

VCD Fakten



Bus, Bahn und Pkw im Umweltvergleich

Der ÖPNV im Wettbewerb

Vorwort

Der Öffentliche Nahverkehr ist eine tragende Säule unseres Verkehrssystems. Dennoch ist es bisher nicht gelungen, den ÖPNV im erforderlichen Umfang auszubauen. Im Gegenteil: Gerade im ländlichen Raum ist er stark zurückgedrängt worden und in den Städten und Kommunen wäre er gegenwärtig nicht in der Lage, den wünschenswerten Umstieg der Bürger vom Auto in Bus und Bahn in großem Stile zu bewältigen. Den ÖPNV fit zu machen für die Zukunft ist eine Aufgabe, der sich die Bundesregierung stellt und die wir konsequent angehen müssen, wenn wir nicht in den Innenstädten am Verkehr ersticken wollen. Auch aus Umweltsicht muss der ÖPNV gestärkt werden, um gerade in den Ballungszentren die Umweltbelastungen u.a. durch Lärm, Rußpartikel und Stickoxide zu vermindern. Darüber hinaus bereiten uns im Verkehrsbereich die steigenden CO₂-Emissionen Sorge. Dies gefährdet unser Klimaschutzziel.

Gleichzeitig steht der ÖPNV vor einer Reihe von gravierenden Veränderungen. Zum einen wird die Entscheidung des Europäischen Gerichtshofs zur Vergabepraxis von ÖPNV-Leistungen erwartet. Dies kann bedeuten, dass künftig Leistungen europaweit ausgeschrieben werden müssen. Zum anderen sind Reformen dringend notwendig, um die Folgen der Liberalisierung des Energiemarktes zu kompensieren. Über den anstehenden Wettbewerb und seine Auswirkungen wird zur Zeit sehr kontrovers diskutiert. Wettbewerb im ÖPNV bietet jedoch die Chance, den Reformstau der vergangenen Jahre aufzulösen und dem ÖPNV die Durchsetzungskraft zu geben, die er braucht, um die notwendigen Entlastungen in unseren Städten zu erzielen.

Es wäre jedoch falsch, diesen Wettbewerb allein auf die Kostenfrage zu reduzieren. Es geht ebenso um Qualitätswettbewerb, der die Attraktivität des Nahverkehrsangebots erhöht, die das Umsteigen auf den ÖPNV fördert, und es geht weiterhin um die Einhaltung hoher Umweltstandards. Andernfalls droht der öffentliche Nahverkehr gerade in den Ballungsgebieten nicht nur allgemein bei der Verkehrsmittelwahl, sondern auch speziell wegen mangelnder Umweltqualität im Vergleich zum Pkw zu verlieren. Während sich im Pkw-Bereich die anspruchsvollen Abgasnormen EURO 3 und EURO 4 bereits heute zu 70 Prozent durchgesetzt haben, fehlt bisher eine entsprechende technische Entwicklung bei Bussen. Deshalb ist es notwendig, im Rahmen eines Qualitätswettbewerbs bei künftigen Aus-



FOTO: BMU

Jürgen Trittin
Bundesminister für Umwelt, Natur-
schutz und Reaktorsicherheit

schreibungen höhere als die gesetzlichen Mindeststandards zu fordern. Dies sollte auch eine maßgebliche Bedingung für die Beteiligung der öffentlichen Haushalte an der Finanzierung des ÖPNV sein. Anspruchsvolle Umweltstandards bei der wettbewerblichen Vergabe von ÖPNV-Leistungen sind nicht zuletzt Voraussetzungen dafür, dass auch künftig Investitionen in den ÖPNV akzeptiert werden. Zugleich würden die Entwicklung umweltschonender ÖPNV-Fahrzeuge vorangetrieben und – mit steigender Nachfrage nach solchen Fahrzeugen – technologieabhängige Mehrkosten höherer Umweltstandards, die sich bereits heute allenfalls in der Höhe der Mehrkosten für Klimaanlage bewegen, reduziert. Der Verkehrsclub Deutschland (VCD) will die Verantwortlichen in den Kommunen auf diesen wichtigen Punkt aufmerksam machen, damit die Umweltfreundlichkeit des ÖPNV gesichert und ausgebaut wird. Ich begrüße und unterstütze diese Initiative des VCD.

Jürgen Trittin
Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und
Reaktorsicherheit

Impressum

Herausgeber, Verlag und Vertrieb
Verkehrsclub Deutschland
VCD e.V.
Eifelstraße 2, 53119 Bonn
Fon 02 28/9 85 85-0
Fax 02 28/9 85 85-10
E-Mail
vcd-bundesverband@vcd.org

*Verantwortlich für die
Gesamtherstellung*
Michael Müller

Redaktion
Michael Adler (verantwortlich),
Uwe Lütge, Michael Müller

Autoren
Harald Diaz, Ullrich Höpfner,
Udo Lambrecht, Michaela
Mohrhardt, Michael Müller

Gestaltung und Grafik
Marc Alexander Venner

Titelfoto
Marcus Gloger

Druck
graphoprint, Koblenz

Einzelangaben ohne Gewähr

Mit finanzieller Förderung durch das Bundesumweltministerium und das Umweltbundesamt. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Herausgeber.

Nachdruck nur mit Genehmigung des Herausgebers
© VCD e.V., Bonn 2001

Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit wurde ein Rechtsgutachten mit dem Titel »Emissionsbezogene Anforderungen im öffentlichen Personenverkehr mit Kraftfahrzeugen« erstellt. Ausgehend von einer Analyse des rechtlichen Rahmens werden Möglichkeiten dargestellt, mit denen kommunale Aufgabenträger Einfluss auf die Umweltqualität von ÖPNV-Fahrzeugen nehmen können. Das Gutachten ist erhältlich als Download im Internet unter www.bmu.de oder beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Alexanderplatz 6, D-10178 Berlin, Telefon 0 18 88/3 05-0, Fax 0 18 88/3 05-32 25, E-Mail presse@bmu.de.

Wettbewerb als Chance

Wohin fährt der Öffentliche Nahverkehr? Und vor allen Dingen: Womit fährt er? Mit der EU-weiten Öffnung des ÖPNV-Marktes für den Wettbewerb werden die Karten für Bus und Bahn neu gemischt. Für die Fortentwicklung des Nahverkehrsangebots hin zu mehr Kundenorientierung und Umweltfreundlichkeit eröffnen sich hier neben Risiken auch viele neue Chancen.

Anders als beim Strom oder beim Telefon, wo der Kunde zwischen mehreren Anbietern, zwischen pre-selection oder call-by-call wählen kann, ist ihm dies beim ÖPNV nicht möglich. Diese Wahl treffen Städte und Kreise. Sie haben als Besteller die Aufgabe, im Sinne ihrer Bürger bei der Ausschreibung von Verkehrsleistungen Mindeststandards für die Qualität des Angebots und die Umweltfreundlichkeit der Fahrzeuge und deren Betriebs zu setzen.

Die Autoindustrie hat in den letzten Jahren auf Druck der Umweltbewegung den Schadstoffausstoß der von ihr hergestellten Pkw stark reduziert. Dies ist nicht zuletzt auch ein Erfolg des VCD, der mit der jährlich erscheinenden VCD-Auto-Umweltliste die umweltschonendsten Fahrzeuge präsentiert und gleichzeitig weitere Ver-

besserungen bei Produktion sowie Schadstoffausstoß und Kraftstoffverbrauch einfordert. Trotzdem sind Bus und Bahn noch die umweltverträglicheren Verkehrsmittel. Damit dies auch so bleibt, brauchen wir einen innovativen ÖPNV. Nicht nur bei Pkw, sondern auch bei Bussen und Bahnen ist das Energieeinspar- und Schadstoffminderungspotential enorm. Die Bürger wollen saubere und leise Busse, bessere Luft und mehr Lebensqualität in der Stadt. Umweltschonende Busse verbessern zudem das Image und erhöhen die Wettbewerbsfähigkeit der Verkehrsunternehmen.

Diese Broschüre gibt Antworten auf die Fragen: Wo steht der ÖPNV heute? Was bedeutet der Wettbewerb für Städte und Gemeinden, für Verkehrsunternehmen und Kunden? Welche Rahmenbedingungen müssen geändert werden? Und, vor allen: Wie kann der ÖPNV noch umweltfreundlicher werden?

Wohin fährt der Öffentliche Nahverkehr? Die Entscheidungen über seine Zukunft fallen jetzt.

Michael Müller
Projektleiter »Umweltstandards im ÖPNV«
beim Verkehrsclub Deutschland (VCD)

Die rechtliche Zuständigkeit der kommunalen Aufgabenträger ist meist nur auf den straßengebundenen Personennahverkehr mit Bussen, Straßen-, Stadt- und U-Bahnen beschränkt. In dieser Broschüre wird daher unter ÖPNV in der Regel nur der innerstädtische Verkehr mit diesen öffentlichen Verkehrsmitteln verstanden. Der Schienenpersonennahverkehr wird nicht betrachtet.

U-Bahn: Teure ÖPNV-Option nur für Ballungsräume



FOTO: PAUL GLASER

Der ÖPNV muss sich am Kunden orientieren, nicht umgekehrt



FOTO: R. HANISCH/VGN

Quo vadis ÖPNV?

Busse und Bahnen verzeichnen wieder steigende Fahrgastzahlen. Bei Autofahrern wächst die Bereitschaft, auf den Öffentlichen Nahverkehr umzusteigen. 1999 nutzten insgesamt 9,14 Mrd. Fahrgäste öffentliche Verkehrsmittel, das sind rund 25 Millionen Fahrgäste täglich. Davon entfallen knapp 90 Prozent auf den Linienverkehr mit Bussen und Stadtbahnen. Der Aufwärtstrend im ÖPNV hat sich auch 2000 fortgesetzt. Dennoch stagniert der Anteil des straßengebundenen ÖPNV am gesamten motorisierten Personenverkehrsaufkommen seit Jahren bei rund 13 Prozent; gleichzeitig nimmt der Pkw-Verkehr in Deutschland beständig zu. Und damit wachsen insbesondere die Belastungen in den Städten und Gemeinden – Staus, Lärm, Luftverschmutzung, steigende Unfallzahlen, Verlust der städtischen Lebensqualität.

Dem Öffentlichen Verkehr wird eine wesentliche Bedeutung zur Lösung dieser Probleme zuerkannt, doch die seit Jahren geforderte Verkehrswende kommt nur langsam ins Rollen. Versuche, die Pkw-Flut in den Städten einzugrenzen, scheitern oft am Widerstand der Auto-Lobby. Dabei führt sich das System Motorisierter Individualverkehr (MIV) quasi selbst ad absurdum. Denn: Wer will da noch von freier Fahrt sprechen, wo der alltägliche Stau im Stadtverkehr Mobilität eher behindert denn fördert?

Schneller – weiter – Pkw

Ursachen für die Dominanz des Autoverkehrs liegen sowohl in ökonomischen als auch in gesellschaftlichen Entwicklungen wie steigenden Einkommen, staatlichen Vorleistungen und Rahmensetzungen. Auch die Gestaltung der Städte selbst und die der Stadtentwicklung zugrunde liegenden Leitbilder und Wertvorstellungen üben einen wesentlichen Einfluss auf die Verkehrsentwicklung aus. Zwischen Siedlungsstruktur-, Stadt- und Verkehrsentwicklung gibt es untrennbare Wechselbeziehungen. Lange Jahre prägte das Leitbild der Trennung der Daseinsfunktionen – Wohnen, Arbeiten, Erholen – das Handeln der Stadtplaner. Das einstige Nebeneinander der verschiedenen städtischen Funktionen wurde aufgelöst, neue Siedlungsstandorte entstanden im Umland der Städte. Die »räumliche Nähe« spielte keine Rolle mehr und der Pkw wurde zum Motor für die weitere Siedlungsverlagerung in immer entferntere Regionen nicht zuletzt getreu der Formel »schneller – weiter – Pkw«. Gefördert wurde diese Entwicklung durch die Einführung der Km-Pauschale im Jahre 1954.

Der Öffentliche Nahverkehr hatte aufgrund seiner traditionellen Ausrichtung auf die Innenstädte kaum Möglichkeiten, mit der zunehmenden Funktionsentmischung und den daraus erwachsenden individuellen Mobilitätsbedürfnissen Schritt zu halten. Damit wurde die Pkw-Verfügbarkeit außerhalb der städtischen Zentren immer notwendiger, was sich in der weiteren Zunahme der Motorisierung – insbesondere in Form von Zweit- und Drittwagen – äußert.

Bei dem – meist aussichtslosen – Versuch, die Pkw-Flut zu bewältigen, wurden die Städte »autogerecht« umgestaltet: Bau von mehrspurigen Schnellstraßen, Parkhäusern usw. Gleichzeitig wurde das bestehende Straßennetz reduziert oder gar komplett abgebaut. Stattdessen forcierten Kommunen den Aus- und Neubau von U-Bahnnetzen: Um dem Motorisierten Individualverkehr Vorfahrt einzuräumen, verbannten sie den Öffentlichen Verkehr mitsamt seinen Nutzern unter die Erde.

ÖPNV-Abbau in den neuen Bundesländern

Die Wiedervereinigung der beiden deutschen Staaten beeinflusste in den 90er Jahren auch das Los des Öffentlichen Personennahverkehrs in Deutschland stark. Schneller als in vielen anderen Bereichen erfolgte in den neuen Ländern die Angleichung an den Modal-split der alten Länder. Noch unmittelbar vor der Wende lag der Anteil des ÖPNV an der Gesamtmobilität (Fahrten pro Einwohner) im Osten bei 41 Prozent – in Westdeutschland bei 15 Prozent. Die Motorisierung in Ostdeutschland hat sich zwischen 1988 und 1999 von 225

auf 460 Pkw je 1.000 Einwohner mehr als verdoppelt. Durch diesen sprunghaften Anstieg des Pkw-Verkehrs gingen die Verkehrsleistungen des ÖPNV massiv zurück. Die ostdeutschen Verkehrsunternehmen waren somit doppelt belastet: Modernisierungsdruck auf der einen und sinkende Fahrgeldeinnahmen auf der anderen Seite. Verstärkt wurden die Verkehrsprobleme auch hier durch die Auslagerungen städtischer Funktionen ins Umland – gigantisch dimensionierte Einkaufs- und Erlebniszentren sowie Gewerbeparks auf der »grünen Wiese«. Diese Tendenzen, die sich in den alten Bundesländern über Jahrzehnte ausgeprägt hatten, vollziehen sich in den neuen Bundesländern im Zeitraffer.

Kurze Wege und ÖPNV-Kultur

Die zunehmenden Verkehrsprobleme, die sich nicht mehr durch infrastrukturelle Anpassungsmaßnahmen für den MIV lösen lassen, haben bei Politik und Planung einen Umdenkprozess ausgelöst. Nutzungsmischung und räumliche Nähe lauten nun die Devisen und allerorten hört man das Schlagwort von der »Stadt der kurzen Wege«. Damit verbunden ist die zentrale Forderung von Maßnahmen zur Verkehrsvermeidung und -verlagerung. Kernelement ist ein gut ausgebauter und funktionierender Umweltverbund aus Zufußgehen, Radfahren und ÖPNV-Nutzung.

Profitiert von diesem planerischen Paradigmenwechsel hat in erster Linie der ÖPNV. Das Busangebot wurde aufgewertet, in zahlreichen Städten die Bevorrechtigung von ÖPNV-Fahrzeugen eingeführt, mancherorts erlebte sogar die Straßenbahn eine Renaissance. Neue Stadtbussysteme in Klein- und Mittelstädten sind ebenfalls Ausdruck dieser neuen »ÖPNV-Kultur«. Auch in den Verkehrsunternehmen hat ein Umdenken begonnen: Der Bus- und Bahnfahrer – einst als lästiger Beförderungsfall behandelt – wird zunehmend als Kunde entdeckt. Ein kundenorientiertes Marketing zur Befriedigung der Fahrgastwünsche tritt nach und nach in den Vordergrund und hat bereits bei einigen Verkehrsunternehmen zu beträchtlichen Fahrgastzuwächsen geführt. Die Richtung stimmt – aber es muss noch vieles unternommen werden, um die mit der Förderung des ÖPNV verbundenen Ziele einer nachhaltigen und umweltgerechten Verkehrspolitik zu erreichen.

Wie funktioniert ÖPNV in Deutschland?

