

MARION KRAUSE/ STEFAN SCHMITZ

## Schadstoffemissionen des Straßenverkehrs in den alten und neuen Ländern der Bundesrepublik Deutschland

### Kurzfassung

Auf Schätzmodellen basierende Kataster der Schadstoffemissionen des Straßenverkehrs, die jeweils für die alten und neuen Länder der Bundesrepublik Deutschland erarbeitet wurden, lassen sich zusammenführen.

Die Kfz-Emissionen wiesen vor der deutschen Einigung in den ehemaligen Teilstaaten beträchtliche Unterschiede auf. Diese erklären sich zum einen aus den sehr unterschiedlichen Verkehrsmengen auf den Straßen und zum anderen aus den völlig verschiedenen Zusammensetzungen des Fahrzeugbestands. Da die DDR-typischen Pkw mit Zweitakt-Motoren erheblich größere Mengen an unverbrannten Kohlenwasserstoffen freisetzen als Viertakt-Pkw, lagen die flächenbezogenen HC-Emissionen in der ehemaligen DDR trotz bedeutend geringerer Verkehrsmengen etwa auf gleichem Niveau wie in den alten Ländern. Andererseits weisen die Zweitakt-Pkw bezüglich Stickoxiden ein günstigeres Emissionsverhalten auf als Viertakt-Pkw.

Wie die augenblickliche Entwicklung erkennen läßt, muß in den nächsten Jahren in den neuen Ländern mit einer raschen Annäherung des Verkehrsverhaltens an das der alten Länder gerechnet werden. Wesentlicher Motor hierfür wird die steigende Verfügbarkeit von Individualverkehrsmitteln sein. Daneben muß auch in Westdeutschland mit einer zusätzlichen Steigerung der Verkehrsleistung durch neue West-Ost-Verkehrsströme gerechnet werden. Zwar werden technische Maßnahmen zur Emissionsminderung bis zur Jahrtausendwende trotz Verkehrswachstum eine Verringerung der HC- und der  $\text{NO}_x$ -Emissionen bewirken, aber es ist eine deutliche Zunahme der klimarelevanten  $\text{CO}_2$ -Emissionen zu befürchten.

### 1. Problemstellung

Luftschadstoffe haben vielfältige Auswirkungen auf Mensch und Umwelt. Die negativen Einflüsse treten im Nahbereich der Emissionsquellen, aber auch fernab der Verursacher auf. Zunehmend finden auch die globalen Wirkungen von Luftverunreinigungen wie der Ozonabbau in der Stratosphäre und der Treibhauseffekt Beachtung.

Der Straßenverkehr ist einer der bedeutendsten Emissionsverursacher in der Bundesrepublik Deutschland. Beispielsweise ist er für mehr als die Hälfte der Gesamtemissionen von Kohlenmonoxid, Stickoxiden und Kohlenwasserstoffen verantwortlich. Außerdem setzt er als Konsequenz der motorischen Verbrennung etwa 15 % des gesamten klimarelevanten Kohlendioxids ( $\text{CO}_2$ ) in die Atmosphäre frei.

Eine rein technisch orientierte Strategie zur Verringerung der Schadstoffemissionen des Straßenverkehrs reicht auf Dauer nicht aus, die anstehenden Probleme zu lösen. Vielmehr sind solche technischen Konzepte wie z.B. der geregelte Drei-Wege-Kataly-

sator durch eine Vielzahl von ordnungs- und preispolitischen sowie infrastrukturellen Maßnahmen zu flankieren, die auf eine Reduzierung bzw. umweltschonendere Abwicklung des Straßenverkehrs zielen. In diesem Zusammenhang ist auch die räumliche Planung gefordert, die durch ihr Instrumentarium zumindest mittel- bis langfristig bedeutende Beiträge zu einer Emissionsvermeidung leisten kann, etwa durch flächenhafte Verkehrsberuhigung, Verbesserung der Anschlußqualität im öffentlichen Verkehr, Steigerung der Attraktivität von Radwegenetzen oder Hinwirkung auf eine "Siedlungsstruktur der kurzen Wege".

Um solche weiterführenden Strategien gezielt bei einzelnen Verursachern ansetzen zu können, werden räumlich und sachlich differenzierte Informationen zu Emissionen und Emissionsursachen im Verkehrsbereich benötigt. Entsprechende Kataster wurden für das Gebiet der alten Bundesländer von der Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung in Bonn (1) und für die neuen Bundesländer vom ehemaligen Bezirks-Hygieneinstitut Magdeburg (2) erstellt.

