

# Straßenverkehr in Baden-Württemberg

## Fahrleistungen und Emissionen



Helmut Büringer, Dirk Schmidtmeier

Die Entwicklung des Straßenverkehrs hat einen vielfältigen Bezug zu den Bemühungen um eine nachhaltige Volkswirtschaft. Neben seiner wirtschaftlichen und sozialen Relevanz hat der Straßenverkehr vor allem auch enorme Auswirkungen auf die Inanspruchnahme von Ressourcen sowie die Belastung der Umwelt. Im vorliegenden Beitrag werden die aktuellen wie auch langfristigen Tendenzen im Personen- und Güterverkehr auf den Straßen in Baden-Württemberg betrachtet und insbesondere die durch ihn verursachten Emissionen an Treibhausgasen und Luftschadstoffen dargestellt. Die Ermittlung der Emissionen erfolgt dabei anhand eines komplexen Rechenmodells, das nunmehr auf das im Jahr 2010 durch INFRAS vorgelegte neue Handbuch „Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs“ umgestellt wurde. Dies machte bezogen auf die Emissionen an Luftschadstoffen eine umfassende Revision der Zeitreihen zurück bis 1995 erforderlich. Auf die teils gravierenden Abweichungen gegenüber früheren auf Grundlage der vorherigen Handbuch-Version durchgeführten Berechnungen wird vergleichend eingegangen.

Einwohner von knapp 20 km entsprach. Die Zunahme des Straßenverkehrs in den zurückliegenden beinahe 25 Jahren beträgt fast 54 % oder durchschnittlich 1,8 % pro Jahr. Wenngleich sich das Verkehrswachstum seit Ende der 90er-Jahre deutlich verlangsamt hat – bis zum Jahr 2000 waren die Jahresfahrleistungen bereits auf 89 Mrd. km angestiegen – ist eine Trendwende bislang weder im Personen- noch im Güterverkehr erreicht worden. Allerdings lag die Steigerungsrate in den letzten 10 Jahren deutlich niedriger als im langjährigen Mittel. Zuletzt betrug die Zunahme 2009 gegenüber dem Vorjahr insgesamt 0,5 %.

Der Verkehrszuwachs im Jahr 2009 resultiert fast allein aus der vergleichsweise kräftigen Zunahme (+ 1,3 %) des Pkw-Verkehrs, die durch einen – infolge der Wirtschaftskrise fast dramatischen – Rückgang im Güterverkehr (– 8 %) teilweise ausgeglichen wurde. Die Jahresfahrleistungen der schweren Nutzfahrzeuge gingen sogar auf das Niveau von vor 10 Jahren zurück. Erste Ergebnisse für das zurückliegende Jahr 2010 lassen jedoch wieder einen kräftigen Anstieg erwarten.

Dr. rer.pol. Helmut Büringer ist Leiter des Referats „Umweltbeobachtung, Ökologie, Umweltökonomische Gesamtrechnungen“ im Statistischen Landesamt Baden-Württemberg.

Dipl.-Ingenieur (FH) Dirk Schmidtmeier ist Sachgebietsleiter im gleichen Referat.

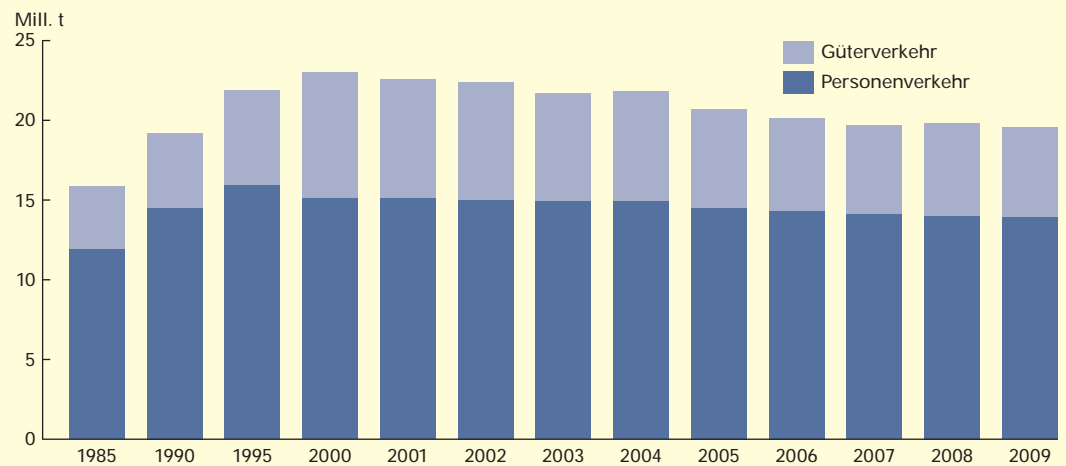
### Anhaltende Zunahme des Straßenverkehrs im Land

Auf den Straßen in Baden-Württemberg wurden im Jahr 2009 über 93 Mrd. Kilometer (km) gefahren. Dies ist die Summe der von Kraftfahrzeugen, Personenkraftwagen, Bussen sowie leichten und schweren Nutzfahrzeugen auf Autobahnen, Bundes-, Landes- und Kreisstraßen sowie Gemeindestraßen innerhalb und außerhalb geschlossener Ortschaften im Land zurückgelegten Entfernungen. Rechnerisch hätte damit jeder erwachsene Einwohner des Landes im Jahr 2009 täglich knapp 30 km mit einem Kraftfahrzeug zurückgelegt. Die Gesamtentwicklung ist wie schon in den Vorjahren zustande gekommen bei stark abweichenden Veränderungsraten der Fahrleistungen der verschiedenen Fahrzeugarten.

1985 betrug die gesamten Fahrleistungen noch wenig mehr als 60 Mrd. km, was einer täglich gefahrenen Entfernung je erwachsenem

S1 Jahresfahrleistungen in Baden-Württemberg seit 1985

Jahr	Diesel-Pkw	Schwere Nutzfahrzeuge	Leichte Nutzfahrzeuge	Otto-Pkw
1985	100	100	100	100
1990	150	120	120	110
1995	220	130	130	110
2000	220	140	140	110
2005	350	150	150	100
2009	480	150	180	100

S2 CO<sub>2</sub>-Emissionen in Baden-Württemberg 1985 bis 2009\*)

\*) Ab 1995 revidierte Werte.