Betrachtet der Laie die Rahmenbedingungen des ÖPNV in Deutschland, dann kapituliert er schnell vor deren Komplexität. So fallen die Antworten auf die Fragen: Wer bestimmt das Angebot und die Ausgestaltung des ÖPNV? Was kostet dies oder jenes? Wer bezahlt? nicht

immer ganz einfach aus. Kennzeichnend für das bisherige ÖPNV-System in Deutschland ist ein starr regulierter Markt mit einer Vielzahl von konzessionsabhängigen Linienmonopolen. Dominiert wird der Markt von den kommunalen Unternehmen, die rund 78 Prozent aller Fahrgäste befördern. Durch die bis heute als »Ewigkeitskonzessionen« gehandhabten Genehmigungen für Linienverkehre befinden sich die Verkehrsunternehmen in einem vor dem Wettbewerb weitgehend geschützten Raum. Deshalb ist es nicht verwunderlich, wenn die Unternehmen in der Vergangenheit eher die Optimierung innerbetrieblicher Abläufe im Blick hatten als die Ausrichtung auf den Markt.

Diffuse ÖPNV-Finanzierung

Der ÖPNV kann unter heutigen Bedingungen ähnlich wie der Autoverkehr nicht kostendeckend betrieben werden. Trotz gestiegener Fahrgeldeinnahmen decken diese nur knapp die Hälfte der insgesamt anfallenden Kosten. Der Rest wird mit öffentlichen Fördermitteln ausgeglichen. Jährlich werden derzeit rund 15 bis 20 Milliarden Mark als sogenannte Grundförderung aus staatlichen Mitteln an die Verkehrsunternehmen gezahlt. Dabei besteht ein unübersichtlicher Wust an verschiedenen Fördermitteln und Ausgleichszahlungen. Die wichtigsten Förderinstrumente sind die Investitionshilfen nach dem Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG) und die Ausgleichszahlungen für den Ausbildungsverkehr nach § 45 Personenbeförderungsgesetz (PBefG). Zusätzlich stellt der in einigen größeren westdeutschen Städten bisher übliche Querverbund zum Ausgleich der Verluste im Verkehrsbereich mit Gewinnen aus dem Energiegeschäft eine wichtige Finanzierungsquelle dar. In der Fläche und in Ostdeutschland spielt er keine Rolle.

Entscheidend für die Quantität und Qualität des ÖPNV-Angebots ist jedoch nicht nur die Höhe der zur Verfügung stehenden Mittel, sondern auch die Zielgenauigkeit ihres Einsatzes und die Effizienz ihrer Verteilung. Hier zeigt sich das Dilemma der öffentlichen Finanzierung des ÖPNV. Zum einen fließen die Fördermittel größtenteils pauschal an die Verkehrsunternehmen, ohne klar damit verbundenen Leistungsauftrag. Zum anderen dienen die staatlichen Investitionshilfen lediglich der Unterstützung bei investiven und baulichen Maßnahmen z. B. bei Betriebshöfen, Fahrzeugen, Infrastrukturmaßnahmen usw. Jedoch stehen keine staatlichen Mittel direkt für Verkehrsleistungen zur Verfügung. Diese müssen von den Kommunen getragen werden.

Diese Zweckgebundenheit der Mittel hat oft Anreize für unnötig aufwendige und teure Lösungen geschaffen. Eine Verbesserung des Angebots wurde damit oftmals nicht erreicht. Beispiele für die mangelnde Effi-

Unübersichtlicher Wust an öffentlicher Förderung

Geld für Betriebshöfe statt Kundenorientierung

U-Bahn zwanzig mal teurer als Straßenbahn

zienz der eingesetzten Mittel sind überdimensionierte Betriebshöfe, aufwendige Einzellösungen bei Fahrzeugen und teure unterirdische Stadtbahnstrecken mit hohen Folgekosten. Ein Kilometer U-Bahnstrecke ist im Vergleich zur Straßenbahn zwanzig mal teurer, die Betriebskosten sind etwa doppelt so hoch; nicht zu vergessen die schlechtere Haltestellenzugänglichkeit oder die insbesondere bei Frauen empfundene subjektive Angst in U-Bahnhöfen und -zügen.

Große Unterschiede hinsichtlich des Mittelbedarfs bestehen zwischen kommunalen und privaten Unternehmen. Vor allem in den Großstädten mit städtischen Verkehrsbetrieben wurde zwar ein hoher Standard der



FOTO: USTRA HANNOVER

Schülerverkehr: in manchen ländlichen Gebieten der einzige ÖPNV überhaupt

ÖPNV-Bedienung erreicht, der aber nur durch enorme Subventionen von kommunaler Seite gesichert werden kann. Der hohe Zuschussbedarf ist im Wesentlichen in den im Vergleich zu den privaten Verkehrsunternehmen höheren Verwaltungskosten, der geringeren Produktivität sowie den höheren Lohn- und Sozialstandards begründet. Problematisch sind als größter Block die Personalkosten, die zwischen 30 und 50 Prozent über denen der Privaten liegen. Das veranlasst kommunale Betriebe immer häufiger, Verkehre an private Unternehmen zu vergeben.

In der Fläche, wo die Unternehmen gewöhnlich ohne kommunalen Defizitausgleich auskommen müssen, zielt die Verkehrsbedienung häufig nur auf die ertragreichen Segmente der »Zwangskunden«. Dies sind insbesondere die Schülerverkehre, die durch die staatlichen Ausgleichszahlungen für den Ausbildungsverkehr finanziert

werden. Aktivitäten zum Gewinnen zusätzlicher Kunden bleiben oft halbherzig.

Der raue Wind des Wettbewerbs

Die Bestrebungen zur Vollendung des EU-Binnenmarkts und die damit verbundene Liberalisierung zahlreicher Dienstleistungsbereiche hat inzwischen auch den ÖPNV erreicht. Öffentliche Verkehrsleistungen müssen europaweit ausgeschrieben werden, öffentliche Subventionen sind nur noch in Ausnahmefällen möglich. Eine entsprechende EU-Verordnung gilt bereits seit 1991 und wurde 1996 in deutsches Recht übernommen.

Zusätzlicher Wind aus Brüssel weht den Verkehrsunternehmen und den Kommunen mit der Liberalisierung der Energiemärkte ins Gesicht. So gefährden aufgrund der Öffnung des Strommarktes sinkende Strompreise die Querfinanzierung so mancher Verkehrsunternehmens, das mit dem Stromversorger unter dem gemeinsamen Dach »Stadtwerke« firmiert. Neue Finanzierungsquellen sind nicht in Sicht. Für die betroffenen Kommunen bedeutet der Wegfall des Querverbands angesichts knapper Kassen eine drastische Verschärfung der finanziellen Situation. Defizite des ÖPNV können kaum in noch höherem Maße ausgeglichen werden. Der Ausweg lautet in der Regel: Erhöhung der Fahrpreise oder Reduzierung des Angebots. Keine der beiden Lösungen ist aus Kundensicht akzeptabel. Vielmehr ist es notwendig, die vorhandene Qualität des ÖPNV zu sichern und gleichzeitig den öffentlichen Zuschussbedarf zu senken, um der Gefahr einer Angebotsverschlechterung im ÖPNV wirksam zu begegnen.

Die zuvor skizzierte Entwicklung macht deutlich, dass der derzeit in Deutschland bestehende Ordnungsrahmen nicht wettbewerbsfördernd, sondern eher -hemmend wirkt. Das bisherige System der ÖPNV-Finanzierung mit öffentlichen Zuschüssen sowie Quersubventionierung innerhalb kommunaler Unternehmen wird den neuen Anforderungen nicht gerecht. Dies hat insbesondere für die kommunalen Verkehrsunternehmen bislang noch kaum absehbare Konsequenzen. Um fit für den Wettbewerb zu sein, müssen sie auf einer soliden finanziellen Basis stehen. Davon sind die meisten Unternehmen aber immer noch weit entfernt. Gerade kommunale Verkehrsunternehmen scheuen den Wettbewerb und versuchen, ihn mit allen Mitteln zu bekämpfen oder zumindest hinauszuzögern.

Kontrollierter Wettbewerb: Vorbild Skandinavien

Der Wettbewerb ist kein Selbstzweck. Von der Einführung eines Ausschreibungswettbewerbs verspricht

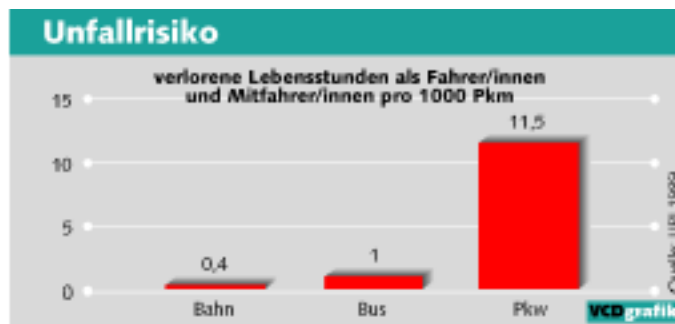
man sich sinkende Kosten, eine höhere Effizienz sowie eine bessere Qualität im Öffentlichen Verkehr. Beispiele aus Skandinavien belegen, dass guter ÖPNV nicht teurer sein muss. Dort werden bereits seit Ende der 80er Jahre nach und nach ÖPNV-Leistungen ausgeschrieben. Die Kosten wurden um 20 bis 30 Prozent gesenkt und gleichzeitig das Angebot ausgeweitet. Ein Bonus/Malus-System sichert die Qualität. Daneben sind umweltschonende Busantriebe vielerorts obligatorisch. Dass Wettbewerb aber auch negative Folgen haben kann, zeigt das Beispiel Großbritannien. Hier wurde – mit der Ausnahme von London – der Markt komplett freigegeben. Unkoordinierte Angebote, starke Fahrpreissteigerungen und Fahrgastverluste waren zunächst die Folge. So konkurrierten auf nur einer Linie mehrere Busunternehmen, Fahrpläne wurden zur Makulatur, Fahrzeuge waren alt und teilweise kaum noch verkehrssicher. Ein Teil der Mängel wird heute durch Qualitätspartnerschaften zwischen der öffentlichen Hand und Verkehrsunternehmen kompensiert.

Um solche negativen Auswüchse im ÖPNV zu verhindern, hat die EU-Kommission Ende Juli 2000 einen Verordnungsentwurf vorgelegt, der die seit 1991 bestehende Regelung ersetzen soll. »Kontrollierter Wettbewerb« nach skandinavischem Modell lautet dabei das Motto. Verkehrsunternehmen müssen künftig eine ganze Palette von Mindestkriterien erfüllen, um den Zuschlag zu erhalten. Die kommunalen Aufgabenträger können anspruchsvolle Umwelt- und Qualitätsstandards bei der Vergabe von ÖPNV-Leistungen vorschreiben, um in ihrem Sinne das künftige Angebot zu bestimmen. Denn: Nur wenn das Verkehrsangebot und die Fahrgäste im Vordergrund stehen, ist mit einem Qualitätsschub im ÖPNV zu rechnen. Gleichzeitig sichern Mindestkriterien für Fahrzeugemissionen den Umweltbonus des ÖPNV. Den Zuschlag erhält dann das Unternehmen, das die geforderte Qualität zum besten Preis bietet. Es muss auch nicht das billigste Angebot den Zuschlag erhalten, sondern das mit der günstigsten Preis-Leistungs-Relation. Dies bietet die Chance zu mehr und besserem ÖPNV für das gleiche Geld.

Um das System der ÖPNV-Finanzierung den neuen Rahmenbedingungen anzupassen, stehen grundsätzliche Änderungen in der politischen Diskussion. Sämtliche Fördermittel der öffentlichen Hand für den ÖPNV sollten – ähnlich der Aufgabenverwaltung für den Schienenpersonennahverkehr – gebündelt den Aufgabenträgern zur Verfügung gestellt werden. Dies erhöht die Effizienz beim Einsatz öffentlicher Mittel und stärkt angebotsorientierte Leistungen. So kann auch bei knappen Kassen ein hochwertiger ÖPNV gesichert werden.

ÖPNV für alle

Neben der Betrachtung seiner Kosten muss auch der gesellschaftliche Nutzen sowie die soziale Funktion des ÖPNV als Infrastrukturbestandteil im Bereich der Daseinsvorsorge gesehen werden. Der ÖPNV hat unstrittig eine enorme Bedeutung für die Funktionsfähigkeit unseres Verkehrssystems. Er gewährleistet die Erschließung und damit die Mobilität in Stadt und Land. Öffentliche Verkehrsmittel können von allen genutzt werden, auch von denen, die kein Auto zur Verfügung haben – oder haben wollen. In Großstädten leben bis zur Hälfte aller Haushalte autofrei. Als Massenverkehrsmittel trägt der ÖPNV zur Befriedigung der Ver-



kehrsbedürfnisse auch in den Rush-hours bei. Würde nur ein Teil der Arbeitnehmer, die den ÖPNV täglich nutzen, auf das Auto umsteigen, wären die Innenstädte völlig blockiert sowie zahllose Geschäfte und Büros für viele Kunden und Mitarbeiter kaum noch erreichbar. Der innerstädtische Handel würde ohne ÖPNV einbrechen. Wer Bus und Bahn fährt, ist außerdem einem deutlich geringeren Unfallrisiko ausgesetzt (s. Grafik). Berücksichtigt man zusätzlich die durch die jeweiligen Verkehrsmittel Verunglückten *außerhalb* der Fahrzeuge, so ist das Unfallrisiko bei Pkw nochmals deutlich höher. Die Nutzung von Bus und Bahn erspart der Allgemeinheit damit zusätzlich hohe Folgekosten. Allein 1998 beliefen sich die volkswirtschaftlichen Kosten, die durch Unfälle im Straßenverkehr entstehen, nach Angaben der Bundesanstalt für Straßenwesen auf insgesamt 68 Milliarden Mark.

Bei der Entscheidung über den Umfang des ÖPNV-Angebots ist also auch die gesamtwirtschaftliche Bewertung mit einzubeziehen. Überhaupt ist das Verkehrsgefüge zu komplex, um Erfolg oder Misserfolg von ÖPNV-Maßnahmen lediglich auf die zwei Kenngrößen Fahrgastzahl und Kostendeckungsgrad zu reduzieren. Der ÖPNV ist Bestandteil des Gesamtverkehrssystems einer Kommune. Bei Veränderungen müssen daher auch die Auswirkungen auf das Gesamtverkehrssystem analysiert und bewertet werden. Es geht dabei auch um die Frage, was die Folgen einer Reduzierung des ÖPNV-Angebots an anderer Stelle für Kosten verursachen würde.

Bus und Bahn sind deutlich sicherer als der Pkw

Kosten des ÖPNV gesamtwirtschaftlich betrachten

Bus, Bahn und Pkw auf dem Umweltprüfstand

Wie wir Stadtverkehrsmittel miteinander vergleichen

In der Stadt kann man auf sehr verschiedene Art und Weise seine täglichen Ziele erreichen – mit unterschiedlichen Verkehrsmitteln bei unterschiedlichem Zeitbedarf, Komfort oder Sicherheitsstandard. Jede Art der Mobilität hat Auswirkungen auf die Umwelt: Energieverbrauch, Ausstoß von Luftschadstoffen und Klimagasen sowie Lärm und Flächenverbrauch. Dies sind wichtige Kriterien, um die motorisierten Stadtverkehrsmittel Pkw, Bus und Bahn unter ökologischen Aspekten miteinander zu vergleichen. In der Sprache der Verkehrsplaner haben sich bereits vor Jahren Bus und Bahn gemeinsam mit dem Fuß- und Radverkehr zum so genannten Umweltverbund zusammengeschlossen – ob (heute und auch in Zukunft) zu Recht oder nur aus Imagegründen, diese Frage gilt es zu beantworten.

Das unabhängige IFEU-Institut

Für die hier angewandten Untersuchungsmethoden und die Ergebnisse zeichnet das renommierte Heidelberger Institut für Energie- und Umweltforschung (IFEU) verantwortlich. Es ermittelte für Deutschland insbesondere die direkt mit einem Fahrzeug-einsatz verbundenen Mobilitätsfaktoren, zum Beispiel den Energieverbrauch oder den Ausstoß von Luftschadstoffen.

