

Die Autobauer konnten sich gut auf die CO₂-Vorgaben der EU-Kommission einstellen und werden zu großen Teilen bereits vor dem Jahr 2012 die CO₂-Ziele erreichen. Die Anpassung und der Einsatz neuer Technik gingen deutlich schneller und kostengünstiger als vielfach erwartet. Durch die CO₂-Auflagen wurden Innovationen wie Elektrofahrzeuge und Plug-In-Hybride zur Marktreife entwickelt, die es erlauben, in Ballungszentren mit vernetzten Verkehrssystemen die Lebensqualität weiter zu steigern. Durch die Regulierung wurde in der europäischen Automobilindustrie eine der größten Innovationswellen seit dem Zweiten Weltkrieg ausgelöst. Die Aufgabe der Wirtschafts- und Verkehrspolitik sollte es jetzt sein, Rahmenbedingungen zu setzen, die es ermöglichen, die steigenden Verkehrsstaus in Ballungszentren zu reduzieren.



Ferdinand Dudenhöffer*

Nach den Vorgaben der EU-Kommission dürfen die in der EU verkauften Neuwagen im Jahr 2012 im Durchschnitt nicht mehr als 130 Gramm CO₂ emittieren. Der genaue Zielwert pro Autobauer hängt dabei vom Fahrzeuggewicht ab. Je höher das Fahrzeuggewicht, umso höher der CO₂-Grenzwert. Dabei dürfen die Autobauer analog zum CO₂-Handel ein Pooling betreiben, das heißt, wer die Ziele überschreitet, kann sich mit einem anderen Autobauer gemeinsam veranlassen lassen und so CO₂-Überschreitungen mit Unterschreitungen von anderen Unternehmen kompensieren. Werden die CO₂-Ziele verfehlt, werden Strafzahlungen fällig, die allerdings erst im Jahr 2015 richtig greifen. Die Automobilverbände beschreiben dies gern als Phasing In. Lange wurde im politischen Raum über die Vorgaben und deren Machbarkeit gestritten. Mittlerweile wird deutlich, dass es den Autobauern gut gelingt, mit innovativen Technologien die gesetzten Ziele zu erreichen.

Autohersteller erreichen CO₂-Vorgaben vor 2012

Mehrere Automarken werden nach der Hochrechnung (vgl. Tab. 1) die CO₂-Vorgaben der EU bereits vor dem Jahr 2012 erreichen. Dazu gehören Fiat, Toyota, Peugeot, Citroen und vermutlich Renault. Fiat und Toyota dürften bereits im Jahr 2010 die EU-Vorgaben erreichen. Fiat hat aufgrund neuer Motoren (unter anderem einem Zwei-Zylinder-Motor, der ab 2010 in Serie geht), Start-Stopp-Systemen, kleineren Fahrzeugen und einem hohen Erdgasanteil der Fahrzeuge in Italien die niedrigsten CO₂-Werte in Europa. Knapp 7% der Fiat-Pkw werden in Italien als Erdgasfahrzeuge abgesetzt. Erdgas verursacht bis zu 25% weniger CO₂-Emissionen als Benzinkraftstoff. Der Erdgasvorteil bei CO₂ ist bei Fiat am deutlichsten ausgeprägt.

Neben Fiat wird Toyota aufgrund seiner Hybrid-Fahrzeuge sowie Verbesserungen bei konventionellen Technologien mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit im Jahr 2010 die CO₂-Ziele des Jahres 2012 erfüllen. So emittiert etwa das seit August 2010 angebotene Kompaktfahrzeug Toyota Auris Hybrid 89 Gramm CO₂/km. Das ist der niedrigste Treibstoffverbrauch aller Golf-Klasse-Fahrzeuge in Europa. In Deutschland hat Toyota in den ersten zehn Monaten des Jahres 2010 4 440 Hybrid-Fahrzeuge verkauft. Das sind 7% der

Tab. 1
Durchschnittliche CO₂-Emissionen pro Neuwagen in der EU
(in Gramm CO₂ pro km)

Marke	Prognose-vorgabe mit Fzg-Gewicht	2010 Prognose	2009	2008	2007
Fiat	126	127	130	136	142
Toyota	129	129	132	147	150
Peugeot	130	133	134	138	141
Citroen	131	135	139	142	143
Renault	130	135	138	143	147
Ford	130	138	142	149	163
Opel	131	142	148	152	156
VW	132	143	150	159	165
Audi	137	155	161	160	175
BMW	139	155	157	158	172
Mercedes	139	162	167	175	182

Quelle: CAR Universität Duisburg-Essen, Polk, T&E.