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

718 11

**Stark erhöhter Pkw-Bestand bei beschleunigter Flottenerneuerung**

In der Entwicklung der Jahresfahrleistungen spiegelt sich in großen Teilen auch die Veränderung des Kfz-Bestandes wider (*Schaubild 1*). Die Zahl der im Land zugelassenen Pkw ist 2009 trotz der massiven Wirtschaftskrise auf über 5,7 Mill. Fahrzeuge (+ 1 %) und damit erheblich stärker angestiegen als im Vorjahr. Die Zahl der neu zugelassenen Pkw-Fahrzeuge hat im Jahr 2009 mit fast 523 000 – abgesehen vom Ausnahmejahr 1991 – sogar einen Höchststand erreicht. Ein wesentlicher Grund dafür war die 2009 gewährte Umwelt- oder Abwrackprämie, die für die Stilllegung eines mindestens 9 Jahre alten Pkw bei gleichzeitigem Erwerb eines neuen Pkw gewährt worden war, und von der in Baden-Württemberg immerhin 228 000 Fahrzeuge betroffen waren. Die dadurch beschleunigte Umschichtung des Fahrzeugbestandes hin zu moderneren und damit im Schnitt verbrauchs- wie auch schadstoffärmeren Fahrzeugen hat sicher auch einen positiven Beitrag zur Begrenzung der straßenverkehrsbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie der unter dem Gesichtspunkt der Luftqualität besonders kritischen NO<sub>x</sub>- und Feinstaub-Emissionen erbracht.

Ein längerfristiger Vergleich der Bestandsentwicklung ist wegen der methodischen Umstellung seitens des Kraftfahrt-Bundesamtes (KBA) bei der Bestandsstatistik nur eingeschränkt möglich.<sup>1</sup> Der seit geraumer Zeit anhaltende Trend einer steigenden Pkw-Zahl im Land ist jedoch ungebrochen. Dies gilt auch für die Krä-

der, deren Bestand zum 1. Januar 2010 auf fast 563 000 Fahrzeuge angewachsen ist (+ 2,9 %). Bei den Nutzfahrzeugen sind unterschiedliche Entwicklungen festzustellen. Während der Bestand der leichten Nutzfahrzeuge ≤ 3,5 Tonnen Gesamtgewicht mit zuletzt + 2,4 % weiter auf jetzt 212 000 Fahrzeuge angestiegen ist, hat sich der schon 2008 festgestellte spürbare Rückgang (- 2,9 %) der in Baden-Württemberg zugelassenen schweren Nutzfahrzeuge > 3,5 Tonnen Gesamtgewicht im Jahr 2009 mit einem Minus von 2,2 % nur wenig abgeschwächt.

**CO<sub>2</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs weiterhin leicht rückläufig**

Trotz der insgesamt gestiegenen Fahrleistungen auf den Straßen im Land haben die CO<sub>2</sub>-Emissionen 2009 um rund 1 % gegenüber dem Vorjahr abgenommen. Damit hat sich der seit 10 Jahren leicht rückläufige Trend bei den straßenverkehrsbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen fortgesetzt (*Schaubild 2*). Trotzdem stieg der Anteil des Straßenverkehrs an den gesamten energieverbrauchsbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen 2009 deutlich an. Mit fast 30 % rangiert der Straßenverkehr noch vor den Kraft- und Heizwerken für die allgemeine Versorgung sowie den beiden weiteren Sektoren, den privaten Haushalten einschließlich Gewerbe Handel und Dienstleistungen und den Industriefeuerungen.

Ein wesentlicher Grund für den aktuellen Rückgang war der 2009 reduzierte Verbrauch an Ottokraftstoffen bei kaum gestiegenem Diesel-

<sup>1</sup> Seit 2008 werden die vorübergehend stillgelegten Fahrzeuge nicht mehr im Bestand eingerechnet.

verbrauch. Der gesamte Benzinverbrauch war durch die in den letzten Jahren beschleunigte Strukturverschiebung bei den Pkw hin zu Dieselmotor-Fahrzeugen schon seit geraumer Zeit rückläufig. Und der Dieselverbrauch ist trotz deutlich gestiegener Fahrleistungen in den letzten 10 Jahren kaum gestiegen.

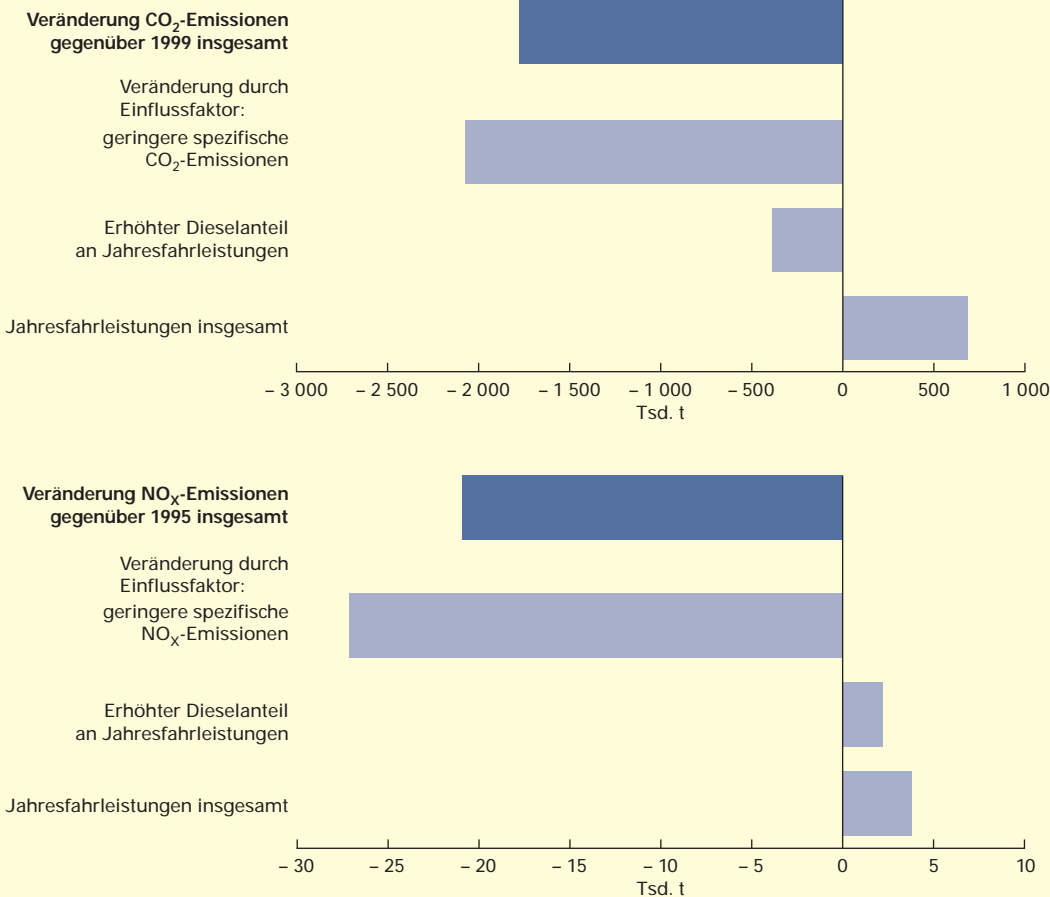
Der Minderungsbeitrag der Biokraftstoffe hat sich zuletzt nur wenig erhöht. Einem vermehrten Einsatz an Bioethylen, dessen gesamter Beimischungsanteil 2009 auf knapp 3,8 % angestiegen ist, steht ein Rückgang beim Biodieseleinsatz gegenüber. Zwar wurde auch der durchschnittliche Beimischungssatz bei Biodiesel auf über 7 % deutlich erhöht, parallel dazu gingen aber Absatz und Verwendung von reinem Biodieselmotorkraftstoff fast dramatisch zurück. Er lag 2009 bei unter 30 000 Tonnen, die praktisch allein für die Betankung von Nutzfahrzeugen verwendet wurden. In 2007 waren noch fast 200 000 Tonnen reiner Biodiesel getankt worden. Die bei der Herstellung der Biokraftstoffe entstehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen sind nicht dem

