

Ina Meyer, Stefan Wessely

Determinanten und Energieeffizienz der österreichischen Pkw-Flotte

Dem Personenverkehr auf der Straße kommt aufgrund seines Emissionsniveaus eine wichtige Rolle in Klimaschutzstrategien zu. Dabei gilt die Steigerung der Energieeffizienz als eine strategische Maßnahme, da sie ceteris paribus neben der Senkung des Kraftstoffverbrauchs zugleich eine Steigerung des Anteils erneuerbarer Kraftstoffe ermöglicht. Das WIFO hat eine originäre Datenbank zur Energieeffizienz der österreichischen Pkw-Flotte von 1990 bis 2007 entwickelt, die neben dem spezifischen durchschnittlichen Verbrauch die für die Energieeffizienz der Pkw-Flotte relevanten technischen Parameter Antriebsart, Gewicht und Motorleistung abbildet. Die darauf basierende Analyse der Entwicklung der Energieeffizienz der österreichischen Pkw-Flotte sowie der relevanten Determinanten, d. h. der Präferenzen für Komfort- und Leistungsmerkmale von Pkw zeigt eine Verlagerung der Nachfrage zu leistungsstärkeren und schwereren Pkw, die einen Teil des technologisch möglichen Effizienzpotentials aufzehrt. Die Datenbank wird im Rahmen der Konsummodellierung des WIFO für die Abbildung energierelevanter Kapitalstöcke verwendet.

Begutachtung: Kurt Kratena • Wissenschaftliche Assistenz: Katharina Köberl • E-Mail-Adressen: Ina.Meyer@wifo.ac.at, Katharina.Koeberl@wifo.ac.at

Der österreichische Verkehrssektor gehört zu den wesentlichen und zugleich dynamischsten CO₂-Emittenten. Im Jahr 2008 trug er 26,1% zu den Treibhausgasemissionen bei. Von 1990 bis 2008 wuchsen die verkehrsbedingten CO₂-Emissionen erheblich (von 13,77 Mio. t CO₂ auf 22,29 Mio. t CO₂), wobei sich das Emissionsniveau seit 2006 stabilisierte (Abbildung 1). Der größte Anteil entfällt auf den Straßenverkehr (2008: 94,15%, davon Personenverkehr 56,4% Güterverkehr 43,7%; Umweltbundesamt, 2010)¹⁾. Dem Personenverkehr auf der Straße kommt damit eine wichtige Rolle in Klimaschutzstrategien zu.

Die Steigerung der Energieeffizienz gilt als eine strategische Klimaschutzmaßnahme, da sie ceteris paribus die Erreichung des Zieles eines höheren Anteils erneuerbarer Energieträger am Endenergieverbrauch des Verkehrssektors erleichtert: Der Anteil der Energie aus erneuerbaren Quellen (biogene Kraftstoffe, elektrische Energie aus erneuerbaren Quellen) am Bruttoendenergieverbrauch des Verkehrssektors ist bis zum Jahr 2020 in allen EU-Ländern auf 10% zu steigern (Europäische Kommission, 2009A). Die EU setzt daher gezielt auf eine Steigerung der Energieeffizienz (zu den 20-20-20-Zielen der EU siehe Europäische Kommission, 2009A, 2008). Die Energieeffizienz der Pkw-Flotte ergibt sich als Kehrwert der Energieintensität der Pkw-Flotte, die mit Liter Benzin bzw. Dieselmotorkraftstoff je 100 km angegeben wird. Der Energieintensität entspricht je nach Kraftstoffart eine Emissionsintensität gemessen in CO₂ je km. Für die gesamten CO₂-Emissionen des Autoverkehrs ($CO_{2, Pkw}$) ist neben dem Bestand an

Pkw (P_{kw}) und der Fahrleistung pro Pkw $\left(\frac{km}{PKW}\right)$ die Energieeffizienz und damit die

Energieeffizienz und Emissionen

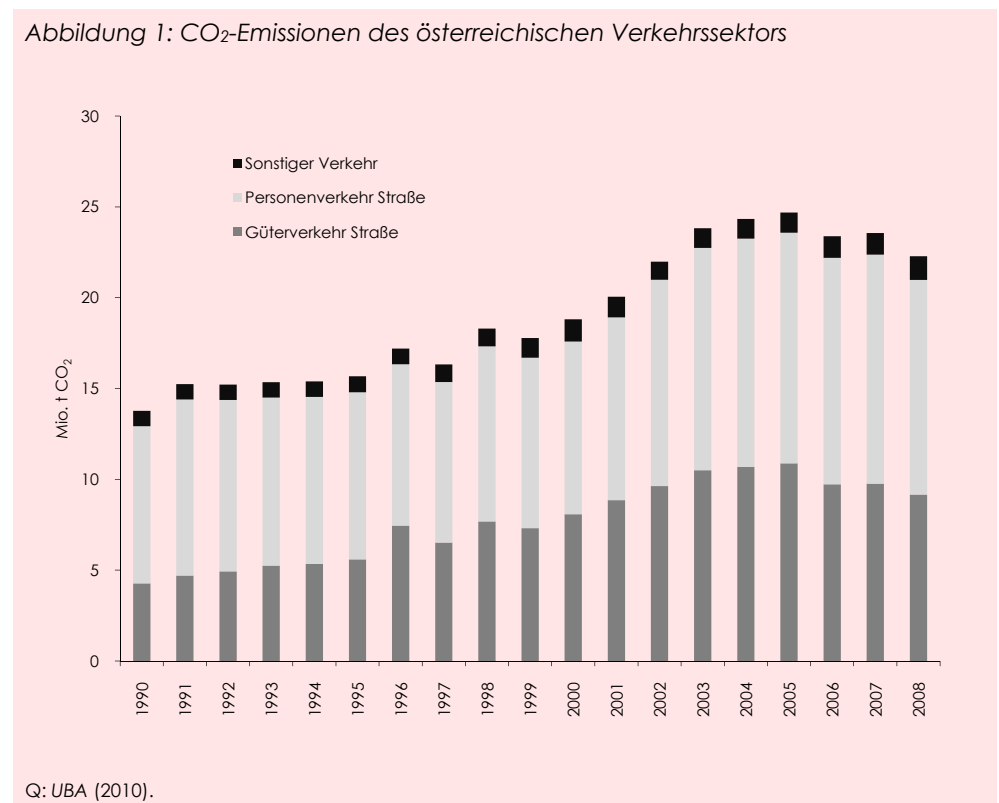
¹⁾ Die Emissionsentwicklung der einzelnen Straßenverkehrsträger wird mit einem Modell berechnet, da eine empirische Datengrundlage in Form einer Fahrleistungserhebung noch nicht zur Verfügung steht.