Systemvergleich von Pkw, Bus und Bahn

Das IFEU-Institut hat für den Vergleich der motorisierten Stadtverkehrsmittel die Belastungspfade Energieverbrauch, Emissionen von Luftschadstoffen und Klimagasen sowie Lärm und Flächenbedarf untersucht. Als Basis dienen aktuelle Daten des Umweltbundesamtes und des IFEU zu Energieverbrauch und Schadstoffausstoß des Verkehrs (TREMODO). Die Daten und Berechnungsverfahren zu Lärm und Flächenbedarf stammen aus verschiedenen Forschungsvorhaben des Umweltbundesamtes.

Welcher Pkw, welcher Bus und welche Bahn?

Auf dem Automobilmarkt herrscht eine bunte Vielfalt von Marken und Typen mit großen Unterschieden in der Umweltbelastung. Dies gilt im Grundsatz auch für Busse und Bahnen. Für den Systemvergleich von Stadtverkehrsmitteln fassen wir diese Vielfalt – über eine Auswertung der Bestandszahlen für emissionsbezogene Fahrzeugkategorien – jeweils zu Durchschnittswerten für Pkw, Bus und Bahn zusammen. Da der getankte Kraftstoff eine große Rolle spielt, werden Otto- und Diesel-Pkw sowie Diesel- und Erdgasbus unterschieden. Um darüber hinaus einige technische Entwicklungen der nächsten Jahre darzustellen, betrachten wir sowohl die vermutliche Verringerung des spezifischen Kraftstoffverbrauchs – z. B. durch die jetzt auf dem Markt befindlichen Drei-Liter-Autos – als auch den Einsatz neuartiger Abgasreinigungstechniken, wie z. B. den Par-

tikelfilter. Neben Aussagen für die Gegenwart (fahrleistungsgewichtetes Bestandsmittel für das Bezugsjahr 2000) werden daher die geschätzten zukünftigen Energieverbräuche sowie diejenigen Schadstoffemissionen berücksichtigt, die auf Grund der beschlossenen bzw. mit großer Wahrscheinlichkeit umgesetzten neuen EU-Grenzwerte bei den Neufahrzeugen zu erwarten sind. Dieses sind die Stufen EURO 3 und EURO 4 bei den Pkw und die Stufen EURO 3 und EURO 4a/b (hier EURO 4 und 5 genannt) bei den Nutzfahrzeugen. Bei den Bahnen werden die absehbaren Änderungen in der Stromerzeugung modelliert. Damit werden also im wesentlichen die gesetzlich vorgeschriebenen Verbesserungen der Stadtverkehrsmittel aufgezeigt. Diese realisieren sich erst in dem Maße, in dem umweltverträglichere Neufahrzeuge ältere Fahrzeuge im Einsatz ablösen.

Fuß- und Radverkehr außen vor?

Etwa 30 Prozent der innerörtlichen Wege werden heute zu Fuß erledigt, der Radverkehr übernimmt weitere 5 bis 15 Prozent dieser Wege (Socialdata 1993). Eine vollständige Betrachtung von Stadtverkehrsmitteln kommt daher ohne den unmotorisierten Verkehr nicht aus. Umweltbelastungen durch Energieverbrauch, Schadstoffemissionen, Lärm und Flächenverbrauch treten jedoch beim Rad- und Fußverkehr entweder erst gar nicht auf oder sind im Vergleich zu den motorisierten Stadtverkehrsmitteln ganz klar vernachlässigbar. Somit kann auf eine differenzierte Betrachtung der unmotorisierten Stadtverkehrsmittel hier verzichtet werden, sie sind in jeglicher Hinsicht umweltfreundlicher als die motorisierten.

Platzangebot und Auslastung

Ein großes Fahrzeug wie ein Bus hat einen wesentlich höheren Energieverbrauch als ein Pkw, bietet aber auch wesentlich mehr Personen Platz. Ein fairer Vergleich setzt beide Größen ins Verhältnis, betrachtet also den Energieverbrauch pro Platzangebot und gefahrenem Kilometer. Der (angebotene) *Platz-km* ist somit der beste Parameter für den hier behandelten *Systemvergleich*. Damit wird gezeigt, was das jeweilige System aus technischer Sicht leisten kann (Potenzial).

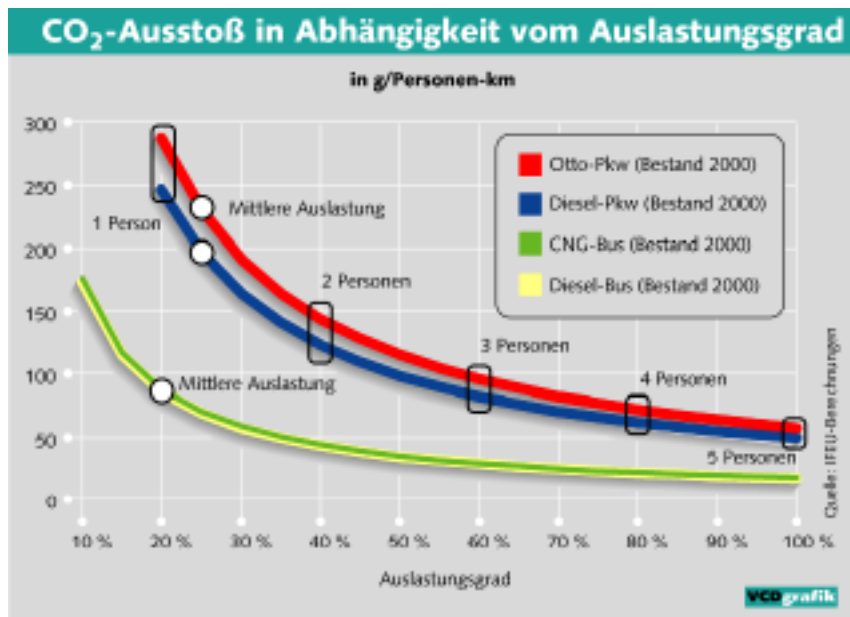
Um die reale Situation vor Ort abzubilden (*Realvergleich*), ist zusätzlich die tatsächliche Anzahl an Personen im Fahrzeug (*Auslastungsgrad*) zu berücksichtigen: Als Kennziffer für den Realvergleich verwendet man die Einheit Personenkilometer (Pkm). Der Auslastungsgrad für eine konkrete Verkehrssituation errechnet sich aus dem Verhältnis der beförderten Personen zur Platzkapazität der jeweiligen Fahrzeuge. So ist ein Pkw mit 5 Sitzplätzen, der nur mit dem Fahrer besetzt ist, bereits

zu 20 Prozent ausgelastet. Ein Stadtbus erreicht diese Auslastung mit rund 14 Fahrgästen.

Im bundesdeutschen Durchschnitt liegt die Pkw-Auslastung für den Stadtverkehr bei ca. 1,2 Personen pro Fahrzeug, im Fernverkehr ist sie geringfügig höher (Verkehr in Zahlen 1999). In Bussen und Bahnen bleiben nach Auskunft des VDV durchschnittlich vier von fünf Sitz- und Stehplätzen unbesetzt, nur in den morgendlichen Spitzenzeiten des Berufsverkehrs wird die volle Platzkapazität des ÖPNV nachgefragt. In nachfrageschwachen Stadtrandlagen und im Stadt-Umland-Verkehr liegt die Auslastung erheblich unter diesem Durchschnitt, in innerstädtischen Kernbereichen höher. Im Stadtverkehr kann also unter Berücksichtigung der Unschärfe dieser Zahlenangaben für alle drei Stadtverkehrsmittel von einem einheitlichen durchschnittlichen Auslastungsgrad von 20 bis 25 Prozent ausgegangen werden. Dieser Durchschnitt ist ein Mittelwert über alle Stunden und Tage eines Jahres, aus ihm lassen sich keine Aussagen für den Berufsverkehr am Morgen oder den Freizeitverkehr am Wochenende ableiten.

Die Auslastung eines Fahrzeugs ist mitentscheidend für seine spezifischen, d.h. auf den Personenkilometer bezogenen Umweltwirkungen. Dass die Umweltwirkungen je Person mit zunehmender Besetzung des Fahrzeugs sinken, ist bekannt. Die Abbildung rechts soll dies noch einmal verdeutlichen; sie baut auf den Zahlen der Tabelle 2 (Seite 11) auf. Sie zeigt aber auch, dass ein Pkw bei hoher Auslastung günstiger sein kann als ein öffentliches System mit sehr niedriger Auslastung. So emittiert ein Linienbus, der mit vier Personen besetzt ist, rund fünfmal so viel Kohlendioxid wie ein mit vier Personen besetzter Pkw. Bei einer solchen Fahrt ist der Pkw ökologisch günstiger.

Doch gilt eine solche Sichtweise nur für einen konkreten Vergleich zweier Fahrten. Als Kriterium für eine Entscheidung eines Reisenden taugt sie nur wenig: Denn es ist in jedem Fall ökologisch verträglicher, sich für eine



Fahrt mit einem gemeinschaftlichen Verkehrsmittel zu entscheiden, das fahrplanmäßig sowieso fährt, als einen Pkw zusätzlich zu betreiben. Um bei dem Beispiel der vier Personen zu bleiben: Fahren diese in einem Bus, der nur mit vier Personen besetzt ist, zusätzlich mit, ist dies ökologisch allemal günstiger, als mit einem ansonsten nicht betriebenen Pkw zu fahren und dadurch zusätzliche Emissionen des Pkw zu verursachen.

Der hier durchgeführte Systemvergleich bezieht sich somit – wie schon dargestellt – auf die angebotenen Platzkilometer. Die mit diesem Bezug ermittelten Ergebnisse zeigen, was das jeweilige System aus technischer Sicht leisten kann (Potenzial). Die Relationen zwischen den Verkehrsmitteln verschieben sich gegenüber der Potenzial-Betrachtung in dem Maße, in dem die realen Auslastungsgrade sich unterscheiden. Da die bundesweit durchschnittlichen Auslastungsgrade der einzelnen Verkehrssysteme in etwa gleich sind, gelten diese Relationen der Potenzial-Betrachtung größenord-

Auslastungsgrad von Bus, Bahn und Pkw etwa gleich

Tab. 1: Ausgewählte Umweltwirkungskategorien und zugeordnete Indikatoren

| Umweltwirkungskategorie | Ortsklasse | Wirkungsparameter | Bilanzparameter |
|--|------------|---|--|
| Ressourcenbeanspruchung | global | kumulierter Energieaufwand | Primärenergie |
| Treibhauseffekt | global | CO ₂ -Äquivalente | CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O |
| Sommersmog | regional | NCPOCP | NMHC, NO _x |
| Eutrophierung und Sauerstoffzehrung | regional | NO _x -Emissionen | NO _x |
| Versauerung | regional | SO ₂ -Äquivalente | SO ₂ , NO _x |
| Gesundheitsschäden/gesundheitliche Beeinträchtigung/Humantoxizität | lokal | krebserzeugendes Risiko (Kanzerogenität), abgebildet durch Unit-Risk-Faktoren | Partikel, Benzol, B(a)P |
| Gesundheitsschäden/gesundheitliche Beeinträchtigung/Lärm | lokal | Lärmpegel eines vorbeifahrenden Fahrzeugstroms | Lärm |
| Beeinträchtigung der urbanen Siedlungsstruktur (Trennwirkung, Verkehrsbelastung) | lokal | zeitbewertete Flächenbeanspruchung einer Person | Flächenbeanspruchung des fließenden Verkehrs |

CH₄: Methan, N₂O: Lachgas, NCPOCP (Nitrogen Corrected Photochemical Ozone Creation Potential): Methode zur Bestimmung des Ozonbildungspotenzials, NMHC: Kohlenwasserstoffe ohne Methan, NO_x: Stickoxide, SO₂: Schwefeldioxid, B(a)P: Benz(a)pyren

nungsmäßig auch für den innerstädtischen Durchschnittsverkehr in Deutschland. Das heißt: Bei unserer Betrachtung ist es gleichgültig, ob man Platz- oder Personenkilometer als Grundlage heranzieht.

Verschiedene Fahrtstrecken und Fahrsituationen

Ein weiterer Unterschied zwischen individuellen und gemeinschaftlichen Verkehrsmitteln kann in der Länge der gefahrenen Strecke zwischen Ausgangs- und Endpunkt einer Fahrt bestehen. Während Pkw und Fahrrad in einem dichten Straßennetz oftmals die direkte und damit kürzest mögliche Strecke nehmen können, müssen sich Busse und Bahnen an den vorgegebenen Linienvorlauf halten. Ein ÖPNV-Fahrgast legt deshalb oft mehr Kilometer zurück, als wenn er oder sie dasselbe Ziel individuell aufgesucht hätte. Auf der anderen Seite müssen Pkw-Nutzer auf der Suche nach einem Parkplatz oder zur Umfahrung eines Verkehrsstaus und autofreier Zonen oftmals zusätzliche Kilometer zurücklegen.

Auch die Fahrsituationen gestalten sich für die einzelnen Stadtverkehrsmittel unterschiedlich: Während Busse und Bahnen ohne eigene Spur im Pkw-Strom mit schwimmen müssen, optimiert die Einführung von Busspuren und getrennten Bahntrassen die Fahrsituation für den ÖPNV – und senkt so dessen Umweltbelastung spürbar. Umgekehrt kann durch eine eigene Spur für den ÖPNV oder eine Vorrangschaltung an Ampeln der Verkehrsfluss des Pkw beeinträchtigt werden. Und schließlich entlasten – insbesondere in der Verkehrsspitzenzeit – die Nutzer des ÖPNV den Straßenraum und machen mancherorts den ansonsten zusammenbrechenden Verkehrsfluss erst möglich.

Somit zeigt sich eine Fülle von weiteren Unterschieden und gegenseitigen Beeinflussungen, die im Rahmen dieses verallgemeinernden Systemvergleichs unberücksichtigt bleiben müssen.

Stadtverkehrsmittel belasten die Umwelt – lokal, regional, global

Die Rußfahne aus dem Auspuff eines alten Diesel-Busses ist für jeden sichtbar, während die Straßenbahn anscheinend ohne jede Schadstoffemission daherkommt. Doch auch sie belastet die Umwelt, da sie Strom verbraucht, bei dessen Herstellung beispielsweise Schadstoffemissionen am Kraftwerk entstehen. Ein fairer Systemvergleich betrachtet daher nicht nur die direkten Emissionen des Fahrbetriebs, sondern auch die indirekten Emissionen aus der so genannten Vorkette der verwendeten Energiequelle. Ebenso darf sich das Blickfeld nicht nur auf die lokale Umweltbelastung beschränken: regionale Umweltbelastungen wie Versauerung

und Eutrophierung müssen ebenso betrachtet werden wie der globale Treibhauseffekt.

Für den Vergleich der Stadtverkehrsmittel schränken wir den Satz der üblicherweise bei Ökobilanzen verwendeten Umweltwirkungskategorien auf die für unsere Betrachtung relevantesten Bereiche ein. Das Risiko durch die Verwendung von Kernenergie zur Herstellung von Bahnstrom betrachten wir jedoch nicht. Jeder Umweltwirkungskategorie werden verschiedene Bilanzparameter zugeordnet, um die Wirkung zu beschreiben (Tab. 1).

Stadtverkehrsmittel belasten die Umwelt – einen Lebenszyklus lang

Auch Herstellung, Wartung und Entsorgung der Verkehrsmittel belasten die Umwelt. Umfangreiche Ökobilanzen zeigen aber, dass der Großteil der hier betrachteten Umweltwirkungen erst innerhalb der Nutzungsphase auftritt. So liegt z. B. der Anteil der Produktion eines Pkw am Primärenergieverbrauch seines gesamten Lebenszyklus (Herstellung, Nutzung, Nachnutzung) unter 20 Prozent, steigt allerdings bei den niedrig verbrauchenden und mit aufwändigen Materialien ausgestatteten Pkw (Drei-Liter-Autos) beträchtlich an. Durch die hohen Fahrleistungen und die lange Lebensdauer der gemeinschaftlichen Verkehrsmittel liegt dieser Anteil bei Bus und Bahn deutlich unter 5 Prozent. Vergleichbares gilt für die wirkungsrelevanten Emissionen. Diesen prinzipiellen Systemvorteil der gemeinschaftlichen Verkehrsträger lassen wir bei diesem Vergleich außer Acht. Ebenso klammern wir die Umweltwirkungen infolge von Herstellung und Betrieb der Infrastruktur (z. B. Straßenbeleuchtung) aus. Die zugehörigen Daten sind nur unvollständig verfügbar und nicht immer eindeutig den einzelnen Stadtverkehrsmitteln zuzuordnen.

