

Dicke Luft im Stadtverkehr?

Obwohl Kraftfahrzeuge immer sauberer werden, wächst die Zahl der Umweltzonen in Deutschland. Insbesondere die Emissionen von Nutzfahrzeugen sind ein wesentlicher Mitverursacher von Luftqualitätsproblemen in Ballungsräumen. Welche fahrzeugtechnischen Trends zeichnen sich im städtischen Nutzfahrzeugverkehr ab und welche technischen Optionen gibt es, um Nutzfahrzeugverkehre kurzfristig umweltfreundlicher zu gestalten?

Die Autoren: **Jörg Adolf, Gunnar Knitschky, Andreas Lischke**



Foto: Shell

Die Zahl der Kfz in Deutschland steigt. Insgesamt sind (Stand: 1. Januar 2011) 50,9 Mio. Kfz amtlich registriert, darunter 42,3 Mio. Pkw, 2,6 Mio. Lkw und Sattelzugmaschinen, 76 000 Kraftomnibusse und rd. 260 000 Sonstige Kfz [1]. Doch obwohl die Fahrleistungen aller Kfz vor allem im Straßengüterverkehr steigen, gehen die Luftschadstoffemissionen des Straßenverkehrs seit vielen Jahren kontinuierlich zurück (vgl. *Abbildung 1*).

Immer mehr Umweltzonen

Dennoch gibt es immer mehr Umweltzonen in Deutschland, und zwar deutlich mehr als in vielen anderen europäischen Ländern. Inzwischen sind Umweltzonen in mehr als 40 Städten eingerichtet worden oder geplant – mit deutlichen Schwerpunkten in den Ballungszentren Nordrhein-Westfalens sowie im Südwesten [2]. Grundlage von Maßnahmen und Aktionsplänen zur Verbesserung der Luftqualität

ist die europäische Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG, die Immissionsobergrenzen für zahlreiche Schadstoffe, darunter auch Feinstaub und Stickoxide, festlegt. Die Immissionsgrenzwerte wurden zum 1. Januar 2010 noch einmal verschärft. Vielfach werden diese jedoch nicht eingehalten. Der Handlungsdruck vor Ort steigt, zumal erste Übergangsfristen für deutsche Kommunen zur Einhaltung von Feinstaubgrenzwerten bereits abgelaufen sind.

Eine stärkere Ausrichtung auf den ÖPNV, Fußgänger- und Radverkehr wird oftmals empfohlen. Doch ein wichtiger Verursacher von Luftschadstoffemissionen und damit auch Zielgruppe lokaler Luftqualitätsmaßnahmen würde hiervon nicht erfasst – die Nutzfahrzeuge; gerade in Ballungsräumen tragen Nutzfahrzeuge (Lkw und Omnibusse) oftmals überproportional zu den lokalen Schadstoffemissionen bei. Im Folgenden werden die im Stadtverkehr eingesetzten Fahrzeuge und deren Altersstruktur sowie die Bestandszahlen

unterteilt nach Schadstoffklassen (Euro-Normen) untersucht. Darüber hinaus wird abgeschätzt, welche zusätzlichen Luftqualitätspotenziale sich aus Kraftstoffen und alternativen Antrieben ergeben.

Wirtschaftsverkehr in Städten

Der Wirtschaftsverkehr in Städten trägt einen hohen Anteil zu den lokalen Luftschadstoffen bei [3]. Neben dem Lieferverkehr mit allen Lkw-Klassen und Sattelzugmaschinen findet Personewirtschaftsverkehr mit Pkw (z. B. Taxi-, Dienst- und Sozialdienstfahrten) und leichten Nutzfahrzeugen (z. B. Handwerker) statt. Insgesamt wird der Anteil des städtischen Wirtschaftsverkehrs am Stadtverkehr auf durchschnittlich 25 – 30 % geschätzt.

Auch sonstige Kfz, hierzu zählen zum Beispiel Müll- und Straßenreinigungsfahrzeuge, sind in den Städten unterwegs. Es gibt insgesamt 260 000; allerdings weisen große Anteile dieser Fahrzeugflotte, wie z. B. Einsatzfahrzeuge der Feuerwehren, nur geringe jährliche Fahrleistungen auf.

Eine weitere relevante Nutzfahrzeugkategorie sind Kraftomnibusse, von denen es in Deutschland heute rd. 76 000 gibt. Die Fahrleistung ist mit 2 Mrd. Fzkm eher gering; die Personenverkehrsleistung ist mit rd. 80 Mrd. Pkm/Jahr jedoch erheblich, zumal Omnibusse hauptsächlich in urbanen und suburbanen Räumen im öffentlichen Personennahverkehr und als Schulbusse eingesetzt werden [4].