Energieintensität sowie die Emissionsintensität $\left(\frac{CO_2}{km}\right)$ der Pkw-Flotte ein zentraler Parameter:

$$CO_{2, Pkw} = PKW \frac{km}{PKW} \frac{CO_2}{km}$$

Die große Bedeutung der technologischen Effizienz für die Klima- und Energiepolitik der EU kommt u. a. in den politischen Bestrebungen zum Ausdruck, die Effizienz von Neuwagen stetig zu erhöhen, um damit die Gesamtenergieeffizienz der Pkw-Flotte kontinuierlich zu steigern. So vereinbarten 1998 die Europäische Kommission und die ACEA (European Automobile Manufacturers' Association), die durchschnittlichen spezifischen Emissionen von neuen Pkw bis zum Jahr 2008 auf 140 g CO₂ je km zu senken (bis 2010 auf 120 g CO₂ je km). Da dieses Ziel verfehlt wurde, verwies die Europäische Kommission im Jahr 2006 auf die Möglichkeit, die spezifischen CO₂-Emissionen von Neuwagen legislativ zu regeln, sollte sich der Trend einer steigenden Energieintensität von Neuwagen fortsetzen. Aus gegebenem Anlass wurde eine Verordnung erlassen (Europäisches Parlament – Europäischer Rat, 2009), wonach im Jahr 2012 65% der neuzugelassenen Pkw eines Autoproduzenten nicht mehr als durchschnittlich 130 g CO₂ je km emittieren dürfen (2013: 75%, 2014: 80%, 2015: 100%).

Abbildung 1: CO₂-Emissionen des österreichischen Verkehrssektors



Das WIFO hat im Rahmen des Projektes "Ökonomische, technologische und sozio-demographische Einflussfaktoren der Energienachfrage der Haushalte" (Kratena – Meyer – Wüger, 2009B) eine originäre Datenbank entwickelt, die neben dem spezifischen durchschnittlichen Verbrauch die für die Energieeffizienz der Pkw-Flotte relevanten technischen Parameter Antriebsart, Gewicht und Motorleistung abbildet (Meyer – Wessely, 2009). Sie erlaubt die Analyse der Entwicklung der Energieeffizienz der österreichischen Pkw-Flotte von 1990 bis 2007 und ihrer Determinanten, d. h. die Präferenzen der Konsumenten für Komfort- und Leistungsmerkmale von Pkw werden transparent. Die Datenbank wird im Rahmen der Konsummodellierung des WIFO für die Abbildung der energierelevanten Kapitalstöcke verwendet (Kratena – Meyer – Wüger, 2009A, 2009B).

Die Datenbank MOVE.at – Motor Vehicle Efficiency in Austria

Die vorliegenden Ergebnisse wurden auf der Basis einer neuen Datenbank ermittelt, die Informationen der Kfz-Zulassungsstatistik von Statistik Austria mit technischen Daten über die Effizienzparameter der Pkw aus dem "Auto Katalog" (*Motor Presse Stuttgart*, 2008) verknüpft. Diese Datenbank erlaubt erstmals eine detaillierte, nach dem Bestand gewichtete Analyse der technischen Eigenschaften der Pkw-Flotte. Diese Bottom-up-Kalkulation ermöglicht die Darstellung von Zeitreihen der unterschiedlichen technischen Parameter und macht so die Präferenzen der Konsumenten in Österreich in Bezug auf die technische Qualität von Pkw sichtbar.

In Österreich wurden im Jahr 2007 laut Statistik Austria 5.836 verschiedene Pkw-Typen registriert. Statistik Austria publiziert jährlich den aktuellen Bestand nach Pkw-Typen entsprechend einer eigenen Kategorisierung. Der jährliche "Auto Katalog" enthält einen Überblick über die technischen Parameter der aktuellen Autotypen. Die Datenbank des WIFO integriert diese beiden Datenquellen.

Für die WIFO-Studie wurden für jedes Jahr die jeweils am meisten nachgefragten Autotypen ausgewählt. Dazu wurden der Bestand nach Typen sortiert und jeweils die obersten 60 Perzentile ausgewählt. Dadurch verringerte sich die Zahl der zu untersuchenden Typen auf 466.

Seltener nachgefragte Autotypen wurden somit in die Berechnungen nicht einbezogen; gerade sehr große und schwere Pkw fehlen deshalb in der Analyse. Dieses Vorgehen bedingt eine systematische Verzerrung, die die durchschnittliche Effizienz der Pkw-Flotte über- und das Gewicht unterschätzt. Das Ausmaß dieser Effizienzüberschätzung konnte innerhalb des Projektes jedoch nicht analysiert werden. Das WIFO strebt eine Komplettierung der Datenbank an.

Die Integration der beiden Datenquellen war vor allem wegen der inkongruenten Typenkategorisierung schwierig. Die Typenkategorien von Statistik Austria lassen teilweise keinen Rückschluss auf die Leistung oder den Hubraum zu, sodass in einer Kategorie Autos unterschiedlicher Parameter zusammengefasst werden. Eine eindeutige Zuordnung brachte in vielen Fällen somit einen erheblichen Rechercheaufwand mit sich. Dies betrifft insbesondere auch eine über die Zeit inkonsistente Bezeichnung gleicher Autotypen. Eine standardisierte Autotypenbezeichnung würde die eindeutige Zuordnung von technischen Parametern erheblich erleichtern.

