Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 80 (1989)

Heft: 23

Artikel: Nutzfahrzeug und Umwelt

Autor: Körner, Wolf Dietrich

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-903744

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Nutzfahrzeug und Umwelt

Wolf Dietrich Körner

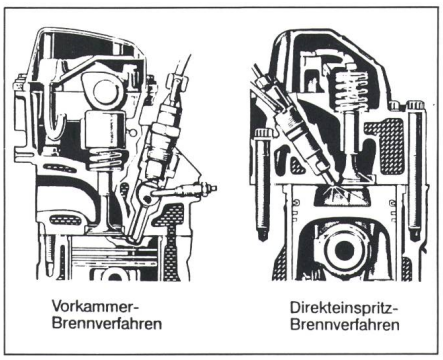
Eine intensive Weiterentwicklung der Antriebe für Nutzfahrzeuge hat zu deutlichen Leistungssteigerungen und zur Verringerung des Kraftstoffverbrauchs geführt. Auch auf dem Gebiet der Abgas- und Geräuschemissionen wurden deutliche Fortschritte gemacht. Innermotorische Massnahmen zur Reduzierung des Verbrennungsgeräusches und zur Abgasverbesserung, Verwendung besserer Kraftstoffqualitäten und von Alternativkraftstoffen sowie Einsatz von Partikelfiltern mit katalytischer Regeneration sind heutige Entwicklungsrichtungen.

Une modernisation des moteurs a permis d'obtenir des rendements supérieurs et de diminuer la consommation de carburant. De grands progrès ont été faits également dans le domaine des émissions d'échappement des moteurs ainsi que de leur bruit. La réduction des bruits de combustion et l'amélioration de la qualité du gaz d'échappement par des mesures internes au moteur, l'utilisation de meilleures qualités de combustibles ou de combustibles alternatifs ainsi que l'emploi de filtres avec régéneration catalytique sont étudiés.

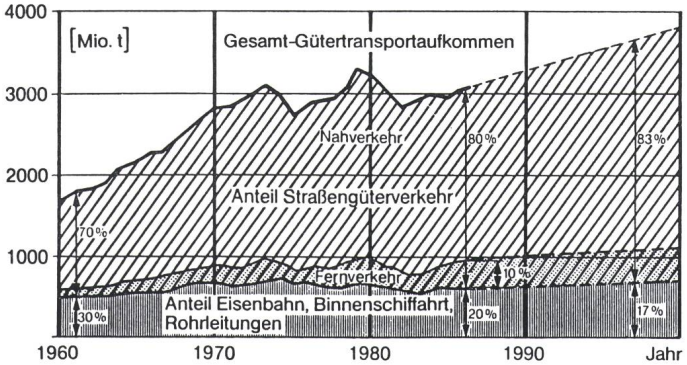
Adresse des Autors:
Prof. *Wolf Dietrich Körner*, Diplom-Ingenieur, Direktor Entwicklung Nutzfahrzeugmotoren, Mercedes-Benz-AG, D-7000 Stuttgart 60

Mit der Vollendung des EG-Binnenmarktes wird das Nutzfahrzeug für den Güter- und den Personenverkehr noch wichtiger werden und damit noch mehr in den Blickpunkt der Öffentlichkeit rücken. Vom gesamten Gütertransportaufkommen werden 80% durch Strassenfahrzeuge abgewikkelt. Davon sind nur 10% Fernverkehr. Der Nahverkehr, also die restlichen 70%, wird ausschliesslich durch Nutzfahrzeuge abgewickelt (Figur 1). Dieser hohe Anteil am Gütertransportvolumen konnte nur erreicht werden, da Nutzfahrzeuge die zuverlässigsten und anpassungsfähigsten Transportmittel sind, für die es in absehbarer Zeit keine Alternative geben wird. Um so mehr stellt sich Mercedes-Benz der Verantwortung, die Nutzfahrzeuge umweltfreundlicher zu machen.