Straßenverkehr, sondern den vorgelagerten Herstellungsprozessen zugerechnet.

**Effekt verbrauchsärmerer Fahrzeuge teilweise neutralisiert durch erhöhte Jahresfahrleistungen**

Die rechnerischen CO<sub>2</sub>-Emissionen je Kilometer Pkw-Fahrleistung betrugen im Jahr 2009 durchschnittlich 161,2 Gramm. Das waren knapp 1,8 % weniger als im Vorjahr. Für beide Antriebsarten, Otto- und Dieselmotor-Fahrzeuge, wurde, abgesehen von der Verschiebung zwischen Diesel- und Otto-Pkw, aufgrund der fortgeschrittenen Flottenerneuerung eine spürbare Minderung der fahrleistungsspezifischen Emissionen je gefahrenem Kilometer erreicht. Seit Ende der 90er-Jahre, dem Beginn des rückläufigen Trends bei den Emissionen insgesamt, beträgt die Abnahme der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen etwa 16 %, im Mittel 1,7 % pro Jahr. Die gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen des Pkw-Verkehrs sind im gleichen Zeitraum seit 1999 nur um 12 % zurückgegangen, da ein Teil der durch

**S3 CO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Emissionen durch Pkw-Verkehr auf den Straßen in Baden-Württemberg – Analyse der Einflussfaktoren**



verbrauchsärmere Fahrzeuge und den Einsatz von Biokraftstoffen erzielten Minderungserfolge über gestiegene Jahresfahrleistungen wieder ausgeglichen wurde.

Die Minderung der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen fiel bei den Diesel-Pkw seit 1999 mit – 15 % etwas stärker aus als bei den Otto-Pkw mit – 13 %. Dadurch wurde der negative Effekt der



Der Berechnung von Kraftstoffverbrauch und Emissionen im Straßenverkehr in Baden-Württemberg<sup>1</sup> liegt unter anderem das „Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA)“ zugrunde. Hier werden Angaben zu den spezifischen Schadstoffemissionen und zum Kraftstoffverbrauch je gefahrene Kilometer in hoher Differenzierung nach Fahrzeugkategorien und -modellen sowie nach Straßenkategorien, Verkehrssituationen und Längsneigungen der Straßen zur Verfügung gestellt. Herausgegeben wurde das Handbuch in verschiedenen Versionen, erstmals 1995, durch INFRAS, Mario Keller et. al., in Bern. Mit der im Januar 2010 vorgelegten Version 3.1 des Handbuchs sind gegenüber früheren Versionen (zuletzt 2.1) eine Reihe wichtiger inhaltlicher Änderungen verbunden. Insbesondere wurden die betrachteten Verkehrssituationen völlig überarbeitet, die Datenbasis für die Emissionsfaktoren unter Beteiligung zahlreicher europäischer Messinstitute und Experten stark erweitert und neue Komponenten (vor allem NO<sub>2</sub>) neu mit aufgenommen. Weitere Informationen zum Handbuch, Version 3.1, sind auch unter [www.hbefa.net](http://www.hbefa.net) verfügbar.

Die damit gegebene neue Datenbasis für Emissionsfaktoren erlaubt nach Einschätzung der Herausgeber sowie auch seitens IFEU, Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, eine gegenüber bisherigen Handbuchversionen verbesserte Abschätzung der Emissionen. Allerdings verursacht der verbesserte Erkenntnisstand über fahrzeugspezifische Emissionen verbunden mit einer Fortschreibung der Flottenzusammensetzung der verschiedenen Fahrzeugkategorien auch teils erhebliche Abweichungen der Berechnungsergebnisse im Vergleich zu früheren Berechnungen.

<sup>1</sup> Vgl. auch Büringer, Helmut/Schmidtmeier, Dirk: Statistisches Monatsheft Baden-Württemberg 6/2009.

gestiegenen Pkw-Jahresfahrleistungen etwas abgefedert, da sich die Aufteilung der Jahresfahrleistungen zugunsten der CO<sub>2</sub>-ärmeren Diesel-Pkw verschoben hat.<sup>2</sup> Ihr Anteil an den Jahresfahrleistungen ist in den 10 Jahren von 19 auf über 40 % angestiegen. Ohne diese Strukturverschiebung wären die durchschnittlichen spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen der Pkw zusammen und auch die gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen des Pkw-Verkehrs weniger stark zurückgegangen. Der Beitrag alternativer Pkw-Antriebe zur Emissionsminderung ist aktuell noch nahezu vernachlässigbar. Zwar ist die Zahl der erheblich CO<sub>2</sub>-ärmeren Gas-getriebenen Fahrzeuge auf über 37 000 Autos angestiegen, der Bestand an Elektro- und Hybrid-Pkw aber lag Anfang 2011 noch bei lediglich 406 bzw. 4 937 im Land zugelassenen Fahrzeugen.

