschaftsraums bildet. Sie hat sich daher zur zentralen Logistkdrehscheibe des Kontinents entwickelt. Dies hat zur Folge, dass der Außenhandel der ost- und südosteuropäischen Länder zu großen Teilen über Deutschland abgewickelt wird, was hierzulande wiederum zu einem Anschwellen der Verkehrsmengen geführt hat.

Betrachtet man die Entwicklungen in den fünf großen EU-Staaten, so stellt man fest, dass sich die Emissionen des Straßenverkehrs seit 1990 sehr unterschiedlich entwickelt haben. Trotz deutlich höherer Verkehrsmengen hat Deutschland seine CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Straßenverkehr gegenüber 1990 um 3,8 Prozent reduziert (Abbildung 1.2). Das Vereinigte Königreich hat seine Emissionsmenge seit 1990 weitgehend stabil gehalten. Starkes Wachstum der Emissionen ist gerade in Spanien festzustellen. Spanien konnte aber im Betrachtungszeitraum auch sein Bruttoinlandsprodukt pro Kopf mehr als verdreifachen. Dieser wirtschaftliche Aufholprozess hat das Emissionswachstum auf der iberischen Halbinsel angetrieben.

**Abbildung 1.2: Emissionsentwicklung in großen EU-Ländern**

Veränderung zwischen 1990 und 2010, in Prozent

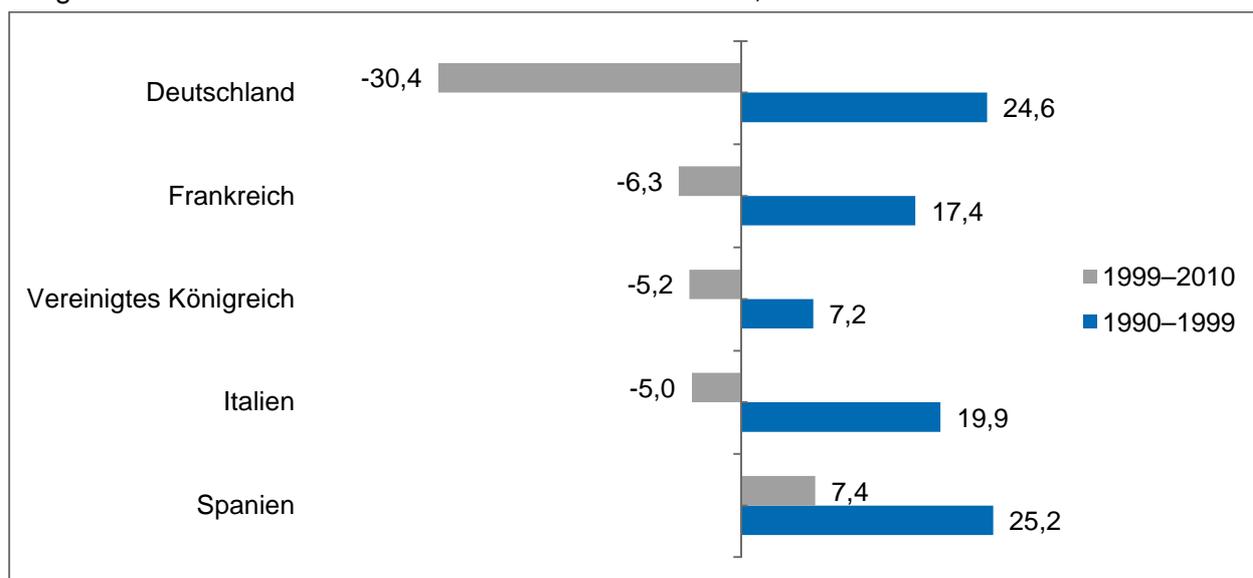


Quelle: UNFCCC

Die Emissionen des Straßenverkehrs wuchsen gerade in den frühen 1990er Jahren europaweit sehr dynamisch. In vielen Ländern kam es aber um die Jahrtausendwende zu einem Trendwechsel. Am größten war die Veränderung in Deutschland (Abbildung 1.3). Hierzulande sanken die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs zwischen 1999 und 2010 um 30,4 Millionen Tonnen, was einem Rückgang um mehr als 17 Prozent entspricht. Seit 2008 sind in Deutschland allerdings keine weiteren Reduktionsfortschritte mehr zu verzeichnen, während die Wirtschaftskrise in den Emissionsbilanzen der anderen EU-Länder ihre Spuren hinterlassen hat.

**Abbildung 1.3: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs in großen EU-Ländern**

Vergleich der Perioden 1990 bis 1999 und 1999 bis 2010, in Millionen Tonnen



Quelle: UNFCCC

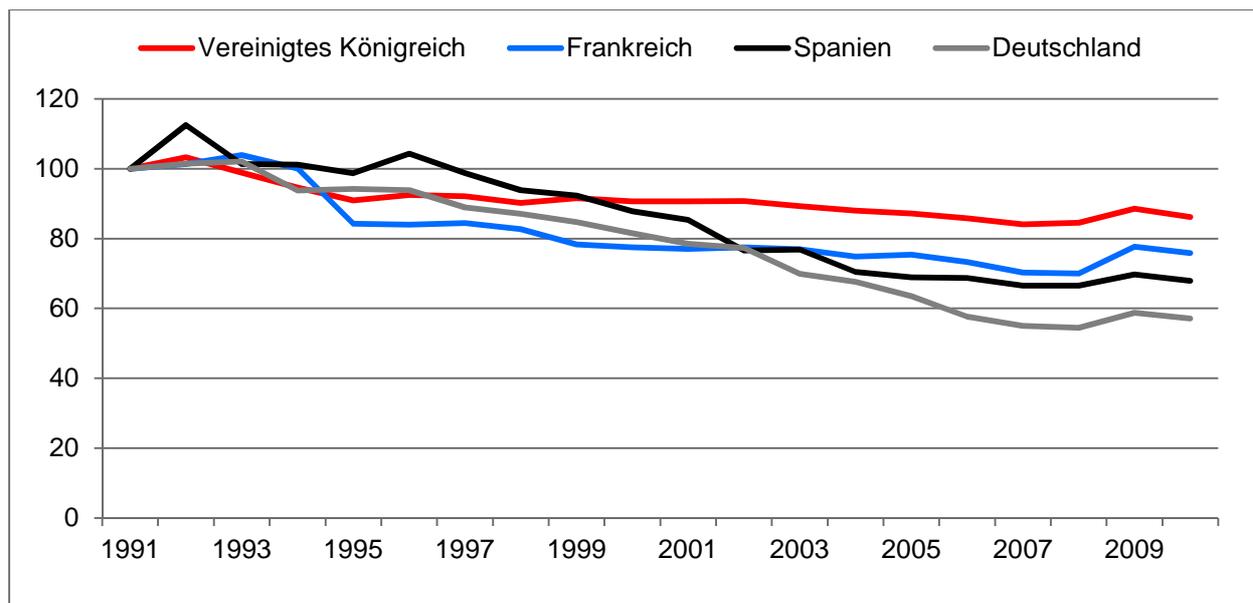
### 1.4 Emissionseffizienz im Straßenverkehr seit 1990

Der Output des europäischen Straßenverkehrs in Form von transportierten Gütern und Personen ist seit 1990 stark gestiegen. Die Betrachtung absoluter Emissionsmengen sagt aber wenig über die Emissionseffizienz der Output-Erstellung aus. Um die Effizienz zu bestimmen, muss zuerst die in Personen- und Tonnenkilometern gemessene Verkehrsleistung des Straßenverkehrs ermittelt werden.<sup>1</sup> Die so gewonnene Verkehrsleistung kann mit den CO<sub>2</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs in Relation gesetzt werden. Der Ausstoß pro Einheit Verkehrsleistung ist dann ein taugliches Maß für die Energieeffizienz des Straßenverkehrs.

In dieser Betrachtung zeigen sich bei allen Emissionsschwergewichten – allen voran Deutschland – große Effizienzsteigerungen seit 1990 (Abbildung 1.4). Bemerkenswert ist, dass ab 2008 alle Länder eine Effizienzverschlechterung aufweisen. Vieles spricht dafür, dass dies auf schlechter ausgelastete Lkw zurückzuführen ist. Doch trotz dieses Kriseneffekts zeigen die Zahlen deutliche Effizienzsteigerungen im europäischen Straßenverkehr auf, die aber von der mengenmäßigen Output-Steigerung insgesamt überkompensiert wurden.

**Abbildung 1.4: CO<sub>2</sub>-Emissionen in großen EU-Ländern je Verkehrsleistungseinheit**

Index: 1991 = 100



Quellen: UNFCCC, Eurostar, eigene Berechnungen

#### **Der Diesel hatte großen Anteil an der Entwicklung**

Einen großen Beitrag zur Effizienzsteigerung dürfte die zunehmende Verbreitung von Dieselfahrzeugen geleistet haben. Deren Anteil an den neu zugelassenen Pkws stieg in Westeuropa von knapp 14 Prozent im Jahr 1990 auf zuletzt über 50 Prozent an. Das hatte positive Auswirkungen auf den CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Personenverkehr, denn Dieselmotoren sind im Allgemeinen sparsamer als Benzinmotoren. Der Effizienzvorsprung des Diesels stammt vor allem daher, dass der Dieselmotor im Vergleich zum Benzinmotor ein effizienteres Verbrennungsverfahren

<sup>1</sup> Hierbei wird aus Gründen der Vereinheitlichung jeder Tonnenkilometer als 10 Personenkilometer gezählt.

benutzt. Ein wesentlicher Unterschied besteht darin, dass der Dieselmotor mit einer höheren Luftverdichtung arbeitet und auch höhere Verbrennungstemperaturen erreicht als der Benzinmotor. In der Summe ermöglicht dies einen höheren thermischen Wirkungsgrad, was mit einer höheren Effizienz des Motors gleichzusetzen ist. Allerdings haben die Benzinmotoren in den vergangenen Jahren große Effizienzsteigerungen verbuchen können. Eine große Rolle spielte dabei die Einführung der Benzindirekteinspritzung, die höhere Verdichtungen erlaubt und damit zu einer Annäherung an die Funktionsweise des Dieselmotors geführt hat.

## 2 CO<sub>2</sub>-Grenzwerte für Pkws in Europa

In den letzten Jahren haben steigende Ölpreise und die offenen Fragen des Klimaschutzes dazu geführt, dass in vielen Ländern der Gesetzgeber aktiv geworden ist, um die Kraftstoffverbräuche und damit auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs zu senken. Die EU gehört dabei zu den Vorreitern.

### 2.1 Grundidee: herstellerepezifische Grenzwerte

Das zentrale Klimaschutzvorhaben der EU im Straßenverkehr sieht vor, den durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoß aller Neuwagen in der EU ab dem Jahr 2015 auf 130 g CO<sub>2</sub>/km zu begrenzen. Um eine vernünftige Lastenverteilung zwischen den einzelnen Herstellern zu erreichen, hat sich die EU entschlossen, keinen einheitlichen Grenzwert einzuführen. Sie hat vielmehr ein Verfahren entwickelt, das herstellerepezifische Grenzwerte unter Berücksichtigung der verschiedenen Produktportfolios ermittelt. Diese herstellerepezifischen Grenzwerte ergeben im europäischen Flottendurchschnitt dann den Zielwert von 130 g CO<sub>2</sub>/km. Als differenzierender Faktor, der über die Höhe der herstellerepezifischen Grenzwerte bestimmt, wird auf das Gewicht der von einem Hersteller verkauften Neuwagen zurückgegriffen. Verbrauch und Emissionen jedes Neuwagens werden im offiziellen Messverfahren (Neuer Europäischer Fahrzyklus, NEFZ) ermittelt. Liegen die Emissionen der Neuwagen eines Herstellers im Durchschnitt über seinem vom Durchschnittsgewicht der Neuwagen bestimmten Grenzwert, dann muss der Hersteller empfindliche Strafzahlungen leisten. Die Höhe der Strafzahlung hängt von der Überschreitungshöhe und der Zahl der verkauften Neuwagen ab.

#### ***Herstellerepezifische Grenzwerte stehen für ein ungewöhnliches Vorgehen***

Diese Konstruktion weicht in mehreren Punkten von den Klimaschutzregeln für andere Sektoren ab. Anders als beispielsweise der Emissionshandel für energieintensive Branchen setzt die Grenzwertsetzung im Pkw-Bereich nicht an den tatsächlichen Emissionen des Sektors an. Stattdessen werden die rein technischen Emissionspotenziale der einzelnen Fahrzeuge reguliert. Dieses Emissionspotenzial hat natürlich Einfluss auf die tatsächlichen Emissionen des Straßenverkehrs, lässt aber außer Acht, wie viel und auch wie ein Auto gefahren wird. Eine Auswirkung auf die eigentliche Zielgröße „CO<sub>2</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs“ ist bei diesem Ansatz also nur mittelbar vorhanden. Dieser Regulierungsansatz stellt damit genau genommen eher eine Vorgabe von Effizienzzielen für die Fahrzeughersteller dar als den Versuch, die Emissionsmengen des Straßenverkehrs zu regulieren.

Auch der Ansatz, jedem Fahrzeughersteller eigene Emissionsgrenzwerte vorzugeben, weicht vom Vorgehen in anderen Sektoren ab. Im Gegensatz zum Emissionshandel gibt der Regulierer eine Lastenverteilung zwischen den Beteiligten weitgehend vor. Die Begründung für die Einführung firmenspezifischer Grenzwerte und damit unterschiedlicher Lasten liegt darin, dass die Autokäufer verschiedene Anforderungen an die Fahrzeuge stellen. Dies wiederum führt dazu, dass die Autohersteller unterschiedliche Produkte in ihren Portfolios haben und verschiedene Käuferschichten ansprechen. Dabei gibt es zahlreiche Spezialisierungen. Kaum ein Hersteller deckt alle Segmente des Marktes mit seinem Angebot ab.