* Prof. Dr. Ferdinand Dudenhöffer ist Direktor des CAR-Center Automotive Research und Inhaber des Lehrstuhls für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Automobilwirtschaft an der Universität Duisburg-Essen.

Tab. 2
Beispiele für Pkw mit niedrigen CO₂-Werten

	PS	CO ₂ /km
smart fortwo cdi	54	87
VW Polo 1.2 TDI BlueMotion	75	87
Skoda Fabia 1.2 TDI Greenline	75	89
Toyota Auris Hybrid-Synergy-Drive	99	89
Toyota Prius Hybrid-Synergy-Drive	99	92
Opel Corsa 1.3 CDTI Ecotec	95	94
Fiat 500 0.9 8V	86	95
Ford Fiesta ECOnetic	95	98
Audi A3 1.6 TDI 99g	105	99
Mini One D	90	99
Peugeot 207 Hdi 90 FAP	90	99
Volvo C30 DRIVE	109	99
VW Golf 1.6 TDI BlueMotion	105	99
BMW 320d EfficientDynamics Edition	163	109
VW Passat 1.6 TDI BlueMotion	105	114

Quelle: CAR Universität Duisburg-Essen.

Toyota-Verkäufe in Deutschland. Die Hybridwelle bei Toyota erlaubt dem Hersteller, die CO₂-Einsparungen weiter auszubauen.

Kleinere, effizientere Motoren, Leichtbauwerkstoffe, neue Getriebe, Leichtlaufreifen und -öle sind einige der Maßnahmen, die deutlich schneller und kostengünstiger umgesetzt wurden, als vielfach argumentiert wurde. Mittlerweile gibt es bei nahezu allen Autoherstellern breitere Fahrzeugangebote mit deutlich gesenkten CO₂-Emissionen. Tabelle 2 zeigt, dass selbst bei gut motorisierten Mittelklasse-Fahrzeugen, wie dem BMW 3er, durch die Optimierung der konventionellen Technologien ein CO₂-Wert von 109 Gramm CO₂/km erreicht wurde. Die Durchschnittsziele von 130 Gramm CO₂/km muten beim Vergleich der Fahrzeuge in Tabelle 2 als mehr als machbar an. Diese große Innovationswelle greift über alle Funktionen des Fahrzeugs und erzielt in nahezu allen Funktionen Verbesserungen. Bei ähnlichen Regulierungen, wie etwa der Pflicht für den Drei-Wege-Katalysator, wurden nur punktuell, bei der Abgasreinigung, Technologiesprünge erzielt.

Da wichtige Motoren und Teilsysteme bei weitem noch nicht vollständig in allen Modellreihen integriert sind, läuft der Verbesserungsprozess auch in den nächsten Jahren weiter. Ein wichtiges Teilsystem ist dabei das Start-Stopp-System.

Großer Markt für Start-Stopp-Systeme

Durch das Start-Stopp-System wird beim Fahrzeug im Haltezustand der Motor automatisch abgeschaltet. Beim Drücken des Gaspedals springt der Motor simultan an. Start-Stopp-Systeme erlauben Treibstoffeinsparungen, die zwischen 5 bis 12% lie-

gen. Dies korrespondiert zu CO₂-Reduktionen zwischen 5 bis 13 Gramm CO₂/km. Derzeit sind im deutschen Automarkt über 450 Modelle mit Start-Stopp-Systemen ausgestattet. Die Aufpreise bei Start-Stopp liegen bei Klein- und Kompaktwagen in der Größenordnung zwischen 250 und 300 Euro. Aufgrund der hohen Nachfrage wird der Preis in den nächsten 24 Monaten weiter sinken.