### Erhebliche Veränderungen bei den Schadstoffemissionen

Die starke Erhöhung des Anteils an Diesel-Pkw hat auch deutliche Auswirkungen auf die Entwicklung der Stickoxid (NO<sub>x</sub>)- sowie der Feinstaub (PM10)- Emissionen. Bei beiden Schadstoffkomponenten wirkt sich zudem die methodische Umstellung der Emissionsberechnungen auf das neue Emissions-Handbuch, Version 3.1, in teils erheblichem Umfang sowohl auf das Niveau der Emissionen als auch auf deren Entwicklung seit 1995 aus (*Schaubild 3*).

Die straßenverkehrsbedingten NO<sub>x</sub>-Emissionen betragen nach neuer Handbuchversion 3.1 (*siehe i-Punkt*) in Baden-Württemberg im Jahr 2009 rund 69 200 Tonnen (t). Dies entspricht rund 50 % der gesamten jährlichen NO<sub>x</sub>-Emissionen in Baden-Württemberg. Der Rückgang gegenüber 2008 beträgt gut 10 %. Die Ursache für diese aktuell überaus deutliche Abnahme liegt in erster Linie bei den schweren Nutzfahrzeugen, deren Emissionen aufgrund des konjunkturbedingt starken Einbruchs bei den Jahresfahrleistungen um 17,3 % zurückgingen (*Schaubild 4*). Jedoch auch bei den Pkw ist trotz der spürbar gestiegenen Jahresfahrleistungen eine deutliche Minderung der NO<sub>x</sub>-Emissionen im Vergleich zum Vorjahr (– 5,3 %) zu registrieren.

Gegenüber 1995 beträgt der Rückgang der NO<sub>x</sub>-Emissionen rund 44 %. Dabei fiel auch im langjährigen Vergleich die Abnahme beim Pkw-Verkehr mit einem Minus von 39 % deutlich schwächer aus als beim Güterverkehr insbesondere mit schweren Nutzfahrzeugen, für die sich eine Minderung von über 53 % errechnet. Bei den leichten Nutzfahrzeugen war zwar zuletzt auch ein leichter Rückgang der NO<sub>x</sub>-Emis-

<sup>2</sup> Der stark erhöhte Anteil der Diesel-Pkw erklärt auch die im Durchschnitt aller Pkw höhere Verringerung der spezifischen Emissionen um minus 16 %.

sionen erreicht worden, im Vergleich zu 1995 aber ist aufgrund der stark gestiegenen Jahresfahrleistungen eine Zunahme um 9,4 % zu registrieren. Bei den Kraftködern, deren Anteil an den gesamten NO<sub>x</sub>-Emissionen allerdings nur klein ist, haben die NO<sub>x</sub>-Emissionen in vergleichsweise geringem Umfang abgenommen (Schaubilder 5 und 6).

**Emissionsminderung auf Außerortsstraßen stärker als im Innerortsbereich**

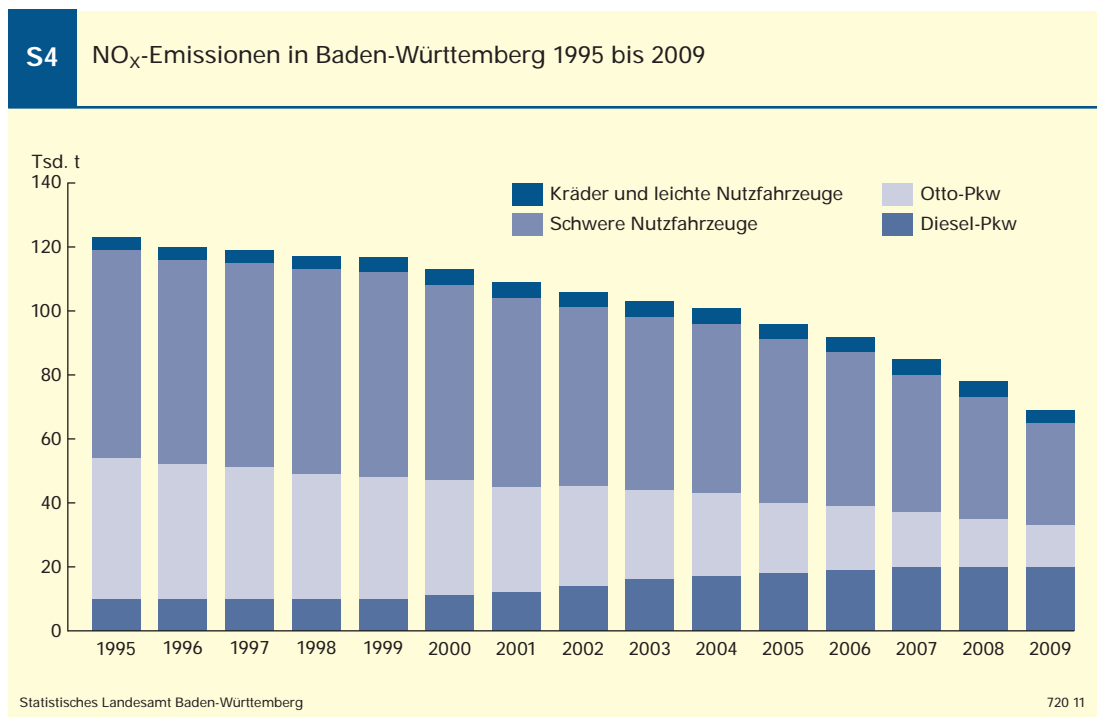
Wegen der regional teilweise kritischen Immissionssituation, vor allem an verkehrsreichen Straßen im innerstädtischen Bereich, ist bei den straßenverkehrsbedingten Schadstoffemissionen auch die Verteilung der Emissionen auf die verschiedenen Straßenkategorien von besonderem Interesse. Gut 30 % der NO<sub>x</sub>-Emissionen werden auf innerörtlichen Straßen verursacht. Einen etwas höheren Anteil hat mit gut 32 % nach wie vor der Verkehr auf Autobahnen. Die verbleibenden 38 % verteilen sich auf die anderen Außerortsstraßen, die Bundes-, Landes-, Kreis- sowie Gemeindestraßen, wobei die Bundesstraßen den Löwenanteil ausmachen (Schaubild 7).