Acht Umweltwirkungskategorien im Detail

Energieverbrauch – kostbare Ressourcen sparsam nutzen

Ohne Energie bewegt sich nichts. Ein und dieselbe Verkehrsleistung kann jedoch mit mehr oder weniger Energie- und Ressourceneinsatz erzeugt werden. Die zur Fortbewegung aufzuwendende Energie setzt sich zusammen aus einem direkten Anteil zum Antrieb der Fahrzeuge, der so genannten Endenergie, und einem indirekten Anteil zur Bereitstellung dieser Endenergie. Die indirekten Anteile umfassen die Förderung, Auf-

Busspur entlastet Umwelt

Emissionen der Straßenbahn entstehen am Kraftwerk

Tab. 2: End- und Primärenergieverbrauch ausgewählter Stadtverkehrsmittel 2000

| Fahrzeug | Energie | Endenergieverbrauch | Endenergie (MJ/km) | Platzzahl | Primärenergie (kJ/Platz-km) |
|---------------|---------|-----------------------------|--------------------|-----------|-----------------------------|
| Pkw | Otto | 6–15 l/100 km (10,4) | 1,9–4,8 (3,4) | 5 | 460–1140 (790) |
| Pkw | Diesel | 3,5–11 l/100 km (8,3) | 1,3–3,9 (3,0) | 5 | 280–890 (670) |
| Bus 2000 | Diesel | 43,8 l/100 km | 15,6 | 75 | 235 |
| Solobus | Diesel | 40 l/100 km | 14,3 | 66 | 244 |
| Gelenkbus | Diesel | 55 l/100 km | 19,7 | 102 | 217 |
| Bus 2000 | Erdgas | 54,4 m ³ /100 km | 19,6 | 75 | 315 |
| Solobus | Erdgas | 49,7 m ³ /100 km | 17,9 | 66 | 327 |
| Gelenkbus | Erdgas | 68,3 m ³ /100 km | 24,6 | 102 | 291 |
| Straßenbahn | Strom | 28 Wh/Platz-km | k.A. | k.A. | 309 |
| Stadt-/U-Bahn | Strom | 22 Wh/Platz-km | k.A. | k.A. | 251 |

Pkw: Angaben in »()«: mittlerer Verbrauch im Innerortsbereich inkl. Kaltstartanteile, Deutschland 2000 (TREMOD).

Bus: Werte für Bus 2000 sind Mittelung unter der Annahme Fahrleistung zu 75 % von Solobussen und zu 25 % von Gelenkbussen. Platzzahl nach Angaben des VDV (Sitzplätze + 4 Stehplätze/m²). Bei Erdgasbussen geschätzter Mehrverbrauch von 25 % gegenüber Diesel-Bussen, Grunddaten dazu z. B. in (Nigge 2000).

Straßenbahn, Stadt-/U-Bahn: geschätztes Verbrauchsmittel (Basis: IFEU-Auswertungen). Es wird angenommen, dass der Verbrauchsvorteil von U-Bahnen gegenüber Stadtbahnen durch die höheren Nebenverbräuche (z.B. Tunnelbeleuchtung, Rolltreppen usw.) in etwa ausgeglichen wird.

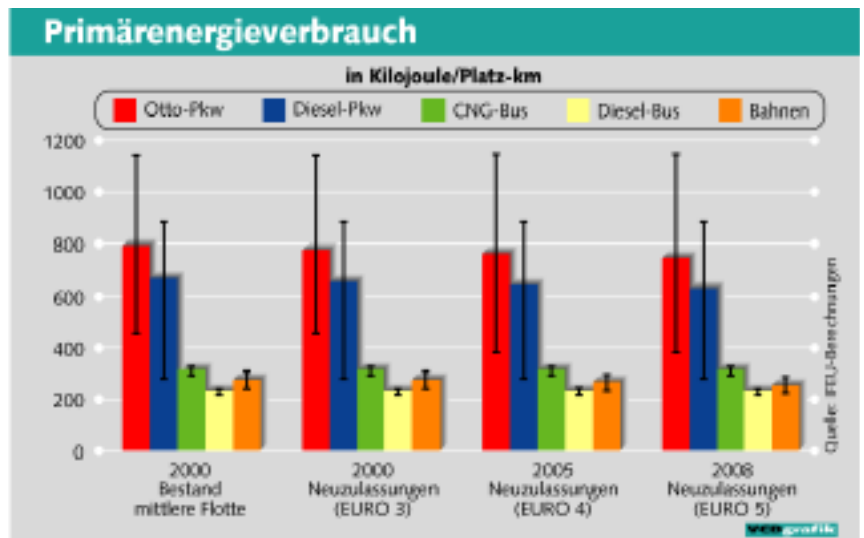
bereitung und den Transport der Primärenergieträger, deren Umwandlung in Endenergie in Kraftwerken bzw. Raffinerien sowie den Transport der Endenergie zum Fahrzeug. Die Summe dieser direkten und indirekten Anteile wird hier als Primärenergieverbrauch bezeichnet und bildet die Grundlage für alle Vergleiche des Energieverbrauchs.

Die wichtigsten Endenergeträger zum Antrieb von Stadtverkehrsmitteln sind zur Zeit Benzin und Dieseldieselkraftstoff auf der Basis des fossilen Primärenergieträgers Erdöl. In einigen Städten wird darüber hinaus komprimiertes Erdgas (abgekürzt CNG = compressed natural gas) als Kraftstoff in Bussen eingesetzt. Hinzu kommt die elektrische Energie für die Straßen-, Stadt- und U-Bahnen, die in Deutschland überwiegend aus den fossilen Primärenergieträgern Erdöl, Kohle und Gas sowie zu etwa einem Drittel aus der Kernkraft gewonnen wird. Regenerative Energien wie Wasser- und Windkraft werden bundesweit derzeit nur zu einem geringen Anteil (knapp 4 Prozent) für die Stromerzeugung genutzt.

Der Primärenergieverbrauch aller Stadtverkehrsmittel wird durch eine Vielzahl von Parametern beeinflusst. Dazu gehören während des Fahrbetriebes:

- fahrzeugspezifische Parameter (z. B. Leergewicht, Luftwiderstand)
- motorteknische Parameter (z. B. Einspritzverfahren, Abgasnachbehandlung)
- Ausrüstung (z. B. Heizung, Klimaanlage),
- verkehrliche Parameter (z. B. Stau, flüssiger Verkehr, Haltestellenabstand)
- betriebsspezifische Parameter (z. B. Geschwindigkeit, Fahrweise)
- topographische Parameter (ebenes oder bergiges Gelände)

Diese Parameter sind von Stadt zu Stadt, meist sogar innerhalb einer Stadt, sehr unterschiedlich. Auch zeitlich variieren sie in Abhängigkeit von Jahreszeit,



In allen grafischen Darstellungen ist in Form der schwarzen Balken eine Bandbreite eingezeichnet, die bei den Pkw Fahrzeuge mit sehr niedrigem bzw. hohem Kraftstoffverbrauch, bei den Bussen Solo- (höherer Wert) und Gelenkbussen sowie bei den Bahnen Straßen- (höherer Wert) und Stadt-/U-Bahnen abbildet.

Wochentag und Tageszeit deutlich. Eine Berücksichtigung all dieser Parameter ist innerhalb unseres Vergleiches nicht möglich, wir haben deshalb typische Verbrauchswerte auf Grundlage einer Expertenbefragung und einer Literaturrecherche festgelegt (s. Tab. 2).

Besonders bei Pkw ergibt sich eine starke Abhängigkeit des Kraftstoffverbrauchs von der Größe und Ausstattung der genutzten Fahrzeuge. Deshalb haben wir neben dem mittleren Verbrauchswert aller Pkw in Deutschland auch Fahrzeuge mit einem relativ hohen Verbrauch und solche mit einem sehr niedrigen Verbrauch in den Vergleich aufgenommen.

Energieverbrauch von Bus und Bahn relativ konstant

Der Energieverbrauch von Bussen und Bahnen hat sich in den letzten Jahren nicht wesentlich verändert. Effizienzsteigerungen der Antriebsaggregate und Verbesserungen in der Betriebsführung wurden offenbar durch gestiegene Sicherheits-, Umwelt- (Katalysatoren, Filter, Lärmdämmung) und Komfortausstattungen (z. B. Klimaanlage und schwerere Fahrzeuge) kompensiert. Deshalb gehen wir von einem im Betrachtungszeitraum unveränderten Kraftstoffverbrauch der neuzugelassenen Busse aus. Entsprechendes gilt für die Bahnen, die allerdings zukünftig durch eine verbesserte Bremsenergieerückspeisung geringfügig höhere Wirkungsgrade aufweisen.

Der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch von neuzugelassenen Pkw geht seit einigen Jahren eher verhalten zurück. Zwar werden in jüngster Zeit auch sparsame Fahrzeuge, wie z. B. der Drei-Liter-Lupo von Volkswagen oder der Corsa Eco von Opel auf dem Markt

Dabei kommen die sparsamsten Pkw je Platzkilometer in den Bereich des Primärenergieverbrauchs der gemeinschaftlichen Verkehrsmittel – eine Bilanz, die sich allerdings bei der Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus wieder relativiert. Bei größeren Pkw, wie z. B. den immer beliebteren Vans, beträgt der Energieverbrauch pro Platz-km ein mehrfaches von dem der Öffentlichen Verkehrsmittel.

Treibhauseffekt – wenn das Wetter verrückt spielt

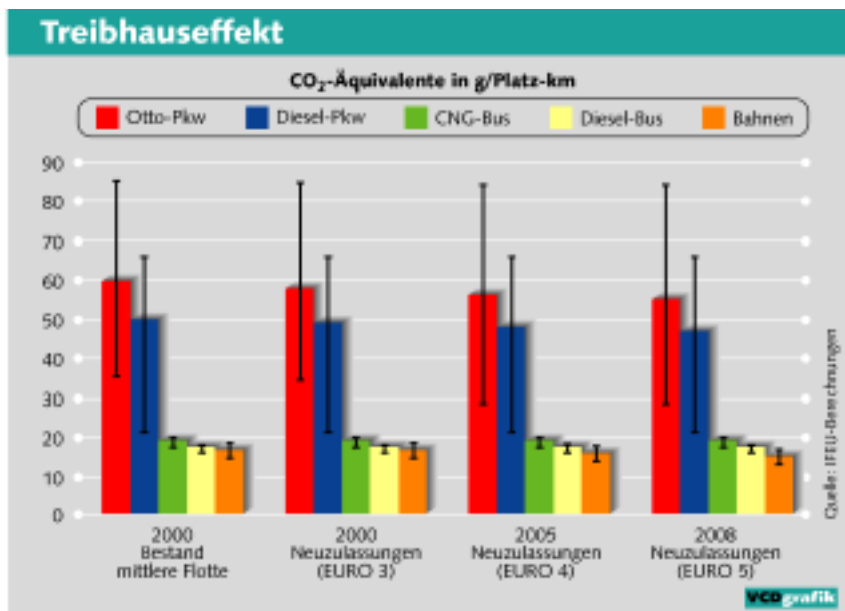
Hurrikan Andrew und Wintersturm Lothar, sintflutartige Monsunregen über Bangladesh und jahrelange Dürreperioden im Westen der USA, Dauerregen und Überschwemmungen in der Schweiz und in Nord-Italien – laut Angaben der Versicherungswirtschaft besteht kein Zweifel daran, wie drastisch die Häufigkeit und Schwere katastrophaler Naturereignisse in praktisch allen Teilen der Welt zugenommen haben. Für die sich abzeichnenden globalen Klimaveränderungen sind zum großen Teil die durch den Menschen verantworteten Treibhausgasemissionen Auslöser. Als wichtigste Komponente mit globaler Wirkung gilt das klimaschädigende Kohlendioxid. In der EU etwa stammt jede zehnte Tonne CO₂ aus dem Stadtverkehr (EU-Kommission 2000). Aber auch andere Treibhausgase wie Methan und Lachgas belasten das globale Klima.

Im Vergleich der spezifischen Treibhausgasemissionen pro Platz-km liegt der Pkw um etwa den Faktor 3 höher als die Öffentlichen Nahverkehrsmittel. Dabei sind die Treibhausgasemissionen der Stadt-/U-Bahnen am geringsten. Diese strombetriebenen Systeme profitieren allerdings von dem kohlendioxidfreien Kernenergieanteil bei der Elektrizitätserzeugung.

Gelenkbusse haben zwar einen höheren Kraftstoffverbrauch als Solobusse; letztlich ist aber die höhere Platzzahl ausschlaggebend für ihre demgegenüber geringeren spezifischen Treibhausgasemissionen. Busse mit Erdgasantrieb haben prinzipiell den Vorteil eines relativ Kohlenstoff- und somit Kohlendioxid-armen Kraftstoffes. Jedoch geht dieser Vorteil infolge des höheren Endenergieverbrauches und Aufwendungen in der Vorkette verloren. Hinzu kommen Methanemissionen vor allem infolge von Leckagen bei der Erdgasverteilung, so dass Methan in messbarem Umfang zum Treibhauseffekt von Gasbussen beiträgt.

Sommersmog – Stubenarrest bei Sonnenschein

Vor allem bei starker Sonneneinstrahlung werden aus Kohlenwasserstoffen und Stickoxiden in bodennahen Luftschichten Ozon und andere Photooxidantien gebildet, die in höheren Konzentrationen human- und öko-



angeboten. Doch wurden die Pkw insgesamt schwerer und mit stärkeren Motoren ausgestattet – und auch am oberen Ende der Verbrauchsskala tauchen ständig neue Angebote auf. Deshalb wird der mittlere Kraftstoffverbrauch der Pkw zwischen 2000 und den einzelnen Neuzulassungsstufen um jeweils 2 Prozent reduziert. Der Kraftstoffverbrauch von Otto-Fahrzeugen kann durch mager betriebene direktinspritzende Motoren oder bei Leichtbauweise weiter reduziert werden. Wir nehmen deshalb ab 2005 für Otto-Pkw einen Minimalverbrauch von 5 l/100 km (Innerortsverkehr inkl. Kaltstart) an. Der Vergleich des Primärenergieverbrauchs pro Platz-km zeigt den deutlichen Vorsprung des ÖPNV vor dem Pkw. Unter den öffentlichen Verkehrsmitteln liegt der dieselbetriebene Bus geringfügig vor den Straßen-, Stadt- und U-Bahnen, während Gasbusse einen etwas höheren Primärenergieverbrauch aufweisen.

Kraftstoffverbrauch des Pkw sinkt

toxisch wirken können. An bestimmten, meist sehr sonnenreichen und heißen Tagen im Jahr werden erhöhte Ozonwerte registriert und empfindliche Personengruppen, wie z. B. Kinder, aufgefordert, trotz schönsten Wetters nicht ins Freie zu gehen.

Wir bestimmen das Ozonbildungspotenzial der Verkehrsmittel über ihre Nicht-Methan-Kohlenwasserstoff- und die Stickoxidemissionen nach der NCPOCP-Methode des Umweltbundesamtes. Dabei werden neben den direkten Emissionen der Fahrzeuge auch die anteiligen Emissionen aus den Kraftwerken und der Kraftstoffherstellung berücksichtigt.