### 2. Berechnungsverfahren

Beide Kataster basieren auf Schätzmodellen. Trotz einzelner Unterschiede hinsichtlich Datengrundlagen, Modellstruktur und Berechnungsverfahren produzieren beide Modelle vergleichbare Ergebnisse. Dies macht eine Zusammenführung beider Kataster möglich. Im folgenden werden die wesentlichen Verfahrensschritte kurz erläutert (3).

#### 2.1 Ermittlung der Fahrleistungen

Die durch die Kraftfahrzeuge erbrachten Fahrleistungen bilden den konkreten Ausgangspunkt zur Schätzung der Schadstoffemissionen. Die Quantifizierung dieser Fahrleistungen stützt sich im wesentlichen auf die Ergebnisse von Verkehrszählungen, die sowohl in den alten Bundesländern als auch in der ehemaligen DDR alle fünf Jahre – in beiden Fällen zuletzt 1985 – durchgeführt wurden. Aus den ermittelten durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken (DTV) an einzelnen Zählstellen und den zugehörigen Zählabschnittslängen ergeben sich unmittelbar die Fahrleistungen einzelner Fahrzeugarten.

Da jedoch die Verkehrszählungen im wesentlichen nur den Verkehr auf Autobahnen und sonstigen Außerortsstraßen abdecken, müssen die innerörtlichen Fahrleistungen durch andere Ansätze erschlossen werden. Für die einzelnen Gemeinden der alten Bundesländer ist eine statistische Analyse des Zusammenhangs zwischen Einwohnerzahl und innerörtlicher Fahrleistung anhand von Angaben in örtlichen und regionalen Emissionskatastern möglich. Die bemerkenswert enge Korrelation rechtfertigt es, die entsprechenden Fahrleistungen innerhalb jeder Gemeinde durch die Hochrechnungsgröße "Einwohnerzahl" und anhand der ermittelten nichtlinearen Regression näherungsweise zu bestimm-

men. Die Fahrleistungen in den Ortschaften der ehemaligen DDR werden durch ein ähnliches Verfahren, das allerdings Linien- und Flächenquellen unterscheidet, ermittelt.

## 2.2 Berücksichtigung des Geschwindigkeitseinflusses

Die Menge der freigesetzten Schadstoffe ist nicht allein von der Art des Fahrzeugs und von der zurückgelegten Fahrstrecke, sondern in hohem Maße auch von der Geschwindigkeit abhängig, mit der diese Strecke zurückgelegt wird. Daher müssen die Geschwindigkeiten bzw. die fahrleistungsgewichteten Geschwindigkeitsverteilungen auf den einzelnen Straßenkategorien (Autobahnen, Außerortsstraßen, Innerortsstraßen) erfaßt werden.

In den alten Bundesländern werden auf den einzelnen Zählabschnitten auf Bundesautobahnen und Bundesstraßen durch einen mehrstufigen Algorithmus, der die Theorie des Verkehrsflusses abbildet, die stündlichen Geschwindigkeitsverhältnisse simuliert und durch Aggregation die benötigten Verteilungen ermittelt. Auf allen übrigen Außerortsstraßen wird in Übereinstimmung mit der Vorgehensweise in örtlichen und regionalen Emissionskatastern einheitlich ein Fahrmodus zugrunde gelegt, der einer mittleren Geschwindigkeit von 60 km/h entspricht. Die Geschwindigkeitsverteilungen auf Straßen innerhalb geschlossener Ortschaften lassen sich schließlich ebenfalls aus solchen Katastern ableiten.

In den neuen Bundesländern werden die Geschwindigkeitsverhältnisse auf den einzelnen Zählabschnitten der Autobahnen, Außerortsstraßen und innerörtlichen Durchgangsstraßen durch die entsprechenden Entwurfsgeschwindigkeiten geschätzt. Auf den städtischen Nebenstraßen wird einheitlich von einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 17,4 km/h ausgegangen.