Die Einbeziehung des Fahrzeuggewichts bei der Grenzwertsetzung ist ein Weg, die unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten eines Fahrzeugs zu berücksichtigen. Ein Familien-Van ist schwerer als ein Kleinwagen, bietet aber auch einen anderen Nutzen. Das Gewicht hat zudem einen erheblichen Einfluss auf Kraftstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen. Es ist den Gesetzen der Physik geschuldet, dass mit dem Gewicht eines Körpers die Energiemenge steigt, die notwendig ist, um ihn in Bewegung zu setzen. Im Fall von Pkws kann man als Faustformel sagen, dass der zusätzliche Energiebedarf für 100 kg Mehrgewicht durch einen Kraftstoffmehrverbrauch von etwa 0,4 bis 0,5 Litern gedeckt werden muss. Da zudem ein linearer Zusammenhang von Kraftstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen besteht, bestimmt das Fahrzeuggewicht notwendigerweise über die Emissionen eines Fahrzeugs mit.

### ***Ein einheitlicher Grenzwert für alle Hersteller hätte nicht funktioniert***

Aufgrund dieser Zusammenhänge wäre ein einheitlicher Grenzwert für alle Hersteller ein untaugliches Instrument gewesen. Er hätte vermutlich dazu geführt, dass Hersteller, die vor allem Kleinwagen produzieren, keine zusätzlichen Anstrengungen hätten unternehmen müssen. Hersteller, die vor allem schwerere Fahrzeuge bauen, wären hingegen mit hoher Wahrscheinlichkeit mit einem unmöglich zu erreichenden Wert konfrontiert worden. Das hätte den Effekt gehabt, dass ausgerechnet die Fahrzeugmodelle, die in großer Zahl auf Europas Straßen unterwegs sind, wenig Druck bekommen hätten. Für das übergeordnete Klimaschutzziel der EU wäre eine solche Regelung sinnlos gewesen, denn das Gros der tatsächlichen Emissionen des Straßenverkehrs stammt von den zahlreichen kleinen Fahrzeugen. Würde man hingegen alle Fahrzeuge mit besonders hohen Emissionen pro Kilometer vom Markt nehmen, wäre dies in der Emissionsstatistik kaum nachweisbar, da solche Autos in der europäischen Fahrzeugflotte relativ selten vertreten sind. So waren im Jahr 2012 nur 0,8 Prozent der neu zugelassenen Fahrzeuge in Deutschland der Oberklasse zuzurechnen.

Der Haupteffekt eines Einheitsgrenzwerts wäre wohl die Entwicklung eines Einheitsportfolios bei den Produkten gewesen. Die Premiumhersteller wären gezwungen gewesen, ihre Produktpalette in die unteren Segmente auszudehnen, beispielsweise durch Übernahmen. Um all dies zu vermeiden, hat man Autos, die aufgrund ihres Verwendungszwecks ein höheres Durchschnittsgewicht besitzen, auch höhere Verbräuche zugestanden. Gleichzeitig fordert der Gesetzgeber aber auch eine höhere Reduktionsleistung von ihnen.

## **2.2 Grenzwerte in Europa ab 2015**

Der firmenspezifische Grenzwert orientiert sich an der Struktur der von dem Hersteller in den Markt gebrachten Neuwagen. Die zulässigen CO<sub>2</sub>-Emissionen der Neuwagenflotte eines Herstellers hängen heute wiederum von vier Faktoren ab:

- dem europäischen Flottenzielwert von 130 g CO<sub>2</sub>/km,
- dem durchschnittlichen Gewicht der vom Hersteller verkauften Neuwagen,
- dem durchschnittlichen Gewicht der in den Jahren 2008 bis 2010 in der EU-27 verkauften Neuwagen – es betrug 1.372 kg –
- und einem Gewichtungsfaktor, der festlegt, wie stark die Emissionen zunehmen dürfen, wenn das Fahrzeuggewicht steigt. Dieser Faktor sorgt für die Verteilung der Reduktionslasten unter den Herstellern. Aktuell ist der Gewichtungsfaktor so gewählt, dass 100 kg Mehrgewicht den Grenzwert um 4,57 g CO<sub>2</sub>/km erhöhen.

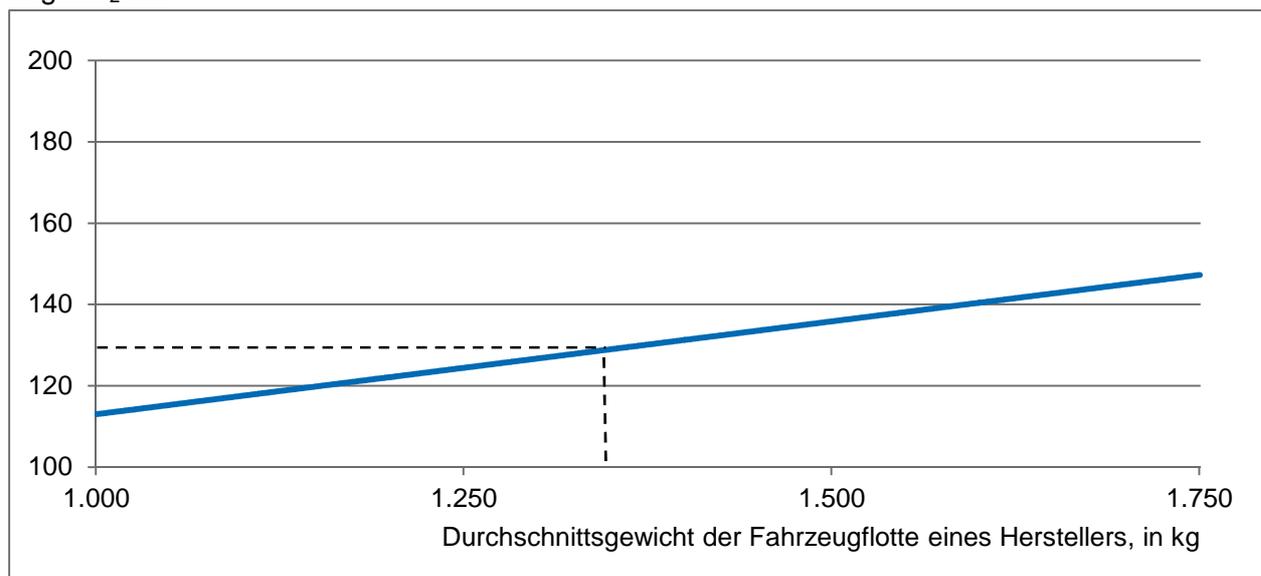
Diese Faktoren ergeben einen linearen Zusammenhang, der in Abbildung 2.1 skizziert ist. Der dargestellten Geraden liegt folgende Formel zugrunde:

$$\text{CO}_2 = 130 \text{ g CO}_2/\text{km} + 0,0457 \cdot (\text{Fahrzeuggewicht in kg} - 1.372 \text{ kg})$$

Jeder Hersteller kann mit dieser Gleichung seinen Zielwert berechnen, indem er das Durchschnittsgewicht seiner Fahrzeugflotte einsetzt. Ein Hersteller, dessen abgesetzte Neuwagen im Durchschnitt beispielsweise 1.250 kg wiegen, hat somit einen CO<sub>2</sub>-Zielwert von 124 g CO<sub>2</sub>/km. Beträgt das durchschnittliche Gewicht 1.750 kg, dann steigt der Zielwert auf 147 g CO<sub>2</sub>/km.

### Abbildung 2.1: CO<sub>2</sub>-Grenzwerte der EU für Pkws ab 2015

in g CO<sub>2</sub>/km



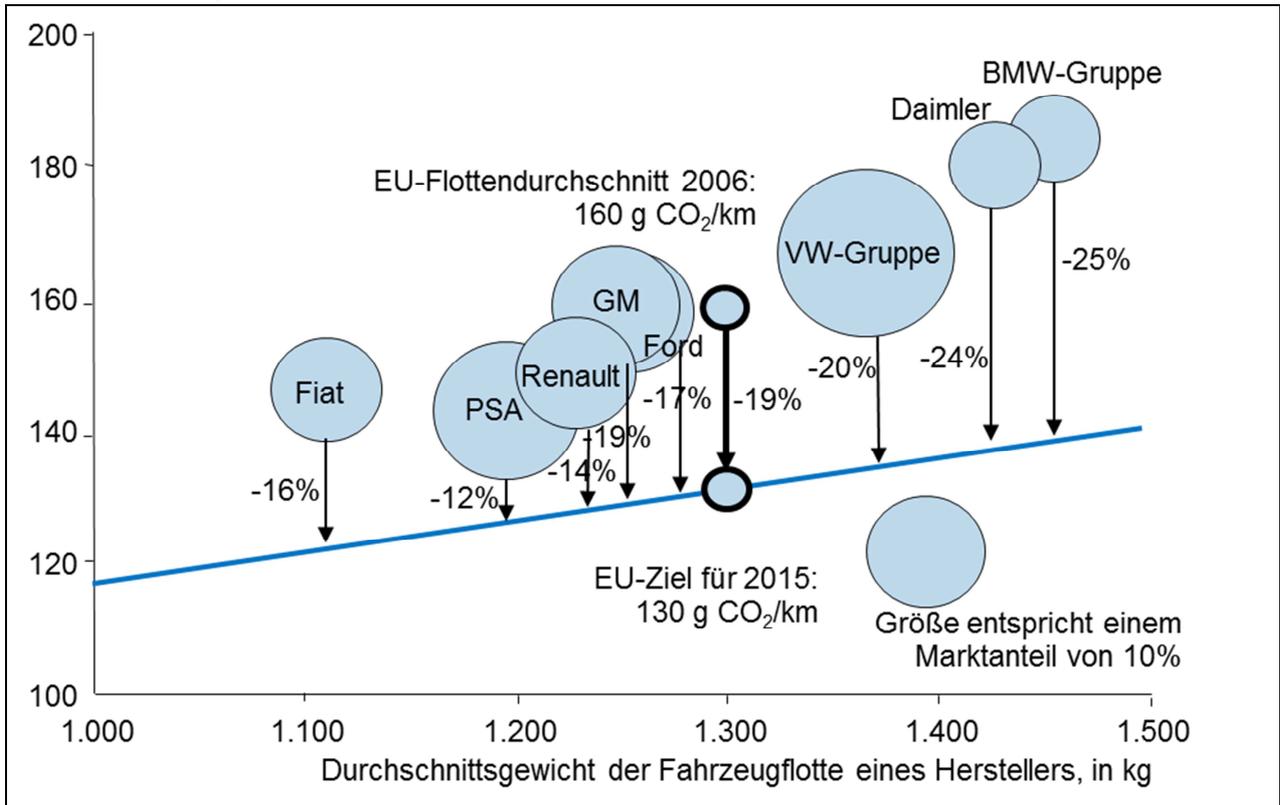
Quelle: EU

Im Durchschnitt liegt das Gewicht der europäischen Fahrzeuge bei 1.372 kg. Nur für dieses Gewicht gilt genau der Zielwert von 130 g CO<sub>2</sub>/km. Die firmenspezifischen CO<sub>2</sub>-Ziele liegen je nach dem Durchschnittsgewicht des Herstellerportfolios unter oder über 130 g CO<sub>2</sub>/km.

Letztlich bewirkt die Regulierung durch den Gewichtungsfaktor in Höhe von 0,0457, dass schwereren Autos zwar grundsätzlich mehr Spritverbrauch zugestanden wird. Gleichzeitig wird von ihnen aber eine wesentlich höhere Reduktionsleistung eingefordert. Einzelne prozentuale Reduktionsverpflichtungen basierend auf dem von der EU-Kommission gewählten Basisjahr 2006 sind der Abbildung 2.2 zu entnehmen.

**Abbildung 2.2: Geforderte Lastenverteilung für den Zeitraum von 2006 bis 2015**

Emissionen, in g CO<sub>2</sub>/km



Quelle: VDA

**Phasing-in bis 2015**

Ab dem Jahr 2015 müssen die durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen aller verkauften Neuwagen eines Herstellers dem herstellereigenen Grenzwert entsprechen, wenn Strafen vermieden werden sollen. Bis 2015 gibt es eine als „Phasing-in“ bezeichnete Einführungsphase, während der ein Hersteller nur einen Teil seiner Neuwagenflotte bei der Ermittlung seiner tatsächlichen Emissionswerte berücksichtigen muss. So sind im Jahr 2013 noch 75 Prozent der Neuwagen in die Ermittlung der Emissionen der Neuwagenflotte eines Herstellers einzurechnen. Dieser Anteil steigt auf 80 Prozent im Jahr 2014 und schließlich auf 100 Prozent im Jahr 2015.