Bei der zeitlichen Entwicklung der Emissionen nach Straßenkategorien ist hervorzuheben, dass der Rückgang der NO<sub>x</sub>-Emissionen gegenüber 1995 im Innerortsbereich mit - 34 % auffallend geringer ausfiel als der auf Autobahnen oder übrigen Außerortsstraßen. Ein wesentlicher Grund dafür ist die beim Pkw-

und Lkw-Verkehr völlig unterschiedliche Verteilung der Jahresfahrleistungen auf die verschiedenen Straßenkategorien. Bei den Pkw, deren Emissionsminderung insgesamt nur unterdurchschnittlich ausfiel, beträgt der Anteil der Innerortsstraßen fast 37 %. Im Jahr 1995 waren es noch 32 %. Das heißt auch, dass fahrzeugspezifisch die Emissionen im Innerortsbereich weniger stark zurückgegangen sind als im Außerortsbereich. Bei den schweren Lkw entfallen nur rund 20 % der gesamten NO<sub>x</sub>-Emissionen auf den Innerortsbereich. Auch hier waren es 1995 mit 17 % noch weniger, so dass auch bei den Lkw die Minderung im Innerortsbereich unterdurchschnittlich ausfiel. Beim Teilbestand der Lkw mit Anhänger, im wesentlichen der Sattelfahrzeuge, deren NO<sub>x</sub>-Emissionen sogar zu nur 17 % (1995 noch 14 %) auf Innerortsstraßen entstehen, ist die Dominanz der Autobahnen und übrigen Außerortsstraßen noch ausgeprägter.

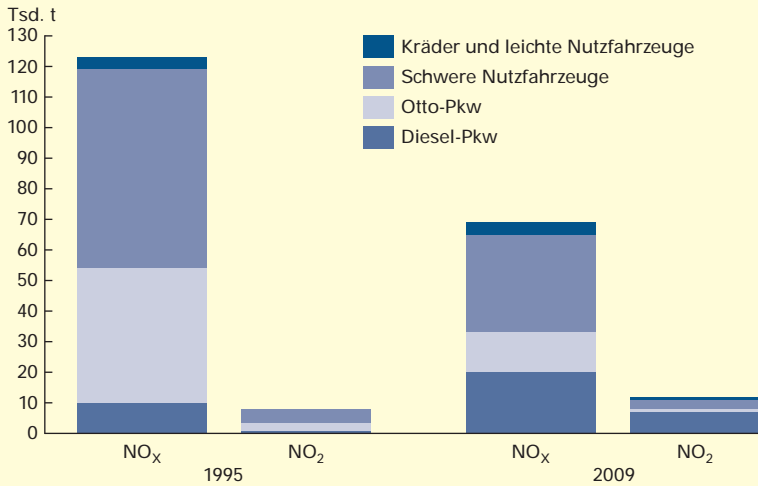
**Gedämpfte Abnahme der NO<sub>x</sub>-Emissionen infolge erhöhtem Diesel-Anteil**

Der Pkw-Verkehr verursachte über 48 % der gesamten straßenverkehrsbedingten NO<sub>x</sub>-Emissionen im Jahr 2009. Sein Anteil ist gegenüber 1995 erkennbar angestiegen. Der entscheidende Grund dafür liegt in dem seit Ende der 90er-Jahre massiv erhöhten Fahrleistungsanteil der Diesel-Pkw. Denn Diesel-Pkw weisen mit 0,61 g/km im Bezugsjahr 2009 mehr als doppelt so hohe spezifische NO<sub>x</sub>-Emissionen auf wie Otto-Pkw (0,27 g/km). Und während



S5

NO<sub>x</sub>- und NO<sub>2</sub>-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 und 2009



Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

721 11

die spezifischen Emissionen der Otto-Pkw um rund 63 % abgenommen haben, ist bei den Diesel-Pkw lediglich ein Rückgang um 11 % erreicht worden. Aufgrund der zugleich auch insgesamt erhöhten Jahresfahrleistungen im Pkw-Verkehr sind die NO<sub>x</sub>-Emissionen des Pkw-Verkehrs seit 1995 nur unterdurchschnittlich um lediglich 39 % verringert worden. In beiden Berechnungsvarianten ist zu berücksichtigen, dass ein erheblicher Teil der Verringerung der NO<sub>x</sub>-Fracht durch Otto-Pkw dadurch zustande gekommen ist, dass die Jahresfahrleistungen

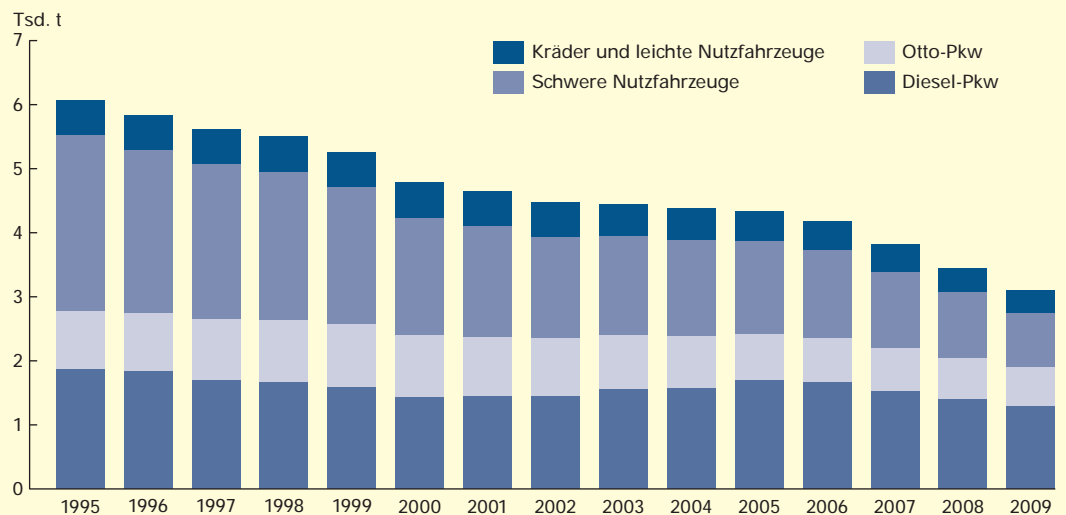
der Otto-Pkw seit 1999 um immerhin 23 % abgenommen haben. Ohne diesen Rückgang der Jahresfahrleistungen hätten die NO<sub>x</sub>-Emissionen der Otto-Pkw nach neuem Handbuch lediglich um knapp 50 % abgenommen.