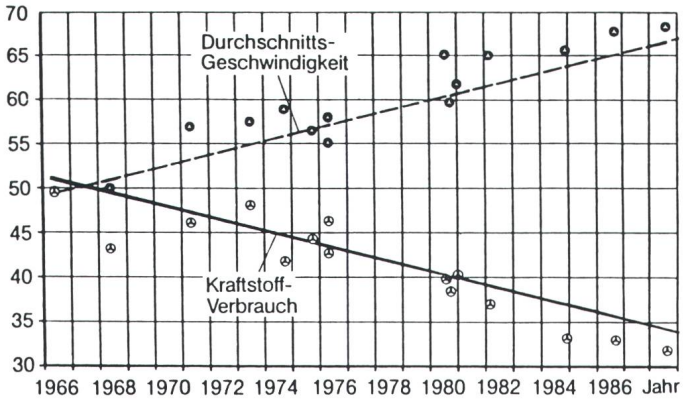
Der Antrieb aller Nutzfahrzeuge erfolgt mit Ausnahme eines geringen Teils der Transporter durch Dieselmotoren (Figur 2). Die kleinen Mercedes-Benz-Transporter sind mit Vorkammer-Dieselmotoren ausgerüstet. Die «grossen» Transporter bis zum Schwerlastwagen und die Omnibusse werden ausschliesslich mit Direkteinspritz-Dieselmotoren betrieben. Eine intensive Entwicklungsarbeit an den Motoren hat zu deutlichen Leistungssteigerungen und zur Verringerung des Kraftstoffverbrauchs geführt (Figur 3). Weitere Fortschritte sind am Fahrzeug durch Absenken der Fahrwiderstände und einer optimalen Auslegung des Triebstranges erreicht worden. Damit konnte sowohl der Kraftstoffverbrauch als auch die Durchschnittsgeschwindigkeit und damit die Wirtschaftlichkeit verbessert werden. Für die Personenbeförderung sind Busse besonders vorteilhaft, da sie aufgrund des geringen Energieverbrauchs (gemessen am Heizwert der Brennstoffe) je Fahrgast und km niedrigere Emissionen im Vergleich zu anderen Transportmitteln haben (relative Werte des Energieverbrauchs: Omnibus →100, Strassenbahn/U-Bahn →150, Fernreisezüge →220, Nahverkehrszüge →290, Pkw →300, Linien-Luftverkehr →540). An der weiteren Verbesse-



Figur 2 Dieselmotor-Brennverfahren

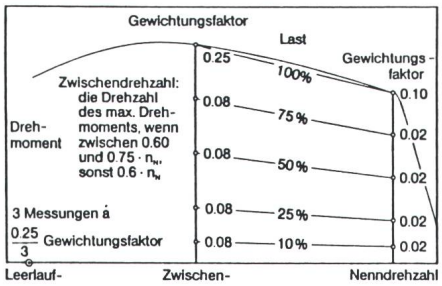


Figur 1 Gütertransportaufkommen Bundesrepublik Deutschland
Quelle: Prognos AG



Figur 3
Verbrauch und Geschwindigkeit von 38-t-Lastzügen
«Lastauto-Omnibus»-Teststrecke, Kraftstoffverbrauch in l/100 km, Durchschnittsgeschwindigkeit in km/h

rung der Produkte wird intensiv gearbeitet, und man kann heute schon feststellen, dass insbesondere auf dem Gebiet der Abgasverbesserung der Diesel-Direkteinspritzmotor deutliche Fortschritte gemacht hat und günstige Voraussetzungen zur weiteren Entwicklung bietet.