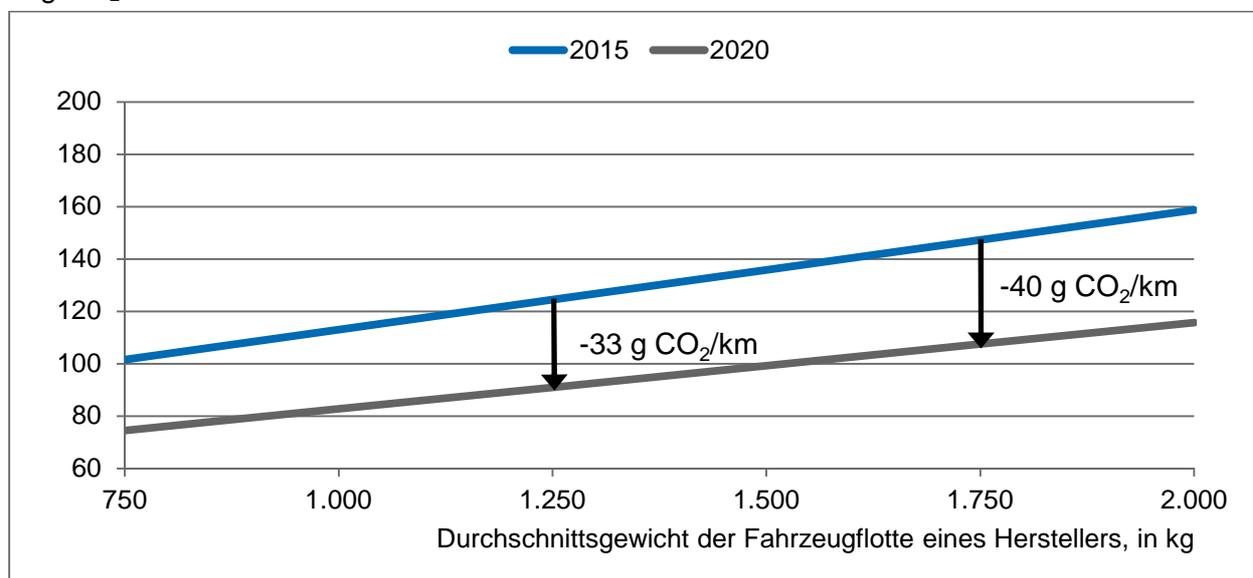
**2.3 Verschärfte Grenzwerte ab 2020**

Die EU-Kommission hat im Jahr 2012 eine deutliche Verschärfung der Grenzwerte ab 2020 vorgeschlagen. Die grundsätzliche Berechnungsmethode bleibt dabei gleich. Der Gesamtzielwert von 130 g CO<sub>2</sub>/km wird auf 95 g CO<sub>2</sub>/km gesenkt. Auch der Gewichtungsfaktor soll verändert werden. Die zulässigen Zusatzemissionen bei 100 kg Mehrgewicht sinken von 4,57 auf 3,33 g CO<sub>2</sub>/km, was bedeutet, dass der Druck auf die Hersteller schwererer Fahrzeuge überproportional gesteigert wird. Mit welchem Wert das durchschnittliche Neuwagengewicht in den Grenzwert eingehen wird, ist noch offen. Der Wert von 1.372 kg soll durch das Durchschnittsgewicht der in den Jahren 2017 bis 2019 verkauften Neuwagen ersetzt werden. Nimmt man an,

dass sich die Neuwagengewichte nicht verändern, so ergibt sich eine flachere und tiefer liegende Kurve, wie sie in Abbildung 2.3 dargestellt ist.

### Abbildung 2.3: EU-Grenzwerte für CO<sub>2</sub>-Emissionen

in g CO<sub>2</sub>/km



Quelle: EU

Gemäß dem Kommissionsvorschlag muss ein Fahrzeughersteller, dessen abgesetzte Neuwagen im Durchschnitt 1.250 kg wiegen, ab 2020 einen CO<sub>2</sub>-Zielwert von 91 g CO<sub>2</sub>/km erreichen (124 g CO<sub>2</sub>/km – 33 g CO<sub>2</sub>/km), jener mit einem durchschnittlichen Gewicht der Fahrzeugflotte von 1.750 kg erhält einen Zielwert von 107 g CO<sub>2</sub>/km (147 g CO<sub>2</sub>/km – 40 g CO<sub>2</sub>/km). Prozentual muss jeder Hersteller zwischen 2015 und 2020 somit den CO<sub>2</sub>-Ausstoß um 27 Prozent reduzieren. Geht man allerdings vom ursprünglich von der EU-Kommission gewählten Basisjahr 2006 aus, so kommt man auf sehr unterschiedliche prozentuale Anforderungen. So hätte ein Hersteller, dessen Fahrzeuge ein Durchschnittsgewicht von 2.000 kg aufweisen, zwischen 2006 und 2020 die Emissionen um 47 Prozent zu reduzieren. Ein Kleinwagenhersteller hingegen, dessen Fahrzeuge im Durchschnitt 1.000 kg wiegen, müsste in diesem Zeitraum den CO<sub>2</sub>-Ausstoß nur um 34 Prozent senken.

## 2.4 Strafen bei Grenzwertüberschreitung

Übersteigen die durchschnittlichen spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen eines Herstellers den ihm zugeordneten Grenzwert, so sind Strafzahlungen an die EU zu leisten. Deren Höhe hängt von dem Ausmaß der Überschreitung und der Zahl der verkauften Neuwagen ab. Im Prinzip beträgt die Strafe 95 Euro pro Gramm Grenzwertüberschreitung und verkauftem Neuwagen. Bis Ende 2018 gibt es aber eine Einführungsphase, die abgestufte Strafen vorsieht. Bis dahin wird erst ab einer Überschreitung des herstellerspezifischen Grenzwerts um drei Gramm die volle Strafe von 95 Euro pro Gramm fällig. Für die ersten drei Gramm gelten ermäßigte Strafen von 5 Euro für das erste Gramm, 15 Euro für das zweite Gramm und 25 Euro für das dritte Gramm Grenzwertüberschreitung. Der so ermittelte Wert wäre dann mit der Zahl der verkauften Neuwagen des Herstellers zu multiplizieren.

Im Vergleich zu anderen Bepreisungen von CO<sub>2</sub> sind diese Strafen sehr hoch. Geht man davon aus, dass ein durchschnittliches Fahrzeug in seinem Lebenszyklus insgesamt 200.000 km zurücklegt, dann bedeutet ein Gramm Grenzwertüberschreitung zusätzliche Emissionen von 200.000 g CO<sub>2</sub> im gesamten Lebenszyklus des Autos – also gerade einmal 200 kg CO<sub>2</sub> beziehungsweise 0,2 Tonnen CO<sub>2</sub>. Für das eine Gramm Grenzwertüberschreitung muss der Hersteller aber 95 Euro Strafe zahlen. Beim vollen Strafsatz entspricht dies einer Strafzahlung von 475 Euro pro zusätzlich ausgestoßene Tonne CO<sub>2</sub> (95 Euro/0,2 Tonnen = 475 Euro/Tonne). Im europäischen Emissionshandel war ein entsprechendes Zertifikat gegen Ende des Jahres 2012 für knapp über 5 Euro zu haben. Die EU betrachtet für das Jahr 2020 einen Zertifikatspreis von 30 Euro als angemessen. Verglichen damit soll eine Tonne CO<sub>2</sub> aus dem Straßenverkehr mehr als das 16-Fache kosten.

## 2.5 Ermittlung des Emissionsgrenzwerts: ein Rechenbeispiel

Angenommen ein Beispielhersteller baut die Fahrzeugmodelle A und B. Modell A hat ein Leergewicht von 1.200 kg, Modell B kommt auf 1.500 kg. Modell A wird 1,1 Millionen Mal verkauft und Modell B 900.000 Mal. Der herstellereigene Ziel- beziehungsweise Grenzwert errechnet sich dann wie folgt:

$$\begin{aligned} \text{Grenzwert} &= 130 \text{ g CO}_2/\text{km} + 0,0457 \cdot \left( \frac{1.100.000 \cdot 1.200 \text{ kg} + 900.000 \cdot 1.500 \text{ kg}}{2.000.000} - 1.372 \text{ kg} \right) \\ &= 128,3 \text{ g CO}_2/\text{km} \end{aligned}$$

Um den Ist-Wert zu bestimmen, werden zunächst im Rahmen der Typzulassung die Normemissionen der verschiedenen Fahrzeugmodelle im europäischen Testzyklus ermittelt und mit der Zahl der verkauften Neuwagen des jeweiligen Modells multipliziert. Angenommen Modell A emittierte im Test 120 g CO<sub>2</sub>/km und Modell B 150 g CO<sub>2</sub>/km, so ergibt sich für den Ist-Wert:

$$\text{Ist} = \frac{1.100.000 \cdot 120 \text{ g CO}_2/\text{km} + 900.000 \cdot 150 \text{ g CO}_2/\text{km}}{2.000.000} = 133,5 \text{ g CO}_2/\text{km}$$

Der Beispielhersteller würde also 5,2 g CO<sub>2</sub>/km über dem ihm zugewiesenen Zielwert liegen.

### **Strafzahlungen**

Gemäß den bis 2018 geltenden Regeln für Strafzahlungen betrüge die Strafe für das erste Gramm Überschreitung 5 Euro, für das zweite Gramm 15 Euro, das dritte Gramm 25 Euro und ab dem vierten Gramm Überschreitung 95 Euro. Hieraus ergibt sich im genannten Beispiel bei einer Zielverfehlung von 5,2 g CO<sub>2</sub>/km und einer abgesetzten Menge von 2 Millionen Pkws folgende Strafzahlung:

$$\begin{aligned} \text{Strafe 2018} &= 2.000.000 \cdot [( \text{Überschreitung in g CO}_2/\text{km} - 3 \text{ g CO}_2/\text{km} ) \cdot 95 \text{ Euro} \\ &\quad + 1 \text{ g CO}_2/\text{km} \cdot 25 \text{ Euro} + 1 \text{ g CO}_2/\text{km} \cdot 15 \text{ Euro} + 1 \text{ g CO}_2/\text{km} \cdot 5 \text{ Euro}] \\ &= 508 \text{ Millionen Euro} \end{aligned}$$

Ab dem Jahr 2019 würde die Strafe für eine Grenzwertüberschreitung von 5,2 g CO<sub>2</sub>/km dann 988 Millionen Euro betragen (5,2 g CO<sub>2</sub>/km · 95 Euro · 2.000.000 = 988 Millionen Euro).

### **Auswirkungen des Phasing-in**

Es sind aber noch einige Sonderregeln zu beachten. Eine davon besagt, dass die EU den Herstellern vor dem Hintergrund der langen Lebenszyklen der Fahrzeuge die Möglichkeit einräumt, für eine Einführungsphase bis 2015 nicht ihre komplette Neuwagenflotte bei der Berechnung des Ist-Werts zu berücksichtigen, sondern nur einen mit der Zeit wachsenden Anteil.

Für den Beispielhersteller hat dies zur Folge, dass er im Jahr 2013 nur 1.500.000 Fahrzeuge (75 Prozent von 2 Millionen) in der Berechnung seines Ist-Werts berücksichtigen muss und im Jahr 2014 dann 1.600.000 Stück, obwohl er in beiden Jahren 2.000.000 Fahrzeuge abgesetzt hat. Da der Hersteller natürlich seine effizientesten Fahrzeuge mit einbezieht, wird er in diesen Jahren alle Fahrzeuge vom Modell A für die Berechnung seines Flottendurchschnitts heranziehen. Aber vom Modell B werden im Jahr 2013 nur 400.000 (1,5 Millionen Fahrzeuge insgesamt minus 1,1 Millionen von Modell A) und im Jahr 2014 schließlich 500.000 Fahrzeuge eingerechnet. Dies führt dann zu folgenden Ist-Werten:

$$\text{Ist 2013} = \frac{1.100.000 \cdot 120 \text{ g CO}_2/\text{km} + 400.000 \cdot 150 \text{ g CO}_2/\text{km}}{1.500.000} = 128,0 \text{ g CO}_2/\text{km}$$

$$\text{Ist 2014} = \frac{1.100.000 \cdot 120 \text{ g CO}_2/\text{km} + 500.000 \cdot 150 \text{ g CO}_2/\text{km}}{1.600.000} = 129,4 \text{ g CO}_2/\text{km}$$

Der Beispielhersteller würde also bei unveränderten Modellen und Verkaufszahlen im Jahr 2013 die EU-Vorgaben erfüllen und müsste erst ab dem Jahr 2014 Strafzahlungen leisten. Da die Überschreitung im ersten Jahr aber nur 1,1 g CO<sub>2</sub>/km beträgt, müsste er im Jahr 2014 lediglich 13 Millionen Euro Strafe zahlen [(1 g CO<sub>2</sub>/km · 5 Euro + 0,1 g CO<sub>2</sub>/km · 15 Euro) · 2.000.000 = 13.000.000] und ab dem Jahr 2015 den vollen Satz von 508 Millionen Euro.

## **2.6 Grenzwerte im internationalen Vergleich**

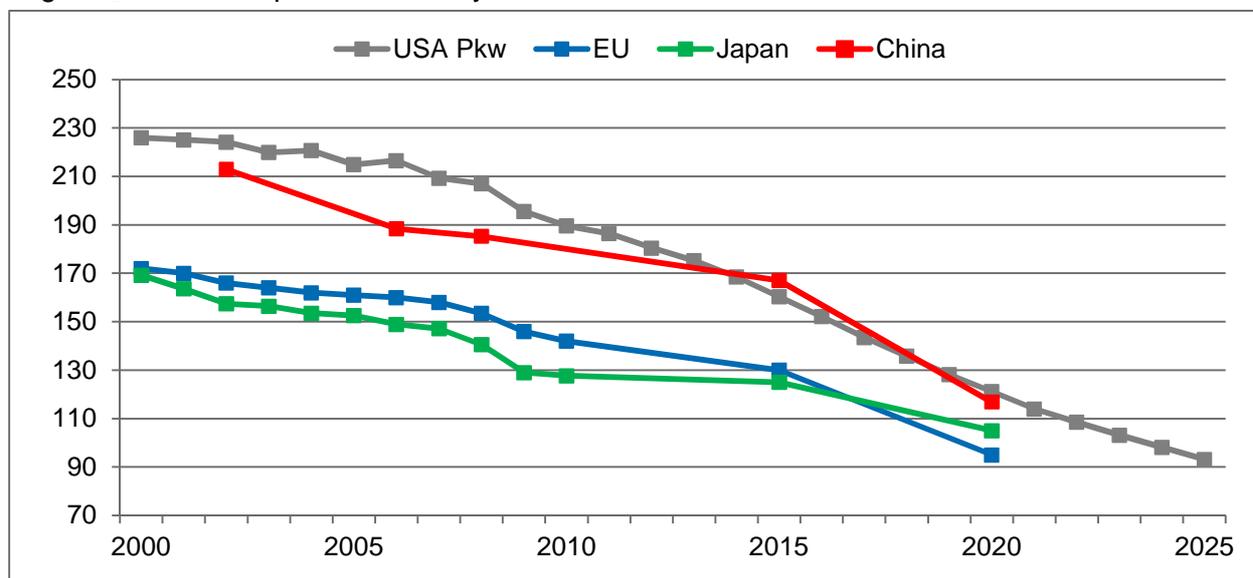
Obwohl die aktuelle CO<sub>2</sub>-Regulierung von Pkws einen relativ ungenauen Ansatz zur Steuerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs darstellt, findet er weltweit Anwendung. Neben der EU greifen auch alle anderen großen Automobilmärkte auf diesen Ansatz zurück. Allerdings werden in den einzelnen Ländern unterschiedliche Einheiten und Messverfahren verwendet. Die verschiedenen Grenzwerte können also nicht einfach nebeneinander gestellt werden, sondern müssen erst in einem recht aufwendigen Verfahren vergleichbar gemacht werden. Wenn eine solche Standardisierung durchgeführt wird, so zeigt sich, dass Europa und Japan aktuell über die schärfsten Regulierungen verfügen. Mit dem für 2020 vorgeschlagenen Grenzwert von 95 g CO<sub>2</sub>/km macht Europa die weltweit striktesten Vorgaben an die Autohersteller.