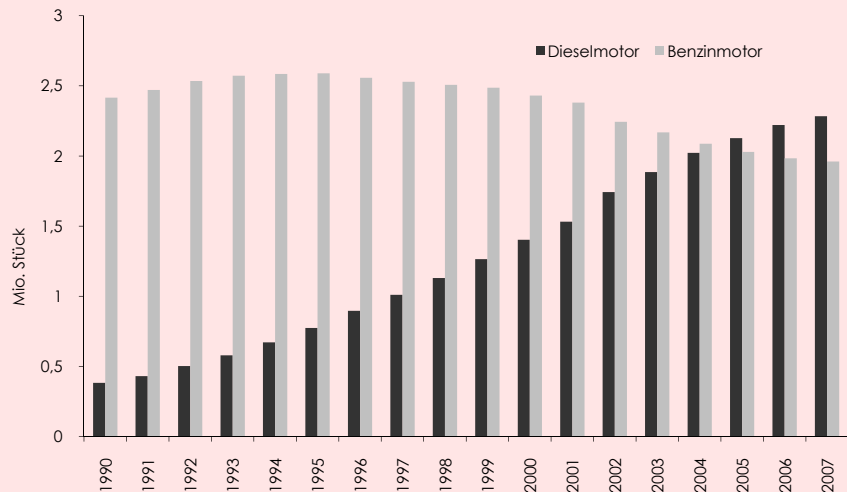
Hybrid-Autos, Elektrofahrzeuge und gasbetriebene Pkw haben in Österreich noch praktisch keine Bedeutung (0,0% des Bestands). Die Zahl der Fahrzeuge steigt zwar, die Stückzahl ist jedoch sehr gering (Hybride und gasbetriebene Pkw 2006 701, 2007 1.770, Elektrofahrzeuge 127 bzw. 131). Während der Bestand an benzingetriebenen Autos im Beobachtungszeitraum jährlich um durchschnittlich 1,2% sank, erhöhte sich der Dieselp Bestand um durchschnittlich 11% pro Jahr (1990 14% der Pkw-Flotte, 2007 54%). Dies zeigt eine Zunahme der Präferenz für Dieselfahrzeuge seit Anfang der 1990er-Jahre, die europaweit zu beobachten ist ("Dieselisation", *Schipper – Marie-Lilliu – Fulton*, 2002). Ihre Gründe liegen einerseits in einer finanziellen Begünstigung durch die niedrigere Belastung von Dieselfahrzeugen und -kraftstoffen mit indirekten Steuern. Andererseits ermöglichen substantielle Innovationen im Bereich der Dieselmotoren (Turbodieselmotoren, Verringerung von Lärm- und Partikelemissionen, verbessertes Betriebsverhalten) eine Vergrößerung des Modellangebotes. Dieselgetriebene Fahrzeuge wurden dadurch für ein breiteres Spektrum an Konsumenten attraktiv.

Die Verlagerung der Nachfrage zu Dieselfahrzeugen kann als Beispiel für eine gelungene Marktdurchdringung einer neuen Antriebstechnologie betrachtet werden. Eine ähnliche Kombination aus Nachfrage-Pull (Steuerbegünstigung) und Angebots-Push (Technologieentwicklung) könnte auch helfen, die Marktdurchdringung klima- und energierelevanter Innovationen (Hybrid-, Elektroantrieb) zu forcieren.

Der Dieselmotor verfügt mit dem geringeren spezifischen Verbrauch über eine entscheidende Technologie zur Treibstoffeinsparung und somit zur Verringerung der Emissionen, impliziert jedoch durch den oft preisgünstigeren Treibstoff sowie den geringeren Servicepreis (Preis der Fahrleistung pro km) einen Anreiz zur verstärkten Nutzung ("Rebound Effekt"; *Kratena – Meyer – Wüger*, 2009A, 2009B).

Entwicklung der Pkw-Flotte nach Antriebsart

Abbildung 2: Österreichs Pkw-Flotte nach Antriebsart



Q: WIFO-Berechnungen.

Entwicklung der Masse durchschnittlicher Pkw

Eine weitere Form des Rebound-Effektes bezieht sich auf die Veränderung des Kapitalstocks in der technologischen Ausstattung, z. B. den Trend zum Kauf größerer Fahrzeuge, welche die technologisch bedingte Steigerung der Energieeffizienz kompensiert.

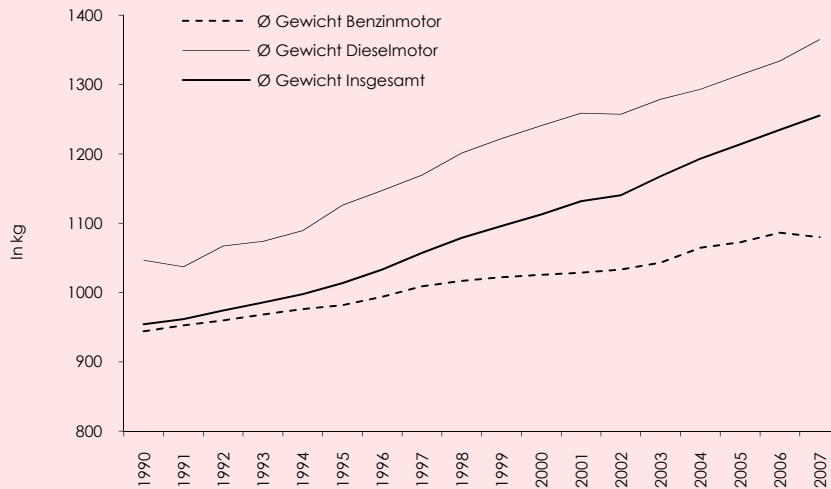
Die Masse ist einer der aussagekräftigsten Parameter von Veränderungen der Energieeffizienz der Autoflotte. *Sorrell – Dimitropoulos – Sommerville (2009)* beschreiben das Gewicht (Masse) als einen Indikator für Komfort, Sicherheit und Beförderungskapazität eines Pkw. Der Zusammenhang zwischen Fahrzeuggewicht und Sicherheit wurde u. a. von *Zachariadis (2008)* empirisch untersucht. Demnach besteht kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen Gewicht und Sicherheit eines Pkw, vielmehr haben die verbesserten Sicherheitseinrichtungen moderner Pkw nur geringen Einfluss auf das Fahrzeuggewicht und beeinflussen die Energieeffizienz der Pkw kaum. Nach *Noland (2005)* hat die Varianz des Gewichtes der Pkw innerhalb der Flotte größeren Einfluss auf die Sicherheit im Straßenverkehr als das absolute Gewicht eines Pkw. Das Fahrzeuggewicht kann daher in erster Linie als Indikator für steigenden Komfort gewertet werden, der sich aus beträchtlichen Zusatzapplikationen sowie einer höheren Beförderungskapazität ergibt.