Figur 4 Messpunkte und Gewichtsfaktoren im ECE R 49-Test
n_N Nenndrehzahl
Abgaswerte werden in 13 Punkten gemessen und gewichtet

Gesetzgebung

Nachdem zuerst in den USA Abgasgrenzwerte für gasförmige Emissionen eingeführt worden sind, wurde vorgeschlagen, die amerikanische Gesetzgebung für Nutzfahrzeuge auch in Europa zu übernehmen. Bei näherer Betrachtung hat sich jedoch gezeigt, dass der dynamische USA-Prüfzyklus 50% Schub- und Leerlaufphasen beinhaltet und einen für Europa nicht typischen Fahrzyklus darstellt. Darüber hinaus verlangt dieser Motortest einen extrem aufwendigen Transient-Prüfstand zur Durchführung der Prüfung. Die Anschaffung solcher Prüfstände war für Mercedes-Benz erforderlich, um Motoren für den Einsatz in den USA zu entwickeln. Um mit erträglichem Aufwand die Motoren so testen zu können, dass die Belastung europäischen Verhältnissen entspricht, wurde 1982 der europäische Prüfzyklus ECE R49 von der Europäischen Wirtschafts-Kommission in Genf festgelegt (Figur 4). Dieser Prüfzyklus kann auf normalen Motorprüfständen gefahren werden. Zwischen den Messergebnissen nach ECE R49 und dem US-Transient-Test besteht eine eindeutige Zuordnung. Um auch Partikel auf diesen Prüfständen messen zu können, haben das deutsche Umweltbundesamt und die Nutzfahrzeugindustrie ein Forschungsvorhaben an der Universität Berlin veranlasst, das zu einem einfachen Partikelmessverfahren mit einem Minitunnel führte. Dieses wird die für gasförmige Abgasemissionen ausgerichtete ECE R49-Prüfung nun auch auf die Partikelmessung ergänzen.

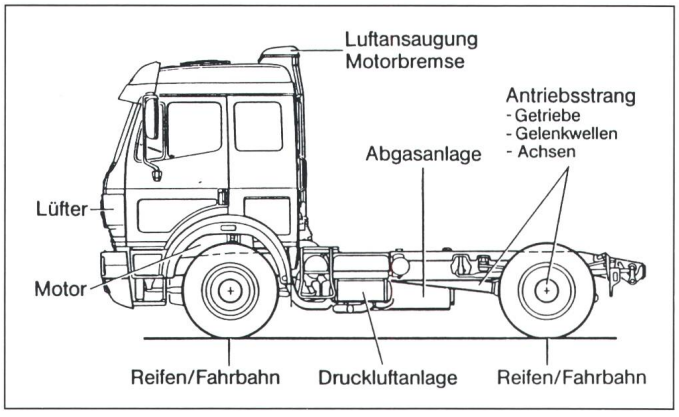
Da auf dem Nutzfahrzeugmotoren-Sektor genauso intensiv an der Abgasverbesserung wie bei den Otto-Motoren gearbeitet wurde, konnte Mercedes-Benz bereits 1986 zur Entlastung der Umwelt freiwillig eine Reduktion der Abgasemissionen aller neuen Serienmotoren einführen und die Grenzwerte nach ECE R49 um mindestens 20% unterschreiten. In einem weiteren Schritt werden seit dem 1.1. 1988 mit allen neu- und weiterentwickelten Motoren die Grenzwerte bei Kohlenmonoxid (CO) und Kohlenwasserstoff (HC) um mindestens 40% unterschritten. Durch diese Massnahme konnte erreicht werden, dass bereits heute alle ausgelieferten Mercedes-Benz-Motoren die künftigen Abgasanforderungen der EG-Richtlinie 88/77 unterschreiten, die erst im Oktober 1990 in Kraft treten wird. Noch weitgehendere Entscheidungen wurden im Juni 1989 getroffen. Nachdem im Oktober 1991 für die Schweiz strenge Abgasgrenzwerte und erstmals für Europa eine Begrenzung der Partikelemissionen in Kraft treten wird, wird Mercedes-Benz dann mit allen neu- und weiterentwickelten Motoren für den europäischen Markt auch diese Grenzwerte erfüllen.