Fahrzeugalter und Euro-Klassen

Im Hinblick auf die Altersstruktur der einzelnen Fahrzeugklassen fällt auf, dass gerade die in den Städten anzutreffenden Nutzfahrzeuge zu Fahrzeugklassen gehören, die ein vergleichsweise hohes durchschnittliches Alter aufweisen. Lkw haben ein Durchschnittsalter von 7,6 Jahren,

Kraftomnibusse von 8,8 und sonstige Kfz von 13,1 Jahren. Zudem absolvieren die im städtischen Wirtschaftsverkehr eingesetzten Fahrzeugklassen eher geringe jährliche Fahrleistungen. Hingegen haben Sattelzugmaschinen, die meist im Fernverkehr eingesetzt werden und hohe Fahrleistungen aufweisen, ein Durchschnittsalter von nur 4,2 Jahren [5].

Das hohe Alter spiegelt sich auch in den Schadstoffklassen von Nutzfahrzeugen im Stadtverkehr wider. *Abbildung 2* zeigt, wie sich die Euro-Schadstoffklassen in den einzelnen Fahrzeugklassen des Güterverkehrs durchgesetzt haben. Zum 1. Januar 2011 sind jeweils noch über 40% der Flotte der Lkw unter 12 t zulässiges Gesamtgewicht und der leichten Nutzfahrzeuge unterhalb der Schadstoffklasse Euro 3/III. Dies gilt auch für Kraftomnibusse und die sonstigen Kfz aufgrund des noch höheren durchschnittlichen Alters.

Die Verschärfung der Euro-Normen führt folglich nicht unmittelbar zu einer wesentlichen Verringerung der Abgasemissionen des städtischen Wirtschaftsverkehrs. Die jährlichen Fahrleistungen der eingesetzten Fahrzeuge sind in der Regel gering, sodass die Fahrzeuganschaffungskosten über lange Nutzungsperioden verteilt werden müssen. Die Nachrüstung mit Katalysatoren und Partikelfiltern ist eine Möglichkeit. Sie wird jedoch häufig nur bei entsprechender finanzieller Förderung angenommen. Von daher stellt sich die Frage, ob und inwie-

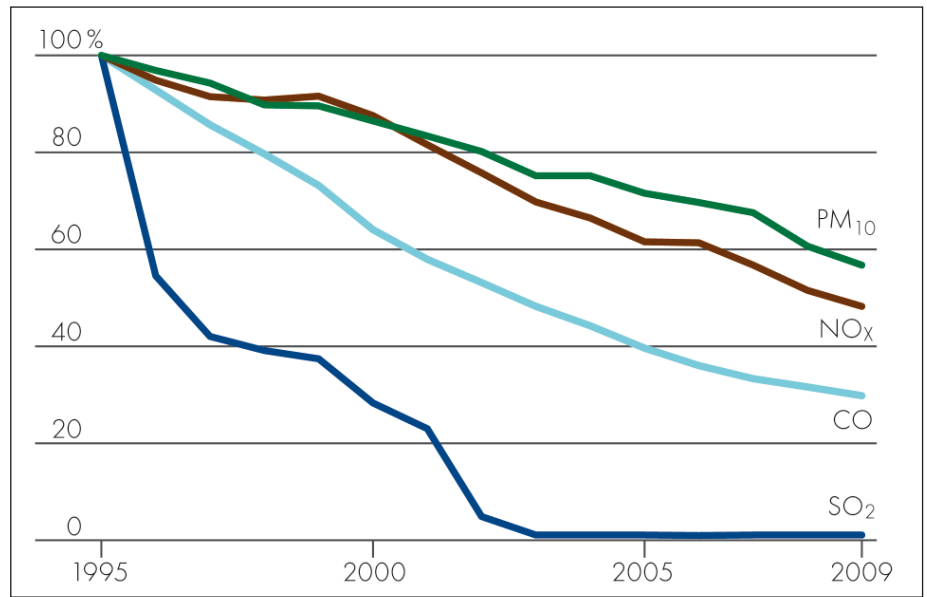


Abb. 1: Entwicklung ausgewählter Emissionen des Straßenverkehrs (1995 = 100%)

Quelle: Umweltbundesamt [8]; eigene Darstellung

weit Kraftstoffe zur Luftreinhaltung in Städten beitragen könnten.