### **Beschleunigte Grenzwertverschärfungen nach 2015**

Für viele wichtige Automärkte gilt, dass die Reduktion der Normverbräuche nach 2015 deutlich beschleunigt werden soll. Künftig werden größere Senkungen in kürzeren Zeiträumen von den Herstellern verlangt. So bedeutet der geplante EU-Grenzwert von 95 g CO<sub>2</sub>/km eine Verschärfung um 27 Prozent in nur fünf Jahren. Der aktuelle Grenzwert von 130 g CO<sub>2</sub>/km sah noch eine Reduktion um 19 Prozent in neun Jahren vor. In Anbetracht dessen, dass die Entwicklung eines Pkws in der Regel vier bis fünf Jahre dauert und ein Modell dann etwa acht Jahre lang verkauft wird, sind die beschleunigten Reduktionspfade eine beträchtliche Herausforderung. Ein stan-

standardisierter Vergleich, der auch die beschleunigte Verschärfung von Emissionsgrenzwerten illustriert, findet sich in Abbildung 2.4. Damit hat Europa schon in 2020 den Grenzwert, den die USA erst als Zielmarke für 2025 setzt.

**Abbildung 2.4: CO<sub>2</sub>-Grenzwerte für Pkws in großen Automobilmärkten**  
in g CO<sub>2</sub>/km im europäischen Testzyklus



China: nur Benziner.

Quelle: ICCT

***In den meisten Ländern geht das Fahrzeuggewicht in die Grenzwerte ein***

Festzuhalten ist, dass die Regulierung auch in den USA, Japan und China an den Verbräuchen beziehungsweise Emissionen der Neuwagenflotten ansetzt. Japan und China differenzieren ihre Grenzwerte wie die EU über Fahrzeuggewichte, die USA nutzen die Fahrzeugaufstandsfläche – also die Fläche, die durch Reifen markiert wird – als Maß zur Lastenverteilung zwischen den Herstellern.

**2.7 Wo stehen die einzelnen Hersteller heute?**

Das Ziel von 130 g CO<sub>2</sub>/km im Jahr 2015 entspricht einer Emissionsreduktion um 19 Prozent gegenüber dem von der EU-Kommission gewählten Basisjahr 2006. Heute wird erwartet, dass dieses Ziel auch erreicht wird. Im Jahr 2011 wiesen die Neuwagen in der EU im Durchschnitt noch Emissionen von 136 g CO<sub>2</sub>/km auf. Das entspricht einer jährlichen Reduktion um 3,4 Prozent seit 2006. Schreibt man diesen Trend fort, so würden die Neuwagen in Europa im Jahr 2020 noch 99,4 g CO<sub>2</sub>/km ausstoßen.

***Auf das Volumensegment konzentrierte Hersteller haben das Ziel für 2015 bereits erreicht***

Einige Hersteller haben den Zielwert bereits erreicht. Hierzu zählen der PSA-Konzern, FIAT (ohne Chrysler) und Toyota (Tabelle 2.1). Es sind also vor allem jene Hersteller, die aufgrund des geringeren Durchschnittsgewichts ihrer Neuwagenflotten weniger strengen Vorgaben unterliegen. Es ist in diesem Zusammenhang aber auch zu vermerken, dass die Wirtschaftskrise der

letzten Jahre auch auf dem europäischen Automobilmarkt ihre Spuren hinterlassen hat. Die Kunden sind bei Neuanschaffungen sparsamer geworden und der Staat hat den Absatz von besonders verbrauchsarmen Fahrzeugen in manchen Ländern gefördert. Insgesamt sind die Emissionsunterschiede zwischen den Herstellern seit 2006 kleiner geworden und es ist vorgehen, dass die Streuung weiter abnehmen wird.

**Tabelle 2.1: CO<sub>2</sub>-Grenzwerte nach Hersteller**

in g CO<sub>2</sub>/km

Hersteller	Ist 2006	Ist 2011	Zielwert 2015	Zielwert 2020 <sup>1)</sup>
Daimler <sup>2)</sup>	184	153	138	101
BMW	182	145	138	101
Volkswagen	165	137	132	96
<b>EU-Durchschnitt</b>	<b>159</b>	<b>136</b>	<b>130</b>	<b>95</b>
General Motors	157	135	131	96
Renault-Nissan <sup>3)</sup>	150	134	127	93
Ford	162	132	127	93
Toyota	152	127	127	93
PSA	142	127	128	93
FIAT (mit Chrysler)	k. A.	122	121	88
FIAT (ohne Chrysler)	144	119	119	87

1) Unter der Annahme eines konstanten Durchschnittsgewichts der Neuwagenflotte.

2) Im Jahr 2006 DaimlerChrysler.

3) Im Jahr 2006: Renault: 147 g CO<sub>2</sub>/km, Nissan: 164 g CO<sub>2</sub>/km.

Quellen: EU, EEA

## 2.8 Mögliche Alternativen zu Emissionsgrenzwerten

Auch wenn Emissionsgrenzwerte für neu zugelassene Fahrzeuge in vielen Ländern verwendet werden, weisen sie als Instrument der Klimapolitik doch erhebliche Schwächen auf. Dazu gehört vor allem die geringe Zielgenauigkeit aufgrund des sehr mittelbaren Einflusses auf die tatsächlichen Emissionen des Straßenverkehrs. Zudem stehen einige Veränderungen im Verkehrssektor bevor, die eine Weiterführung der Regulierung durch Emissionsgrenzwerte infrage stellen.

Zunächst ist aber zu beachten, dass sich ein langfristiger technologischer Wandel abzeichnet. Es ist damit zu rechnen, dass in den kommenden Jahren die Antriebsstränge im Pkw zunehmend elektrifiziert werden. Für diese Fahrzeuge ist die derzeitige Regulierung aber relativ schlecht geeignet, da die tatsächlich anfallenden Emissionen nicht unbedingt dem Auto zugeordnet werden. Der Unterschied zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor liegt darin, dass die thermische Umwandlung von Brennstoff in Energie für das Elektroauto und für Plug-in-Hybriden

zumindest teilweise im Kraftwerk stattfindet und die dabei anfallenden Emissionen dem Energiesektor zugerechnet werden. Das konventionelle Fahrzeug führt diesen Prozess in seinem Verbrennungsmotor aus, weshalb ihm die Emissionen zugerechnet werden. Die pauschale Betrachtung eines Elektroautos als Null-Emissionsfahrzeug verzerrt daher die Bewertung zu Ungunsten der konventionellen Fahrzeuge. Alles in allem spricht also einiges dafür, für die weitere Klimaschutzpolitik im Straßenverkehr mögliche Alternativen zu diskutieren.

### ***Mineralölsteuererhöhungen***

Ein relativ einfaches Instrument besteht in einer europaweiten Anpassung der Mineralölsteuern. Dies würde ein klares Preissignal an die Autofahrer senden, die letztlich mit ihrer Kaufentscheidung und Fahrweise über die tatsächlichen Emissionen des Straßenverkehrs bestimmen. Beim Neuwagenkauf würde der Kraftstoffverbrauch als Entscheidungsparameter gestärkt und es könnte dazu kommen, dass einige Fahrten entfallen. Allerdings hat dieses Vorgehen auch erhebliche Schattenseiten. So ist Mobilität ein Grundbedürfnis der Menschen und gerade viele Berufstätige können die Zahl ihrer Fahrten kaum reduzieren. Es besteht also die Gefahr, dass eine höhere Mineralölsteuer den Bürgern in erheblichem Umfang Kaufkraft entzieht und das in einer Zeit, in der viele europäische Volkswirtschaften mit Rezessionen konfrontiert sind. Zudem ist hier die Frage nach der sozialen Verträglichkeit einer solchen Maßnahme zu stellen. Individuelle Mobilität darf nicht durch Besteuerung zum Luxusgut gemacht werden.

### ***Emissionshandel***

Ein weiteres viel genanntes Instrument wäre die Einbeziehung des Straßenverkehrs in den etablierten EU-Emissionshandel. In diesem System gibt der Staat eine über die Zeit abnehmende Emissionsobergrenze vor und überlässt es den Marktteilnehmern, die Reduktionslasten möglichst effizient zu verteilen. Aus ökonomischer Sicht ist der Emissionshandel ein sehr vorteilhaftes Verfahren, aber es ist fraglich, ob das Emissionshandelssystem zum Straßenverkehr passt. Es wäre unrealistisch, allein in Deutschland mehr als 40 Millionen Autofahrer am Handelssystem zu beteiligen. Dies würde das System überlasten. Auch die Kontrolle wäre kaum zu leisten. Daher gibt es Überlegungen, stattdessen die Kraftstoffhersteller in den Handel einzubeziehen. Ein solcher Ansatz würde von der Wirkung her einer zusätzlichen Mineralölsteuer ähneln, wobei sich der Zuschlag pro Liter Benzin an den CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten im gesamten Emissionshandel orientieren würde. In Anbetracht dessen, dass die Zahlungsbereitschaft der Menschen für Mobilität sehr hoch ist, wäre zudem zu erwarten, dass die Minderungsleistung eher von den anderen am Handel beteiligten Sektoren zu erbringen wäre, was diese wiederum leicht überfordern könnte.

Einen regulatorischen Königsweg gibt es nicht, alle Konzepte weisen Schwächen auf. Dennoch sollte in den nächsten Jahren umfassend diskutiert werden, welches Regulierungssystem auch aufgrund veränderter Technologien (Zunahme von E-Fahrzeugen) sinnvoll ist.

## **3 Messverfahren und ergänzende Vorschriften in Europa**

Die in die Berechnungen von Kapitel 2 eingehenden Normverbräuche sind das Ergebnis von standardisierten Testvorschriften und Messverfahren, welche die EU definiert hat. Die konkrete Ausgestaltung dieser grundlegenden Verfahren hat erhebliche Konsequenzen für die Höhe der im Test ermittelten Emissionswerte und für die durch technischen Fortschritt künftig erzielbaren Werte. Dadurch haben die Verfahren auch erheblichen Einfluss auf die praktische Ausgestal-

tung und Wirkung von Grenzwerten, weshalb an dieser Stelle genauer auf die Verfahren eingegangen wird, die der europäischen Regulierung zugrunde liegen.

### 3.1 Grundidee: Ermittlung rechtssicherer Daten durch standardisierte Verfahren

Auf den ersten Blick ähneln sich die Regulierungsansätze in den wichtigen Automobilmärkten sehr stark. Auch die verwendeten Test- und Messverfahren weisen gewisse Parallelen auf. So erfolgt die Messung von Normverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen stets, indem ein Fahrzeug unter Laborbedingungen einen genormten Fahrzyklus auf einem Rollenprüfstand abfährt, aber nie in einer realen Fahrsituation auf der Straße. Dabei werden der Kraftstoffverbrauch, aber auch die Emissionen von CO<sub>2</sub> und Schadstoffen mit genau vorgegebenen Verfahren gemessen. Doch hier steckt der Teufel im Detail, denn die einzelnen Länder benutzen unterschiedliche Messverfahren. Die Unterschiede bei den Verfahren führen dazu, dass ein Fahrzeug weltweit mit sehr unterschiedlichen Emissionswerten zertifiziert werden kann. Für die Ermittlung der Emissionswerte ist der verwendete Fahrzyklus von besonderer Bedeutung, denn er gibt den Rahmen für die Emissionsmessung vor. Aber auch die eigentlichen Messverfahren und Randbedingungen, mit denen die ausgestoßenen Mengen von CO<sub>2</sub> und Schadstoffen erfasst werden, können erheblich voneinander abweichen.

#### ***Vorgabe von Fahrzyklen und Messvorschriften ist eine hoheitliche Aufgabe***

Große Bedeutung gewinnen die Messverfahren dadurch, dass eine Vielzahl von Gesetzen auf sie zurückgreift. Ein Beispiel hierfür ist die deutsche Kfz-Steuer, aber auch die CO<sub>2</sub>-Grenzwerte der EU basieren auf den Ergebnissen dieser Messverfahren. Damit ein Pkw am Markt zugelassen wird, muss der Hersteller zudem über einen vorgeschriebenen Test nachweisen, dass die Grenzwerte für Schadstoffemissionen eingehalten werden. Aufgrund der erheblichen rechtlichen Konsequenzen ist die Entwicklung und Überwachung des Testverfahrens eine hoheitliche Aufgabe und obliegt Behörden oder besonders zertifizierten Prüforganisationen. Kernbestandteil des offiziellen Testverfahrens ist ein vordefinierter Fahrzyklus. Dieser soll für sein Geltungsgebiet abbilden, wie ein typischer Autofahrer in der Stadt, auf dem Land oder auf der Autobahn fährt. Auch die im Labor zu verwendenden Messverfahren sind vorgegeben.