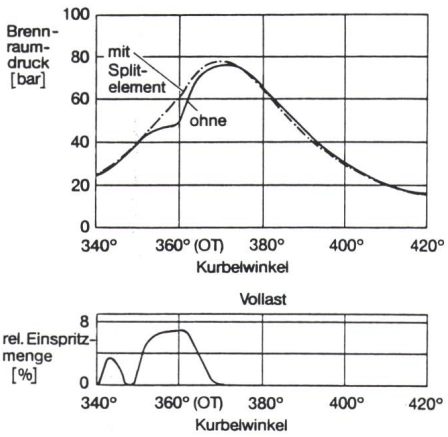
Geräuschproblematik

Für den LKW mit mehr als 150 kW Antriebsleistung werden ab 1990 die Geräuschgrenzwerte nach der EG-Vorschrift 84/424 EWG von 88 auf 84 dB(A) verschärft. Dies bedeutet eine Absenkung der Geräuschintensität um 60%. In anderen Fahrzeugklassen wird eine entsprechende Geräuschverringerung eingeführt. Für Sondereinsätze in verkehrsberuhigten Zonen werden von Mercedes-Benz besonders geräuscharme Fahrzeuge nach § 49, Abs. 3, angeboten. Zur Realisierung der neuen EG-Grenzwerte müssen alle Geräuschquellen des Nutzfahrzeuges durch gezielte Massnahmen abgesenkt werden. Bei der Entwicklung neuer Fahrzeuge hat sich gezeigt, dass nicht nur Motorengeräusche eine wesentliche Rolle spielen, sondern auch Getriebe, Achsen, Reifen und insbesondere die Fahrbahn (Figur 5).

In bezug auf Geräusch sind Saugmotoren – physikalisch bedingt – lauter. Durch niedrigere Gastemperaturen zu Beginn der Einspritzung ergibt sich ein längerer Zündverzug, so dass

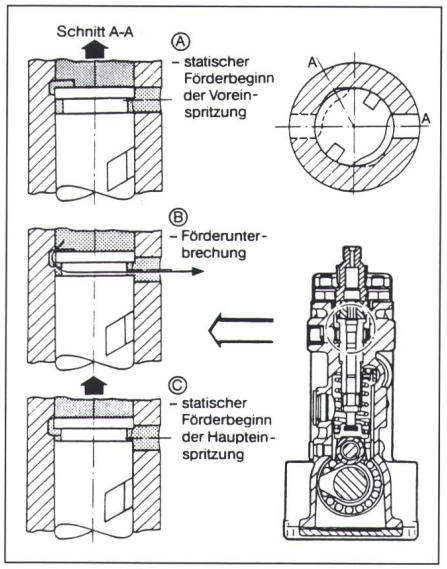
Figur 5
Geräuschquellen an Nutzfahrzeugen





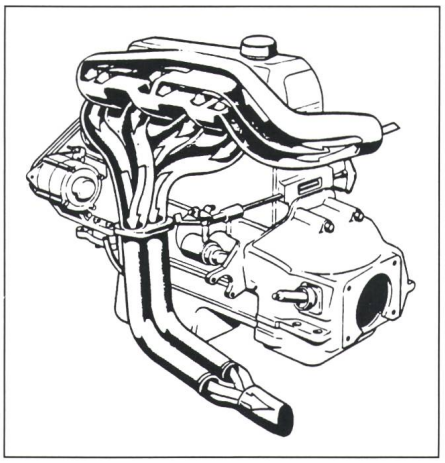
Figur 6 Voreinspritzung an Saugmotor OM 442 (Splitelementpumpe)