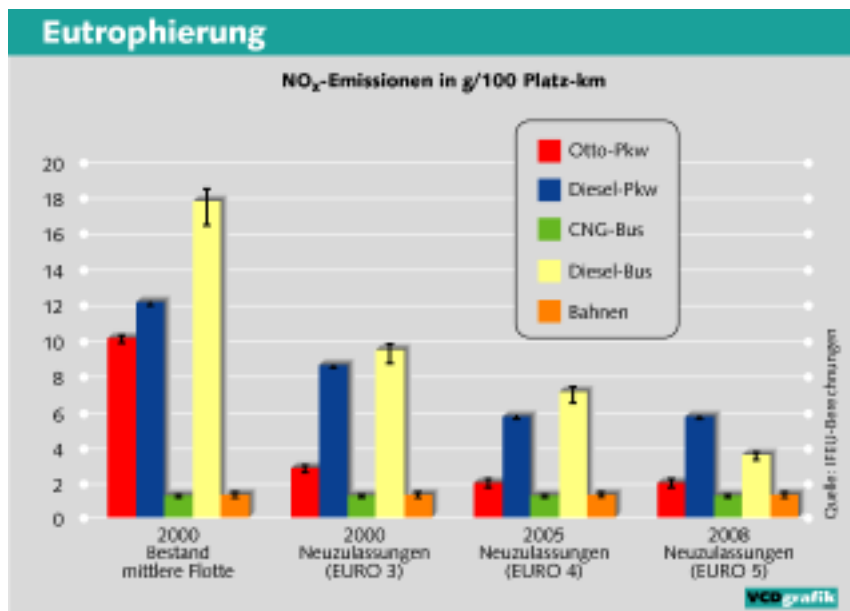
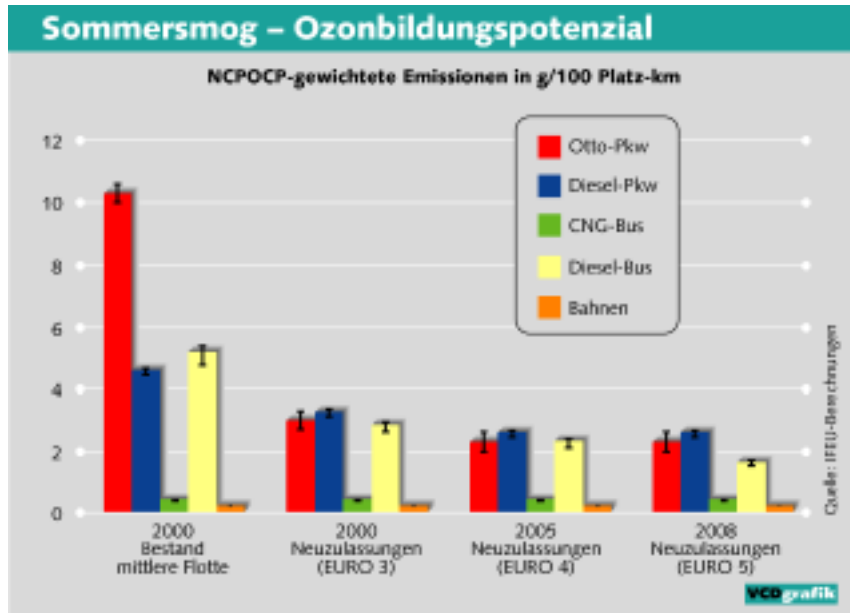
Aufgrund der hohen spezifischen Kohlenwasserstoffemissionen liegt das Ozonbildungspotenzial der Ottofahrzeuge des Bestandes weit über dem der Dieselfahrzeuge. Bei den neuen Pkw sind die Diesel-Pkw in der Relation etwas schlechter, da sie höhere Stickoxidemissionen als die Otto-Pkw aufweisen. Diesel-Busse sind in etwa den Pkw vergleichbar und nach der Stickoxid-Reduktion, die zur Einhaltung der EURO 5-Grenzwerte erfolgen muss, je Platz-km besser als die Pkw. Gasbusse und Bahnen tragen kaum zur Ozonbildung bei.

Eutrophierung – zuviel des Guten für Böden und Gewässer

Unter Eutrophierung versteht man den übermäßigen Nährstoffeintrag in Böden und Gewässer. Das Gleichgewicht eines Ökosystems kann durch diesen Effekt empfindlich gestört werden. Für Böden stellt der über die Atmosphäre eingetragene Stickstoff in Form von biogen wie anthropogen emittierten Stickstoffverbindungen den weitaus größten Anteil am Gesamteintrag, wenn die Flächen nicht landwirtschaftlich genutzt werden. Für Gewässer spielt die Einleitung nitrat- und phosphathaltiger Abwässer eine sehr große Rolle.

In dieser Studie wird lediglich die Emission über den Luftpfad erfasst, auf der Wirkungsseite also vor allem die Boden-Eutrophierung. Zur relativen Quantifizierung wird die Höhe der Stickoxidemissionen verwendet. Dabei werden alle direkten und indirekten Emissionen berücksichtigt, da der Eutrophierung Prozesse mit regionaler Ausdehnung zu Grunde liegen.

Der Beitrag der einzelnen Verkehrsmittel zur Eutrophierung wird demnach durch die Stickoxidemissionen bestimmt. Dabei liegen die Energieumwandlungssysteme mit Abgasnachbehandlung, das sind Otto-Pkw, Gas-Busse und Kraftwerke, günstiger als die Dieselfahrzeuge ohne eine solche Stickoxidreduktion. Erst die EURO 5-Grenzwertstufe verlangt von Nutzfahrzeugen eine sehr hohe Reduktion – danach sinken die NO_x-Emissionen je Platz-km unter das Niveau der Diesel-Pkw.



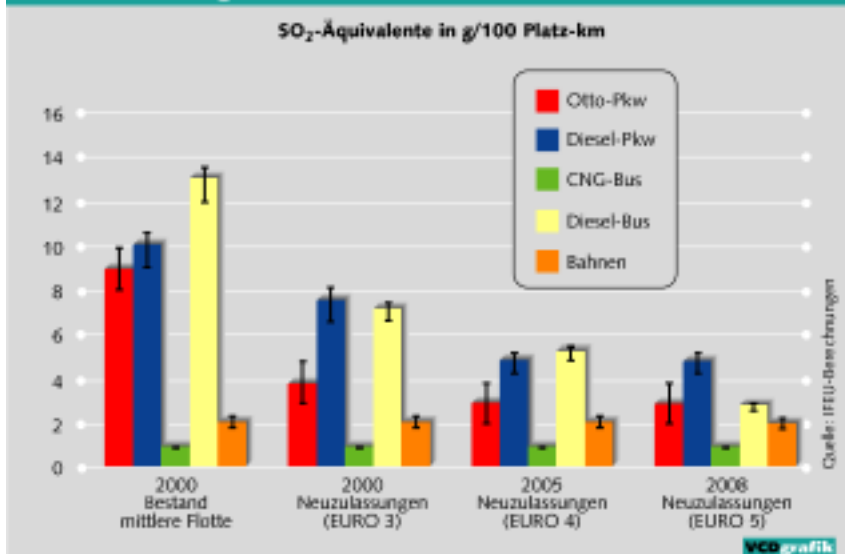
Versauerung – wenn der Wald stirbt

Säurebildende Stoffe, die z. B. als saurer Regen auf Böden oder Gewässer fallen, tragen großflächig zur Versauerung bei. Bereits kleine Änderungen des pH-Werts können große Folgen für das Gleichgewicht eines Ökosystems haben. Wichtige säurebildende Gase sind Schwefeldioxid, Stickoxide, Chlorwasserstoff und Ammoniak.

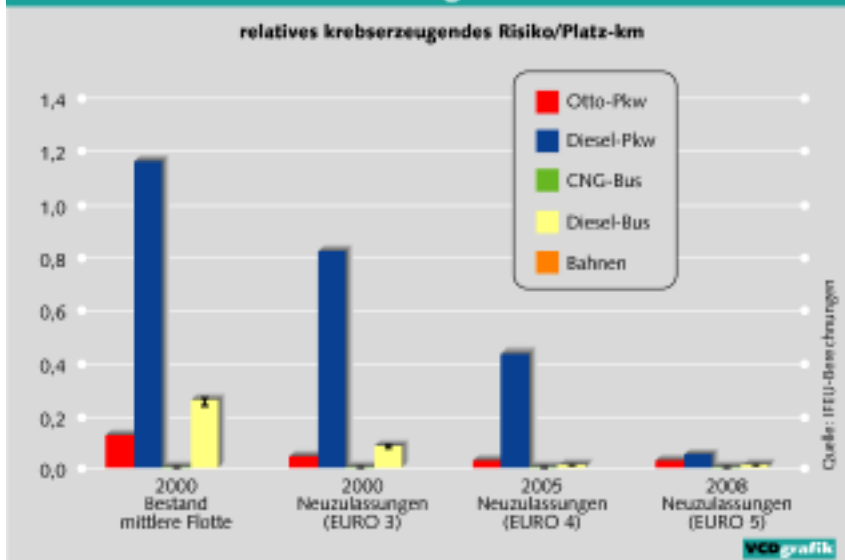
Wegen ihrer Bedeutung im Verkehrsbereich reicht es aus, nur die Emissionen von Stickoxiden und Schwefeldioxid zu berücksichtigen. Wir fassen diese säurebildenden Gase über eine Gewichtung nach so genannten Säurebildungspotenzialen zusammen und erfassen sie als Schwefeldioxid-Äquivalente. In der Wirkungs-

Der Stoff, aus dem der saure Regen ist

Versauerung



Humantoxizität – Kanzerogenität



abschätzung werden die lokalen und regionalen Emissionen berücksichtigt.

Somit sind für die Rangfolge der Verkehrsmittel, die in dieser Wirkungskategorie auch durch die Emissionen in der Vorkette geprägt ist, zuerst ihre Schwefeldioxid- und dann ihre Stickoxidemissionen verantwortlich. Dementsprechend leisten die Diesel-Kfz mit ihren hohen Schwefeldioxidemissionen, die aus dem Schwefelgehalt des Kraftstoffs stammen, und ihren ebenfalls hohen Stickoxidemissionen den größten Beitrag zum Versauerungspotenzial. Dem Rückgang dieser Emissionen, der vor allem durch die Absenkung des Schwefelgehaltes von Dieselmotoren und die Grenzwert-Anforderungen an die Stickoxidemissionen verursacht wird, folgt auch der Rückgang im Beitrag zum Versauerungspotenzial. Dennoch bleiben Dieselfahrzeuge in dieser Wirkungskategorie die schlechtesten Verkehrs-

Schwefelfreier Diesel dringend geboten

mittel – der Gasantrieb weist hier die insgesamt günstigsten Eigenschaften auf.

Humantoxizität – Stadtluft kann krank machen

Stadtluft macht frei, sagten in früheren Zeiten die Dorfbewohner. Sie macht aber manchmal auch krank. Das belegen aktuelle epidemiologische und toxikologische Studien (ITA 1999). Mediziner unterscheiden hier zwischen kanzerogenen, d.h. krebserrregenden, und nicht-kanzerogenen Wirkungen von Luftschadstoffen. Die kanzerogene Wirkung wird für jeden Schadstoff einzeln bewertet – wichtige Substanzen sind dabei die Partikel, Benzol und PAH-Verbindungen. Andere ebenfalls als krebs erzeugend eingestufte Abgasbestandteile werden nur in vernachlässigbar geringen Mengen emittiert. Neben der Schadstoffmenge wird auch die damit einher gehende Wahrscheinlichkeit einer krebsauslösenden Wirkung, bezogen auf eine 70-jährige Exposition, berücksichtigt. Zum Vergleich von Fahrzeugen mit verschiedenen Grenzwertstufen und Antriebskonzepten bestimmen wir das zugehörige kanzerogene Potenzial, indem die Schadstoffmenge mit ihrem Wirkungsfaktor (dem so genannten Unit-Risk) multipliziert wird.

Dabei berücksichtigen wir nur die direkten Emissionen der Kraftstoff-getriebenen Fahrzeuge, da die Stadtbevölkerung nur diese in messbaren Konzentrationen einatmet.

Das höchste kanzerogene Potenzial je Platz-km weist in allen Grenzwertstufen der Diesel-Pkw auf. An zweiter Stelle folgte ihm noch Mitte der 80er Jahre der Otto-Pkw, der sich mittlerweile dank der Einführung des geregelten Drei-Wege-Katalysators stark verbessert hat. Damit steht im heutigen Bestand der Diesel-Bus auf dem zweiten Platz, allerdings in großem Abstand zum Diesel-Pkw.

Mit den heutigen und zukünftigen Neuzulassungen nimmt das kanzerogene Risiko der Diesel-Fahrzeuge deutlich ab. Insbesondere durch den Einsatz eines Partikelfilters werden die Partikel über das gesamte Größenspektrum mit einer sehr hohen Wirksamkeit zurückgehalten. Dies führt zu einer drastischen Minderung des kanzerogenen Wirksamkeitspotenzials in Anbetracht der dann noch verbleibenden Partikelemissionen.

Inwieweit die EURO 4-Grenzwerte von neuen Diesel-Pkw auch ohne Partikelfilter erfüllt werden, ist heute noch ungewiss. Der 3-Liter-Lupo von VW hält als erstes serienmäßiges Diesel-Fahrzeug den EURO 4-Grenzwert ein, und zwar ohne Partikelfilter. Seit Anfang 2001 ist erstmals mit dem Peugeot 607 HDI ein größerer Pkw

der EURO 4-Norm mit Partikelfilter auf dem Markt, Mitte 2001 soll auch der Peugeot 406 HDI folgen. Wir haben zur Verdeutlichung des Einflusses des Partikelfilters auf das kanzerogene Potenzial den Diesel-Pkw nach EURO 4 mit Erfüllung des Grenzwertes, aber ohne Einsatz eines Partikelfilters berechnet, also beispielsweise den 3-Liter-Lupo. Zusätzlich haben wir unter der – zur Zeit fiktiven – Rubrik EURO 5 die Verwendung eines Partikelfilters unterstellt, also beispielsweise den Peugeot 607 HDI.

Bei den Diesel-Bussen haben wir angenommen, dass die bereits für die Stufe EURO 4 geltenden strengen Partikel-Grenzwerte in aller Regel nur mit der Verwendung eines Partikelfilters realisiert werden. Wäre dies nicht der Fall, läge das relative kanzerogene Risiko je Platz-km auf dem Niveau der Diesel-Pkw mit Partikelfilter.

Demnach liegt unter den hier getroffenen Annahmen ab der EURO 4-Stufe das auf den Platz-km bezogene kanzerogene Risiko des Diesel-Busses unter demjenigen des Otto-Pkw und fast auf dem Niveau des Erdgasbusses. Dessen extrem geringe krebserzeugende Emissionen waren schon lange ein wichtiges Argument in der Diskussion um die Notwendigkeit seiner Einführung. Für die Bahnen bilanzieren wir wegen ihrer lokalen Emissionsfreiheit kein kanzerogenes Risiko. Die zukünftigen Grenzwerte für die Partikelemissionen und die weitere Verminderung der Kohlenwasserstoff- und Benzolemissionen werden aller Voraussicht nach bewirken, dass das kanzerogene Risiko durch den Straßenverkehr unter den Wert zurückgeht, den Experten als Zielwert vorgeschlagen haben. Wenn die Grenzwerte der Nutzfahrzeuge und der Diesel-Pkw weitestgehend durch dem Einsatz eines Partikelfilters erfüllt werden, werden die Zielwerte nach heutigem Wissen selbst in höchst belasteten Straßen eingehalten – und das auch dann, wenn der Anteil an Diesel-Pkw an der Pkw-Flotte gegenüber heute deutlich zunimmt.

Neben dem Krebsrisiko erzeugen die Emissionen von Verkehrsmitteln auch andere humantoxische Wirkungen. So zeigen jüngere Studien aus den USA einen in Deutschland bislang wenig beachteten Einfluss auf die Gesundheit des Menschen, der von Feinstaub mit einem Durchmesser von weniger als 10 Mikrometer, kurz PM10 genannt, ausgeht. Mit PM10 werden vor allem Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Erkrankungen des Atemtraktes in Zusammenhang gebracht. Wegen der hohen Anteile des Verkehrs – insbesondere auch innerorts – an den verursachenden Emissionen wäre eine Erfassung dieser Wirkungen sehr wichtig. Dennoch muss sie hier unterbleiben, da das Instrumentarium zur Quantifizierung und Beurteilung der Feinstäube gerade erst entwickelt wird.

Weitere nicht-kanzerogene Gesundheitsschäden gehen z. B. von den Schadstoffen Kohlenmonoxid und Stickstoffdioxid aus. Sie entfalten sich aber erst oberhalb einer bestimmten Konzentration in der Luft. Diese Auslöseschwelle wird für Kohlenmonoxid heutzutage in Deutschland nicht mehr erreicht. Auch für Stickstoffdioxid wird aller Voraussicht nach in Zukunft die Auslöseschwelle nicht mehr überschritten werden.

Die Humantoxizität der Verkehrsmittel erfassen wir demnach ausschließlich durch das kanzerogene Risiko. Da dieses schon jetzt deutlich und in naher Zukunft noch verstärkt reduziert wird, spielen die zukünftig noch bestehenden geringen Unterschiede keine wichtige Rolle mehr in der von uns vorgenommenen Gegenüberstellung der Verkehrsmittel. Dieses wird in dem Maße falsch sein, in dem sich Unterschiede im Beitrag der Verkehrsmittel zu dem PM10-Risiko abzeichnen und auch als relevant erweisen. Daher müssen die Ergebnisse unseres Verkehrsmittel-Vergleichs in der Wirkungskategorie »gesundheitliche Beeinträchtigung des Menschen/Humantoxizität« unter diesem wichtigen Vorbehalt gesehen werden.