#### ***Der europäische Fahrzyklus ist auf den Antriebsstrang konzentriert***

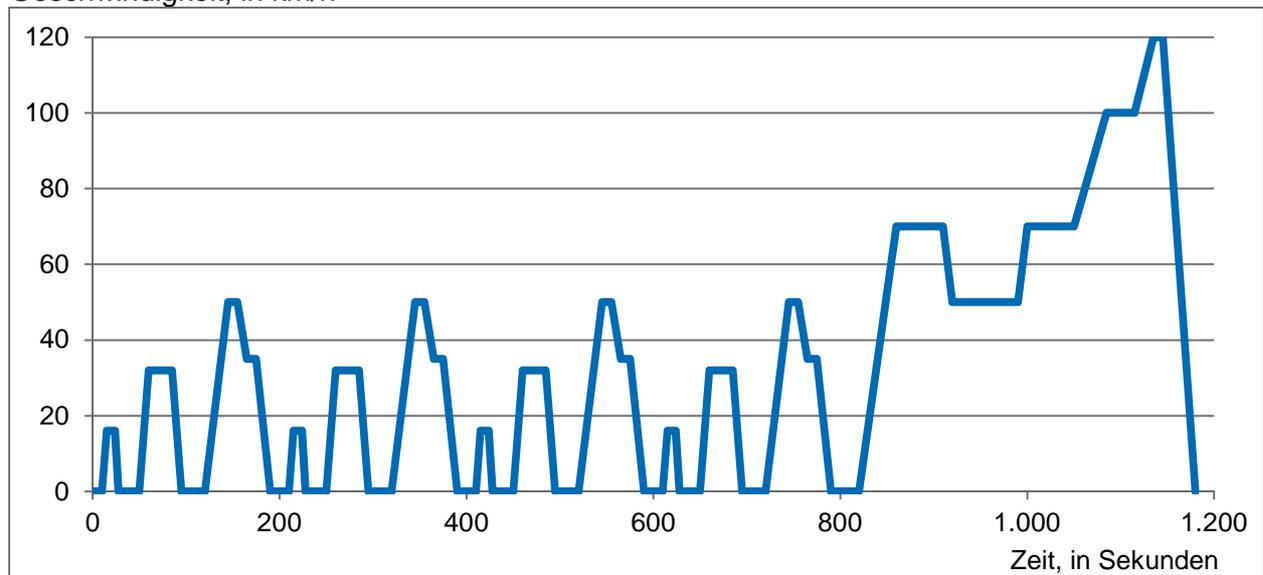
Die Methoden zur Ermittlung der europäischen Grenzwerte bilden vor allem die Effizienz des Antriebsstrangs ab. Das war kein Problem, solange die Ermittlung der Schadstoffemissionen der Fahrzeuge im Zentrum der Untersuchungen stand. Bei der Ermittlung von Normverbräuchen und CO<sub>2</sub>-Emissionen sieht das anders aus. Zum Gesamtsystem Fahrzeug gehören nämlich mehr Komponenten als nur der Antriebsstrang. Diese emittieren zwar keine klassischen Schadstoffe, verbrauchen aber Energie und beeinflussen somit den realen Verbrauch der Fahrzeuge. Effizienzsteigerungen bei diesen Komponenten und Technologien werden jedoch nicht im normalen Testverfahren ermittelt. Um diesem Defizit zu begegnen und um klimafreundliche Innovationen unabhängig von der Erfassung im vorgeschriebenen Messverfahren zu fördern, wurden weitere Vorschriften erlassen. Hierunter nehmen zwei Punkte eine herausgehobene Stellung ein: Ökoinnovationen (Abschnitt 3.4) und Supercredits (Abschnitt 3.5).

### 3.2 Der Neue Europäische Fahrzyklus (NEFZ)

Für die EU-Länder liegt die Zuständigkeit für Fahrzyklen und Messverfahren bei der EU. Seit 1996 wird der „Neue Europäische Fahrzyklus“ (NEFZ) als gemeinsames Verfahren vorgeschrieben. Er definiert für alle EU-Staaten einen einheitlichen Ablauf und wurde primär dafür entwickelt, einen realistischen Messrahmen für den Schadstoffausstoß der Fahrzeuge zu erhalten. Für den NEFZ gilt noch mehr als für andere Fahrzyklen, dass er einen Kompromiss darstellt, denn tatsächlich sind die realen Fahrprofile in den einzelnen Mitgliedstaaten recht unterschiedlich. Das ist beispielsweise auf unterschiedliche zulässige Geschwindigkeiten zurückzuführen. Aber auch die Nutzung von Klimaanlage wird in Finnland anders ausfallen als in Spanien. Zudem kann im Realbetrieb die Gewichtung von Stadt- und Überlandverkehr je nach Land anders ausfallen. Aufgrund der vielen Kompromisse kann es zu erheblichen Abweichungen von Standard- und Realverbräuchen kommen. Wie in jedem Fahrzyklus ist auch im NEFZ eine bestimmte Abfolge von definierten Beschleunigungs- und Bremsvorgängen vorgesehen (Abbildung 3.1), mit denen Stadt-, Land- oder Autobahnsituationen abgebildet werden.

**Abbildung 3.1: Der Neue Europäische Fahrzyklus (NEFZ)**

Geschwindigkeit, in km/h



Quelle: EU

Der Test wird unter standardisierten Bedingungen durchgeführt. Beispielsweise werden moderate Außentemperaturen vorgegeben und auf den Einsatz vorhandener Heiz- und Klimasysteme wird verzichtet. Auch Stromverbraucher, wie etwa Entertainmentsysteme, sind während des Tests abgeschaltet. Der NEFZ ist also stark auf die Effizienz des Motors konzentriert und nicht so sehr auf das Gesamtsystem Fahrzeug.

In wichtigen Automobilländern wie den USA oder Japan wird mit Fahrzyklen gearbeitet, die teilweise erheblich vom NEFZ abweichen. Da die unterschiedlichen Messmethoden sehr hohe Kosten bei der Fahrzeugentwicklung verursachen, laufen derzeit die Arbeiten an einem global einheitlichen Testzyklus (Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure – WLTP-Zyklus), der nach heutigen Planungen ab 2020 die derzeitigen Fahrzyklen ersetzen soll.

**Zum Vergleich: Der japanische JC08-Zyklus**

Der japanische JC08-Zyklus soll vor allem das Fahren in einer Stadt mit viel Stop-and-Go-Verkehr abbilden, was gerade im Ballungsraum Tokio einen Großteil des Straßenverkehrs ausmacht. Aus diesem Grund enthält der JC08-Zyklus unregelmäßige Beschleunigungs- und Bremsprozesse sowie lange Standzeiten. Ein wichtiges Kennzeichen sind die geringen Geschwindigkeiten in diesem Zyklus. In dem Teil des Fahrprofils, das den Stadtverkehr repräsentiert, werden in der Spitze 60 km/h gefahren. Im Überlandanteil wird maximal auf etwas mehr als 80 km/h beschleunigt. Zur Ermittlung der Emissionswerte wird der Zyklus in Japan zweimal abgefahren: einmal als Kaltstart und einmal mit warmem Motor. Der Emissionswert errechnet sich aus einem gewichteten Durchschnitt der beiden Durchläufe. Seit Oktober 2011 geht der Durchgang mit kaltem Motor zu 25 Prozent in den Gesamtwert ein, während der Durchlauf mit warmem Motor mit 75 Prozent gewichtet wird.

**Zum Vergleich: Der amerikanische FTP 75-Zyklus**

In den USA ist der wohl komplexeste Fahrzyklus entwickelt worden. Eigentlich werden dort mit dem Stadtzyklus FTP 75, einer Highway-Messfahrt sowie den Spezialzyklen US 06 für aggressives und SC 03 für klimatisiertes Fahren vier verschiedene Messverfahren benutzt, die sich in der Summe am Fahrverhalten der Amerikaner orientieren sollen. Die Basis ist dabei der FTP 75-Zyklus, der Bedingungen simulieren soll, die im morgendlichen Berufsverkehr von Los Angeles herrschen. Der FTP 75 zerfällt in drei Phasen: eine Kaltstartphase, eine Übergangsphase und eine Warmstartphase. Die Emissionsmesswerte der drei Phasen gehen gewichtet in den ausgewiesenen Gesamtwert ein. In der Kalt- und der Warmstartphase werden die gleichen Geschwindigkeitsprofile abgefahren, wobei bei recht scharfen Beschleunigungsvorgängen Höchstgeschwindigkeiten von etwa 90 km/h gefahren werden. In der am höchsten gewichteten Übergangsphase wird mehrfach auf knapp 50 km/h beschleunigt.

### 3.3 Sondervorschriften für Elektrofahrzeuge

Für Fahrzeuge mit einem Elektroantrieb, die ihre Energie ganz oder teilweise aus dem Stromnetz beziehen, gelten besondere Vorschriften zur Ermittlung ihrer CO<sub>2</sub>-Emissionen. In diese Kategorie fallen im Prinzip zwei Fahrzeugarten – das reine Elektroauto (BEV – Battery Electric Vehicle) und der Plug-in-Hybrid (PHEV – Plug-in-Hybrid-Electric Vehicle). Normale Vollhybriden fallen nicht unter diese Vorschriften, da sie ihre gesamte Bewegungsenergie aus dem Verbrennungsmotor beziehen.

**Batteriegetriebene Autos gelten als Null-Emissionsfahrzeuge**

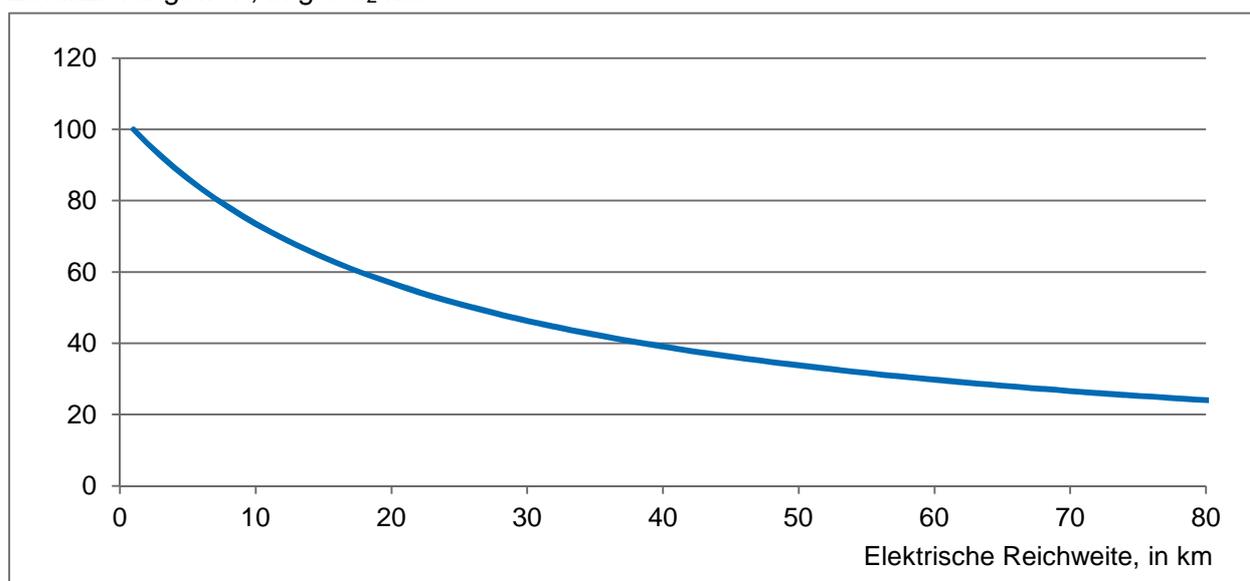
Das BEV gilt als Fahrzeug ohne CO<sub>2</sub>-Emissionen, da es während des Testzyklus kein CO<sub>2</sub> ausstößt. Das bedeutet, dass die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stromerzeugung nicht berücksichtigt werden. Auch wenn es an dieser Stelle eine Unschärfe gibt, kann man der dahinter stehenden Argumentation folgen, da der für die Fahrzeuge produzierte Strom dem Emissionshandel unterliegt. Da die Emissionen der Stromerzeugung hierdurch gedeckelt sind, bewirkt der Zusatzverbrauch der Elektrofahrzeuge theoretisch keine Zunahme der Gesamtemissionen. Das gilt jedenfalls so lange, wie nicht die Zahl der Emissionszertifikate wegen des steigenden Anteils an Elektroautos erhöht wird. Ein weiteres Argument für diese Behandlung reiner Elektrofahrzeuge besteht darin, dass auch bei den konventionellen Fahrzeugen die Emissionen der Kraftstoffbereitstellung nicht berücksichtigt werden, da sie im Rahmen der Klimaberichterstattung dem Sektor Energieerzeugung zugeschlagen werden (vgl. Abbildung 1.1).

**Bei Plug-in-Hybriden müssen beide Antriebsarten berücksichtigt werden**

Bei PHEV ist die Berechnung deutlich komplizierter, da solche Fahrzeuge über zwei unabhängige Energiequellen verfügen. Für sie wird bei der Berechnung des Normausstoßes eine Kombination aus den Emissionen bei Nutzung der verschiedenen Antriebsarten gebildet. In die Berechnung gehen die elektrische Reichweite des Fahrzeugs ein und die CO<sub>2</sub>-Emissionen, die es im NEFZ ausstößt, wenn es mit dem Verbrennungsmotor fährt. Zudem wird die Annahme getroffen, dass der Nutzer eines PHEV sein Fahrzeug im Durchschnitt nach 25 km Fahrtstrecke auflädt. Abbildung 3.2 stellt den Zertifizierungswert für ein PHEV in Abhängigkeit von der elektrischen Reichweite dar. Es wird dabei unterstellt, dass es unter Nutzung des Verbrennungsmotors 100 g CO<sub>2</sub>/km im NEFZ emittiert. Der Normausstoß ab einer elektrischen Reichweite von 25 km liegt bei 50 g CO<sub>2</sub>/km. Diese Relation ist vom gemessenen CO<sub>2</sub>-Ausstoß des Verbrennungsmotors unabhängig. Eine elektrische Reichweite von 25 km führt immer zu einer Halbierung des Normausstoßes gegenüber den Werten, die bei Nutzung des eingebauten Verbrennungsmotors gemessen werden. Eine elektrische Reichweite von 50 km bewirkt eine Reduktion um zwei Drittel.