Aus der Datenbank des WIFO wurden das Durchschnittsgewicht der Pkw im österreichischen Bestand als gewichteter Mittelwert der Diesel- und Benzinflotte sowie aller registrierten Typen, die Struktur des Bestands nach Gewichtsklassen, differenziert nach Benzin und Dieselmotoren, für die Jahre 1990 und 2007 sowie das Durchschnittsgewicht nach Leistungsklassen ermittelt (Abbildungen 3 bis 6). Für alle drei Kennzahlen ist ein eindeutiger Trend zu schwereren Pkw zu erkennen, insbesondere für Pkw mit Dieselmotor (+1,6% p. a., Pkw mit Benzinmotor 0,8% p. a.). Das Durchschnittsgewicht der gesamten Flotte stieg aufgrund des Trends zu Dieselfahrzeugen ebenfalls um 1,6% p. a. bzw. kumuliert von 1990 bis 2007 um 32%.

Die Steigerung des Durchschnittsgewichtes insbesondere der Diesel-Flotte ging mit einer Verlagerung zwischen den Gewichtsklassen einher (Abbildung 4): Während der Anteil der Klasse 801 kg bis 1.000 kg (Eigengewicht) am gesamten Bestand an Benzin-Pkw zwischen 1990 und 2007 von 46% auf 22% sank, erhöhte sich jener der Klasse 1.001 kg bis 1.200 kg von 22% auf 53%. Noch deutlicher zeigt sich dieser Trend für Pkw mit Dieselmotor: Der Anteil der Klasse 801 kg bis 1.000 kg verringerte sich von 60% auf 4% der gesamten Dieselflotte, während jener der Klasse 1.201 kg bis 1.400 kg von 10% auf 42% stieg. Demnach nimmt die Präferenz für schwerere, d. h. komfortablere Pkw zu. Darüber hinaus traten die Gewichtsklassen ab 1.601 kg im Jahr 2007 erstmals im Bestand der Diesel-Flotte auf.

Abbildung 3: Durchschnittsgewicht der Pkw-Flotte

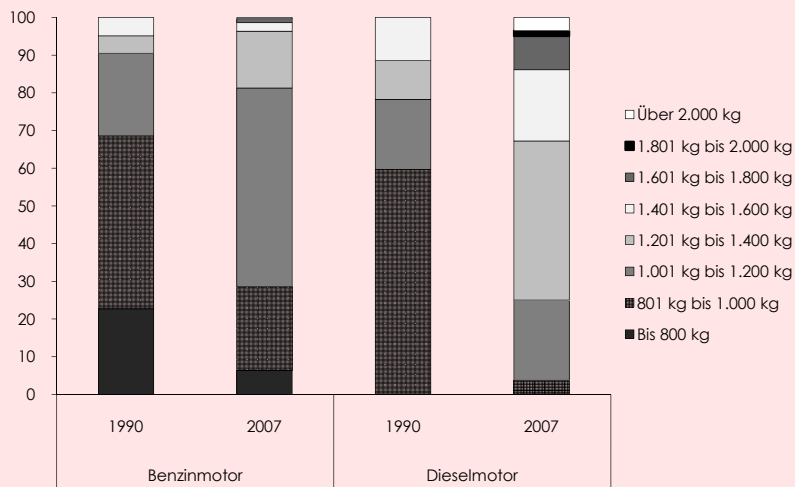
Eigengewicht, bestandsbewertet



Q: WIFO-Berechnungen, MOVE.at.

Abbildung 4: Veränderung des Fahrzeuggewichtes in der Pkw-Flotte

Eigengewicht, Anteile in %

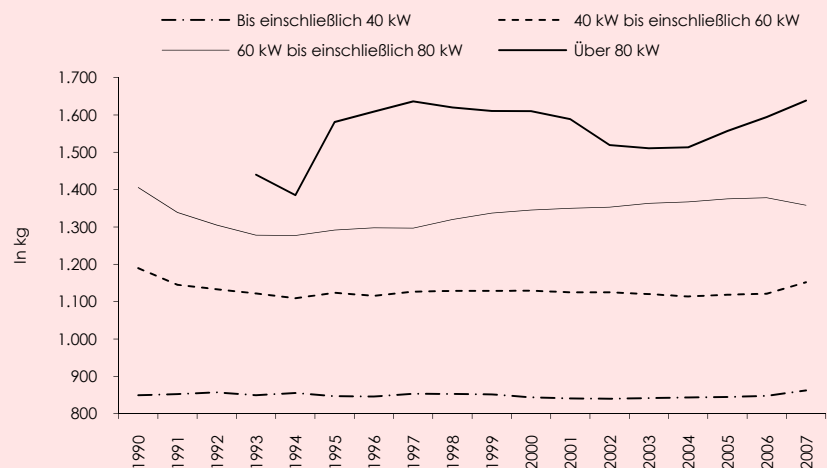


Q: WIFO-Berechnungen.

Auch nach Leistungsklassen gemessen in Kilowatt (kW) erhöhte sich das Durchschnittsgewicht der Pkw deutlich, und zwar vor allem im Bestand an Benzin-Pkw (Abbildung 6), während es im Bestand der Diesel-Pkw weitgehend unverändert blieb (Abbildung 5): In der Leistungsklasse bis einschließlich 40 kW erhöhte sich das Durchschnittsgewicht der benzingetriebenen Pkw um 1,19% p. a., in der Klasse 40 kW bis einschließlich 60 kW um 0,84% p. a. (kumuliert +22,3% bzw. +15,2%). Pkw mit stärkerem Benzinmotor wurden im Durchschnitt nur wenig schwerer (60 kW bis einschließlich 80 kW +0,57% p. a., über 80 kW +0,48% p. a.). Für Autos mit Dieselmotor ergibt sich in der Klasse bis einschließlich 40 kW ein Wachstum von 0,09%, in der Klasse über 80 kW von 0,93% p. a. (40 kW bis 60 kW -0,19% p. a., 60 kW bis 80 kW -0,2% p. a.).