Dank scharfer Grenzwerte erste Umweltziele erreicht



FOTO: MARCUS GLOEGER

Lärm in der Stadt – ein unerhörtes Problem

Lärm verursacht schwere Gesundheitsschäden

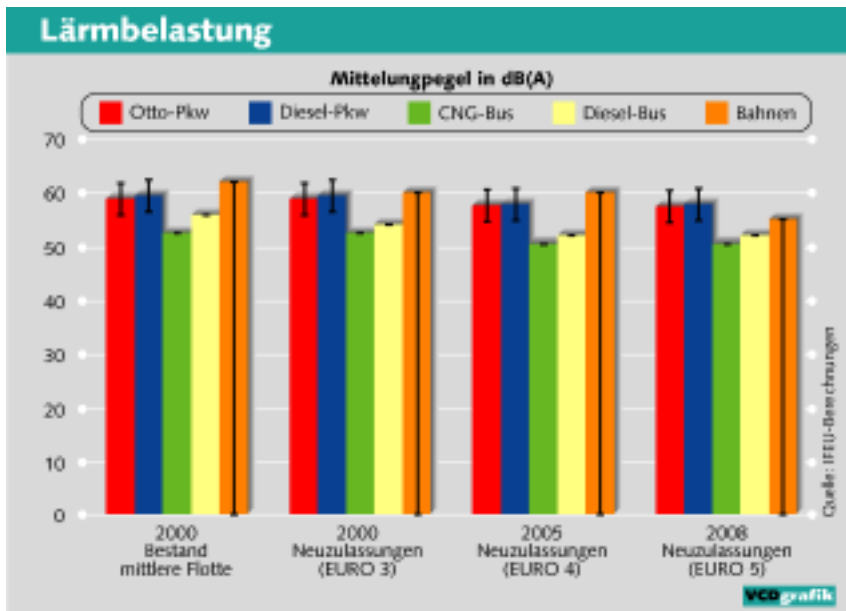
Der Verkehrslärm in Städten stellt für viele Bewohner eine permanente Belästigung dar. Anhaltend starker Umgebungslärm kann darüber hinaus auch zu Gesundheitsbeeinträchtigungen führen. Wache und schlafende Menschen reagieren mit vermehrter Ausschüttung verschiedener Stresshormone. Erste Ergebnisse aus Felduntersuchungen des Umweltbundesamtes geben Anlass zu der Befürchtung, dass durch Lärm die Risiken für

Krankheiten des Herz-Kreislauf-, Magen-Darm- und des Immunsystems erhöht werden.

Die dominierende Lärmquelle für den überwiegenden Teil der Bevölkerung ist der motorisierte Straßenverkehr. Nach Berechnungen des Umweltbundesamtes ist knapp die Hälfte der Bevölkerung in Deutschland durch Straßenverkehr tagsüber mit Geräuschimmissionspegeln über 55 dB(A) belastet, bei denen Beeinträchtigungen des physischen und sozialen Wohlbefindens zu erwarten sind. Mehr als ein Siebtel der Bevölkerung ist tagsüber gar von Pegeln über 65 dB(A) betroffen, bei denen ein erhöhtes Risiko für Herz-Kreislauferkrankungen besteht.

Die Lärmbelastung der Anwohner einer Straße wird durch viele einzelne Lärmquellen verursacht. Die lauteste dieser Lärmquellen überdeckt dabei oftmals die weniger lauten. Für unseren Vergleich der Stadtverkehrsmittel können wir deshalb nicht einfach Lärm-messungen von verschiedenen Straßenquerschnitten

Jeder zweite Bundesbürger von Straßenlärm betroffen



Die Mittelungspegel beziehen sich auf 1000 beförderte Personen pro Stunde, Besetzungsgrad: 20–25 Prozent. Die eingezeichnete Bandbreite bildet bei den Pkw und Bussen Fahrzeuge mit sehr niedrigem bzw. hohem Lärmpegel ab sowie bei den Bahnen Straßenbahn (höherer Wert) und U-Bahn (keine Lärmemission in den Straßenraum).

miteinander vergleichen. Vielmehr müssen wir uns abstrakte Situationen vorstellen, in denen nur Pkw, bzw. nur Busse oder nur Straßenbahnen durch eine Straße fahren. Wenn wir in einer solchen Situation eine Stunde lang den Lärmpegel messen könnten, dann erhielten wir die Geräuschbelastung durch das entsprechende Stadtverkehrsmittel in Form des so genannten Mittelungspegels.

Das Rechenmodell CITAIR des Umweltbundesamtes kann solche Mittelungspegel für beliebig zusammengesetzte Straßenverkehre zumindest berechnen. Als Vergleichsmaßstab dient die Zahl der Personen, die in der betrachteten Stunde durch eine zweispurige Hauptverkehrsstraße (mit Asphaltdecke) im Kernstadtbereich mit geringen Störungen des Verkehrsflusses fahren. Der Lärmwert für die Straßenbahn wird für unseren Modellfall anhand der Richtlinie Schall 03 (25 m Abstand, 50 km/h) berechnet.

Bei einem angenommenen durchschnittlichen Besetzungsgrad von 20 bis 25 Prozent zeigt sich, dass die Straßenbahn heute das lauteste Stadtverkehrsmittel ist. Straßenbahnen mit insgesamt 1000 Fahrgästen erzeugen ca. 3 dB(A) mehr Lärm als die entsprechende Menge an Pkw mit insgesamt 1000 Insassen (25 m Abstand, durchschnittliche Hauptverkehrsstraße innerorts). Da die Lärmpegelskala logarithmisch verläuft, entspricht dies bereits einer Verdoppelung der Schalleistung. Straßenbahnen auf eigenen Gleisen im Schotterbett sind allerdings mindestens 3 dB(A) leiser. Am leisen ist in unserem Modellfall der lärmarme Erdgasbus, er liegt nochmals bis zu 6,5 dB(A) unter dem Pegel einer entsprechenden Anzahl von Pkw.

Ähnlich wie der Schadstoffausstoß ist auch die Lärmemission von Fahrzeugen gesetzlich geregelt. Alle Fahrzeugtypen müssen bei der Markteinführung die Geräuschgrenzwerte der so genannten Typprüfung erfüllen, die im Laufe der Jahre vom Gesetzgeber stufenweise verschärft werden. Jedoch zeigt eine Untersuchung im Auftrag des Umweltbundesamtes, dass die Einhaltung der Typprüfwerte wenig aussagt über die im realen Verkehr auftretenden Lärmemissionen von vorbeifahrenden Fahrzeugen (FIGE 1995). Die Mittelungspegel für Pkw weisen aus diesem Grund eine große Spannweite von insgesamt 6 dB(A) aus. Deshalb können laute Diesel-Pkw den Lärmwert der Straßenbahn übertreffen.

Für die zukünftige Entwicklung unterstellen wir gemäß den beobachteten Trends nur eine leichte Abnahme der Lärmemissionen von Pkw, aber eine signifikante Abnahme bei Bussen und Bahnen. Insbesondere die Entwicklung von akustisch optimierten Niederflurbahnen (siehe diesbezügliche Lärm-messungen z. B. in Mannheim) gibt uns hierzu in Übereinstimmung mit dem UBA Anlass. Da U-Bahnen (solange sie unter der Erde fahren) keinen Lärm in den Straßenraum emittieren, setzen wir den Minimalwert für Bahnen auf Null.

Flächenbedarf – wenn das Fahrzeug zum Stehzeug wird

Eine lokale Ressource mit hohem Wert für die Stadtbewohner stellt die verfügbare Fläche in der Stadt dar.

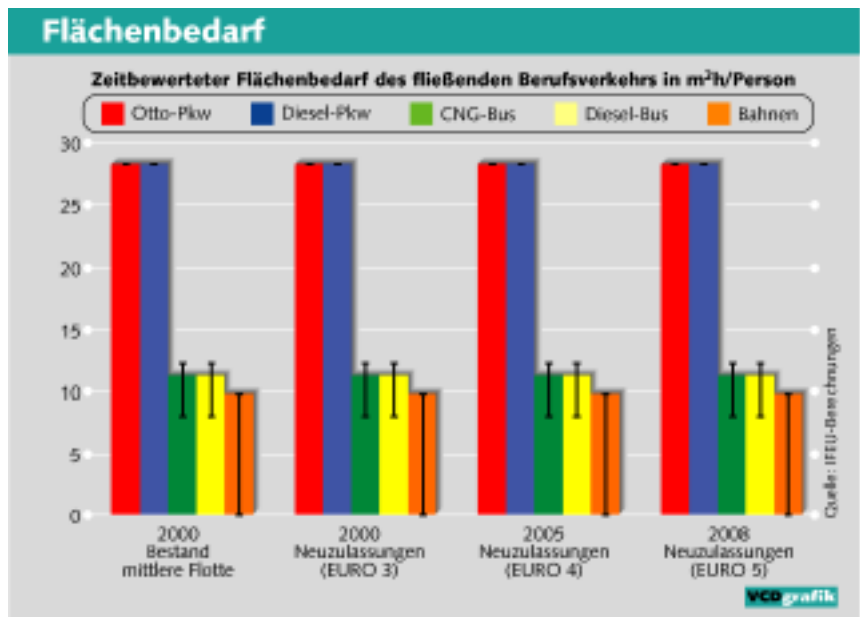
Zahlreiche Funktionen wie z. B. Wohnen, Arbeiten, Versorgen und Erholen konkurrieren um sie. Die Attraktivität einer Stadt hängt u.a. davon ab, wie viel Zeit ihre Bewohner für den Zugang zu diesen Funktionen täglich aufbringen müssen. Daraus leitet sich für große Städte die Notwendigkeit eines funktionierenden Verkehrssystems ab, das seinerseits möglichst wenig Fläche beanspruchen sollte.

Der direkte Flächenbedarf eines Verkehrssystems setzt sich zusammen aus dem Flächenbedarf für die Verkehrswege und aus dem Bedarf an Stellflächen für die Fahrzeuge. Indirekt belegt ein Verkehrssystem darüber hinaus noch weitere Flächen, z. B. für Tankstellen und Werkstätten. Auch die negativen Folgen eines Verkehrssystems, wie z. B. Lärm, schränken die Nutzungsmöglichkeiten von bestimmten Stadtflächen ein und stellen somit eine indirekte Form der Flächennutzung dar. Im Rahmen dieser Studie beschränken wir uns auf die Betrachtung des direkten Flächenbedarfs, der durch die Bewegung der verschiedenen Stadtverkehrsmittel zu den Verkehrsspitzenzeiten entsteht. Denn sowohl die vorzuhaltende Kapazität des ÖPNV als auch die Straßenkapazität des MIV werden von den Verkehrsplanern für den morgendlichen Berufsverkehr ausgelegt.

Flächenbedarf des fließenden Verkehrs

Ein fahrendes Verkehrsmittel belegt eine Fläche, die sich als Produkt der beanspruchten Länge und der erforderlichen Breite bestimmen lässt. Während sich der zweite Faktor einfach aus der Breite einer Fahrspur bzw. einer Schienentrasse ableiten lässt, muss zur Ermittlung des ersten Faktors die Leistungsfähigkeit (praktische Durchlassfähigkeit) dieser Fahrspur bzw. dieses Gleises betrachtet werden. Eine im Auftrag des Umweltbundesamtes entwickelte Vergleichsmethodik betrachtet hierzu die Zahl der Fahrzeuge, die in einer Stunde eine Ampelkreuzung passieren können (Bracher et al. 1999). Dabei wird für den Pkw eine maximale Zahl von 600 Fahrzeugen berechnet, die sich aus der Dauer der Grünphase sowie durch die notwendige Zeitlücke zwischen zwei aufeinander folgenden Fahrzeugen (2 Sekunden) ergibt. Demgegenüber stehen lediglich 12 Busse bzw. Bahnen pro Stunde, dies entspricht einem 5-Minuten-Takt.

Die aus der beanspruchten Länge und der erforderlichen Breite bestimmte Fläche wird von den verschiedenen Verkehrsmitteln für eine unterschiedliche Zahl von Personen und für verschiedene Zeiträume benötigt. Deshalb werden die Fahrzeugabmessungen (Länge, Breite), die Platzkapazitäten (Plätze/Fahrzeug) sowie der Fahrzeugdurchsatz pro Stunde in den Vergleich mit einbezogen. Entsprechend der relevanten Engpass-



Situation berücksichtigen wir für unseren Flächenbedarfs-Indikator die für den Berufsverkehr typischen Besetzungsgrade. Der sich daraus ableitende Indikator »zeitbewerteter Flächenbedarf einer Person« stellt somit die Vergleichsgröße für den Flächenverbrauch fahrender Stadtverkehrsmittel im Berufsverkehr dar.

Der Pkw zeigt den mit Abstand höchsten Flächenbedarf der Stadtverkehrsmittel im fließenden Verkehr. Die Straßenbahn auf ihrer eigenen Trasse benötigt nur ein Drittel, der Bus auf seiner Busspur weniger als die Hälfte dieser Fläche. Auf Mischspuren und bei höheren Takt-dichten reduziert sich der Flächenbedarf des ÖPNV nochmals deutlich.

Pkw brauchen am meisten Platz

Entscheidend ist, was hinten rauskommt

Die Vergleiche in den einzelnen Umweltwirkungskategorien zeigen kein eindeutiges Bild: Meistens liegt der Bus vor dem Pkw, aber nicht in jedem Jahr und in jeder Kategorie. Selbst die Straßenbahn zeigt in mancher Hinsicht hohe Umweltbelastungen. Welches motorisierte Stadtverkehrsmittel ist nun aber das umweltverträglichste?

Um diese Frage zu beantworten, müssen die Ergebnisse der einzelnen Wirkungskategorien zu einem Gesamtergebnis zusammengefasst werden. Dabei spielen Kriterien wie »Reversibilität«, »Räumliche und zeitliche Ausdehnung« und »Belastbarkeit der Prognose« eine Rolle. Aus diesen Kriterien leitet sich eine »Ökologische Gefährdung« ab. Die Bewertung muss zudem noch Bezug nehmen auf den spezifischen Beitrag, den eine Verursacherguppe zur Gesamtheit aller Verursacher



FOTO: USTRA HANNOVER

Designerbus mit Erdgasantrieb: mehr Komfort, weniger Schadstoffe

hat. Und schließlich sollte der Abstand zur Erfüllung von Umweltqualitätszielen berücksichtigt werden.

Wichtige und weniger wichtige Umweltbelastungen

Unbestritten ist, dass den Wirkungskategorien Treibhauseffekt und Ressourcenbeanspruchung eine zukünftig noch ansteigende ökologische Bedeutung zukommen wird. Sie sind demnach die wichtigsten der hier betrachteten Kategorien. Als ebenfalls sehr wichtig werden allgemein die Kategorien Humantoxizität und Lärmbelastung eingestuft. Allerdings ist unter den angesetzten Randbedingungen zukünftig die Humantoxizität nur in dem Maße von Bedeutung, in dem sich die bisherigen Erkenntnisse zur Wirkung einer PM10-Belastung erhärten und auch auf Verkehrsemissionen zurückführen lassen. Schließlich ist der Flächenbedarf von Verkehrsmitteln bereits heute sehr wichtig und wird möglicherweise zukünftig als noch wichtiger eingeschätzt, da damit wertvolle urbane Flächen einer anderen Nutzungsmöglichkeit entzogen werden. Die anderen Wirkungskategorien Sommersmog, Eutrophierung und Sauerstoffzehrung sowie Versauerung standen in den vergangenen Jahren an vorderer Stelle der Diskussion um die luftgetragenen Emissionen aus dem Verkehr. Emissionen, die diese Prozesse auslösen, wurden in den letzten Jahren deutlich verringert. Ökologische Ziele werden in zunehmendem Maße erreicht. Die ökologische Bedeutung dieser Parameter wird somit in der Relation als geringer angesehen.