BMW bietet bei allen Fahrzeugen der BMW 1er- und BMW 3er-Reihe mit Vier-Zylinder-Motor und manueller Schaltung Start-Stopp serienmäßig. Bei Mercedes ist mit der E-Klasse bei den manuellen Schaltgetrieben Start-Stopp Serienbestandteil. In dem im August neu vorgestellten VW Passat ist bei den Dieselantrieben Start-Stopp Serie. Im neuen Ford Focus werden ab 2011 alle 1,6 Liter Turbo-Motoren (Diesel und Benzin) mit Start-Stopp ausgestattet. Bei Citroen und Peugeot steht man vor der Einführung der zweiten Generation von Start-Stopp-Systemen, die unterstützt durch Super-Cabs, die übrigen Komfortfunktionen des Fahrzeugs beim Ampelstart nicht mehr beeinflussen. Zusätzlich erfolgt der Startvorgang noch schneller als bisher. Der Unterschied zwischen durchlaufendem Motor und Start-Stopp wird damit für den Autofahrer kaum mehr wahrnehmbar.

Bereits zum Jahr 2012 sind Start-Stopp-Systeme bei nahezu allen deutschen Autobauern in den Fahrzeugen ab der Kompaktklasse in Serie zu erwarten. Die Marktdurchdringung erfolgt schneller als bei der automatischen Stabilitätskontrolle ESP. Tabelle 3 illustriert die Entwicklung. Am schnellsten verbreiten sich Start-Stopp in Europa. Bereits zum Jahr 2015 werden in Europa nach der Prognose der Tabelle 3 70% der Neuwagen mit Start-Stopp ausgerüstet sein und damit knapp 11 Millionen Systeme verkauft. Laxere Verbrauchsvorschriften in den USA werden den Einbau von Start-Stopp-Systemen dort erst nach dem Jahr 2015 forcieren. Hinzu kommt, dass Start-Stopp-Systeme erst jetzt für Automatik-Fahrzeuge adaptiert wurden. Vor dem Markt USA wird die Verbreitung der Start-Stopp-Systeme in Chi-

Tab. 3
Absatz der Start-Stopp-Systeme
(in 1 000 Neuwagen)

	2010	2011	2012	2015	2020
Europa (Anteile)	15%	25%	40%	70%	100%
Europa (Stück)	2 053	3 585	5 936	10 986	15 700
Nordamerika	3%	5%	7%	15%	50%
Nordamerika	410	765	1 130	2 651	9 250
Asien (Anteile)	2%	5%	10%	25%	70%
Asien (Stück)	396	1 012	2 190	6 182	19 600
Total	2 859	5 362	9 256	19 819	44 550

Quelle: CAR Universität Duisburg-Essen.

na erwartet. Nach Tabelle 3 werden im Jahr 2015 in Asien in 6,2 Millionen Neuwagen Start-Stopp-Systeme installiert sein. Damit erreicht der Weltmarkt für Start-Stopp-Systeme knapp 20 Millionen Einheiten. Der Preis für das System dürfte dann bei Kleinwagen leicht über 100 Euro liegen. Das Optimum der Economies of Scales dürfte damit erreicht sein. Nahezu lückenlos an die Start-Stopp-Welle schließt sich die Hybrid- und Plug-In Hybrid-Welle und die rein batteriegetriebenen Elektrofahrzeuge an. Die von der EU-Kommission für das Jahr 2020 ins Auge gefassten CO₂-Emissionen von 95 Gramm CO₂/km stellen damit ein leicht zu erreichendes Ziel dar.