Bessere Kraftstoffe?

Nutzfahrzeuge jeglicher Art basieren heute vorwiegend auf dem Prinzip des Verbrennungsmotors. Die Antriebsenergie wird in der Regel aus flüssigen mineralölstämmigen Kraftstoffen gewonnen. Es dominiert der Dieselantrieb; bei leichten Nutzfahrzeugen gibt es noch einen Anteil

von etwa 7% Benzinern. Ein größerer Beitrag zur Luftreinhaltung könnte zum einen durch eine Verbesserung herkömmlicher Kraftstoffe erfolgen, zum anderen durch den Einsatz sauberer flüssiger Ersatz- oder Ergänzungskraftstoffe.

Die Mindestanforderungen an Diesel- und Ottokraftstoffe werden von der EU-Kraftstoffqualitäten-Richtlinie 98/70/EG und ihren Aktualisierungen definiert. Die Kraftstoffqualitäten wurden umweltbezo-

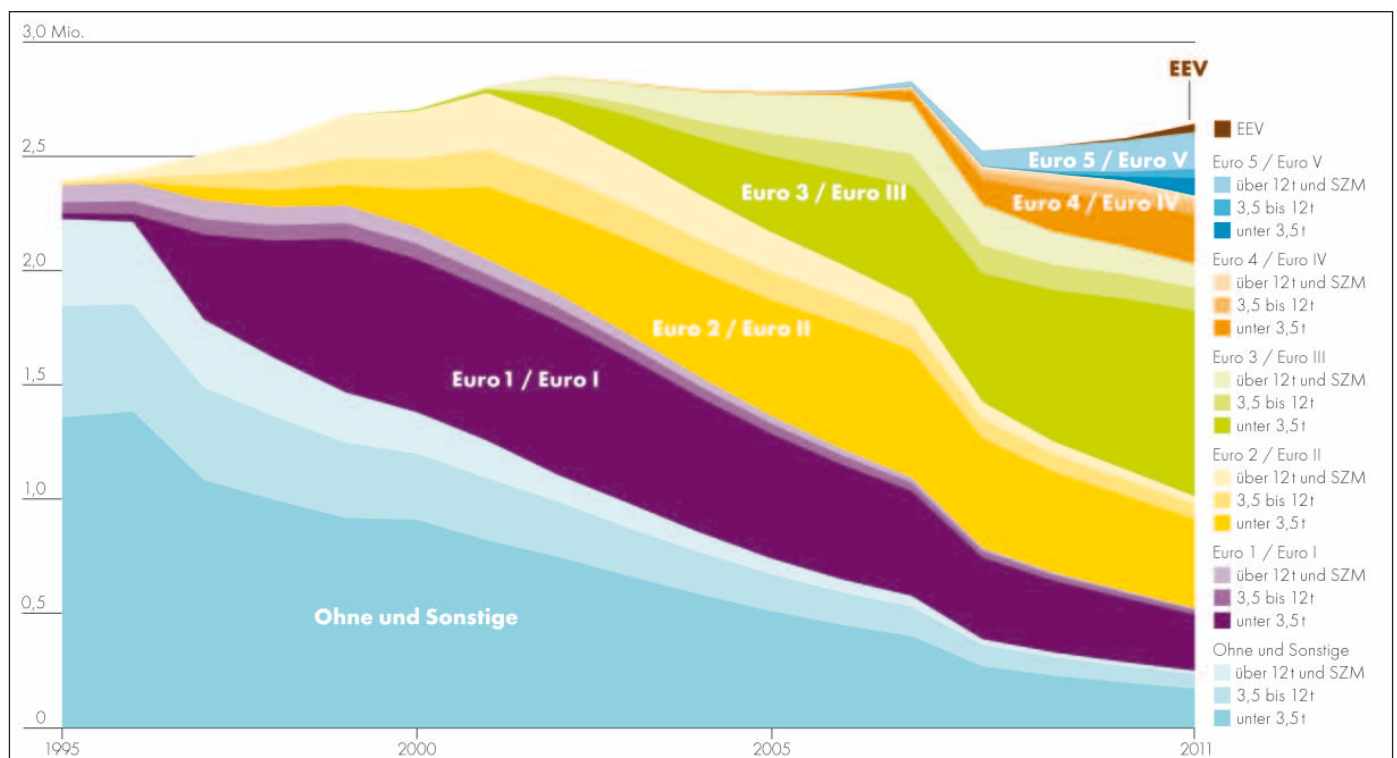


Abb. 2: Fahrzeugbestand nach Emissionsklassen, 1995-2011 [Millionen]

Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt [9]

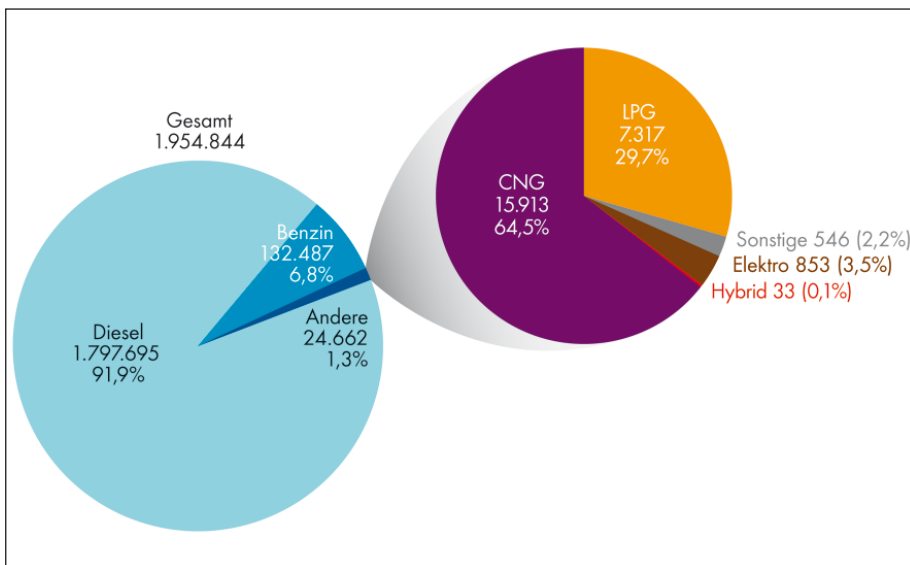


Abb. 3: Leichte Nutzfahrzeugflotten: Antriebe und Kraftstoffe zum 1. Januar 2011
Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt [10]

gen festgelegt, um so bestimmte Luftqualitätsziele besser einhalten zu können. Dies beinhaltet neben anderen Parametern die Reduktion polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe sowie die Verringerung des Schwefelgehaltes – seit 2003 werden in Deutschland nur noch schwefelfreie Kraftstoffe angeboten. Weitere Änderungen bei den Kraftstoffinhaltsstoffen konventioneller Kraftstoffe zeichnen sich vorerst nicht ab. Aktueller Schwerpunkt bei der Kraftstoffregulierung ist der verstärkte Einsatz von Biokraftstoffen. Nachhaltige Biokraftstoffe werden in erster Linie wegen ihres Treibhausgasemissionspotenzials eingesetzt. Das Verbrennungsverhalten der heute eingesetzten Biokraftstoffe – veresterter Biodiesel oder Bioethanol – ist ähnlich konventionellen Kraftstoffen. Die Abgasemissionen von Biokraftstoffen sind für die meisten Luftschadstoffe geringer. Allerdings lassen Abweichungen in einzelnen Qualitätsparametern nur eine sehr begrenzte Beimischung von traditionellen Biokraftstoffen zu konventionellen Kraftstoffen zu – maximal 7 % Biodiesel (FAME) zu Diesel; andernfalls sind spezielle Fahrzeugausrüstungen erforderlich. Um schon heute zur Luftreinhaltung beizutragen, müssten alternative Kraftstoffe aber (weitgehend) nahtlos im Flottenbestand eingesetzt werden können. Solche „Drop-in Fuels“ könnten synthetische Kraftstoffe sein, die mithilfe des Fischer-Tropsch-Verfahrens aus Biomasse, Erdgas oder Kohle hergestellt werden. Die Herstellung aus Kohle ist aufgrund hoher Treibhausgasemissionen ökologisch nicht sinnvoll und für die Herstellung aus Biomasse gibt es bislang nur Demonstrationsprojekte.

Am weitesten vorangeschritten ist die Herstellung synthetischen Diesels aus Erdgas – sogenanntes Gas-to-Liquids (GTL). Synthetischer Diesel besitzt eine höhere Cetanzahl von mindestens 70 (statt 51 beim Diesel) und ist praktisch aromatenfrei. Hierdurch wird auch bei heutiger Dieseltechnologie eine sauberere Verbrennung ermöglicht [6]. Allerdings ist auch GTL bisher nur in begrenzten Mengen verfügbar und kommt daher vorerst nur für spezielle Anwendungen in Frage, zum Beispiel im Flottenbetrieb in Ballungsgebieten.