Methodisch bedingte Abweichungen bei den NO<sub>x</sub>-Emissionen

Die Ergebnisse der Berechnungen der NO<sub>x</sub>-Emissionen nach neuer Handbuchversion 3.1 zeigen gegenüber der vorausgegangenen Version 2.1 deutliche Veränderungen sowohl in Niveau und Entwicklung wie auch in der Verteilung der Emissionen auf die Fahrzeuggruppen (Schaubild 8). Für das Bezugsjahr 1995 fallen die NO<sub>x</sub>-Emissionen nach Handbuch 3.1 um 6 500 Tonnen (t) oder 5,0 % niedriger aus als nach der alten Version 2.1. Dahingegen ist die Relation für das Bezugsjahr 2008 umgekehrt. Nach neuem Handbuch liegen die NO<sub>x</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs um 4 500 t oder 6,2 % höher als nach Version 2.1. Die gesamte Minderung der NO<sub>x</sub>-Emissionen im Zeitraum von 1995 bis 2008 beträgt deshalb nach neuem Handbuch nur gut 37 % und damit knapp 7 Prozentpunkte weniger als nach Handbuchversion 2.1. Auch gibt es erhebliche Verschiebungen beim Emissionsanteil der Pkw einerseits und der schweren Lkw andererseits. Nach neuem Handbuch Version 3.1 errechnet sich für den Pkw-Verkehr mit 45,4 % ein höherer Emissionsanteil als für die schweren Lkw (41 %). Zudem wird der Minderungserfolg bei den Pkw deutlich geringer als bislang ausgewiesen. Umge-

S6

Feinstaub(PM10)-Emissionen in Baden-Württemberg 1995 bis 2009



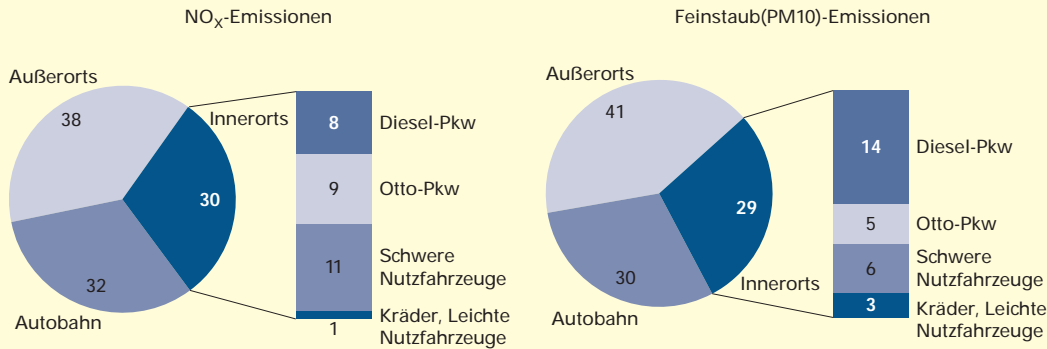
Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

722 11

S7

NO<sub>x</sub>- und Feinstaub(PM10)-Emissionen in Baden-Württemberg 2009 nach Straßenkategorie und Fahrzeugart

in %



Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

723 11

kehrt berechnet sich für die schweren Lkw eine größere Minderung als nach altem Handbuch. Statt der bislang nach altem Handbuch ermittelten – 23 % im Zeitraum von 1995 bis 2008 liegt der Minderungserfolg bei den schweren Lkw mit – 44 % sogar erheblich höher als beim Pkw-Verkehr (– 35 %).

Der Anteil der Diesel-Pkw an den NO<sub>x</sub>-Emissionen des gesamten Pkw-Verkehrs liegt bei fast 56 %, während nur 39 % der Jahresfahrleistungen im Bezugsjahr 2008 auf Dieselfahrzeuge entfallen. Außerdem sind die NO<sub>x</sub>-Emissionen der Dieselfahrzeuge im Zeitraum seit 1995 deutlich stärker angestiegen als bislang ausgewiesen, und die der Otto-Pkw bei erheblich geringeren Jahresfahrleistungen weniger stark zurückgegangen als nach altem Handbuch ermittelt. Die Minderung der spezifischen Emissionen durch die Weiterentwicklung der Abgasreinigungstechnik fiel bei den Otto-Pkw mit – 57 % von 1995 bis 2008 geringer aus als noch nach der Handbuchversion 2.1 ermittelt (– 82 %). Bei den Diesel-Pkw errechnen sich um nur 9 % geringere spezifische Emissionen (nach Version 2.1 waren es noch – 21 %).

**Zunahme der NO<sub>2</sub>-Emissionen um 47 %**

Mit dem neuen Emissionshandbuch stehen jetzt auch Faktoren für die Ermittlung der straßenverkehrsbedingten NO<sub>2</sub>-Emissionen zur Verfügung. Diese sind unter Luftreinhaltegesichtspunkten besonders relevant, da nach EU-Recht die Belastung der Luft unter anderem anhand des Parameters NO<sub>2</sub> zu kontrollieren ist und die Einhaltung des entsprechenden Grenzwertes auch in Baden-Württemberg teilweise erhebliche Probleme bereitet. Bereits in der Vergangenheit war festgestellt worden,

dass die NO<sub>2</sub>-Immissionen dem deutlich rückläufigen Trend der NO<sub>x</sub>-Emissionen nicht gefolgt sind. Jetzt belegen die Berechnungen, dass die NO<sub>2</sub>-Emissionen entgegen dem Trend bei den NO<sub>x</sub> mit + 47 % seit 1995 sogar deutlich zugenommen haben. Auch hier liegt die Ursache in erster Linie bei den stark gestiegenen Jahresfahrleistungen mit Diesel-Pkw. Im Jahr 2009 machen sie allein 60 % (gut 7 000 t) der insgesamt 11 700 t an NO<sub>2</sub>-Emissionen aus. Weitere rund 3 000 t (26 %) werden durch schwere Lkw und Busse emittiert. Leichte Nutzfahrzeuge, die zum weitaus überwiegenden Teil Diesel getrieben fahren, rangieren mit 8 % Emissionsanteil noch vor den Otto-Pkw (6 %).