die Verbrennung dann mit höherem Druckanstieg einsetzt. Um das Verbrennungsgeräusch dieser Motoren zu verringern, führt man eine gesteuerte Voreinspritzung ein. Durch die Einspritzung einer kleinen Kraftstoffmenge, die sich in der verdichteten, heissen Luft entzündet, wird erreicht, dass die Hauptkraftstoffmenge mit kurzem Zündverzug optimal verbrennt (Figur 6). Der Brennraumdruckverlauf mit Voreinspritzung ist deutlich weicher und führt zu niedrigeren Schwingungsanregungen der den Brennraum umgebenden Wände. Die Voreinspritzung wird durch ein von Mercedes-Benz entwickeltes *Splitelement* erreicht, das in die Einspritzpumpe eingebaut ist. Der Pumpenkolben und der Zylinder des Elements sind mit Nuten versehen, so dass beim Fördervorgang zunächst eine kleine Einspritzmenge gefördert wird, dann aber ein Kurzschluss durch die Nuten entsteht, der die Förderung kurz unterbricht. Ist die Nut überfahren, erfolgt die Hauptförderung (Figur 7). Leider ist trotz Reduktion des Verbrennungsgeräusches um 4 dB(A) eine Absenkung des Fahrzeuggeräusches um nur 1 dB(A) erreichbar, da wegen der logarithmischen Geräuschaddition die Verbesserung der Einzelgeräuschquelle im Fahrzeug nicht voll zum Tragen kommt. Die Voreinspritzung reduziert bei den Saugmotoren aber nicht nur das Verbrennungsgeräusch, sondern hat auch einen positiven Einfluss auf Abgasemission und Kraftstoffverbrauch.

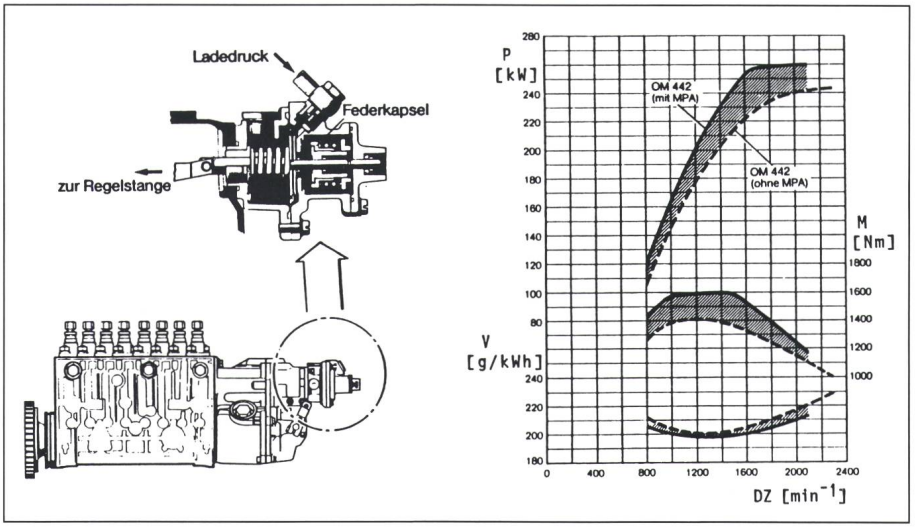


Figur 7 Funktionsprinzip der Voreinspritzung durch Splitelementpumpe

Eine weitere Absenkung der Geräuschemission wird durch die Reduzierung der *Motorendrehzahl* erreicht. Voraussetzung dafür ist ein fülliger Drehmomentverlauf, der das Fahrverhalten verbessert, damit bei niedrigen Drehzahlen gefahren werden kann. Um bei den Motoren mit abgesenkten Nenndrehzahlen keine Einbusse an der Fahrleistung zu bekommen und im Gegenteil diese noch zu steigern, musste bei den Saugmotoren zur Anhebung der Ansaugluftmenge im niederen Drehzahlbereich der Gaswechsel durch Einführung neuer Nockenformen und günstigerer Kanal- und Rohrführungen verbessert werden (Figur 8). Bei den Ladermotoren war eine Absenkung der Motornenndrehzahl erforderlich, die Turbinenauslegung neu zu gestalten und die Einspritzmenge über der Motordrehzahl besser anzupassen. Das konnte mit herkömmlichen Einspritzpumpen nicht erreicht werden. Mercedes-Benz hat dafür einen in zwei Stufen arbeitenden, ladedruckabhängigen Vollastanschlag entwickelt, der heute bereits in Serie läuft (Figur 9). Die damit erreichbare Motorcharakteristik erlaubt auch bei aufgeladenen Motoren ein Fahren in noch niedrigeren Drehzahlen bei gleichzeitiger Fahrleistungsverbesserung. Neben der Geräuschminderung wird dadurch zusätzlich eine Verringerung des Kraftstoffverbrauchs und eine Verbesserung der Abgasemission erreicht.