## 2.3 Emissionsberechnung

Die Berechnung der Emissionen erfolgt durch Multiplikation der geschwindigkeitsspezifischen Fahrleistungen mit entsprechend differenzierten Emissionsfaktoren. Diese Faktoren, die die Menge eines bestimmten Schadstoffs in Gramm pro Kilometer ausdrücken, stellen das Ergebnis von Messungen an ausgewählten, jeweils repräsentativen Fahrzeugstichproben beim TÜV Rheinland bzw. bei der Abgasprüfstelle der DDR dar. Aufgrund neuester Erkenntnisse ergibt sich die Notwendigkeit, die Emissionsfaktoren für die Fahrzeugflotte der ehemaligen DDR nachträglich zu korrigieren (4). Abschließend sind die kleinsten Erhebungseinheiten, d.h. Zählabschnitte und Ortschaften, den Kreisen und kreisfreien Städten der Bundesrepublik Deutschland zuzuordnen. Dies erfolgt für das Gebiet der alten Bundesländer unmittelbar, für das Gebiet der ehemaligen DDR über den Zwischenschritt der Transformation in  $2 \times 2 \text{ km}^2$  große Rasterquadrate.

## 3. Die Emissionssituation vor der deutschen Einigung

Die Karten 1 und 2 zeigen als Beispiele für die Berechnungsergebnisse die Kohlenwasserstoff- und die Stickoxidemissionen im Jahr 1985.

Die Schadstoffemissionen des Straßenverkehrs wiesen vor der deutschen Einigung in den ehemaligen Teilstaaten beträchtliche Unterschiede auf. Diese erklären sich zum einen aus den sehr

unterschiedlichen Anteilen des motorisierten Straßenverkehrs an den gesamten Verkehrsleistungen und zum anderen aus der völlig unterschiedlichen Zusammensetzung des Fahrzeugbestands.

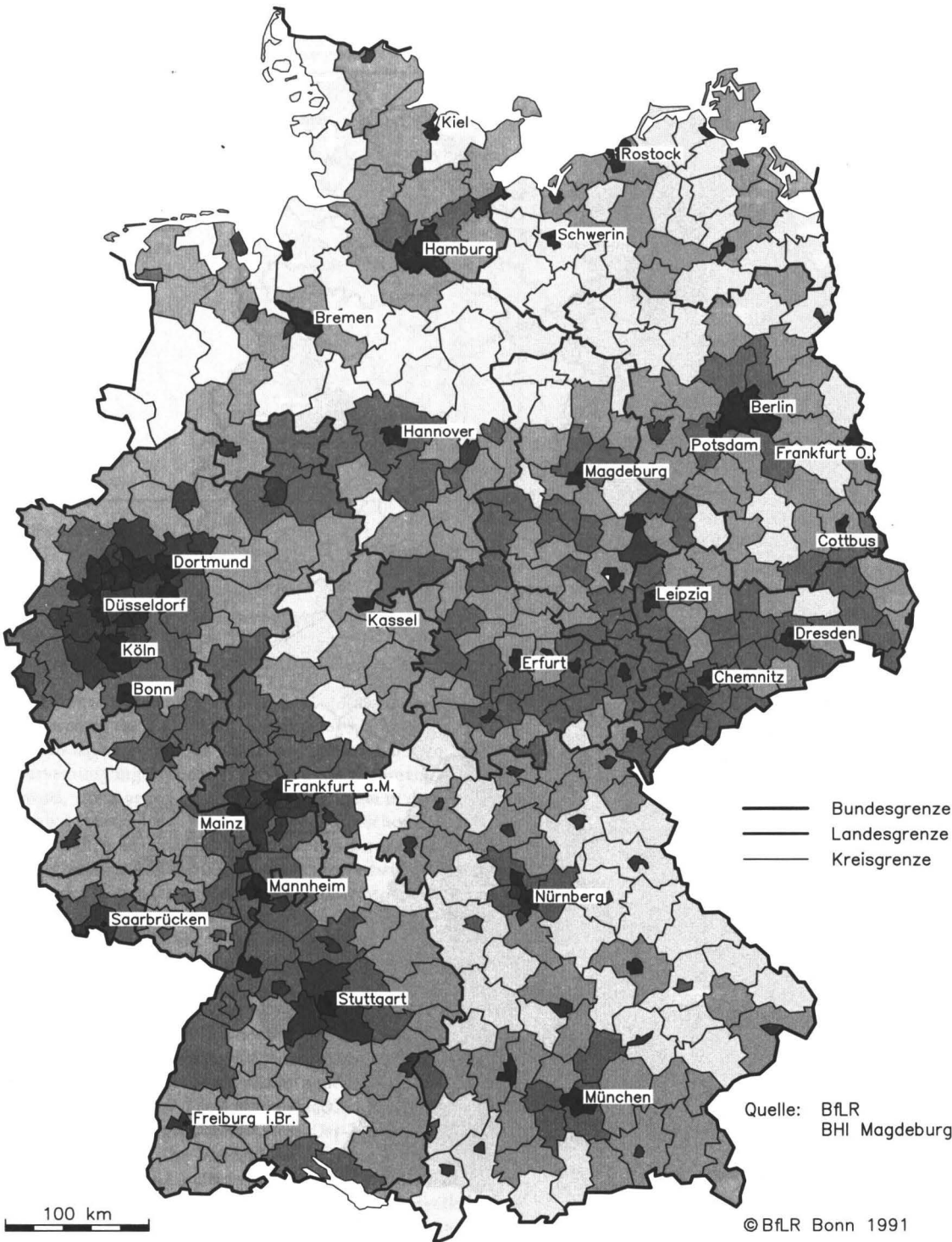
Die gesamten Verkehrsleistungen je Einwohner unterschieden sich in beiden deutschen Staaten nur unerheblich. Jeder Bürger in den alten Ländern legte im motorisierten Individualverkehr und öffentlichen Verkehr im Jahr 1988 635 Wege mit einer durchschnittlichen Weglänge von 17,3 km, jeder DDR-Bürger dagegen 538 Wege mit einer mittleren Länge von 14,8 km zurück (5). Damit betrugen die jährlichen Pro-Kopf-Verkehrsleistungen im Personenverkehr in den alten Ländern rund 11 000 km und in den neuen Ländern rund 8 000 km. Im Güterverkehr lagen im Jahr 1988 die Pro-Kopf-Verkehrsleistungen in den neuen Ländern mit rund 4 800 Tonnenkilometer sogar geringfügig höher als in den alten Ländern (rund 4 400 Tonnenkilometer) (6). Erheblich waren dagegen die Unterschiede in der Nutzung verschiedener Verkehrsmittel: Während in den alten Ländern 82,1 % der Personenverkehrsleistung mit Pkw und motorisierten Zweirädern erbracht wurden, waren es in der ehemaligen DDR nur 59,7 % (7). Noch deutlicher waren die Modal-Split-Unterschiede im Güterverkehr: In den alten Ländern wurden im Jahr 1988 56,8 % aller Tonnenkilometer mit Lastkraftwagen erbracht, in den neuen Ländern dagegen nur 19,7 % (8). Im Zusammenhang mit einer geringeren Fahrzeugauslastung ergaben sich daraus in den alten Ländern erheblich höhere Fahrleistungen im Straßenverkehr.