Das Regulierungsparadoxon: Weiche CO₂-Vorgaben bremsen Technologien

Trotz der großen Fortschritte bei der Verbrauchsreduzierung der Pkw ist ein erstaunliches Phänomen im Automobilmarkt beobachtbar. Eine zur Verfügung stehende Technologie, die quasi »über Nacht« den Verbrauch und damit die CO₂-Emissionen der Fahrzeuge ohne nennenswerte Zusatzkosten weiter reduzieren könnte, wird nicht eingesetzt. Durch den Einsatz des Kraftstoffs Erdgas lassen sich bei Benzinmotoren fast ohne Zusatzkosten CO₂-Einsparungen bis zu 25% realisieren. Die Technik ist seit langem erprobt. Abbildung 1 illustriert anhand eines Referenzfahrzeugs die unterschiedlichen CO₂-Emissionen des gleichen Fahrzeugs bei Verwendung unterschiedlicher Kraftstoffe. Ein Ottomotor mit einem CO₂-Ausstoß von 164 Gramm CO₂/km würde bei Umstellung auf Erdgas (CNG: Compressed Natural Gas) lediglich 124 Gramm CO₂/km emittieren. Wird ein Teil des Erdgases mit 20% Biogas, also biologisch gewonnenes Methan, versetzt, sinkt der CO₂-Ausstoß gar auf 100 Gramm CO₂/km. Hinzu kommen bei der Nutzung von Methan als Kraftstoff

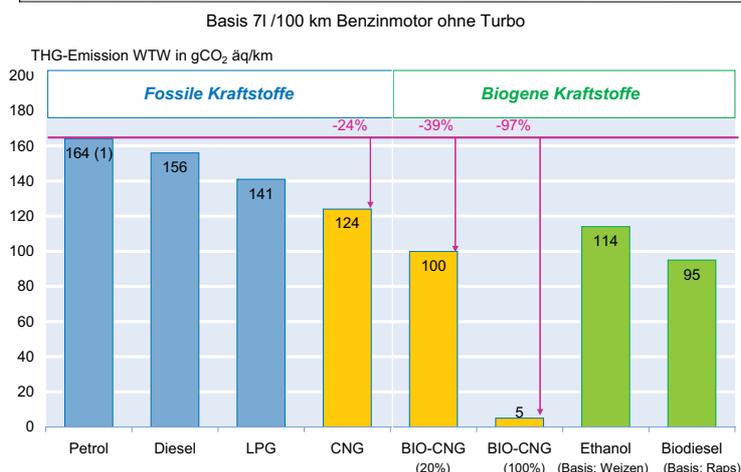
weitere erhebliche Emissionsminderungen bei Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffen, Kohlenmonoxid, Stickoxiden (NO_x) und Ozon.

Dennoch wird Erdgas kaum als Kraftstoff genutzt. So wurden etwa in Deutschland in den ersten Monaten 2010 lediglich 4 300 Erdgasautos, das entspricht 0,2% aller Neuzulassungen, abgesetzt. Sieht man von Italien ab, ist in den anderen EU-Staaten die Situation ähnlich. Eine kleine Modellrechnung zeigt, welche Wirkung mit der Umstellung auf Erdgas erzielt werden könnte. Die für das Jahr 2012 erzielten CO₂-Emissionen des Durchschnittsneuwagens von 130 Gramm CO₂/km könnten im Jahr 2012 bereits EU-weit auf 113 Gramm CO₂/km reduziert werden, wenn 30% der Neuwagen mit Gasantrieb ausgestattet wären und Erdgas mit 20% Biogas geblendet würde. Schneller und kostengünstiger lässt sich Klimaschutz nicht realisieren. Die Infrastruktur, sprich Erdgastankstellen, sind vorhanden, und »Open Points« im Tankstellennetz lassen sich zügig schließen.

So paradox es klingt, eine strengere Gangart bei den CO₂-Auflagen für Neuwagen hätte Erdgas deutlich schneller als Kraftstoff in die Verbreitung gebracht. Mit keiner anderen Technologie lassen sich weitere CO₂-Einsparungen so zügig und mit so niedrigen Kosten umsetzen. Erdgas könnte die ideale Plattform für den Übergang zu elektrischen und teilelektrischen Fahrzeugen sein. Hybride in Kombination mit Erdgas erlauben Fahrzeugkonzepte, die bereits heute die Klimaschutzvorgaben des Jahres 2020 erfüllen. Erdgas und Elektromobilität schließen sich nicht aus, sondern ergänzen sich. Erdgas ist eine ideale Brückentechnologie ins Zeitalter der Elektromobilität. Kostengünstiger kann man eine Brücke nicht bauen.