Figur 8 Saugluft- und Abgasführung im OM 366



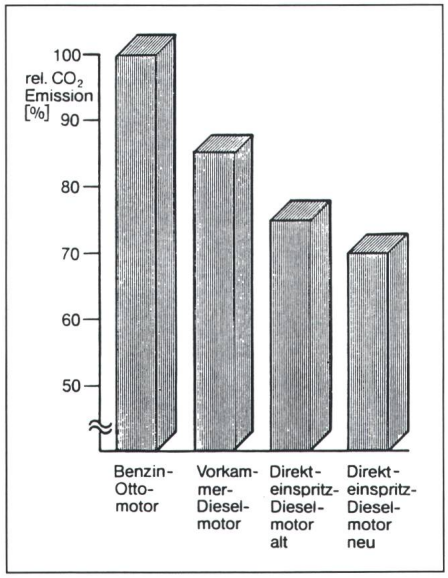
Figur 9 Ladedruckabhängiger Vollastanschlag mit zwei Federn (MPA)

P Leistung
V Verbrauch
M Drehmoment
DZ Motordrehzahl

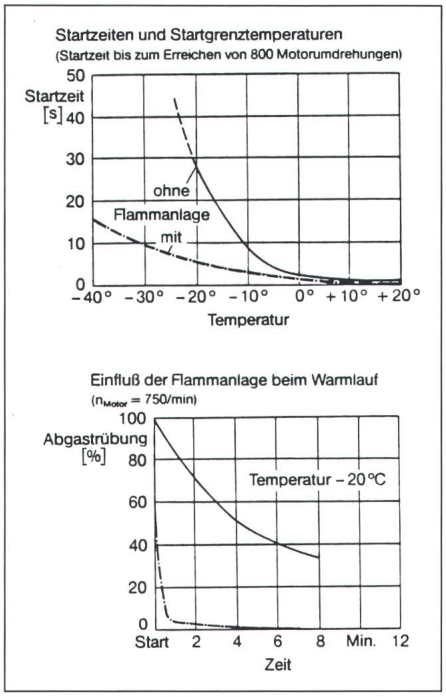
Verbesserung der Abgasemission

Viel zu wenig Beachtung findet der geringere CO_2-Ausstoss des Dieselmotors im Vergleich zum Benzinmotor. Schon aufgrund der um ungefähr 15% niedrigeren CO_2-Emission eines Vorkammermotors müsste der Einsatz von Dieselmotoren wesentlich mehr gefördert werden. Ganz besonders gut schneiden die im Nutzfahrzeug vorwiegend zum Einsatz kommenden Direkteinspritzmotoren ab. Eine Gegenüberstellung von Benzinmotor, Vorkammer- und Direkteinspritz-Dieselmotor verdeutlicht diesen grossen Unterschied. Durch die weitere Verbesserung der Verbrennung der Direkteinspritz-Dieselmotoren konnten die Wirkungsgrade von etwa 38 auf über 44% angehoben und damit der CO_2-Ausstoss nochmals verringert werden. Ein moderner LKW-Motor stösst heute bei gleicher Transportleistung im Vergleich zum Benzinmotor ungefähr 30% weniger CO_2 aus (Figur 10).