Etwa 70 % der Personenkraftwagen in der DDR besaßen Zweitakt-Motoren. Die Kohlenwasserstoffemissionen je zurückgelegten Kilometer betrugen bei solchen Pkw, hauptsächlich vom Typ "Trabant", etwa das Sechsfache derjenigen eines Viertakt-Pkw ohne Abgasminderung und etwa das Siebzigfache gegenüber einem Viertakt-Pkw mit regeltem Dreiweg-Katalysator (9). Völlig anders sieht der Vergleich jedoch bei den Stickoxidemissionen aus. Sie betragen bei den DDR-typischen Zweitaktern nur etwa ein Fünftel der  $\text{NO}_x$ -Emissionen eines Viertakt-Pkw ohne Minderungskonzept und liegen etwa in der gleichen Größenordnung wie bei einem Viertakter mit Katalysator (10).

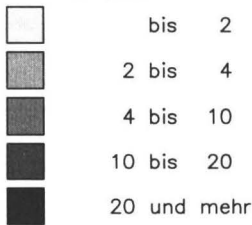
Die Konsequenz der genannten Tatsachen kommt in den Karten 1 und 2 deutlich zum Ausdruck. In der ehemaligen DDR lagen die flächenbezogenen HC-Emissionen trotz des erheblich geringeren Straßenverkehrs auf etwa dem gleichen Niveau wie in den alten Bundesländern. Die Schwerpunkte der HC-Emissionen liegen im wesentlichen in den großen Städten und Agglomerationsräumen. Ganz anders sieht der West-Ost-Vergleich der  $\text{NO}_x$ -Emissionen des Straßenverkehrs aus. Stärkerer Individualverkehr einerseits und ein höheres Emissionsniveau der meisten Viertakt-Fahrzeuge gegenüber den Zweitaktern andererseits waren dafür verantwortlich, daß in den alten Ländern die flächenbezogenen  $\text{NO}_x$ -Emissionen mehr als siebenmal so hoch waren wie in der ehemaligen DDR. Da vor allem bei Fahrzeugen mit Otto-Motor ohne regeltem Drei-Wege-Katalysator die  $\text{NO}_x$ -Emissionen mit wachsender Geschwindigkeit deutlich zunehmen, liegen in den alten Bundesländern die Schwerpunkträume der  $\text{NO}_x$ -Emissionen nicht nur in den Großstädten und Agglomerationen, sondern zusätzlich auch entlang der bedeutenden Fernverkehrsachsen (z.B. Hannover – Kassel – Frankfurt und Nürnberg – München). Eine zusammenfassende Gegenüberstellung der gesamten HC- und  $\text{NO}_x$ -Emissionen des Straßenverkehrs in beiden Teilen Deutschlands zeigt Tabelle 1.