**Abbildung 3.2: CO<sub>2</sub>-Zertifizierung von Plug-in-Hybriden**

Zertifizierungswert, in g CO<sub>2</sub>/km



Quelle: EU

**3.4 Ökoinnovationen – ein Innovationsanreiz**

Als Ökoinnovationen werden technische, direkt auf das Fahrzeug bezogene Maßnahmen bezeichnet, die auf neuartige Weise die CO<sub>2</sub>-Emissionen eines Fahrzeugs mindern, aber im offiziellen Prüfverfahren (NEFZ) nicht abgebildet werden können. Genau genommen ermöglichen Ökoinnovationen, die Fixierung auf den Verbrauch des Antriebsstrangs teilweise aufzuheben und stattdessen den Blick auf das Gesamtfahrzeug zu erweitern. Zu den Ökoinnovationen zählen besonders sparsame Beleuchtungssysteme, Solardächer oder auch Geräte zur Wandlung der Abwärme in elektrische Energie. Durch den Einbau von Ökoinnovationen kann sich ein Hersteller Reduktionen von bis zu 7 g CO<sub>2</sub>/km anrechnen lassen.

**Ökoinnovationen müssen strikte Anforderungen erfüllen**

Die Anrechnung ist aber nur möglich, wenn die entsprechende Technologie einer Prüfung durch die Genehmigungsbehörden standhält. Die Behörden legen dabei recht strenge Anforderungen an. Damit eine Technologie als Ökoinnovation anerkannt wird, muss beispielsweise nachgewiesen werden, dass

- im Test mindestens eine Reduktion um 1 g CO<sub>2</sub>/km erreicht wird,
- die Wirksamkeit nicht vom Verhalten des Fahrers abhängt,
- die Innovation dem jeweiligen Hersteller oder Zulieferer nachweislich zuzuordnen ist,
- sie nicht bereits Gegenstand einer anderen EU-Regulierung ist,
- ihre Wirkung nicht im NEFZ erfasst wird und
- sie in weniger als 3 Prozent der Neuwagen des Jahres 2009 eingesetzt wurde.

Die Erfüllung dieser Vorgaben muss von einer zertifizierten Prüfstelle bestätigt werden. Wenn eine Ökoinnovation anerkannt wird, dann kann ein Hersteller für ein damit ausgerüstetes Fahrzeugmodell eine Typpgenehmigung unter Einschluss der Ökoinnovation beantragen. Das Fahrzeugmodell geht anschließend mit dem geminderten Wert in die Berechnung des herstellerspezifischen Grenzwerts ein. Der niedrigere Emissionswert gilt dabei nur für Fahrzeuge, in denen die entsprechende emissionsenkende Technik auch tatsächlich eingebaut wurde.

**3.5 Supercredits – ein Anreiz zum Verkauf besonders emissionsarmer Autos**

Ein weiteres Instrument, mit dem gezielt besonders emissionsarme Fahrzeuge gefördert werden können, sind die sogenannten Supercredits. Dieses Instrument wird in den meisten wichtigen Automobilmärkten zur Förderung von Elektrofahrzeugen verwendet.

Mit dem Begriff „Supercredit“ wird die Möglichkeit beschrieben, ein besonders emissionsarmes Fahrzeug mehrfach auf das Flottenziel eines Autoherstellers anzurechnen. Bis zum Jahr 2015 werden in der EU Pkws mit einem Ausstoß von weniger als 50 g CO<sub>2</sub>/km mit einem höheren Faktor bei der Berechnung des Flottenverbrauchs der Hersteller angesetzt. Emissionswerte von unter 50 g CO<sub>2</sub>/km werden derzeit eigentlich nur von Plug-in-Hybriden und Elektroautos erreicht.

***In der EU werden Supercredits relativ restriktiv eingesetzt***

Derzeit werden in der EU Supercredits für Pkws mit Emissionen von weniger als 50 g CO<sub>2</sub>/km gewährt. Es handelt sich aber um eine degressiv gestaltete Regelung, die zudem im Jahr 2015 auslaufen soll. Bis dahin werden in der EU Supercredits mit folgenden Faktoren auf die Flottenziele angerechnet:

- mit dem Faktor 3,5 im Jahr 2013,
- mit dem Faktor 2,5 im Jahr 2014 und
- mit dem Faktor 1,5 im Jahr 2015.

Das bedeutet: Verkauft ein Hersteller im Jahr 2013 ein Elektrofahrzeug, werden dessen CO<sub>2</sub>-Emissionen (0 g CO<sub>2</sub>/km) bei der Berechnung des Flottenziels des Herstellers so gewertet, als hätte er 3,5 Autos mit diesem Emissionsniveau abgesetzt. Hierdurch entsteht ein hoher Inno-

tionsanreiz, denn der Hersteller wird belohnt, wenn er sehr effiziente Fahrzeuge besonders früh vermehrt auf den Markt bringt.

Zwischen 2015 und 2020 sollen in der EU nach heutigem Stand keine Supercredits mehr gewährt werden. Danach sollen sie laut EU-Kommission wieder eingeführt werden, aber in einem sehr bescheidenen Umfang. Der EU-Vorschlag für Supercredits für den Zeitraum von 2020 bis 2023 beinhaltet eine 1,3-fache Anrechnung von Pkws unter 35 g CO<sub>2</sub>/km mit einem Kontingent von maximal 20.000 Pkws pro Hersteller im gesamten Zeitraum. Es würden also in jedem Land der EU nur ein paar hundert Fahrzeuge pro Hersteller und Jahr förderfähig sein. In anderen Ländern sind die Rahmenbedingungen für Supercredits großzügiger. Die USA gewähren technologiespezifisch einen Multiplikator zwischen 1,5 und 2 für elektrische Fahrzeuge. In China ist eine Mehrfachanrechnung von batterieelektrischen Fahrzeugen und Brennstoffzellenfahrzeugen mit dem Faktor 5 vorgesehen.

### ***Supercredits sollen vor allem Innovationen fördern ...***

Dass Supercredits in einigen Teilen der Welt so großzügig gewährt werden, hat einfache Gründe. Das eigentliche Ziel des Gesetzgebers bei der Gewährung von Supercredits besteht darin, eine schnellere Marktdurchdringung von besonders emissionsarmen Fahrzeugen zu erreichen. Ein rascherer Markthochlauf wirkt sich einerseits positiv auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs aus und soll andererseits eine beschleunigte Stückkostendegression bewirken, wodurch diese Fahrzeuge dann schneller massenmarkttauglich werden sollen. Dies ist vor allem für die in der Herstellung sehr teuren Elektroautos und Plug-in-Hybriden ein wichtiger Prozess, weshalb Supercredits in vielen Ländern zur Förderung dieser Technologien eingesetzt werden.

### ***... und sie kosten den Staat nichts***

Zudem sind Supercredits eine Art der Förderung von besonders emissionsarmen Fahrzeugen, deren Kosten nicht beim Staat, sondern bei den Fahrzeugherstellern anfallen. Genau genommen entsprechen sie einer privatisierten Kaufprämie, wobei die Prämie vom Autohersteller bezahlt wird. Dies geschieht, weil Supercredits für den Autohersteller einen Anreiz darstellen, besonders emissionsarme Fahrzeuge durch interne Quersubventionierung zu verbilligen und so den Absatz zu fördern. Durch die Mehrfachanrechnung erhält der Hersteller den Anreiz, diese Fahrzeuge gegebenenfalls sogar unter dem Herstellungspreis abzugeben und diese Verluste an anderer Stelle zu kompensieren, beispielsweise durch vermiedene Strafzahlungen.

## 4 Häufig gestellte Fragen

### 4.1 Warum können Normverbrauch und Realverbrauch voneinander abweichen?

Standardisierte Messverfahren sollen einheitliche Vorgaben an die Hersteller ermöglichen. Sie werden vor allem entwickelt, um der Politik einen Maßstab für Regulierungen zu liefern. Sie sind nicht dafür gedacht, alle realen Fahrzustände abzubilden. Sie sollen vielmehr rechtssichere Daten über den Normverbrauch und die Schadstoffemissionen eines Fahrzeugs bereitstellen. Hieraus ergibt sich auch ein Vergleichsmaßstab für den Verbraucher, aber keine Verbrauchsprognose, denn jeder Zyklus setzt standardisiertes Fahrverhalten und genormte Umweltbedingungen voraus. In der Realität fährt aber jeder Autofahrer seinen eigenen Fahrstil. Ein genormter Fahrzyklus stellt daher ein Durchschnittsprofil dar, welches die Realität in seinem Geltungsraum näherungsweise abbilden soll. Von ihrer Natur her sind Fahrzyklen immer Kompromisse, weshalb sie sich in der Regel nicht immer mit den Erfahrungen einzelner Autofahrer in Deckung bringen lassen. Vielmehr kann es in tatsächlichen Fahrsituationen je nach Fahrweise und Rahmenbedingungen zu einer Über-, aber auch zu einer Unterschreitung der im Test ermittelten Normverbräuche kommen. Zudem gibt es in den wichtigsten Automobilmärkten recht unterschiedliche Testzyklen. Diese Zyklen unterscheiden sich so stark, dass ein Fahrzeug in den verschiedenen Märkten mit sehr verschiedenen Normverbräuchen ausgewiesen werden kann.

### 4.2 Warum wird meistens das Fahrzeuggewicht bei der Grenzwertberechnung berücksichtigt und nicht die Fahrzeugaufstandsfläche?

Der Gesetzgeber war auf der Suche nach einem differenzierenden Faktor in den Berechnungsvorschriften, der den Nutzwert verschiedener Fahrzeuge abbilden sollte und einen physikalischen Bezug zum Kraftstoffverbrauch aufweist. In den meisten großen Automobilmärkten wurde das Fahrzeuggewicht als am besten geeigneter Faktor identifiziert.

Der Nutzen von Fahrzeugen ist von Segment zu Segment und von Fahrzeugtyp zu Fahrzeugtyp sehr unterschiedlich. Bestimmte Anwendungszwecke sind nur mit größeren Fahrzeugen, zum Beispiel Familien-Vans, zu erfüllen. Die unterschiedlichen Nutzwerte der Fahrzeuge werden bei der Festlegung von CO<sub>2</sub>-Zielen berücksichtigt, um nicht alle Fahrzeuge über einen Kamm zu scheren. Zur Beschreibung des Nutzwerts eines Fahrzeugs hat sich das Fahrzeuggewicht als sinnvolle Größe herausgestellt.

#### ***Das Fahrzeuggewicht hat einen direkten Einfluss auf den Verbrauch, die Größe nicht***

Zwischen dem Fahrzeuggewicht und den CO<sub>2</sub>-Emissionen besteht ein direkter physikalischer Zusammenhang, der durch die Gesetzgebung abgebildet wird. Im Vergleich zum Gewicht ist die häufig diskutierte Fahrzeugaufstandsfläche (sogenannter Footprint) weniger neutral, da sie sehr designabhängig ist. Zudem fehlt der unmittelbare Zusammenhang von Footprint und Verbrauch. Überdies ist im weltweiten Kontext das Fahrzeuggewicht die zentrale Bezugsgröße. Alle Länder bis auf die USA verwenden ein gewichtsbasiertes System.

### 4.3 Lohnt es sich, möglichst schwere Autos zu bauen, um den eigenen Grenzwert zu steigern?

Auch wenn das Gewicht als Differenzierungsfaktor benutzt wird, lohnt es sich nicht, das Gewicht eines Fahrzeugs zu erhöhen. Denn ein schwereres Auto benötigt immer auch mehr Kraftstoff als ein leichteres. Als Faustregel kann man sagen, dass eine tatsächliche Zunahme des Fahrzeuggewichts um 100 kg den Kraftstoffverbrauch des Wagens um etwa 0,4 bis 0,5 Liter erhöht. Aufgrund des linearen Zusammenhangs von Verbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen zieht das Mehrgewicht somit zusätzliche CO<sub>2</sub>-Emissionen von 9 bis 11 g CO<sub>2</sub>/km nach sich. Der zulässige Grenzwert im Rahmen der europäischen CO<sub>2</sub>-Richtlinie steigt aber nur um 4,57 g CO<sub>2</sub>/km. Die Differenz muss der Hersteller entweder durch zusätzliche Investitionen in die Spritsparteknik ausgleichen oder Strafe zahlen. Das bedeutet, dass sich der Druck zum Einsatz von Spritsparteknik deutlich erhöht, wenn ein Fahrzeug schwerer wird. Mit der für das Jahr 2020 geplanten Reform der Berechnungsformel wird diese Differenz sogar noch weiter wachsen, da dann nur noch 3,33 g CO<sub>2</sub>/km pro 100 kg Mehrgewicht ausgestoßen werden dürfen. Der energetische Mehrbedarf wird aber im Wesentlichen von den Gesetzen der Physik vorgegeben und bleibt daher konstant. Insofern besteht trotz der Lastenverteilung über das Fahrzeuggewicht ein hoher Anreiz für die Hersteller, das Gewicht zu senken. Da das Gewicht den Verbrauch und auch die Fahreigenschaften verändert, verlangen auch die Kunden vermehrt leichte Fahrzeuge. Dass die Fahrzeuge über die Jahre trotzdem schwerer geworden sind, hat viel mit den gesetzlichen Sicherheitsauflagen und mit den gestiegenen Komfortansprüchen der Kunden zu tun.

### 4.4 Kann die Effizienzsteigerung im bisherigen Tempo weitergehen?

Das langfristige Ziel der laufenden Entwicklungsprozesse ist das Null-Emissionsfahrzeug. Es ist aber unsicher, ob das Tempo der vergangenen Jahre bei der CO<sub>2</sub>-Reduktion gehalten werden kann. Aus nachvollziehbaren Gründen sind die einfachen und kostengünstigen Maßnahmen zuerst realisiert worden. Die künftigen Maßnahmen werden daher mit hoher Wahrscheinlichkeit eine geringere Wirkung bei höheren Kosten haben. Zudem führt uns die technische Weiterentwicklung in absehbarer Zeit an physikalische Grenzen, die mit gängigen Verbrennungsmotoren nicht überwunden werden können. An dieser Stelle wird eine weitere Elektrifizierung des Antriebsstrangs unvermeidlich. Doch auch wenn weitere Reduktionen noch technisch möglich sind, müssen sie zu einem Preis verfügbar gemacht werden, den der Kunde auch akzeptiert. Die wirtschaftliche Tragfähigkeit von Spritspartekniken stellt daher die größte Unsicherheit für den weiteren Reduktionspfad dar.