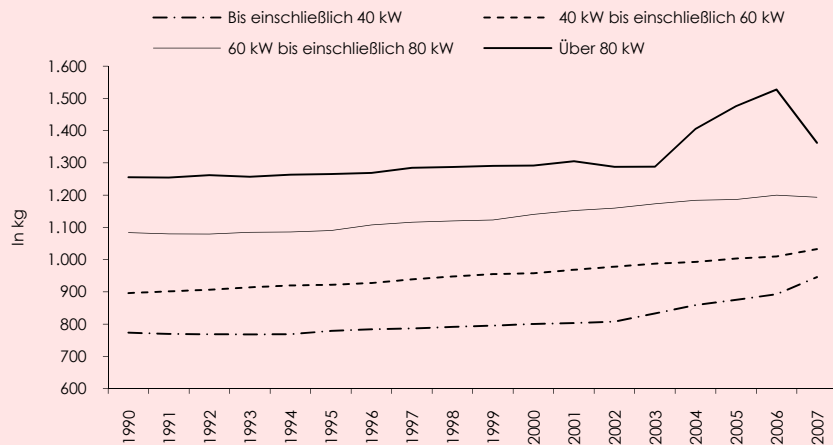
Für die eingeschränkte Stichprobe (60-Perzentil-Beschränkung) ergibt sich in der Leistungsklasse über 80 kW sowohl für Diesel- als auch für Benzinmotoren eine weniger gleichförmige Veränderung.

Abbildung 5: Gewicht der Diesel-Pkw-Flotte nach kW-Klassen



Q: WIFO-Berechnungen, MOVE.at.

Abbildung 6: Gewicht der Benzin-Pkw-Flotte nach kW-Klassen, Benzin



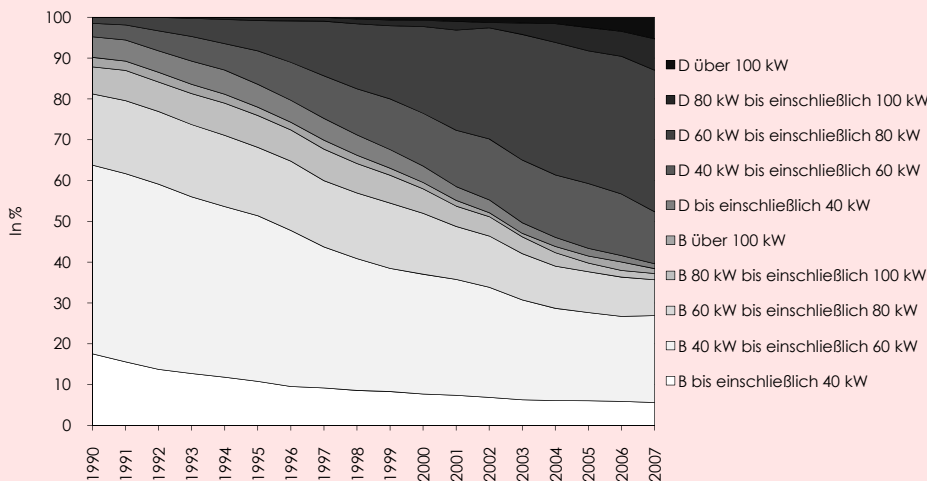
Q: WIFO-Berechnungen, MOVE.at.

Die Steigerung des Durchschnittsgewichtes von Diesel-Pkw erklärt sich durch die Verlagerung des Bestandes zu höheren Gewichtsklassen und damit zu höheren Leistungsklassen (Abbildung 4). So erhöhte sich der Anteil der Pkw mit einem Gewicht von 1.201 kg bis 1.400 kg an der Diesel-Flotte von 10% im Jahr 1990 auf 42% im Jahr 2007, während jener der Gewichtsklasse 801 kg bis 1.000 kg von 60% im Jahr 1990 auf 4% im Jahr 2007 sank. Die Entwicklung hin zu schwereren Pkw zeigt sich analog in der Entwicklung der Leistungsklassenanteile (Abbildung 7).

Die Nachfrage nach Mittelklasseautos verlagerte sich deutlich zu Dieselfahrzeugen (60 kW bis 80 kW Bestand +23,1% p. a., kumuliert 1990 bis 2007 +3.319%; 80 kW bis 100 kW +29,9% p. a. bzw. +3.796%; Übersicht 1). Die sehr hohen Wachstumsraten sind aber vor allem auch auf die niedrigen Anfangsbestände zurückzuführen.

Auch der Bestand an weniger leistungsstarken Dieselfahrzeugen nahm im Beobachtungszeitraum zu (40 kW bis 60 kW +10,6% p. a., kumuliert +450%). Erst in den letzten neun Jahren des Beobachtungszeitraums war die oberste Leistungsklasse (Bestand +15,1% p. a.) in den oberen 60 Perzentilen des Bestands vertreten. Hingegen sank der Anteil der Benzinfahrzeuge an der Pkw-Flotte, vor allem in der Klasse 80 kW bis 100 kW (Bestand kumuliert -67%, -6,3% p. a.; bis 40 kW -54% bzw. -4,5% p. a.; Übersicht 1).

Abbildung 7: Entwicklung der Leistungsklassen als Anteile am Gesamtbestand nach Diesel und Benzin



Q: WIFO-Berechnungen, MOVE.at. D . . . Dieselmotor, B . . . Benzinmotor.