Karte 1  
Kohlenwasserstoffemissionen des Straßenverkehrs

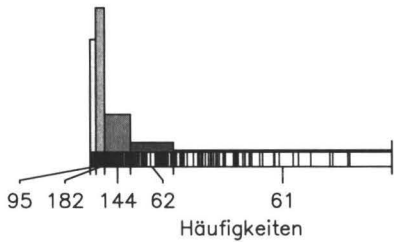
Landes-  
kunde  
und  
Raum-  
ordnung



Kohlenwasserstoffemissionen je qkm Kreisfläche  
in t HC 1985

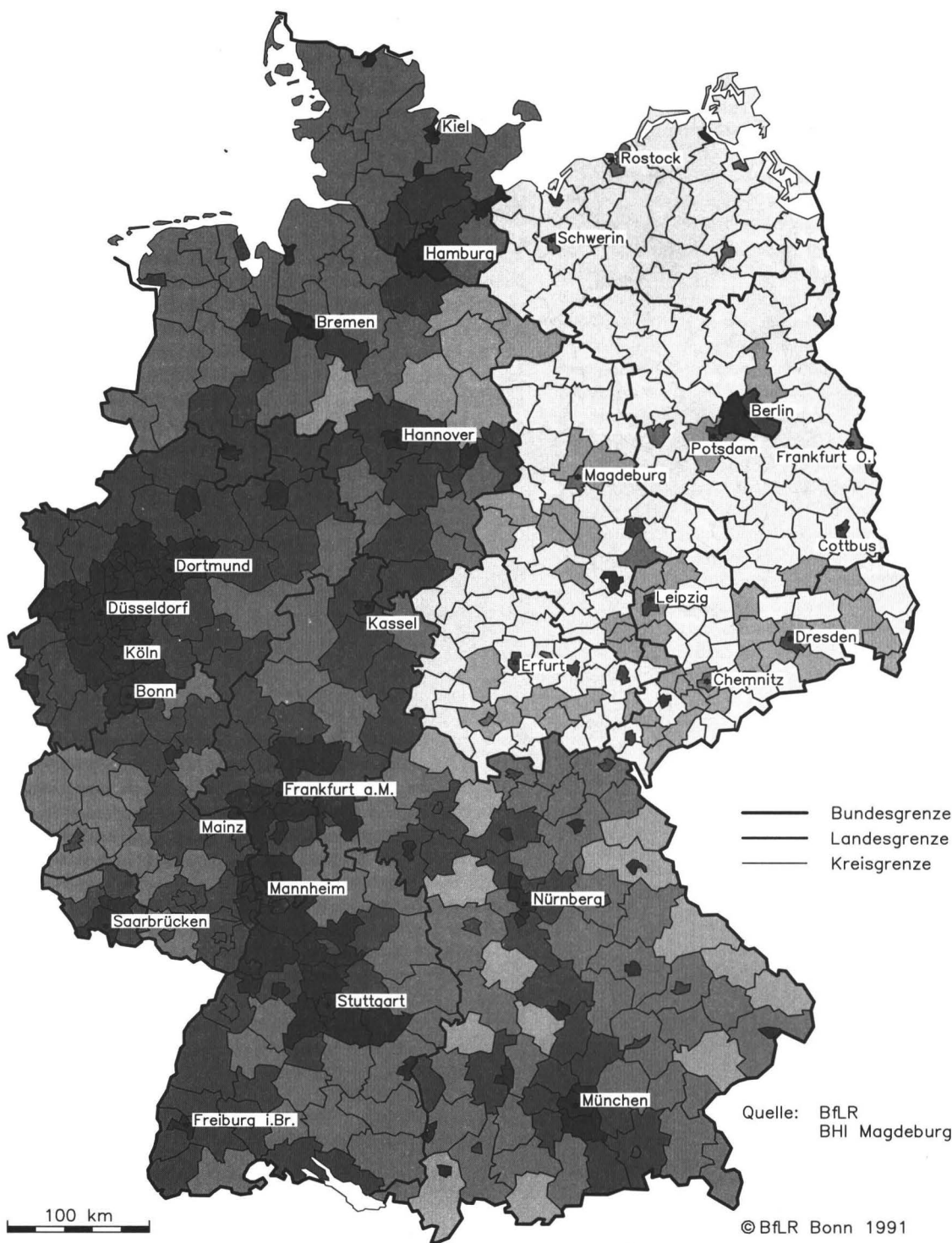


Minimum: 0.66  
Maximum: 70.86  
Bundeswert: 8.18

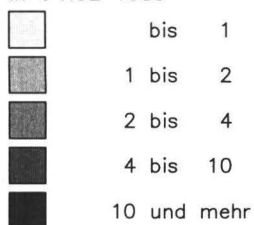


Karte 2  
Stickoxidemissionen des Straßenverkehrs

Landes-  
kunde  
und  
Raum-  
ordnung



Stickoxidemissionen je qkm Kreisfläche  
in t NO<sub>2</sub> 1985



Minimum: 0.08  
Maximum: 60.87  
Bundeswert: 6.16

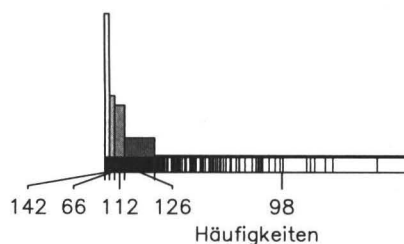


Tabelle 1:

Kohlenwasserstoff- und Stickoxidemissionen des Straßenverkehrs  
in den alten und neuen Ländern der Bundesrepublik Deutschland  
im Jahr 1988

|                                    | Kohlenwasserstoffe | Stickoxide |
|------------------------------------|--------------------|------------|
| <b>Gesamtmenge in kt</b>           |                    |            |
| – Personenkraftwagen               | 1 080              | 1 090      |
| – Nutzfahrzeuge                    | 110                | 540        |
| – alte Länder insgesamt            | 1 190              | 1 630      |
| – Personenkraftwagen               | 495                | 51         |
| – Nutzfahrzeuge                    | 37                 | 49         |
| – neue Länder insgesamt            | 532                | 100        |
| – Personenkraftwagen               | 1 575              | 1 141      |
| – Nutzfahrzeuge                    | 147                | 589        |
| – insgesamt                        | 1 722              | 1 730      |