In anderen Arbeiten, beispielsweise für die Auto-Umweltliste des VCD oder im Rahmen der IFEU-Arbeiten für eine Initiative von Automobilindustrie, Energiewirtschaft und Bundesministerium für Verkehr (»VES – Verkehrswirtschaftliche Energiestrategie«), haben wir eine Gesamtpunktebewertung durchgeführt. Dazu wurden die Ergebnisse der einzelnen Wirkungskategorien, die sich ja jeweils in ihren Einheiten voneinander unter-

scheiden, in eine Punkte-Skala umgesetzt und die resultierenden Punkte mit einem prozentualen Gewichtungsschlüssel versehen, der die Relevanz der einzelnen Wirkungskategorien zu berücksichtigen versucht. Allerdings ist eine quantitative Umsetzung einer solchen eher qualitativen Diskussion umso angreifbarer, je stärker sich die betrachteten Verkehrsmittel in ihren Einsatzzwecken und ihrer Auslastung voneinander unterscheiden.

Das Ergebnis: Bus und Bahn haben die Nase vorn ...

Die Stadt-/U-Bahn weist in jeder relevanten Kategorie die geringsten Umweltwirkungen auf. Sie emittiert keine Schadstoffe in den unmittelbaren Straßenraum und beansprucht dort, wo sie unterirdisch verläuft, auch keine Flächen. Im Vergleich zu anderen Stadtverkehrsmitteln verbraucht sie wenig Energie und Ressourcen und trägt damit nur wenig zu den globalen und regionalen Umweltwirkungen bei. Zudem haben wir – bei unterirdischer Führung – die Lärmbelastung vernachlässigt. Allerdings ist bekanntermaßen der Aufwand zum Bau und Unterhalt einer U-Bahn beträchtlich – zu einem akzeptablen Kostendeckungsgrad des Systems sind große Verkehrsströme vonnöten, was die Eignung auf Ballungsräume beschränkt.

Die zweitbeste Bewertung erhält nach unserer Abwägung der einzelnen Umweltwirkungskategorien der Bus. Hier liegt der Erdgasbus für das Bezugsjahr 2000 noch vor dem Dieselbus. Doch dieser macht aus ökologischer Sicht die größten Sprünge nach vorn. So pegeln sich in absehbarer Zukunft dank der Verschärfung der Grenzwerte für Dieselfahrzeuge beide auf etwa demselben Niveau ein. Der Partikelfilter macht aus ökologischer Sicht den Dieselbus wieder flott.

Erst an dritter Stelle folgt die Straßenbahn – das Lärmthema macht ihr zu schaffen. Erst die hier angenom-

Bleibende Aufgaben: Treibhauseffekt und Lärm

menen Verbesserungen in der Lärmemission der Neufahrzeuge ab 2008 bringen die Straßenbahn ganz nah an die Busse heran. Doch liegen Bus und Bahn insgesamt nicht weit auseinander und verteidigen damit ihr Umweltimage gegenüber dem Pkw.

... aber der Pkw holt auf

Der Pkw des heutigen Bestandes liegt in den meisten Kategorien auf den Plätzen hinter den Öffentlichen Verkehrsmitteln. Aber während Bus und Bahn auf ihrem hohen Umweltbewertungsniveau nur noch geringe ökologische Fortschritte aufweisen, machen sich in Zukunft einige Verbesserungen in der Pkw-Technik bemerkbar. Der Abstand zwischen ÖPNV und MIV wird in den nächsten Jahren stark abnehmen. Besonders sparsame Fahrzeuge, beispielsweise Drei-Liter-Autos, die mit Partikelfilter ausgestattet sind, werden demnächst pro Platzkilometer fast das Umweltniveau des ÖPNV erreichen. Würde allerdings der gesamte Lebenszyklus berücksichtigt, bliebe ein solch niedrig verbrauchender Pkw aufgrund der vergleichsweise hohen Umweltbelastung bei seiner Herstellung wiederum deutlich schlechter als Busse und Bahnen.

Ausgewählte Literatur

Bracher et al. (1999): »Umweltentlastung durch Kostenminimierung im Verkehr (Least Cost Planning im Verkehr)«. Schlussbericht Teil 3: Bewertungs- und Berechnungsverfahren zur Flächenbeanspruchung. Auftragnehmer: IVU Berlin, Öko-Institut, TU Dresden. I.A. des Umweltbundesamtes. Berlin.

Bundesminister für Verkehr, Bau und Wohnungswesen (1999) (Hrsg.): »Verkehr in Zahlen«. Berlin.

FIGE (1995): »Ermittlung der Geräuschemissionsänderung von Kraftfahrzeugen im Straßenverkehr. I.A. des Umweltbundesamtes«. Herzogenrath.

ITA/IFEU et al. (1999): »Durchführung eines Risikovergleiches zwischen Dieselmotoremissionen und Ottomotoremissionen hinsichtlich ihrer kanzerogenen und nicht-kanzerogenen Wirkungen«. UBA-Texte 2/99. Berlin.

Nigge (2000): »Life Cycle Assessment of Natural Gas Vehicles«. Development and Application of Site-Dependence Impact Indicators. Berlin, Heidelberg, New York.

Socialdata (1993): »Trendwende zum ÖPNV«. Basisbroschüre. München.

TREMODO Knörr, W., Höpfner, U. et al. (IFEU) (ab 1993): Daten- und Rechenmodell: »Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1980-2020" und »TREMODO: Transport Emission Estimation Model«. Im Auftrag des Umweltbundesamtes; Berlin; in Kooperation mit dem VDA, dem MWV, der Deutschen Bahn und anderen (fortlaufende Arbeiten).

... und der Diesel-Pkw überholt möglicherweise den Otto-Pkw

Der Diesel-Pkw war immer schon sparsamer als der Benziner, wurde aber wegen seiner hohen Schadstoffemissionen aus ökologischer Sicht kritisiert. Mit der Einführung eines Partikelfilters wird nach den hier betrachteten Umweltwirkungskategorien der Diesel-Pkw den Otto-Pkw einholen und je nach Gewichtung der klimarelevanten Emissionen auch knapp überholen können.

Partikelfilter für den Diesel

Was ist nun zu tun?

Bus und Bahn zeigen auf unserem Umweltprüfstand, dass sie derzeit aus ökologischer Sicht unangefochten an der Spitze der motorisierten Stadtverkehrsmittel stehen. Doch wenn sie sich auf diesen Lorbeeren ausruhen, würde ihnen ein sehr sparsamer Pkw schon in wenigen Jahren den Spitzenplatz in wichtigen ökologischen Wirkungskategorien streitig machen können.

Sparsame Pkw fordern Bus und Bahn heraus

Eine wichtige Eigenschaft unseres öffentlichen Verkehrssystems ist seine Umweltverträglichkeit. Nicht zuletzt aufgrund seines positiven Umwelteffektes werden Bus und Bahn mit öffentlichen Geldern finanziell unterstützt. Verliert er diesen Umweltbonus, so muss befürchtet werden, dass der politische Wille zur Förderung des ÖPNV abnimmt und sich ein Teil seiner Kunden – auch potenzieller – von ihm abwendet.

Die Straßen-, Stadt- und U-Bahnen könnten durch die Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen schon bald ihr Treibhauspotenzial (wie auch ihr Strahlenschutzrisiko) drastisch reduzieren, während Busse und Pkw dafür noch einige Anstrengungen auf sich nehmen müssen. Sehr schnell sollten Partikelfilter-Systeme die Dieselfahrzeuge sauber halten. Hinsichtlich der Lärmbelastung zeigen die jüngsten Ergebnisse der Lärmwirkungsforschung die Notwendigkeit weiterer Lärm-minderungsmaßnahmen, wie z. B. akustisch optimierte Rad-Schiene-Systeme, geräuscharme Reifen, Flüsterasphalt und leise Antriebssysteme.

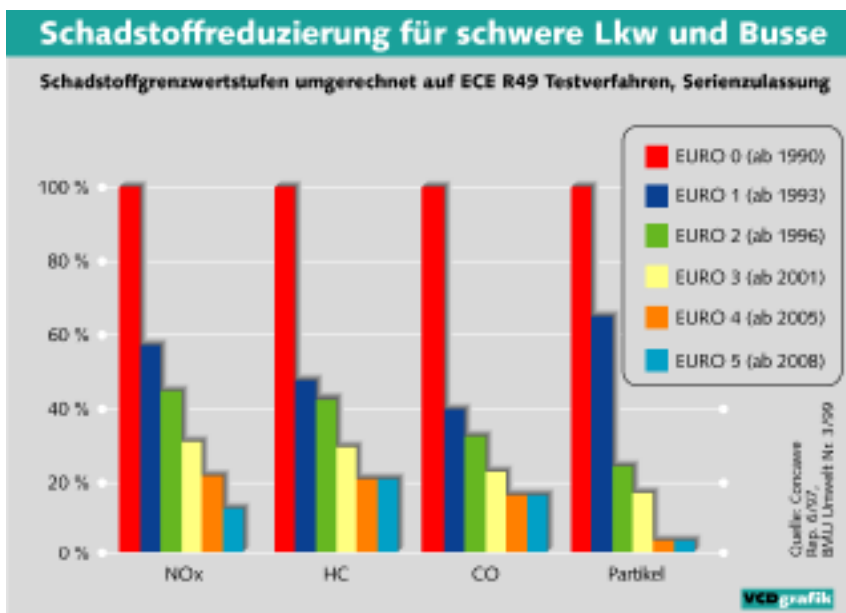
Verkehrsberuhigung der etwas anderen Art

Das Rennen um das umweltschonendste Stadtverkehrsmittel hat also längst begonnen. Bus und Bahn haben den Startschuss wegen ihres großen Vorsprungs möglicherweise nicht ganz ernst genommen – nun ist es Zeit, die Herausforderung anzunehmen. Aus Sicht des Aufgabenträgers gilt es nun, alle technischen und organisatorischen Möglichkeiten auszuschöpfen, um insbesondere bei schwach ausgelasteten Linien und in nachfragearmen Zeiten die umweltseitigen Potenziale des ÖPNV zur Geltung zu bringen bzw. seine Vorteile wieder herzustellen.

Moderner ÖPNV: Ökologisch und effizient

Emissionsstandard als Auswahlkriterium im Wettbewerb

Schadstoffärmere Fahrzeuge im ÖPNV beruhen in der Vergangenheit weniger auf dem Eigeninteresse der Verkehrsunternehmen, meist war der politisch motivierte Druck kommunaler Eigentümer ausschlaggebend. Zunehmend ergreifen die Unternehmen selbst die Initiative, indem sie bei den Herstellern umweltschonende und moderne Fahrzeuge bestellen. In der Zukunft werden sich diese Erfolge nur dann fortsetzen, wenn die Einhaltung bestimmter Emissionsstandards seitens der Besteller zum Auswahlkriterium im Wettbewerb gemacht wird. Ein Verkehrsbetrieb steht damit im Spannungsfeld zwischen Ökologie und Ökonomie. Höchste Priorität haben gegenwärtig die Bestrebungen, zukünftig wettbewerbsfähig am liberalisierten Markt bestehen zu können. Die Verkehrsbetriebe müssen sich der Konkurrenz stellen. Daher müssen Kosten reduziert und die Umweltqualität gesteigert werden. Die Frage lautet somit: Wie können fortan ökonomische und ökologische Belange unter einen Hut gebracht werden? Die Antwort muss in den Ausschreibungen stehen.



Auf den Antrieb kommt es an

Schadstoff- und Lärmausstoß des ÖPNV hängen von den dafür eingesetzten Fahrzeugen und den verwendeten Kraftstoffen ab. Maßnahmen zur Emissionsminderung setzen daher direkt beim Fahrzeugantrieb an. Brüssel setzt mit den Grenzwerten für limitierte Luftschadstoffe (EURO 1 bis EURO 5) verbindliche Vorgaben für die Nutzfahrzeugindustrie.

Da derzeit noch knapp über die Hälfte der bei den Verkehrsunternehmen eingesetzten Busse den Emis-

sionsstandards EURO 1 oder geringer entsprechen, sind neben den künftigen Anforderungen auch Lösungen zur Emissionsminderung bei der aktuellen Busflotte notwendig.

Um die Frage, welches technische System im ÖPNV in Städten und Gemeinden am besten für sauberere Luft sorgt, wird in letzter Zeit eine lebhafte Diskussion geführt. Denn: Neben der Optimierung des Dieselmotors und der Abgasnachbehandlung mit Katalysatoren und Filtern stehen insbesondere mit dem Erdgasantrieb alternative Antriebssysteme zur Verfügung. Dazu wird künftig möglicherweise auch der Brennstoffzellenantrieb gehören.

Neben den Umweltkriterien spielen aus Sicht der Betreiber bei der Auswahl und Bewertung von ÖPNV-Fahrzeugen vor allem die Beschaffungskosten und die Kosten aus dem laufenden Betrieb eine Rolle. Im Rahmen der so genannten »Life-Cycle-Costs« sind den Kosten eines bestimmten Fahrzeugtyps überdies die zu erwartenden Unterhaltungs- und Modernisierungskosten hinzuzurechnen.

Diesel: Altbewährt oder Auslaufmodell?

Der Dieselmotor ist der Verbrennungsmotor mit dem besten Wirkungsgrad. Vorteil ist sein niedriger Verbrauch. Bisher konnten die Anforderungen der Emissionsreduzierung stets durch motorische Maßnahmen erfüllt werden. Die Einhaltung der Grenzwertstufen EURO 4 und EURO 5, die ab 2005 bzw. 2008 verbindlich werden, sind mit innermotorischen Maßnahmen allein nicht mehr realisierbar. Ergänzend wird dann der Einsatz von schwefelarmen Kraftstoffen und von Abgasnachbehandlungssystemen notwendig. Bereits die Verwendung von schwefelfreiem Diesel (max. 10 ppm) reduziert die limitierten Schadstoffe um bis zu 15 Prozent.

Zur weiteren Reduzierung der Partikelemissionen um bis zu 90 Prozent stehen Partikelfilter, wie z. B. der CRT-Filter (Continuous Regeneration Trap), zur Verfügung, die in einem Linienbus anstelle eines Auspufftopfes eingesetzt werden können. Einige Verkehrsunternehmen rüsten bereits ihre Busse mit einem Partikelfilter nach. Erste Erfahrungen sind positiv. Laut Aussage des VDV wurden bis Ende 2000 rund 3.500 der insgesamt 42.000 Busse der VDV-Unternehmen mit einem Partikelfilter ausgestattet. In Erprobung befindet sich derzeit der SCR-Kat, der in Kombination mit dem CRT-Partikelfilter zusätzlich den Ausstoß von Stickoxiden senken soll.

Die zunehmenden Anforderungen in Sachen Emissionsreduktion erhöhen die Anschaffungs- und Betriebskosten des Dieselmotors. Denn beim Einsatz von Abgasnachbehandlungssystemen entstehen zusätzliche Kosten bei der Beschaffung, der Wartung und Ersatzbeschaffung sowie möglicherweise bei der Entsorgung.

Voraussetzung für Partikelfilter und SCR-Kat ist schwefelfreier Dieseldieselkraftstoff, der pro Liter gegenwärtig etwa drei bis sechs Pfennig (ohne Steuer) teurer als herkömmlicher Dieseldieselkraftstoff ist. Beim SCRT-System wird zusätzlich Harnstoff als Reduktionsmittel benötigt.

Erdgas: Schadstoffarm und leise

Aufgrund umweltpolitischer Vorgaben der Kommunen werden in letzter Zeit immer häufiger Erdgasbusse im städtischen ÖPNV eingesetzt. Allein in Deutschland fahren z. Zt. etwa 400 mit Erdgas betriebene Stadtbusse. Städte wie Augsburg, Hannover, Nürnberg und Saarbrücken setzen dabei nicht nur auf den Umbau der Busflotte, auch sonstige kommunale Fuhrparke werden verstärkt einbezogen. Die Umweltvorteile des Erdgasantriebs sind ausführlich beschrieben in der VCD-Broschüre »Alternative Antriebe: Erdgas, Sonne, Raps & Co.« Erdgasbusse unterschreiten die derzeit und künftig vorgeschriebenen europäischen Abgasgrenzwerte deutlich und sind leiser als Dieseldieselbusse. Sie bieten damit bereits heute ein hohes Potenzial für einen umweltschonenden Busantrieb, der von Dieseldieseln in punkto Schadstoffausstoß erst in einigen Jahren erreicht wird. Dies zeigt auch unser Umweltvergleich.