Übersicht 1: Veränderung des Bestands in der Diesel- und Benzinflotte nach kW-Klassen

1990/2007

	Bis 40 kW	40 bis 60 kW	60 bis 80 kW In %	80 bis 100 kW	Über 100 kW
Dieselmotor					
Jährlich	- 6,2	+ 10,6	+ 23,1	+ 29,9	+ 15,1
Insgesamt	- 67	+ 451	+ 3.319	+ 3.796 ¹⁾	+ 1.364 ²⁾
Benzinmotor					
Jährlich	- 4,5	- 2,4	- 1,9	- 6,3	- 1,8
Insgesamt	- 54	- 34	- 28	- 67	- 27

Q: WIFO-Berechnungen, MOVE.at. – ¹⁾ 1993/2007. – ²⁾ 1998/2007.

Die Verlagerung der Nachfrage zu leistungsstärkeren Autos resultiert vorwiegend aus der Entwicklung der Diesel-Flotte. 1990 waren Benzin-Pkw mit einer Leistung von 40 kW bis 60 W mit 46,3% die populärste Leistungsklasse in Österreich, 2007 betrug ihr Anteil am Gesamtbestand lediglich 21,3%, während sich der Anteil der Diesel-Pkw mit 60 kW bis 80 kW von 1,8% im Jahr 1990 auf über 34% im Jahr 2007 erhöhte. Der Diesel-Pkw-Bestand mit 40 kW bis 60 kW bzw. 60 kW bis 80 kW-Diesel-Klasse machte 2007 fast die Hälfte des gesamten österreichischen Autobestandes aus (47,5%).

Trotz der Entwicklung hin zu leistungsstärkeren und schwereren Pkw stieg die Effizienz der österreichischen Pkw-Flotte (Abbildung 8). Anhand der Herstellerangaben (Normverbrauch), wie sie jährlich im "Auto Katalog" (*Motor Presse Stuttgart*, 2008) veröffentlicht werden, wurde für Diesel- und Benzin-Pkw sowie für den Gesamtbestand in Form des Diesel-Äquivalents die Effizienz errechnet. Das Diesel-Äquivalent ergibt sich aus dem unterschiedlichen Energiegehalt der beiden Treibstoffe.

Die Verbrauchswerte werden in Europa üblicherweise mit Liter je 100 km angegeben, was per definitionem der Energieintensität entspricht. Die Energieeffizienz ergibt sich wie oben erwähnt aus dem Kehrwert und beschreibt die mit einem Liter Kraftstoff gefahrene Distanz; sie steigt, wenn die Energieintensität (Normverbrauch) sinkt. Weil der Normverbrauch eines Pkw eine gängige Größe ist, werden hier die Ergebnisse für die Energieintensität diskutiert.

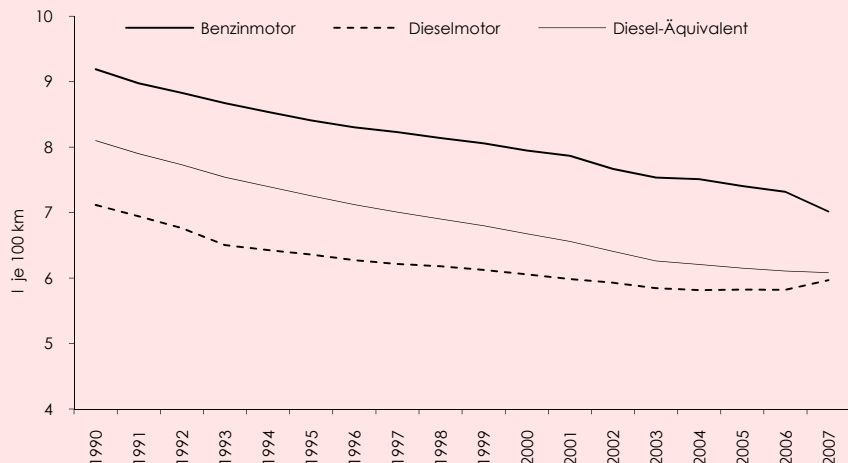
Der Normverbrauch der Diesel-Pkw sank im Beobachtungszeitraum pro Jahr um 1,03%, jener der Benzinfahrzeuge sogar um 1,58% (kumuliert 1990 bis 2007 -16,1% bzw. -23,7%). Der Durchschnittsverbrauch von Diesel-Pkw verringerte sich von 7,12 l

Entwicklung der Effizienz der Pkw-Flotte

je 100 km im Jahr 1990 auf 5,97 l je 100 km im Jahr 2007, jener der Pkw mit Benzinmotor von 9,19 l auf 7,02 l je 100 km. Auf die gesamte Autoflotte bezogen bedeutet dies eine Senkung des durchschnittlichen Kraftstoffverbrauchs um über 2,6 l je 100 km in 17 Jahren oder 29%. Diese Steigerung der Energieeffizienz ist höher als von der International Energy Agency geschätzt (Industrieländer 1990/2004 +10%; IEA, 2008). Die Zunahme des bestandsgewichteten Normverbrauchs der Dieselfahrzeuge in den Jahren 2004 bis 2007 erklärt sich durch den Trend zu leistungsstärkeren und schwereren Fahrzeugen.

Abbildung 8: Normverbrauch der österreichischen Pkw-Flotte

Bestandsgewichtet



Q: WIFO-Berechnungen, MOVE.at.

Die Herstellerangaben zur Energieintensität (Normverbrauch) eines Pkw werden nach internationalen Standards ermittelt (New European Driving Cycle, NEDC). Die Kritik an diesen Standards bezieht sich vor allem auf die Diskrepanz zum alltäglichen Fahrverhalten (Schipper – Tax, 1994). Demnach fehlen in diesen Testverfahren wichtige Fahrstile, etwa Kurzdistanzen, urbane Mobilität oder Autobahnen. Nach Schipper – Tax (1994) unterschätzen die Herstellerangaben den tatsächlichen Verbrauch im Durchschnitt um etwa 15% bis 25%.