| <b>kg je km<sup>2</sup> Fläche</b> |                    |            |
| – alte Länder                      | 4 786              | 6 556      |
| – neue Länder                      | 4 911              | 923        |
| – insgesamt                        | 4 824              | 4 847      |
| <b>kg je Einwohner</b>             |                    |            |
| – alte Länder                      | 19,4               | 26,5       |
| – neue Länder                      | 31,9               | 6,0        |
| – insgesamt                        | 22,0               | 22,1       |

Quelle: siehe Anm. (11)

#### 4. Die zukünftige Verkehrs- und Emissionsentwicklung

Wie bereits angedeutet, waren die Mobilitätsunterschiede – gemessen an der Anzahl der zurückgelegten Wege oder an der Verkehrsleistung – in den alten und neuen Ländern vor der Wiedervereinigung bedeutend geringer, als allgemein angenommen wird, wohingegen erhebliche Unterschiede in der Verkehrsmittelwahl bestanden. Wie die augenblickliche Entwicklung erkennen läßt, muß in den nächsten Jahren in der ehemaligen DDR mit einer raschen Annäherung des Verkehrsverhaltens an das der alten Länder gerechnet werden. Wesentlicher Motor wird hierfür die steigende Verfügbarkeit von Individualverkehrsmitteln sein. Kamen im Jahr 1988 auf 1 000 Bürger der ehemaligen DDR beispielsweise 225 Pkw, so waren es im Jahr 1990 bereits 298 Pkw (alte Länder: 487 Pkw). Im Zuge dieses Prozesses kommt es in den neuen Ländern auch zu einer allmählichen Angleichung der Fahrzeugbestands hinsichtlich der Emissionseigenschaften.