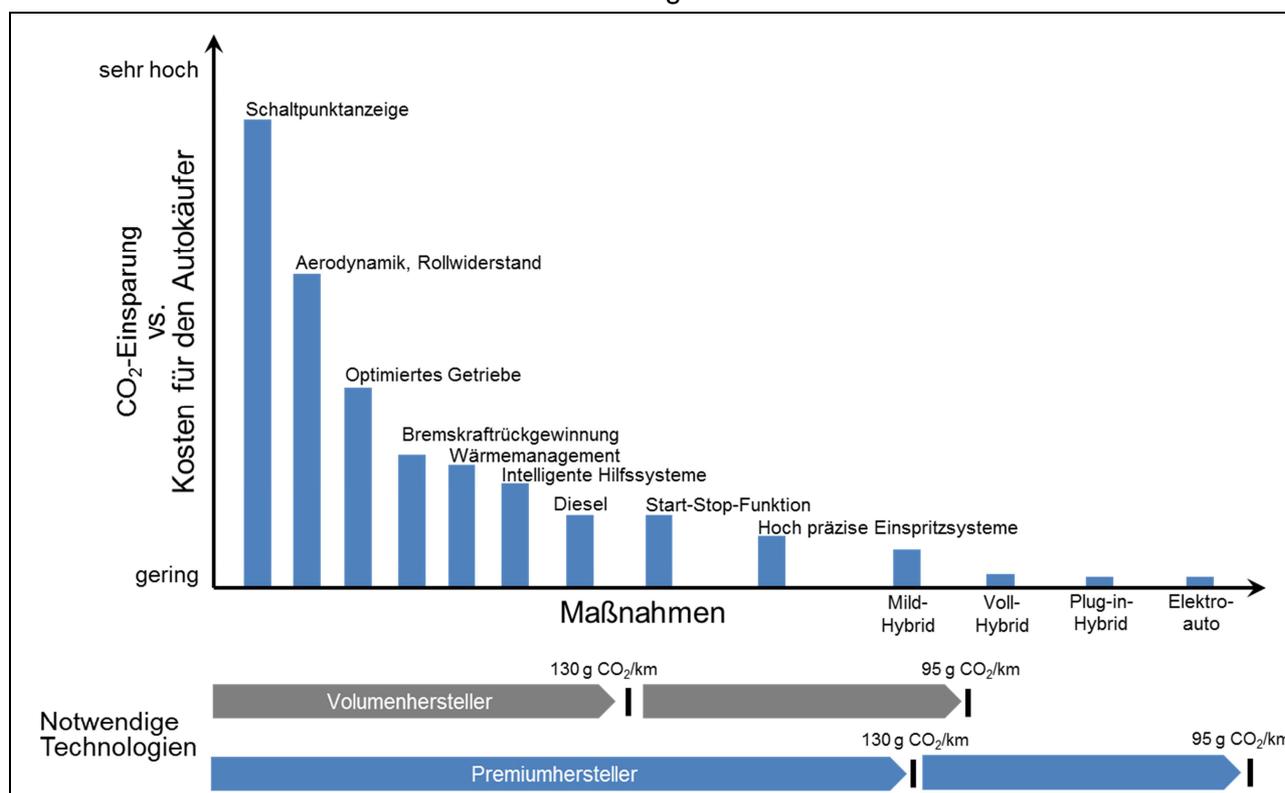
#### ***Premiumhersteller benötigen alternative Antriebe, um künftige Grenzwerte einzuhalten***

Vor allem bei den Premiumherstellern lassen sich die künftigen Grenzwerte nur noch durch eine zunehmende Elektrifizierung des Antriebsstrangs erreichen, wie Abbildung 4.1 verdeutlicht. Die einzige Alternative bestünde darin, als zusätzlicher Anbieter in das Volumensegment einzusteigen und das bisherige Geschäftsmodell aufzugeben. Die Akzeptanz von alternativen Antrieben beim Autokunden wird daher eine große Rolle für die künftige Entwicklung spielen. An dieser Stelle bestehen erhebliche Unsicherheiten. Neben dem Preis der Elektrofahrzeuge kommen noch weitere Aspekte hinzu, die dem Einfluss der Hersteller entzogen sind – beispielsweise die Versorgungsinfrastruktur. Verschärft wird die Unsicherheit noch durch die Frage, welches Testverfahren künftig eingesetzt wird. Es ist zu erwarten, dass der NEFZ ab 2020 durch den

WLTP-Zyklus ersetzt wird. Dies wird einen Bruch in der bisherigen Regulierung bedeuten, denn 95 g CO<sub>2</sub>/km sind im WLTP wahrscheinlich schwerer zu erreichen als im NEFZ. Daher kann man einen Grenzwert, der sich auf den NEFZ bezieht, nicht einfach auf Tests im WLTP anwenden. Wenn das Testverfahren geändert wird, sind auch neue Grenzwerte zu formulieren.

#### Abbildung 4.1: Notwendige Technologien zur Erreichung der Grenzwerte

Die effizientesten Maßnahmen werden schon eingesetzt



Quelle: BMW AG

#### 4.5 Bisher sind Autos kaum teurer geworden. Warum sollte sich das ändern?

Aus der Tatsache, dass die Neuwagenpreise in den letzten Jahren nicht stark gestiegen sind, obwohl bereits erhebliche Fortschritte bei der CO<sub>2</sub>-Reduktion erzielt wurden, kann nicht gefolgert werden, dass die CO<sub>2</sub>-Technologien kostenneutral oder sehr günstig sind. Vielmehr können die erhöhten Kosten aufgrund des Wettbewerbsdrucks von den Herstellern nur eingeschränkt an die Kunden weitergegeben werden. Teilweise wurden die anfallenden Mehrkosten nur durch eine gestiegene Produktivität ausgeglichen. In Anbetracht von gerade im Volumengeschäft eher geringer Margen ist zu erwarten, dass ein Großteil der künftigen Mehrkosten an den Kunden weitergegeben werden wird.

##### **Die einfachen und günstigen Lösungen werden schon eingesetzt**

Überdies wurden gerade in der jüngeren Vergangenheit vor allem die schneller realisierbaren „Low-Hanging-Fruits“ umgesetzt, also Maßnahmen, die kostenmäßig einfacher einsetzbar sind wie zum Beispiel die Start-Stopp-Automatik. Zudem verlangt der Gesetzgeber nach 2015 eine

weitere Beschleunigung der Emissionssenkungen. In den Jahren 2006 bis 2011 lag der Fortschritt bei 3,4 Prozent pro Jahr. Schreibt man diese Reduktionsrate bis 2020 fort, so würde der Grenzwert von 95 g CO<sub>2</sub>/km deutlich verfehlt werden. Die nunmehr folgenden Technologien – wie etwa die Elektrifizierung des Antriebsstrangs – werden weitaus teurer sein.

#### **4.6 Welche Kosten kommen auf den Autokunden zu?**

Die weiteren Kosten lassen sich heute nur mit erheblichen Unsicherheiten abschätzen. Das gilt besonders im Hinblick auf die Grenzwertverschärfung des Jahres 2020, da sich der technische Fortschritt und die Kostendegression von Spritspartechiken nur schwer vorhersagen lassen. Gerade zur Einhaltung des 95-g CO<sub>2</sub>/km-Ziels ist eine hohe Marktdurchdringung von kraftstoffsparenden Technologien in den europäischen Fahrzeugflotten sehr wichtig und es wird zu höheren Anschaffungskosten für die Autofahrer kommen.

##### ***Aktuelle Kostenschätzungen weichen stark voneinander ab***

Eine Untersuchung der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen aus dem Jahr 2013 kommt zu dem Ergebnis, dass – sofern sich die Marktverteilung zwischen Benzin und Diesel sowie den Fahrzeugsegmenten (Kleinwagen/Premium) bis zum Jahr 2020 nicht verändert – durchschnittlich circa 2.700 Euro zusätzliche Herstellungskosten je Fahrzeug anfallen werden. Die Mehrkosten entstehen durch den Einsatz von Technologien zur Optimierung der Effizienz von Motor, Getriebe und Nebenverbrauchern sowie Maßnahmen zur Reduzierung der Fahrwiderstände. Bei größeren Fahrzeugen wird auch eine fortschreitende Elektrifizierung des Antriebsstrangs notwendig werden, weshalb die Kosten in diesem Marktsegment überproportional steigen werden. Die Kosten für diese innovativen Technologien können von der Automobilindustrie nicht allein getragen werden, da die Gewinnmargen vieler Hersteller deutlich unter dem genannten Wert von 2.700 Euro pro Fahrzeug liegen. Die Kosten müssen daher an den Kunden weitergegeben werden. Da für den Endkundenpreis auf die Herstellungskosten zusätzliche Aufschläge – zum Beispiel Vertriebskosten, Marge und Mehrwertsteuer – zu berücksichtigen sind, wird die Wirtschaftlichkeit dieser Technologien vor allem für Kunden mit vergleichsweise geringer Fahrleistung eine Herausforderung.

Eine vom International Council on Clean Transportation (ICCT) im Jahr 2012 erstellte Studie nennt Mehrkosten in Höhe von 960 Euro pro Fahrzeug. Allerdings erfasst das ICCT allein zusätzliche Fertigungseinzelkosten. Die Kosten für Forschung und Entwicklung, Systemintegration oder anfallende Gemeinkosten sind hier explizit ausgeklammert. Die tatsächlichen Mehrkosten des Fahrzeugkäufers dürften daher deutlich über dem vom ICCT genannten Wert liegen.

##### ***Am Ende kommt es darauf an, welche Zusatzkosten der Kunde akzeptiert***

Für die Akzeptanz von Mehrkosten beim Kunden spielt der Zeitaspekt eine oft unterschätzte Rolle. Denn die Mehrkosten werden in der Regel erst nach mehreren Jahren wieder eingefahren. Immerhin entsprechen die Mehrkosten eines Pkws von 2.700 Euro in der Anschaffung dem aktuellen Preis von fast 1.700 Litern Superbenzin. Ein überhöhter Anschaffungspreis zu Beginn wird aber viele Kunden davon abhalten, überhaupt ein neues Fahrzeug zu kaufen. Für die Kunden müssen sich letztlich sinnvolle Amortisationszeiträume ergeben, sonst werden sie sich nicht für eine bestimmte CO<sub>2</sub>-Technologie oder ein alternatives Fahrzeugkonzept entscheiden.

Eine unverhältnismäßige CO<sub>2</sub>-Regulierung führt schnell auch zu unverhältnismäßig hohen Kosten. Dies wiederum dürfte viele – gerade preissensible – Kunden dazu bringen, die Anschaffung neuer Fahrzeuge so lange wie möglich hinauszuzögern und stattdessen mit ihren alten Autos weiterzufahren. Eine solche Verzögerung beim Austausch der Fahrzeuge wäre umweltpolitisch kontraproduktiv, da bessere Technologien erst später in den Markt eingeführt würden.

#### 4.7 Haben sich die bisherigen Verbesserungen nur durch den Druck des Gesetzgebers eingestellt?

Der wichtigste Grund für die sinkenden CO<sub>2</sub>-Emissionen von Neuwagen ist nicht die bisherige Regulierung, sondern die gestiegene Bedeutung des Kraftstoffverbrauchs bei Kaufentscheidungen. Wie Tabelle 4.1 zeigt, ist der Kraftstoffverbrauch eines Fahrzeugs inzwischen eines der wichtigsten Kaufkriterien bei Neuwagenkunden. Auf dem Gebrauchtwagenmarkt spielt der Verbrauch sogar eine noch größere Rolle, was sich auch auf den Wiederverkaufswert eines Fahrzeugs auswirkt. Die wachsende Bedeutung des Kraftstoffverbrauchs als Kaufkriterium dürfte vor allem darauf zurückzuführen sein, dass die Kunden mit weiter steigenden Kraftstoffpreisen rechnen. Die Regulierung durch die EU hat diesen Trend verstärkt. Die Vorgaben der EU würden aber wirkungslos bleiben, wenn sich nicht auch das Käuferverhalten verändert. Immerhin könnte der Kunde trotz EU-Grenzwert verbrauchsstarke Fahrzeuge wählen.

**Tabelle 4.1: Die zehn wichtigsten Kriterien beim Fahrzeugkauf im Jahr 2011**  
auf einer Skala von 1 (sehr wichtig) bis 4 (unwichtig)

Neuwagen		Gebrauchtwagen	
Kriterium	Wichtigkeit	Kriterium	Wichtigkeit
Zuverlässigkeit	1,2	Anschaffungspreis	1,4
Aussehen	1,5	Kraftstoffverbrauch	1,7
Anschaffungspreis	1,5	Aussehen	1,7
Kraftstoffverbrauch	1,5	Wartungsfreundlichkeit	1,8
Serienausstattung	1,6	Ausstattung	1,9
Reparatur- und Wartungskosten	1,8	Niedriger Kilometerstand	1,9
Ersatzteilversorgung	1,8	Ersatzteilversorgung	2,0
Nähe des Händlers	1,8	Umweltverträglichkeit	2,2
Lieferzeit	1,9	Dichte des Kundendienstnetzes	2,2
Umweltverträglichkeit	2,0	Garantieumfang	2,3

Quelle: DAT

**Vielfach entscheidet betriebswirtschaftliches Kalkül**

Auch ist in diesem Zusammenhang zu bedenken, dass ein Großteil der Fahrzeuge im Geschäftskundenbereich eingesetzt wird – bei Pkws in Deutschland über 50 Prozent. Hier wie auch bei den Nutzfahrzeugen ist nahezu ausschließlich ein betriebswirtschaftliches Kalkül maßgeblich für den Einzug technischer Neuerungen. Techniken werden sich dann im Markt durchsetzen, wenn sich die höheren Anschaffungskosten im Verhältnis zu den geringeren Betriebskosten für den Geschäftskunden und Nutzfahrzeugbetreiber rechnen. Mit anderen Worten: Es sind maßgeblich die nutzungsspezifischen Betriebskosten, die bereits heute den höchsten Druck zugunsten effizienzsteigernder Technologien ausüben.