Rund 3 400 t (29 %) der NO<sub>2</sub>-Emissionen wurden 2009 auf Innerortsstraßen emittiert. Das entspricht etwa dem Anteil bezogen auf die gesamten NO<sub>x</sub>-Emissionen. Hervorzuheben ist allerdings, dass die Zunahme gegenüber 1995 auf den Innerortsstraßen mit + 64 % deutlich höher liegt als die Gesamtsteigerung der straßenverkehrsbedingten NO<sub>2</sub>-Emissionen (47 %). Dies ist unter dem Gesichtspunkt der problematischen EU-Grenzwerte als kritisch einzuordnen.

Innerhalb der Gruppe der Diesel-Pkw sind es in erster Linie die Euro3-, Euro4- und Euro5-Fahrzeuge, bei denen der NO<sub>2</sub>-Anteil an den gesamten NO<sub>x</sub>-Emissionen stark zu Buche schlägt. Bei der Generation der Euro 6-Diesel-Pkw liegen die im neuen Handbuch ausgewiesenen NO<sub>2</sub>-Emissionen wie auch die NO<sub>x</sub>-Emissionen insgesamt erheblich niedriger. Mit zunehmender Umschichtung des Diesel-Pkw-Bestandes ist daher zukünftig ein Rückgang der NO<sub>2</sub>-Emissionen zu erwarten. Allerdings passiert die Umschichtung infolge der überdurchschnittlich langen Nutzung der Diesel-Pkw eher in kleinen Schritten.

**Straßenverkehrsbedingte Feinstaubemissionen seit 1995 halbiert**

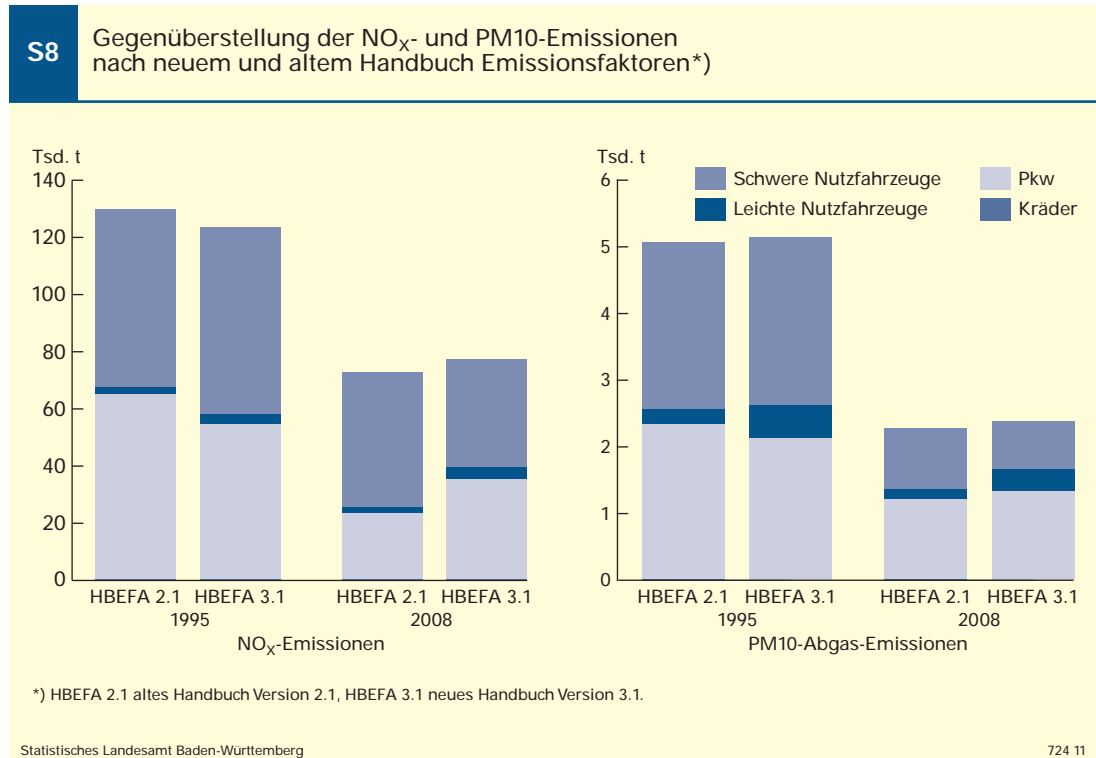
Die Feinstaub-Emissionen (PM10) des Straßenverkehrs, die rund ein Viertel der insgesamt durch Feuerungen sowie andere Prozesse und den Verkehr verursachten PM10-Emissionen im Land ausmachen, betragen, berechnet nach neuem Handbuch, Version 3.1, im Jahr 2009 noch gut 3 100 Tonnen (t). Davon entfielen 890 t (29 %) auf den Innerortsbereich. Etwas höher lagen mit knapp 950 t (31 %) die PM10-Emissionen auf Autobahnen. Die durch den Verkehr auf den übrigen Außerortsstraßen verursachten Emissionen beliefen sich 2009 auf knapp 1 300 t (40 %). Diese Angaben beziehen sich auf die Summe aus abgasbedingten sowie durch Reifen- und Bremsabrieb verursachten Feinstaub-Emissionen. Nicht einbezogen sind die über Aufwirbelung durch Kraftfahrzeuge verursachten Sekundäremissionen an Feinstaub.

Die Abriebemissionen machten 2009 gut ein Drittel der gesamten PM10-Emissionen aus. Ihr Anteil hat sich seit 1995 nahezu verdoppelt, da in diesem Zeitraum die abgasbedingten Emissionen um immerhin 60 % abgenommen haben und umgekehrt die Abriebemissionen infolge der gestiegenen Jahresfahrleistungen um 13 % auf fast 1 050 t zugenommen haben.

Insgesamt wurden die PM10-Emissionen seit 1995 knapp halbiert (- 49 %). Wie auch bei den

Stickoxiden fiel der Minderungsbeitrag der schweren Nutzfahrzeuge einschließlich Busse mit - 69 % deutlich höher aus als der des Pkw-Verkehrs. Die PM10-Emissionen der Diesel- und Otto-Pkw sind zusammen um lediglich 31 % zurückgegangen. Auch bei den leichten Nutzfahrzeugen errechnet sich im Mittel eine Abnahme der PM10-Emissionen um unterdurchschnittliche 35 %.