Derzeit wird darüber gestritten, die CO₂-Emissionen für leichte Nutzfahrzeuge bis zum Jahr 2020 auf 135 Gramm CO₂/km zu beschränken. Die Bundesregierung hat sich vehement gegen diesen Vorschlag der EU-Kommission ausgesprochen und schlägt den Grenzwert von 155 Gramm CO₂/km bis zum Jahre 2020 vor. Die Erfahrungen mit der Regulierung des CO₂-Ausstoßes bei Pkw zeigen, dass strengere Regulierungsvorgaben die Innovationsfähigkeit der Branche verbessern. Zusätzlich bauen strengere Standards eine Brücke für den Einsatz von Erdgas in leichten Nutzfahrzeugen. Bei den leichten Nutzfahrzeugen erlauben Gasantriebe schnelle Verbesserungen der CO₂-Emissionen und reduzieren gleichzeitig im Lieferverkehr der Großstädte die hohen Partikel und NO_x-Emissionen der Dieseltrans-

Abb. 1
CO₂-Einsparungen bei unterschiedlichen Kraftstoffen



porter bei vernachlässigbaren Zusatzkosten. Die niedrigeren Vorgaben der Bundesregierung blockieren den Fortschritt und vereiteln, dass tragfähige Technologien eingesetzt werden.

Stau als Schlüsselproblem

Die Tendenz, dass Ballungsräume wachsen und Verkehrsstaus deutlich steigen, ist besonders in den Großstädten Asiens zu beobachten. Messungen der Verkehrsflüsse in Ballungsräumen in Europa belegen die Zeitverluste durch Staus. Legt man den sogenannten »Travel Time Tax«-Index zugrunde, ergibt sich nach dem Verkehrsdienstleistungsunternehmen Inrix (www.inrix.com) die Reihenfolge der Ballungsgebiete mit den größten Verkehrsstörungen in Deutschland wie in Tabelle 4. Danach benötigt eine Autofahrt im Ballungsraum Ruhrgebiet zu den Hauptverkehrszeiten 23,3% mehr Zeit als bei flüssigem Verkehr. Aufgrund der Parametergröße des Ballungsraums und Travel-Time-Tax steht das Ruhrgebiet an erster Stelle der Räume mit erheblichen Verkehrsstörungen in Deutschland. In Europa rangiert es nach London und Paris an dritter Stelle der Ballungsräume mit den größten Rush-Hour-Störungen. Die beiden Parameter, Größe des Gebiets und Intensität der Verkehrsstörungen, etwa gemessen an dem Travel-Time-Index, illustrieren das Mobilitätsproblem in Ballungsräumen. Individuelle Mobilität in größer und dichter werdenden Ballungsräumen verursacht deutliche ökonomische Effekte. Bisher konnte von der Verkehrspolitik keine geeignete Maßnahme zur Lösung dieses Problem vorgestellt werden.

Eine Lösung des Stauproblems in Ballungsräumen liegt in der Vernetzung der Verkehrsträger. Die Idee vernetzter Verkehrssysteme ist nicht neu, hat allerdings in den letzten 50 Jahren nicht den Durchbruch geschafft. Heute gibt es mindestens drei Indikatoren, die darauf hindeuten, dass sich die Mobilitätsbedürfnisse in den Ballungsräumen