Bei der Entscheidung pro oder contra Erdgastechнологie spielen natürlich die Kosten eine wichtige Rolle. Der Erdgasbus ist in der Anschaffung teurer als der Dieseldieselbus. Außerdem muss auch die notwendige Infrastruktur aufgebaut werden. Da das Erdgas über das bestehende Verteilernetz unmittelbar zur Verfügung steht, und in einigen Bundesländern die Gasversorgungsunternehmen die Lieferung bis zur Tankstelle übernehmen, fallen für das Verkehrsunternehmen nur die reinen Betriebs- und Wartungskosten der Tankstelle selbst an. Auf Erdgas als Kraftstoff gilt noch bis 2009 eine reduzierte Mineralölsteuer. Damit sind die Kraftstoffkosten beim Erdgasbus gegenüber einem Dieseldieselbus, obwohl er mehr verbraucht, niedriger. Beispielsweise konnten in Saarbrücken durch den Einsatz von Erdgasbussen in 1999 1,5 Millionen Mark an Kraftstoffkosten eingespart werden.

Wasserstoff: Revolutionäre Zelle

Bereits seit langem sind weltweit Ingenieure mit der Entwicklung des Brennstoffzellenantriebs beschäftigt. Die Brennstoffzelle wird häufig euphorisch als »die« Technologie des 21. Jahrhunderts gepriesen. Vorrangig entwickelt werden Brennstoffzellenfahrzeuge für den kalifornischen Markt. Die Autohersteller versuchen aber auch, ein Standbein in Europa zu schaffen.

In der Brennstoffzelle wird durch eine chemische Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff Strom erzeugt, der den Elektromotor des Fahrzeugs antreibt. Bei diesem Prozess entsteht als Abgas nur Wasserdampf, d.h. der Brennstoffzellenantrieb ist quasi schadstofffrei. Der Schadstofffreiheit im Betrieb stehen aber je nach verwendeter Primärenergie bei der Wasserstoffgewinnung Emissionen gegenüber, die noch genauer zu quantifizieren sind. Probleme kann es zudem bei der Herstellung, Lagerung und Verteilung des Wasserstoffs geben. Wasserstoff kann entweder nur gasförmig unter hohem Druck stehend oder in flüssiger Form tiefgekühlt bei etwa -250 °C gespeichert werden. Außerdem ist reiner Wasserstoff sehr reaktionsfähig. Alternativ kann Wasserstoff an Bord mit Hilfe eines Reformers aus Methanol gewonnen werden. Hauptquelle für Methanol ist heute Erdgas.

DaimlerChrysler hat kürzlich angekündigt, bis Ende 2002 eine Kleinserie von 20 bis 30 Brennstoffzellenbussen auf den Markt zu bringen und sie Verkehrsunternehmen zum Kauf anzubieten. Preis: stolze 2,45 Millionen Mark pro Bus. Der Brennstoffzellenbus ist damit etwa vier- bis fünfmal so teuer wie ein herkömmlicher Stadtbus mit Dieseldieselmotor. Hinzu kommen die Kosten für die notwendige Infrastruktur, die je nach technischer Ausstattung mit bis zu zwei Millionen Mark pro Einheit zu veranschlagen sind.

Glaubenskrieg um Zukunftstechnologie

Zwischen den Verfechtern der unterschiedlichen Antriebstechnologien bei Stadtbusen scheint inzwischen ein Glaubenskrieg stattzufinden. Dabei wird nicht immer sachlich argumentiert. Häufig erfolgt die Bewertung nur auf betriebswirtschaftlicher Basis. Welche Antriebstechnologie in den kommenden Jahrzehnten sowohl bei schweren Nutzfahrzeugen und Bussen als auch bei Pkw und leichten Nutzfahrzeugen des Wirtschaftsverkehrs marktfähig sein werden, wird heute und in Zukunft entscheidend durch die Umweltgesetzgebung sowie die ökonomische Realisierbarkeit bestimmt. Beide Bereiche beeinflussen einander. Denn: Hohe Umwelthanforderungen erhöhen die Nachfrage nach entsprechenden Fahrzeugen und führen zu sinkenden Anschaff-

Woher kommt der Wasserstoff und wie wird er transportiert?



Brennstoffzellenbus: Zukunftstechnologie mit Hindernissen

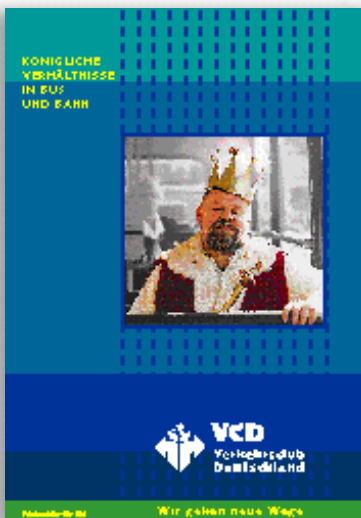
fungskosten. Die umweltbezogenen Mehraufwendungen spielen allerdings für die Gesamtkosten sowieso eine vernachlässigbare Rolle.

Um die kritischen Straßenzüge zu entlasten und Kosten zu sparen, ist die teilweise Nachrüstung im Betrieb befindlicher älterer Busse mit einem CRT-Filter durchaus sinnvoll. Bei Neuanschaffungen gilt: Die Langzeitperspektive von Maßnahmen hat Vorrang. Denn in der Regel sind Linienbusse 10 Jahre und länger im Einsatz. Mit der Entscheidung, langfristig auf umweltschonende Fahrzeuge zu setzen, können Verkehrsunternehmen eine Vorreiterposition zur Aktivierung weiterer Umweltentlastungspotenziale einnehmen. Fahrzeuge sind nicht zuletzt auch eine Visitenkarte des Unternehmens.

Die Verkehrsunternehmen als Vorreiter

König Kunde im Visier

Ein Blick auf den Modal-split vieler Städte und auf das Image des ÖPNV insgesamt macht – trotz wieder leicht ansteigender Fahrgastzahlen und trotz vieler innovativer Ansätze vor Ort – deutlich, dass eine Qualitätsoffensive im ÖPNV notwendig ist. Nur wenn der ÖPNV eine ernst zu nehmende Alternative zum Pkw darstellt und die Menschen zum Umstieg bewegt, kann er seine Umweltvorteile ausspielen. Dazu müssen die Systemvorteile des ÖPNV ausgebaut werden: Ein möglichst flächendeckendes Angebot, ein dichter Takt, reale Reisezeitvorteile gegenüber dem MIV, ein angemessenes Preis-Leistungsverhältnis, ein nutzerfreundliches Informations- und Bedienungssystem sowie komfortable Fahrzeuge und Haltepunkte.



Die VCD-Broschüre »Königliche Verhältnisse in Bus und Bahn« liefert ein Fülle guter Beispiele

Kundenorientierung betrifft alle Leistungsbereiche, die für den Verbraucher wahrnehmbar sind, wenn er Bus und Bahn fährt. Neben den allgemeinen Leistungsmerkmalen sind dies auch die Fahrgastbeteiligung und die Art und Weise, wie die Kunden umworben werden wollen. Kundenorientierung muss als Unternehmensphilosophie nicht zuletzt auch von den Mitarbeitern

Grundvoraussetzung für eine Qualitätsoffensive im ÖPNV und eine Steigerung der ÖPNV-Nutzung ist die konsequente Kundenorientierung der Verkehrsunternehmen. Noch immer erhält der öffentliche Verkehr in punkto Servicequalität beim Kundenmonitor Deutschland regelmäßig schlechte Noten. Um möglichst viele Fahrgäste in Busse und Bahnen zu bekommen, muss die Frage »Was will König Kunde?« bei allen unternehmerischen Entscheidungen – neben der Finanzierbarkeit – an erster Stelle stehen.



praktiziert werden. Dies impliziert, dass sich die Verkehrsunternehmen nicht mehr als reine Transportunternehmen, sondern als moderne Mobilitätsdienstleister verstehen. Innovative Ansätze und Beispiele, wie dies vor Ort realisiert werden kann, hat der VCD-Wettbewerb »Königliche Verhältnisse in Bus & Bahn« gezeigt. Sie empfehlen sich zur Nachahmung.

Der Wettbewerb zwischen den Verkehrsunternehmen wird auch Auswirkungen für den Fahrgast haben. Sind die richtigen Rahmenbedingungen gegeben, kann der Wettbewerb kreative Potenziale der Unternehmen für mehr Kundenorientierung freisetzen. Kundenorientierung ist in diesem Fall Grundvoraussetzung für die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen. Eine Garantie für die Entwicklung des Wettbewerbes in diese Richtung gibt es jedoch nicht. Chancen und Risiken halten sich die Waage. Die verkehrspolitischen Akteure sind gefordert, die Ausgestaltung dahingehend zu beeinflussen, dass die Chancen überwiegen und die Ansprüche der Kunden auch in Zeiten des Wettbewerbs hinreichend gesichert werden.

Push und Pull für die Umwelt

Um noch bestehende Zugangshemmnisse abzubauen und Reisezeitvorteile gegenüber dem MIV zu schaffen, sind umfassende planerische Ansätze notwendig, die die städtebaulichen, verkehrlichen und Umweltprobleme in den Kommunen berücksichtigen. Ohne bremsende Einflußnahme auf den motorisierten Individualverkehr sind Maßnahmen im ÖPNV wenig erfolgreich. Dies ist auch die Einstellung des überwiegenden Teils der Bevölkerung, der einen Ausbau des ÖPNV auch dann befürworten würde, wenn sich dadurch Nachteile für den Pkw-Verkehr ergeben würden.

Die größte Wirksamkeit entfaltet eine Kombination verschiedener Maßnahmen, die einerseits die Nutzung des Pkw beschränken (Begrenzung der Parkplätze, Reduzierung der Geschwindigkeiten im Straßennetz, Straßen-



Blühende Zukunft für den ÖPNV: Der Wettbewerb bietet Chancen

FOTO: ROLF STUMPF

raumgestaltung etc.) und andererseits den ÖPNV beschleunigen: Bevorrechtigung von Bussen und Bahnen an Ampelanlagen, Einrichtung von Bussonderspuren. Die Verkürzung der Fahrzeugumlaufzeiten durch die Beschleunigungsmaßnahmen ermöglicht Kosteneinsparungen in Millionenhöhe, die wieder in die Verbesserung des Angebots investiert werden können. Damit kann beispielsweise der behindertengerechte und kinderwagentaugliche Umbau von Haltestellen oder die Anlage von Fahrradabstellplätzen an ÖPNV-Haltestellen finanziert werden. Diese sogenannten Push- und Pull-Faktoren üben sowohl einen direkten als auch

indirekten Einfluss auf die lokale Emissionsbelastung aus. Busse stehen seltener im Stau, verbrauchen weniger Kraftstoff und stoßen entsprechend weniger Schadstoffe aus. Gleichzeitig erhöht sich die ÖPNV-Attraktivität für Autofahrer.

Aufbruch durch Wettbewerb

Nachfrage im ÖPNV, und damit eine Steigerung der Auslastung, ist eine zentrale Voraussetzung, um Umweltentlastungen durch fortschrittliche Busantriebe schnell zu erreichen. Neben der Verringerung der Fahrzeug-Emissionen ist ein Gesamtkonzept notwendig, damit positive Effekte eines verbesserten ÖPNV-Angebots sowohl von Fahrgästen als auch von Anwohnern wahrgenommen werden. Ein Stadtbus ersetzt die Autofahrten, die am meisten stören, da sie in die Innenstadt gerichtet sind, dort Parkplätze beanspruchen und Parksuchverkehr verursachen. Und wenn dieser Bus noch schadstoff- und lärmarm ist, dann profitieren Anwohner noch mehr. Die offensive Umsetzung dieser Maßnahmen steigert nicht nur die Attraktivität des ÖPNV, sondern erhöht auch das Image der Verkehrsunternehmen. Mit innovativen Konzepten und umweltschonenden Fahrzeugen setzen die Unternehmen Maßstäbe und erhöhen ihren Wettbewerbsvorteil. Diese Chance muss genutzt werden!

Alles auf einen Blick – Handlungsempfehlungen für die Akteure

Politik

- Strukturreform des ÖPNV nach dem Vorbild der Regionalisierung des Schienenpersonennahverkehrs (SPNV): klare Trennung zwischen Bestellern (Kommunen) und Erstellern (Verkehrsunternehmen)
- Verlagerung der Finanzhoheit für ÖPNV-Mittel auf die kommunalen Aufgabenträger
- Definition und Normierung von Qualitätszielen im ÖPNV in Anlehnung an den Entwurf der Europäischen Norm DIN EN 13816
- Aufwertung der rechtlichen Verbindlichkeit von Nahverkehrsplänen

Kommunen/Aufgabenträger

- Schulung der Mitarbeiter im neuen ÖPNV-Wettbewerbsrecht
- Festlegung anspruchsvoller Umweltstandards als Qualitätsmerkmal bei der Definition von Vergabekriterien in ÖPNV-Ausschreibungen
- Festlegung von Emissionszielen im Nahverkehrsplan
- Förderung des Umweltverbundes bei gleichzeitiger Einschränkung des MIV
- zielgerichtete und angebotsorientierte Verwendung der Finanzmittel
- Öffentlichkeitsarbeit für umweltschonenden ÖPNV
- bei der Flächennutzungsplanung und beim Städtebau auf eine »Stadt der kurzen Wege« achten, Trassen für mögliche spätere Stadtbahneinführung bzw. -erweiterungen freihalten

- offensive Vermarktung des Standortfaktors ÖPNV durch städtische und regionale Wirtschaftsförderungsgesellschaften sowie Industrie- und Handelskammern

Verkehrsunternehmen

- strategische Ausrichtung auf den Wettbewerb und keine Verhinderungshaltung
- Schulung der Mitarbeiter im neuen ÖPNV-Wettbewerbsrecht
- Ausrichtung des ÖPNV-Angebots an den Kundenbedürfnissen
- Öffentlichkeitsarbeit bei Anschaffung und Betrieb umweltschonender ÖPNV-Fahrzeuge
- kommunalpolitische Lobbyarbeit unter Einbindung von Lobbygruppen ins politische Marketing
- Kundenbeteiligung bei der Fahrzeugauswahl
- Nutzung der Kompetenz von Mitarbeitern und Kunden
- Schulung der Fahrer in energiesparendem Fahren
- Verankerung des Unternehmensziels »Umweltschutz«

Fahrzeughersteller/Zulieferer

- offensive Vermarktung umweltschonender Fahrzeuge
- Weiterentwicklung energiesparender und emissionsarmer Motoren und Zusatzaggregate

Bürger/Agenda-Gruppen/Umwelt- und Verbraucherverbände/Gewerkschaften

- Vorrang für den ÖPNV einfordern
- bei anstehenden Ausschreibungen auf Qualitäts- und Umweltstandards drängen (z. B. auch im Fahrgastbeirat)

Der VCD – Ziele und Service

Der VCD setzt sich als Umwelt- und Verbraucherverband für die ökologische und sozialverträgliche Mobilität aller Verkehrsteilnehmer ein.

Der VCD macht sich stark

- für die intelligente Verknüpfung aller Mobilitätsarten:
Zufußgehen, Fahrrad-, Bus-, Bahn- und Autofahren,
Inline-Skaten
- für die kundenfreundliche Bahn:
Das VCD-Bahnkunden-Barometer
- für einen besseren Nahverkehr:
Der Kunde als König in Bus und Bahn
- für die Förderung des Fahrradverkehrs:
Mit dem Fahrrad-Masterplan
- für die Lkw-Gebühr:
Gut auf der Bahn ist besser
- für die clevere Autonutzung: Car-Sharing, VCD-Mitfahrzentrale, VCD-Auto-Umweltliste
- für den Schutz gefährdeter Verkehrsteilnehmer:
Behinderte, Kinder und Senioren

Der VCD bietet seinen Mitgliedern

- Interessenvertretung: Wir machen uns stark für die Anliegen ökologisch mobiler Menschen
- nützliche Beratung: Ökologisch mobil sein mit dem Umweltverbund
- sechsmal im Jahr »fairkehr«: Das Magazin für Umwelt, Verkehr, Freizeit und Reisen
- die ökologische Kfz-Versicherung:
Der »VCD Eco-Club«
- günstige Schutzbriefe: Für Autofahrer, Bus- und Bahnfahrer, Fahrradfahrer, Fußgänger

Neugierig? Rufen Sie uns an: 02 28/9 85 85-75