Aufgrund der Vereinigung wird jedoch nicht nur im Gebiet der ehemaligen DDR der Straßenverkehr zunehmen. Daneben muß auch in Westdeutschland mit einer zusätzlichen Steigerung der Verkehrsleistungen durch neue West–Ost–Verkehrsströme gerechnet werden (12). Die Vielzahl der augenblicklichen Unwägbarkeiten in den neuen Ländern – z.B. Entwicklung der Wirtschaft, der Bevölkerung, der Siedlungsstruktur, der Straßenverkehrsinfrastruktur und des Angebots im öffentlichen Verkehr – macht eine Prognose des Straßenverkehrs und der von ihm verursachten Luftverunreinigungen äußerst schwierig.

Im Auftrag des Umweltbundesamtes und der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz des Landes Berlin wurde vom Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (IFEU) ein Trend-Szenario zur Entwicklung des Verkehrs, seines Energieverbrauchs und seiner Emissionen im Jahr 2000 erarbeitet. Auf Basis der Annahme, daß dann im Gebiet der ehemaligen DDR eine ähnliche verkehrliche Situation besteht wie in Westdeut-

schland im Jahr 1988/89, ergibt sich für die Emissionen im Jahr 2000 etwa folgendes Bild (13):

- Die Wirkung von Maßnahmen zur Emissionsminderung, vor allem des geregelten Dreiweg-Katalysators, wird durch steigende Fahrleistungen im Personen- und Güterverkehr teilweise wieder kompensiert.
- Da bis zur Jahrtausendwende der Bestand an Zweitakt-Fahrzeugen in der ehemaligen DDR fast vollständig durch Viertakter ersetzt sein wird, ist dort die zukünftige Entwicklung der HC-Emissionen weitaus günstiger als die der NO<sub>x</sub>-Emissionen. Die HC-Emissionen werden sich im Westen um 64 % und im Osten um 50 % verringern, so daß sich für die gesamte Bundesrepublik eine Minderung gegenüber 1988 um 60 % ergibt.
- Die NO<sub>x</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs werden im Westen um 43 % abnehmen, im Osten dagegen aufgrund des Fahrleistungszuwachses und der Substitution des gegenwärtigen Fahrzeugbestands durch leistungsstärkere Viertakter um 170 % zunehmen. Insgesamt ist daher in der Bundesrepublik mit einer Minderung der NO<sub>x</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs von nur 31 % zu rechnen.
- Da der Kraftstoff-Mehrverbrauch aufgrund steigender Fahrleistungen durch technische Anstrengungen zur Verbrauchssenkung nicht vollständig kompensiert werden kann, wird der Kraftstoffverbrauch und damit auch die Kohlendioxidemission ansteigen. Während die CO<sub>2</sub>-Freisetzung in Westdeutschland nur um etwa 11 % zunehmen wird, ist in den neuen Ländern fast mit einer Verdreifachung zu rechnen, so daß insgesamt ein Emissionszuwachs von ca. 25 % zu befürchten ist.

Die HC-Emissionen, die hauptsächlich für die lokale und regionale lufthygienische Situation von Bedeutung sind und vor allem eine Gefahr für die menschliche Gesundheit darstellen, werden also in Zukunft deutlich reduziert. Demgegenüber ist die voraussichtliche Minderung der NO<sub>x</sub>-Emissionen, die hauptsächlich im großräumigen Schadstofftransport eine große Rolle spielen und für Vegetationsschäden verantwortlich zu machen sind, unbefriedigend. Alarmierend ist schließlich die absehbare Entwicklung der verkehrsbedingten Emission des klimarelevanten Kohlendioxids. Wird die international eingegangene Verpflichtung, die NO<sub>x</sub>-Emissionen sämtlicher Emittentengruppen bis spätestens 1998 um 30 % gegenüber 1995 zu verringern (14), im Bereich des Straßenverkehrs gerade noch eingehalten, so ist zu befürchten, daß das von der Enquete-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" des Deutschen Bundestages empfohlene Ziel, bis zum Jahr 2005 die nationalen CO<sub>2</sub>-Emissionen um 30 % zu reduzieren, zumindest im Verkehrsbereich völlig verfehlt wird (15).