**4.8 Sind die Grenzwerte zu niedrig, wenn alle sie erreichen?**

Nur Grenzwerte, die flächendeckend auch tatsächlich eingehalten werden können, haben ihren Zweck erfüllt. Im Gegensatz zu einer Steuer, die eine mittelfristige Verhaltenssteuerung bewirken und Staatseinnahmen generieren soll, ist ein Grenzwert als ein Gebot des Gesetzgebers zu verstehen, das auch erreichbar sein muss. Grenzwerte zählen daher zum Ordnungsrecht und eine Überschreitung ist in der Regel strafbewehrt.

In der ökonomischen Theorie gilt ein Grenzwert als sehr genaue Form der Regulierung, eben weil eine Überschreitung von Grenzwerten in der Regel bestraft wird. Der Nachteil von Grenzwerten ist darin zu sehen, dass es für den Gesetzgeber sehr schwer ist, den „richtigen“ Grenzwert zu bestimmen. Unerfüllbare Grenzwerte sind dabei als besonders schädlich einzustufen, da sie die Beteiligten geradezu zu Gesetzesverstößen zwingen. Aufgrund dieser Problematik werden Grenzwerte eher dann eingesetzt, wenn ein bestimmter Wert auf keinen Fall überschritten werden soll – beispielsweise bei drohenden Gesundheitsgefahren.

**4.9 Sollte man schon heute Ziele über das Jahr 2020 hinaus festlegen, um eine bessere Planbarkeit für die Autohersteller zu gewährleisten?**

Vor dem Hintergrund der langen Produktlebenszyklen in der Automobilindustrie ist langfristige Planbarkeit elementar. Sie muss jedoch auf realistischen Annahmen beruhen. Zum heutigen Zeitpunkt ist völlig unklar, ob überhaupt weitere Grenzwerte oder vielleicht doch andere Regulierungssysteme die sinnvollste Option darstellen können. Gerade der Markterfolg der elektrifizierten Fahrzeuge ist heute nicht seriös zu prognostizieren. Diese Fahrzeuge sind aber für noch ambitioniertere Ziele unbedingt erforderlich. Wie aber will man ernsthaft Ziele für die Zeit nach 2020 festlegen, wenn man heute über die Akzeptanz neuer Antriebstechnologien wie der Elektromobilität noch sehr wenig sagen kann? Hält die Technik das, was wir uns von ihr versprechen? Wie ist die Marktdurchsetzung? Wie gestalten sich die Kosten? Dies sind lauter Unwägbarkeiten, die dadurch verstärkt werden, dass heute noch gar nicht klar ist, mit welchem Messverfahren nach 2020 gearbeitet werden wird. Durch die Einführung des globalen WLTP-Fahrzyklus können hier völlig neue Rahmenbedingungen entstehen. Bevor langfristige Grenzwerte gesetzt werden, muss erst einmal die Datengrundlage geklärt werden.

#### 4.10 Stärken besonders strenge Grenzwerte die Wettbewerbsposition der europäischen Autoindustrie?

Der technologische Wandel in der Automobilindustrie mit einem steigenden Produktionsanteil alternativer Antriebe beinhaltet grundsätzlich für die europäische Automobilindustrie die Chance, ihre Position im globalen Wettbewerb zu stärken. Zutreffend ist auch, dass ehrgeizige Gesetzgebung Innovationen antreibt – das 130-Gramm-Ziel hat in Kombination mit den seit 2006 spürbar gestiegenen Kraftstoffpreisen zweifellos eine Innovationswelle ausgelöst. Wettbewerbsfähigkeit sollte sich aber grundsätzlich an den Gesetzmäßigkeiten des Marktes orientieren und sich auf dessen Druck hin verbessern. Der Versuch, eine höhere Wettbewerbsfähigkeit durch Erfüllung bestimmter Gesetze zu erzwingen, birgt hingegen deutliche Risiken, insbesondere wenn die entsprechenden Gesetze nicht technologieoffen formuliert wurden. Dies ist eine zentrale Frage, denn es passiert leicht, dass sich ein Staat zur Förderung von Technologien entschließt, die nachher am Weltmarkt durchfallen.

##### ***Die europäischen Automobilhersteller müssen am Weltmarkt bestehen***

Mit dem geplanten Zielwert von durchschnittlich 95 g CO<sub>2</sub>/km liegen die europäischen Grenzwerte bereits an der Weltspitze. Diese Regulierung verursacht Mehrkosten. Die europäischen Hersteller werden gezwungen sein, mit den verteuerten Produkten auf dem Weltmarkt aufzutreten. Dort treffen sie auf Konkurrenten, die auf ihren Heimatmärkten einer weniger strengen Regulierung unterliegen. Es bleibt abzuwarten, ob die Kunden in den Wachstumsmärkten bereit sind, die aus der Regulierung resultierenden Anschaffungsmehrkosten von europäischen Fahrzeugen zu tragen, wenn sie auch auf Modelle zurückgreifen können, die mit weniger strengen Auflagen entwickelt wurden und daher billiger sind. Die Zahlungsbereitschaft der Kunden für besonders sparsame Autos wird vermutlich auch von weiteren kostenrelevanten Rahmenbedingungen wie dem Ölpreis abhängen und ist heute kaum prognostizierbar.

Überzogener Ehrgeiz würde in den Unternehmen Ressourcen binden, die dringend benötigt werden, um die Investitionsfähigkeit zu erhalten und gegenüber den Wettbewerbern aus Fernost nicht ins Hintertreffen zu geraten. Möchte die EU-Kommission tatsächlich die Wettbewerbsposition der europäischen Hersteller stärken, sollte sie mehr Anreize für die Entwicklung alternativer Antriebstechnologien setzen, beispielsweise durch höhere Forschungsmittel für die Batterieentwicklung.

#### 4.11 Verwässern Ökoinnovationen das Klimaschutzziel der EU?

Das Emissionsminderungsziel der EU wird durch die Zulassung von Ökoinnovationen nicht aufgeweicht, da für diese Maßnahmen der Nachweis zu erbringen ist, dass sie im Realbetrieb eine emissionsenkende Wirkung haben, aber vom geltenden Testverfahren nicht erfasst werden. Zudem sind sie in ihrer Höhe gedeckelt und das Anerkennungsverfahren ist recht restriktiv.

##### ***Ökoinnovationen sind Innovationstreiber***

Man sollte Ökoinnovationen eher als geeignete Methode interpretieren, um Unzulänglichkeiten des vorgeschriebenen Testverfahrens auszugleichen. Überdies stellen sie einen zusätzlichen Anreiz dar, alle erdenklichen CO<sub>2</sub>-Technologien auch bei hohen Kosten auf den Markt zu bringen. Damit entspricht die Anrechnung von Ökoinnovationen dem eigentlichen Klimaschutzziel

der EU, denn für die Klimawirksamkeit ist die Herkunft des CO<sub>2</sub> irrelevant. Jede vermiedene Tonne CO<sub>2</sub> ist aus klimatologischer Sicht gleichwertig.

### ***Hohe Kraftstoffkosten machen effizientere Antriebe unverzichtbar***

Der Marktdruck, den herkömmlichen Antriebsstrang effizienter zu machen, bleibt bestehen. Dafür sorgen die hohen Kraftstoffkosten, die den Verbrauch beim Kunden verstärkt in das Zentrum der Aufmerksamkeit bei der Kaufentscheidung rücken. Andererseits nähert sich die Motortechnik inzwischen physikalischen Grenzen. Zudem wird der Energieverbrauch von Nebengeräten im Auto immer wichtiger. In Oberklassefahrzeugen wurden bei Tests im Kundenbetrieb Stromverbräuche von 1.000 Watt nachgewiesen, was nicht ohne Folgen für den Kraftstoffverbrauch bleibt. Die ständig zunehmende Bedeutung der zusätzlichen Stromverbraucher im Auto macht es notwendig, ihren Energieverbrauch in den Regulierungsprozess zu integrieren. Auch an dieser Stelle werden Effizienzsteigerungen gebraucht, was durch die Anerkennung von Ökoinnovationen befördert wird. Dies ist gerade bei Oberklassewagen nötig – und aus Kostensicht am ehesten möglich.

## **4.12 Können Hersteller mithilfe von Supercredits mehr verbrauchsstarke Fahrzeuge verkaufen?**

Supercredits sind vor allem ein Innovationsanreiz. Denn zur Erreichung der Grenzwerte müssen einzelne Hersteller ihre Fahrzeuge mit alternativen Antrieben (Wasserstofffahrzeuge, batterieelektrische Fahrzeuge, Plug-in-Hybriden etc.) in den Markt einführen. Die Mehrkosten alternativer Antriebe sind allerdings noch nicht wettbewerbsfähig. Daher sind für einen schnellen Markthochlauf solcher Fahrzeuge zusätzliche Anreize notwendig. Supercredits stellen in diesem Zusammenhang ein wirksames Instrument dar, ohne den Steuerzahler bei leeren Haushaltskassen zu belasten. Hersteller haben mit ihnen einen Anreiz, diese alternativen Antriebstechnologien stärker anzubieten, auch wenn die Fahrzeuge durch die Mehrkosten zunächst noch nicht profitabel sind. Auch unternehmensintern können Supercredits ein Ansporn für die Ingenieure sein, stetig weitere Effizienzsteigerungen zu entwickeln. Der Druck zu mehr Effizienz bei den traditionellen Verbrennungsmotoren bleibt nach wie vor bestehen. Hierfür sorgt allein der Kunde, der bei technologischem Stillstand Fahrzeuge mit konventionellem Antrieb bei der Kaufentscheidung nicht mehr Betracht ziehen würde.

### ***Supercredits haben nur geringe Auswirkungen auf den CO<sub>2</sub>-Ausstoß***

Typischerweise werden Supercredits dann gewährt, wenn sich eine Technik noch nicht im Markt durchgesetzt hat. Daher werden sie vor allem in der Markthochlaufphase eingesetzt. Die Zahl der förderfähigen Fahrzeuge ist somit relativ überschaubar. Mithin bleiben auch die Folgen für die tatsächlichen Emissionen des Straßenverkehrs eher gering.

Die Auswirkungen von Supercredits auf den gemeldeten Emissionsdurchschnitt einer Neuwagenflotte werden in Tabelle 4.2 zusammengefasst. Dabei wird angenommen, dass der Absatz in der EU im Jahr 2020 insgesamt 13.260.000 Pkws erreichen wird. Davon sind 260.000, also knapp 2 Prozent, so umweltfreundlich, dass sie für eine Förderung durch Supercredits infrage kommen. Hierbei wird davon ausgegangen, dass diese Fahrzeuge im Durchschnitt 35 g CO<sub>2</sub>/km ausstoßen.

Wenn nun ein Supercredit gewährt wird, gibt es eine Abweichung zwischen den tatsächlichen Emissionen der Neuwagenflotte und dem Flottenwert, der für die Einhaltung der CO<sub>2</sub>-Regulierung ausschlaggebend ist. Die Höhe dieser Abweichung – aber zugleich auch der Umfang der gewollten Anreizwirkung für den Markthochlauf alternativer Antriebe – hängt vom Multiplikator der Supercredits (Supercredit-Faktor) ab.

**Tabelle 4.2: Auswirkungen von Supercredits auf den gemeldeten Durchschnittswert für das Jahr 2020**

<b>Abgesetzte Fahrzeuge in Europa</b>			<b>13.260.000</b>
Förderfähige Fahrzeuge			260.000
<b>Effekt von Supercredits in g CO<sub>2</sub>/km</b>			
Supercredit-Faktor	An Aufsichtsbehörde gemeldeter EU-Flottenwert	Zum Vergleich: Flottenwert ohne Anrechnung von Supercredits	Wirkung der Supercredits
1,3	95	95,4	0,4
2	95	96,2	1,2
3	95	97,3	2,3

Eigene Berechnungen

Bereits die Tabelle illustriert, dass Supercredits nur eine geringe Auswirkung auf den Flottendurchschnitt eines Jahres haben. Noch entscheidender als eine jahresbezogene Folgebetrachtung ist allerdings die Frage nach den Auswirkungen auf die eigentlich umweltpolitisch relevante Größe – nämlich die Klimabilanz des Straßenverkehrs insgesamt.

Um dies zu quantifizieren, müssen weitere Annahmen getroffen werden, welche die Nutzung des Fahrzeugs in seinem Lebenszyklus abbilden:

- Die Nutzungsdauer eines Fahrzeugs beträgt zwölf Jahre.
- Ein Fahrzeug legt in dieser Zeit 200.000 km zurück.
- Im betrachteten Zeitraum betragen die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs in der EU insgesamt 9,9 Milliarden Tonnen, was im Durchschnitt 825 Millionen Tonnen pro Jahr entspricht (Stand 2010: 876 Millionen Tonnen).

Unter Berücksichtigung dieser Annahmen wird umso mehr deutlich, dass sich die ohnehin stark verbesserte Klimabilanz des Straßenverkehrs praktisch nicht verändert. Selbst bei einem Multiplikator von 3 haben die dem Supercredit zuzuschreibenden Emissionen nur einen Anteil von 0,062 Prozent an den Gesamtemissionen des Straßenverkehrs. Diese Berechnung zeigt, dass die intendierte Anreizwirkung der Supercredits vermeintliche Nachteile in der Gesamtklimabilanz überwiegt. In diesen Berechnungen bleibt zudem noch unberücksichtigt, dass es durch die beschleunigte Verbreitung besonders emissionsarmer Fahrzeuge noch einen weiteren positiven Klimaeffekt gibt. Dieser positive Effekt – der umso höher ist, je früher Supercredits gewährt werden – ist zusätzlich zu berücksichtigen und relativiert etwaige Bedenken weiter.