grundlegend ändern und integrierte Verkehrssysteme besser vorangetrieben werden können. Erstens, eine neue Einstellung zum Auto, bei der insbesondere in Großstädten junge Menschen ein eher rationales Verhältnis zum Auto entwickeln, das die Fahrzeugnutzung und nicht den Besitz in den Mittelpunkt stellt. Zweitens, neue Antriebssysteme, bei denen das batteriegetriebene Elektroauto als innovatives Element eine Rolle spielt. Durch das Elektroauto gelingt es, wesentliche Verbesserungen bei lokalen Lärm- und Abgasemissionen zu erzielen. Gleichzeitig besitzt das Elektroauto aufgrund seiner Reichweite und Ladezeiten seine Vorteile bei kürzeren und mittleren Strecken in urbanen Räumen. Damit eignet sich das Fahrzeugkonzept gut, um in Car Sharing und Vermietnetzen in Ballungszentren aufgenommen zu werden. Drittens wurde durch das Internet eine deutlich verbesserte Informationsstruktur im Verkehrssektor ermöglicht. Mit Handyapplikationen und Handynavigation können deutlich besser informiert öffentliche Verkehrsmittel genutzt werden. Verkehrsträger und neue Formen des Vermietgeschäfts (wie etwa beim Mercedes-Projekt car2go) erlauben ohne große Vorplanung – quasi spontan – Verkehrsträger vernetzt zu nutzen. Die Praktikabilität des vernetzten Verkehrs wurde mit durchgängiger Informationstechnologie deutlich gesteigert.

Diese Voraussetzungen waren in der Vergangenheit nicht erfüllt. Daher ist heute die Chance groß, vernetzte Verkehrssystemen in Ballungsräumen – die das Elektroauto, den E-Roller, Bahnen und Busse integrieren – mit neuen Kundenvorteilen auszustatten. Zwar sind derzeit in Deutschland lediglich 130 000 Nutzer oder Mitglieder in Car-Sharing-Systemen vorhanden. Bei 42 Millionen Pkw entspricht dies 0,3% der Autobesitzer, aber die Veränderungen in den Ballungsgebieten könnten sich zügig ergeben. Projekte wie car2go von Daimler eröffnen interessante Perspektiven.

Voraussetzung für dieses veränderte Verhalten sind geeignete regulative Rahmenbedingungen. Nachdem über lange Zeit bei der Verkehrspolitik die Regulierung von Emissionen am einzelnen Fahrzeug im Vordergrund stand, ist es sinnvoll, zukünftig einen breiteren Rahmen zu spannen, der die richtigen Incentives setzt, um integrierte Verkehrssysteme in Ballungsräumen aufzubauen. Dies ist deutlich mehr als eine isolierte Road Tax, die lediglich die Verteilung des Mangels über ein Preissystem steuert. Aus der Erfahrung mit Emissionsstandards in der Automobilindustrie, wie der CO₂-Regulierung der EU-Kommission, zeigt sich, dass ein Standardansatz zu einer hohen Innovationsbereitschaft führt. Zwei Elemente braucht ein solches System. Einerseits den Ausbau der Infrastruktur durch öffentliche

Tab. 4
Ballungsräume mit den meisten Staus in Deutschland

Rang bei Rush-Hour-Störungen	Ballungsraum	km	Rush Hour/Travel Time Tax (T3) in %	Bevölkerung (in 1 000)
1	Ruhrgebiet	1 288	23,3	5 302
2	Hamburg	1 128	20,3	3 135
3	Berlin	1 319	16,0	4 971
4	Frankfurt am Main	689	21,6	2 518
5	Köln	483	26,1	1 874
6	München	737	16,3	2 532
7	Düsseldorf	434	21,2	1 525
8	Stuttgart	319	25,8	2 664
9	Saarbrücken	383	20,5	855
10	Bielefeld	309	23,0	1 298

Quelle: Inrix, <http://scorecard.inrix.com>.

Verkehrsträger und Vermietstationen, etwa für Elektroautos. Zum zweiten den Anreiz, die vernetzten Verkehrsträger auch zu nutzen. Beim Anreiz der Nutzung sind sicherlich Road-Pricing-Systeme nützlich. Beim Ausbau der Infrastruktur für vernetzte Verkehre ist es sinnvoll, Standards zu definieren, die auf Kapazitätsvorhaltung von vernetzten Verkehrssystemen in Ballungsräumen ausgerichtet sind. Die Finanzierung der entsprechenden vernetzten Verkehrsinfrastruktur könnte dabei – etwa in Analogien zur Gewerbesteuer – räumlich erfolgen. Es lohnt sich, die erzielten Erfolge der Standardsetzung bei der Emissionsreduzierung detaillierter zu analysieren, um staufreiere Verkehrssysteme in den europäischen Ballungszentren aufzubauen.