Das Internet-Portal www.spritmonitor.de sammelt Daten über den Verbrauch von Pkw nach Leistungsklassen. Teilnahme und Eingaben erfolgen freiwillig. Da die Verbrauchsdaten nur für einen Zeitpunkt vorliegen und nicht als Zeitreihe, konnte hier nur der Wert von 2007 verglichen werden. Der tatsächliche Durchschnittsverbrauch von Pkw mit Benzinmotor ist demnach um 1,9% höher als der vom Hersteller angegebene Normverbrauch, jener der Diesel-Pkw um 5,1% und der Diesel-Äquivalenzwert um 3,83%.

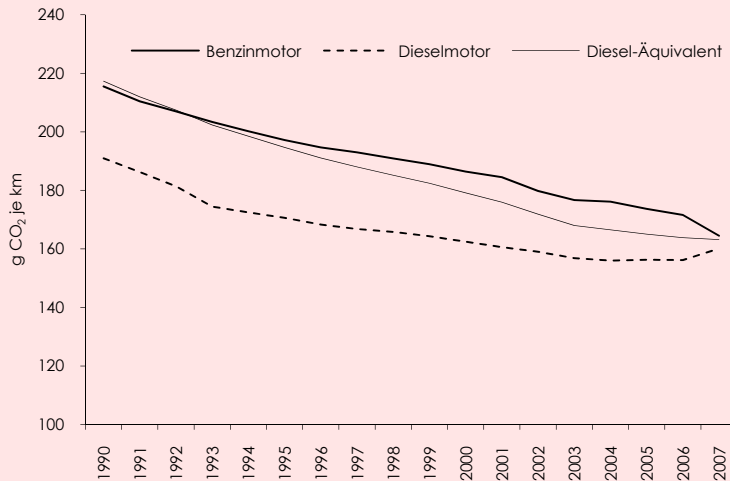
Abbildung 9 zeigt analog zur Entwicklung der Energieeffizienz der österreichischen Fahrzeugflotte die Entwicklung der CO₂-Emissionen gemessen in Gramm CO₂ je Kilometer. Aus dem Treibstoffverbrauch können laut IPCC-Standard CO₂-Emissionen je Kilometer errechnet werden. 2007 betrug der durchschnittliche CO₂-Ausstoß der Dieselaautos demnach 160 g CO₂ je km, jener der Benzin-Pkw 165 g CO₂ je km. Im Durchschnitt der österreichischen Pkw-Flotte (errechnet mittels der Dieseläquivalente) emittierte ein Auto 163 g CO₂ je km. Dieser Wert ist um nur rund 5 g CO₂ je km höher als die durchschnittlichen CO₂-Emissionen neu zugelassener benzin- und dieselbetriebener Pkw (157,7 g CO₂ je km, Umweltbundesamt, 2009). Diese Differenz der Emissionen zwischen dem Bestand und den neu zugelassenen Pkw ist jedoch zu gering, um eine rasche Verringerung der Energieintensität der Fahrzeugflotte zu bewirken.

Setzt man den Normverbrauch in Relation zur bewegten Masse, so erweitert man den Effizienzindikator um einen thermodynamischen Aspekt. Gemessen wird dabei

die theoretisch verbrauchte Menge an Kraftstoff, um die Masse von 1 kg 100 km fortzubewegen. Diese Sichtweise bringt eine bessere Annäherung an die technologischen Effizienzsteigerungen. Der Trend zu schwereren Autos bleibt unberücksichtigt, während die durchschnittliche Effizienzverbesserung des Motors sichtbar wird.

Abbildung 9: CO₂-Emissionen der österreichischen Pkw-Flotte

Entsprechend dem Normverbrauch, bestandsgewichtet

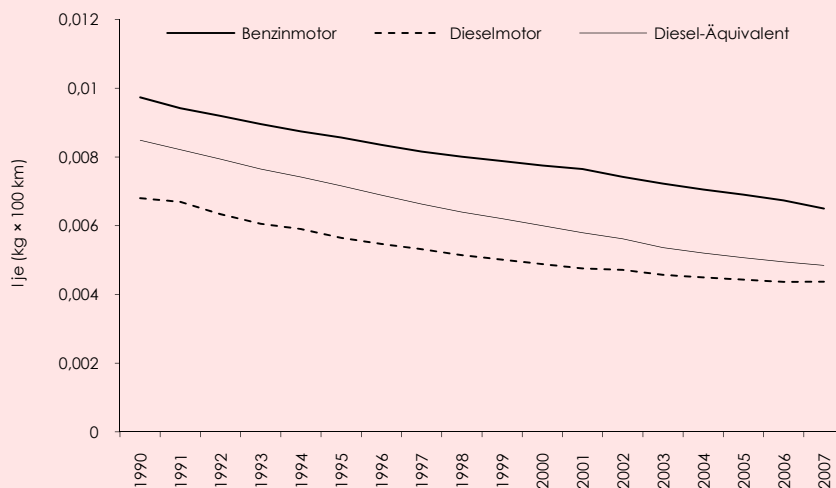


Q: WIFO-Berechnungen, MOVE.at.

Ein Pkw der nach Dieseläquivalenten berechneten Gesamtflotte brauchte 1990 noch 0,008 l um 1 kg 100 km zu bewegen, 2007 nur mehr 0,005 l (+43%; Abbildung 10). Die Effizienz der dieselbetriebenen Fahrzeuge verbesserte sich dabei um 2,56% p. a. (kumuliert +35,7%), jene der benzinbetriebenen Pkw um 2,35% p. a. (kumuliert +33,2%).

Abbildung 10: Thermodynamischer Effizienzindikator

Bestandsgewichtet



Q: WIFO-Berechnungen, MOVE.at.

Die Berücksichtigung des Gewichtes zeigt demnach eine höhere Effizienzsteigerung auf als der bestandsgewichtete Normverbrauch (Diesel-Motoren -16,1%, Benzin-Motoren -23,7%). Dies lässt sich durch die Zunahme des durchschnittlichen Gewichtes erklären, d. h. durch die Verlagerung zu schwereren und leistungsstärkeren Fahr-

zeugen in der Pkw-Flotte. Eine technologische Effizienzsteigerung dient somit oftmals als Legitimation, leistungstärkere und schwerere Autos zu kaufen (Kauf-Rebound).