#### Anmerkungen

- (1) Ausführliche Darstellung des Katasters in Schmitz, S.: Schadstoffemissionen des Straßenverkehrs in der Bundesrepublik Deutschland. Verursacherstruktur, räumliche Differenzierung und Ansätze zur Reduzierung. – Bonn 1990. = Forschungen zur Raumentwicklung, Bd. 19
- (2) Jetzt Landesanstalt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt
- (3) Ausführliche Modellbeschreibung in Schmitz, S.: Schadstoffemissionen des Straßenverkehrs . . . , a.a.O

- (4)  
Höpfner, U. et al.: Energieverbrauch und Luftschadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in der DDR, Berlin (Ost) und der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 1988 und in Deutschland im Jahr 2000. Forschungsvorhaben im Auftrag des Umweltbundesamtes und der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz von Berlin (West). Zwischenergebnisse für den Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, November 1990
- (5)  
Berechnet nach Angaben in: Verkehr in Zahlen 1990. Hrsg.: Bundesminister für Verkehr, Bonn. Verantwortlich für den Inhalt: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin.
- Hinsichtlich eines Mobilitätsvergleichs im Personenverkehr siehe auch: Mobilität in beiden Teilen Deutschlands. Hrsg.: Technische Universität Dresden, Sektion Bauingenieurwesen. Verantwortlich für den Inhalt: Socialdata – Institut für Verkehrs- und Infrastrukturforschung GmbH, München.
- (6)  
Verkehr in Zahlen . . . , a.a.O.
- (7)  
Ebenda
- (8)  
Ebenda
- (9)  
Höpfner, U. et al.: Energieverbrauch und Luftschadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs . . . , a.a.O.
- (10)  
Ebenda
- (11)  
Berechnet und zusammengestellt nach Angaben des Umweltbundesamtes und nach Angaben in: Höpfner, U. et al.: Energieverbrauch und Luftschadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs . . . a.a.O.
- (12)  
Kessel, P. et al.; Blum, U.; Hautzinger, H.; Rothengatter, W.: Szenario zur Verkehrsentwicklung mit der DDR und mit Osteuropa. Untersuchung im Auftrag des Bundesministers für Verkehr. Schlußbericht, Mai 1990
- Höpfner, U.: Entwicklung der verkehrsbedingten Schadstoffemissionen in den westlichen und östlichen Bundesländern und ihr Beitrag zum Treibhauseffekt. In: Verkehrsbedingte Umweltbelastungen – Analysen, Prognosen, Ziele, Minderungen. Hrsg.: Fortbildungszentrum Gesundheits- und Umweltschutz Berlin. – Berlin 1991
- (13)  
Höpfner, U. et al.: Energieverbrauch und Luftschadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs . . . , a.a.O.
- (14)  
Vgl. Bericht der Bundesregierung an den Deutschen Bundestag über die Erfüllung international eingegangener Verpflichtungen zur Reduzierung der Luftverunreinigungen. = BT-Drucksache 11/6894 vom 9.4.1990
- Das sogenannte Sofia-Protokoll zur ECE-Luftreinhaltekonvention enthält die völkerrechtliche Verpflichtung, die jährlichen nationalen  $\text{NO}_x$ -Emissionen auf dem Stand von 1987 einzufrieren; dieses Ziel ist bis 1994 zu erreichen. Darüber hinaus hat sich die Bundesrepublik Deutschland bereits vor Unterzeichnung des Protokolls in Sofia gemeinsam mit vielen anderen europäischen Staaten in einer "Deklaration zur Luftreinhaltung" verpflichtet, die nationalen  $\text{NO}_x$ -Emissionen bis spätestens 1998 um 30 % gegenüber 1985 zu reduzieren.
- (15)  
Vgl. Dritter Bericht der Enquete-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre". = BT-Drucksache 11/8030 vom 24.5.1990
- Der Empfehlung der Kommission wird voraussichtlich auch dann nicht gefolgt, wenn man nur die Entwicklung der  $\text{CO}_2$ -Emissionen in den alten Bundesländern betrachtet.

Dipl.-Ing. Marion Krause  
Telemannstraße 13  
O-3024 Magdeburg

Dr. Stefan Schmitz  
Bundesforschungsanstalt für  
Landeskunde und Raumordnung  
Am Michaelshof 8  
5300 Bonn 2