Die bei den Pkw vergleichsweise schwache Abnahme der Emissionen liegt in erster Linie an der bereits angesprochenen starken Zunahme der Diesel-Pkw-Fahrleistungen. Die abgasbedingten kilometerspezifischen Partikelemissionen der Diesel-Pkw liegen trotz einer deutlichen Abnahme auf nur noch ein Viertel (0,03 g/km) des Wertes von 1995 noch fast beim Achtfachen des Emissionswertes, der sich im Durchschnitt für die Otto-Pkw (0,004 g/km) errechnet. Die stark erhöhten Jahresfahrleistungen erklären, dass die abgasbedingten PM10-Emissionen der Diesel-Pkw zusammen nur um 42 % abgenommen haben, obwohl die spezifischen PM10-Emissionen der Diesel-Pkw im Mittel um über 70 % verringert wurden. Umgekehrt gingen die spezifischen abgasbedingten PM10-Emissionen der Otto-Pkw deutlich schwächer (- 39 %) zurück, sodass die Halbierung der PM10-Emissionen durch Otto-Pkw insgesamt überwiegend auf den starken Rückgang der Jahresfahrleistungen mit Benzinfahrzeugen zurückzuführen ist.





## Abweichende Emittentenstruktur durch Umstellung auf neues Handbuch

Die methodische Umstellung der Berechnungen auf das neue Handbuch, Version 3.1, hat auf die Ergebnisse über die insgesamt durch den Straßenverkehr im Land verursachten PM10-Emissionen nur vergleichsweise geringe Auswirkungen. Für das Bezugsjahr 2008 liegen die Emissionen nach neuem Handbuch um etwa 5 % höher als nach alter Berechnung. Die Entwicklung seit 1995 ist – bezogen auf den Straßenverkehr insgesamt – nach beiden Berechnungsvarianten nahezu gleich verlaufen. Die Abweichung bei der Veränderungsrate von 1995 bis 2008 beträgt lediglich 1 Prozentpunkt.

Jedoch ist die Emittentenstruktur, das heißt die Aufteilung der PM10-Emissionen auf die Fahrzeug- und teilweise auch die Straßenkategorie, deutlich verändert. Auffällige Verschiebungen errechnen sich insbesondere bei den Emissionen der Pkw (– 37 statt – 48 %) wie auch bei den leichten Nutzfahrzeugen (– 35 statt – 41 %). Für die schweren Nutzfahrzeuge ergibt die revidierte Berechnung nach neuem Handbuch, Version 3.1, hingegen einen deutlich größeren Rückgang der PM10-Emissionen (– 71 statt – 61 %) als bislang ermittelt.

Aus den stark abweichenden Veränderungsraten resultieren auch erhebliche Verschiebungen in der Aufteilung der Emissionen auf die Fahrzeugkategorien. Der Anteil des Pkw-Verkehrs an den PM10-Emissionen stieg 2009 auf fast 58 % – allein 49 % entfallen auf Diesel-Pkw – und der Anteil der leichten Nutzfahrzeuge stieg auf immerhin gut 14 % bei einem Anteil dieser Fahrzeuge an den Jahresfahrleistungen von lediglich 3 %. Umgekehrt hat der PM10-Anteil der schweren Nutzfahrzeuge auf 23 %, der der Busse auf 5 % abgenommen.

## Zusammenfassung

Trotz der anhaltenden Zunahme der Jahresfahrleistungen durch Kraftfahrzeuge auf den Straßen in Baden-Württemberg sind sowohl die unter Klimaschutzgesichtspunkten besonders relevanten CO<sub>2</sub>-Emissionen als auch die unter Luftreinhaltaspekten und mit EU-Grenzwerten verknüpften NO<sub>x</sub>- und PM10-Emissionen seit 1995 deutlich verringert worden. Allerdings fielen die Minderungserfolge vor allem bei den NO<sub>x</sub>-Emissionen im Betrachtungszeitraum spürbar geringer aus als auf Grundlage der bisher nach altem Handbuch verfügbaren Emissionsfaktoren errechnet worden war. Die NO<sub>2</sub>-Emissionen, die als Teilmenge der NO<sub>x</sub>-Emissionen als besonders kritisch anzusehen sind, haben sogar deutlich zugenommen.

Hinsichtlich der Emittentenstruktur ist hervorzuheben, dass der Anteil des Pkw-Verkehrs an den Luftschadstoffemissionen deutlich größer ist als nach altem Emissionshandbuch ermittelt. Dies wiederum hat zur Konsequenz, dass der auf Innerortsstraßen entfallende Teil der jährlichen Emissionsfracht offenbar größer ist, als bislang ausgewiesen. Und auch der Anteil der Diesel-Pkw an den Emissionen war mit dem neuen Emissionshandbuch nach oben zu korrigieren. Um eine nachhaltige Reduzierung der Pkw-Emissionen zu erreichen, ist das Augenmerk deshalb noch stärker auf eine möglichst rasche Flottenerneuerung bei den Diesel-Pkw zu lenken. ■

Weitere Auskünfte erteilen

Dr. Helmut Büringer, Telefon 0711/641-24 18,  
*Helmut.Büringer@stala.bwl.de*  
Dirk Schmidtmeier, Telefon 0711/641-27 22,  
*Dirk.Schmidtmeier@stala.bwl.de*

## kurz notiert ...

### Elektro- und Elektronikschrott

Im Jahr 2010 ist die über kommunale Sammelstellen getrennt erfasste Menge an Elektro- und Elektronikschrott erstmals seit 1997 nicht weiter angestiegen. Die Menge der hauptsächlich aus dem häuslichen Bereich erfassten Elektro- und Elektronikaltgeräte lag bei etwas unter 80 000 Tonnen. Das waren knapp 9 % (7 600 t) weniger als im Vorjahr. Die Pro-Kopf-Menge ging von 8,1 Kilogramm je Einwohner (kg/Ea)

auf 7,4 kg/Ea zurück, liegt aber noch immer weit über der gesetzlich geforderten Sammelmenge von 4 kg/Ea. Mit der geplanten Novellierung der einschlägigen Europäischen Richtlinie soll sich die geforderte Sammelmenge zukünftig an der Menge der in den Umlauf gebrachten Geräte orientieren. Gemäß einer Studie der United Nations University in Bonn wären dann bei einer geforderten Quote von zunächst 45 % dieser Geräte bundesweit im Jahr 2013 mit 12 kg/Ea zu erfassen. ■