Anreize für Kauf emissionsarmer Fahrzeuge setzen

Ein beträchtliches technologisches Potential zur Effizienzsteigerung wird demnach durch die Präferenzen der Konsumenten für leistungstärkere und schwerere Pkw aufgezehrt. Angesichts der klimapolitischen Notwendigkeit einer schnellen und drastischen Verringerung der CO₂-Emissionen ist es fraglich, ob diese energierelevanten Konsumentenentscheidungen politisch ignoriert werden können, oder ob die fiskalpolitischen Anreize zum Kauf drastisch emissionsreduzierter Pkw akzentuiert werden müssen. So enthält die Normverbrauchsabgabe eine monetäre Bonus-Malus-Spreizung in Bezug auf den CO₂-Ausstoß neu zugelassener Pkw. Sowohl der Bemessungswert (ab 1. Jänner 2010 160 g CO₂ je km) als auch die monetären Anreize sind jedoch zu niedrig angesetzt, um eine substantielle und zügige Verbesserung der Energieeffizienz der österreichischen Fahrzeugflotte zu erreichen. Darüber hinaus ist die Normverbrauchsabgabe eine einmalige Belastung bzw. die Begünstigung der emissionsärmeren Fahrzeuge ein einmaliger Bonus bei der Erstzulassung eines Pkw in Österreich. Wesentlich wäre auch die Umstellung der jährlichen Kfz-Steuer auf den CO₂-Gehalt, um ein beständiges Signal zur Steigerung der Energieeffizienz zu setzen.

Literaturhinweise

- Europäische Kommission, Energieeffizienz: Erreichung des 20%-Ziels, Mitteilung der Kommission, (KOM 2008) 772, endgültig, Brüssel, 2008.
- Europäische Kommission (2009A), Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG, (RL 2009/28), 23. April 2009.
- Europäische Kommission (2009B), Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Dezember 2007 zur Festsetzung von Emissionsnormen für neue Personenkraftwagen im Rahmen des Gesamtkonzepts der Gemeinschaft zur Verringerung der CO₂-Emissionen von Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen, Brüssel, 2009.
- Europäisches Parlament, Europäischer Rat, Verordnung (EG) Nr. 443 vom 23. April 2009.
- International Energy Agency (IEA), Energy Technology Perspectives 2008. Scenarios & Strategies to 2050, Paris, 2008.
- International Energy Agency (IEA), IEA Statistics, Energy Prices & Taxes. vol. First Quarter, Paris, 2009.
- International Road Federation (IRF), World Road Statistics, Data 2000-2005, Genf, 2007.
- Kratena, K., Meyer, I., Wüger, M. (2009A), "The Impact of Technological Change and Lifestyles on the Energy Demand of Households. A Combination of Aggregate and Individual Household Analysis", WIFO Working Papers, 2009, (334), http://www.wifo.ac.at/www/jsp/index.jsp?fid=23923&id=35120&typeid=8&display_mode=2.
- Kratena, K., Meyer, I., Wüger, M. (2009B), "Ökonomische, technologische und soziodemographische Einflussfaktoren der Energienachfrage", WIFO-Monatsberichte, 2009, 82(7), S. 525-538, http://www.wifo.ac.at/www/jsp/index.jsp?fid=23923&id=36266&typeid=8&display_mode=2.
- Kvapil, B., Reisel, J., "Krafftfahrzeugbestand 2007", Statistische Nachrichten, 2008, (Mai), S. 404-417.

Fuel Efficiency of the Austrian Passenger Vehicle Fleet – Summary

Passenger cars contribute a large – and moreover dynamically growing – share of CO₂ emissions. Accordingly they are central to climate protection strategies. Improving the fuel efficiency of passenger car fleets is a key strategic objective of transport-related mitigation policies because it can, ceteris paribus, cut down on fossil fuel demand and facilitate the achievement of targets for the use of renewable energy (biofuels and electricity).

WIFO has developed an original data base to analyse trends and determinants of fuel efficiency in Austrian passenger cars from 1990 to 2007. The data base includes, i.a., technical parameters, such as propulsion systems, weights, and power ratings, chosen to bring transparency into the development of fuel efficiency of Austria's registered passenger car fleet. Underlying comfort factors and power-related characteristics of the vehicles purchased by consumers are pinpointed. During the observation period, demand shifted towards more powerful and heavier passenger cars. This development has counteracted and thus at least partly neutralised potential gains in technological efficiency. Nevertheless, vehicle fleet fuel efficiency could still be improved by 29 percent from 1990 to 2007.

- Meyer, I., Wessely, S., "Fuel Efficiency of the Austrian Passenger Vehicle Fleet – Analysis of Trends in the Technological Profile and Related Impacts on CO₂ Emissions", *Energy Policy*, 2009, 37(10), S. 3779-3789.
- Motor Presse Stuttgart, Auto Katalog. Das Modellangebot weltweit, Stuttgart, mehrere Jahre.
- Noland, R., "Fuel Economy and Traffic Fatalities: Multivariate Analysis of International Data", *Energy Policy*, 2009, 33, S. 2183-2190.
- Schipper, L., Marie-Lilliu, C., Fulton, L., "Diesels in Europe. Analysis of Characteristics, Usage Patterns, Energy Savings and CO₂ Emission Implications", *Journal of Transport Economics and Policy*, 2002, 36, Part 2, S. 305-340.
- Schipper, L., Tax, W., "New Car test and Actual Fuel Economy: Yet Another Gap?", *Transport Policy*, 1994, 1(4), S. 257-265.
- Sorrell, S., Dimitropoulos, J., Sommerville, M., "Empirical Estimates of the Direct Rebound Effect: A Review", *Energy Policy*, 2009, 37(4), S. 1356-1371.
- Umweltbundesamt, CO₂-Monitoring 2009. Zusammenfassung der Daten der Republik Österreich gemäß Entscheidung Nr. 1753/200/EG für das Berichtsjahr 2008, Wien, 2009.
- Umweltbundesamt, Austria's Annual Greenhouse Gas Inventory 1990-2008, Wien, 2010.
- Zachariadis, T., "The Effect of Improved Safety on Fuel Economy of European Cars", *Transportation Research*, 2008, 13, S. 133-139.