Und alternative Antriebe?

Nutzfahrzeuge mit alternativen Antrieben sind heute weitgehend als Nischenfahrzeuge zu betrachten. Am höchsten sind die Anteile alternativer Antriebe bei Kraftomnibussen mit 2,3% und bei den volumestarken leichten Nutzfahrzeugen mit 1,26% (vgl. Abbildung 3); bei sonstigen Kfz sind es nur 0,67% und bei Lkw 0,26%. Unter den Alternativen dominiert im Nutzfahrzeugsbereich komprimiertes Erdgas (CNG). Gasfahrzeuge gehören mit zu den saubersten Fahrzeugen, doch erreicht der Dieselantrieb mit Euro V bereits ein ähnliches Emissionsniveau. Aus Nutzersicht ist die Wirtschaftlichkeit von CNG-Fahrzeugen mit der Fortführung der geltenden Mineralölsteuerermäßigung verbunden. Die höheren Anschaffungskosten sowohl für diese als auch für Hybridfahrzeuge und Fahrzeuge mit elektrischem Antrieb werden auf vergleichsweise geringe Fahrleistungen umgelegt; die Nutzung fokussiert sich damit vorerst auf einzelörtliche, ökologisch motivierte Flottenprojekte [7].

Fazit

Der urbane Wirtschaftsverkehr mit Lkw, Omnibussen und sonstigen Kfz wird noch zu häufig mit Kfz niedriger Euro-Klassifizierung abgewickelt. Eine rasche Flottenmodernisierung – ähnlich wie im Straßengüterfernverkehr – vollzieht sich jedoch gerade im städtischen Verkehr sehr langsam. Eine wirtschaftliche Alternative zur kurzfristigen Verringerung von Abgasemissionen könnten deshalb synthetische „Drop-in Fuels“ insbesondere im lokalen Flottenbetrieb darstellen. Alternative Antriebe haben demgegenüber eine eher längerfristige Perspektive. ■

LITERATUR

[1] Vgl. Kraftfahrt-Bundesamt, Der Fahrzeugbestand im Überblick am 1. Januar 2011, Statistische Mitteilungen.
 [2] Vgl. <http://gis.uba.de/Website/umweltzonen/start.htm> sowie <http://www.lowemissionzones.eu/>
 [3] IFEU, Auswirkungen zukünftiger NO_x- und NO₂-Emissionen des Kfz-Verkehrs auf die Luftqualität in hoch belasteten Straßen in Baden-Württemberg, Februar 2010, S. 21.
 [4] Vgl. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Verkehr in Zahlen 2011/12, Berlin 2011, S. 78-82.
 [5] Kraftfahrt-Bundesamt, Fahrzeugzulassungen, Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Fahrzeugalter, 1. Januar 2011, FZ 15.
 [6] Vgl. CEN-Vor-Norm CWA 15940, Class A.
 [7] Vgl. Shell Lkw-Studie, Fakten, Trends und Perspektiven im Straßengüterverkehr bis 2030, S. 36-51, Hamburg 2010, www.shell.de/lkwstudie.
 [8] Vgl. Umweltbundesamt, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen, 1990-2009 (Endstand: 8.3.2011, v. 1.3.0).
 [9] Kraftfahrt-Bundesamt, Statistische Mitteilungen, Reihe 1: Kraftfahrzeuge – Neuzulassungen, Besitzumschreibungen, Löschungen, Bestand, Heft 12, Dezember (1996-2000), Heft 2, Februar (2001-2006); Fahrzeugzulassungen – Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern am 1. Januar des Jahres, Sammelband, FZ 6, (2007-2011).
 [10] Kraftfahrt-Bundesamt, Fahrzeugzulassungen, Bestand an Kraftfahrzeugen nach Emissionen und Kraftstoffen, 1. Januar 2011, FZ 13.

- 

Jörg Adolf, Dr.
 Chefvolkswirt
 Shell Deutschland Oil GmbH, Hamburg
joerg.adolf@shell.com
- 

Gunnar Knitschky, Dipl.-Volksw.
 Wissenschaftlicher Mitarbeiter
 Institut für Verkehrsforschung im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
gunnar.knitschky@dlr.de
- 

Andreas Lischke, Dipl.-Ing.
 Wissenschaftlicher Mitarbeiter
 Institut für Verkehrsforschung im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
andreas.lischke@dlr.de