Zur weiteren Verbesserung der Abgasemission der Saug- und Ladermotoren sind von Mercedes-Benz neue Brennraumformen eingeführt worden. Untersuchungen an vielen Brennraummulden zeigen, dass mit bestimmten Geometrien noch sehr positive Beeinflussungen des Verbrennungsablaufes möglich sind. Die besten Ergebnisse werden mit der sogenannten Fangkantenmulde erreicht, bei der während der Abwärtsbewegung des Kolbens der Kraftstoff nicht mehr aus der Mulde «schwappt» und in kalte Zonen gelangt, sondern durch die Einschnürung am oberen Kolbenrand konzentriert im Brennraum verbrennt. Zusätzlich wurden zur nochmals besseren Aufbereitung des Kraftstoffes Einspritzpumpen mit höheren Einspritzdrücken eingeführt und dazu Düsen mit extrem kleinen Spritz- und Sacklochvolumina. Diese verhindern ein unkontrolliertes Nachtropfen des Kraftstoffes in den Brennraum nach Beendigung der Einspritzung und ermöglichen eine gute Kraftstoffzerstäubung. Hierdurch liessen sich vor allem die Kohlenwasserstoffemission, der Verbrauch und der Rauch deutlich verringern.



Figur 10 CO_2-Emission von LKW-Motoren



Figur 11 Flammanlage

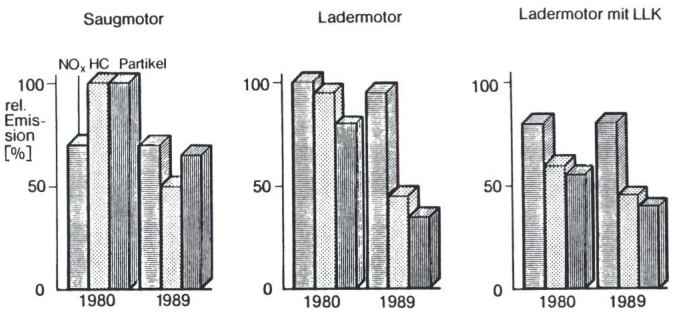
Mercedes-Benz hat zudem für alle Nutzfahrzeugmotoren *Flammanlagen* als Sonderausstattung eingeführt (Figur 11). Mit diesen Anlagen wird die Kaltstartfreudigkeit der Motoren erheblich gesteigert, so dass damit bei Aussentemperaturen von weit unter -35 °C noch problemlos gestartet werden kann. Wichtiger noch als das Startverhalten ist dabei die Vermeidung des Weissrauchens der Motoren nach dem Start. Die Flammanlagen brennen so lange nach, bis die Kühlwassertemperaturen einen Wert von 25 °C erreicht hat. Dadurch läuft der Motor auch bei sehr niedrigen Aussentemperaturen, selbst wenn er nach dem Start nicht gleich voll belastet wird, sehr schnell rauchfrei und damit umweltverträglich. Stadtbusmotoren haben darüber hinaus heute bereits eine temperaturabhängige Startmengenbegrenzung. Die Startmenge wird temperaturabhängig gesteuert, so dass es keinen Rauchstoss beim Starten des Motors gibt.

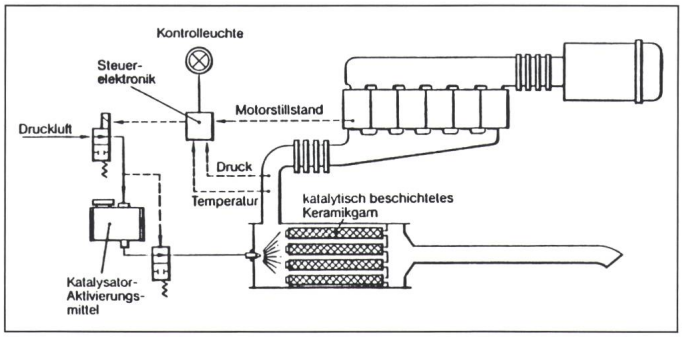
Durch die Einführung vorgenannter Massnahmen konnten die Abgasemissionen der Mercedes-Benz-Nutzfahrzeugmotoren zwischen 1980 und 1989 insgesamt deutlich verbessert werden (Figur 12).

Zukunftsentwicklungen

Mercedes-Benz bietet für Stadtbusse und Kommunalfahrzeuge seit Anfang 1989 - weltweit als erster Hersteller - *Partikelfilter* mit katalytischer Regeneration an (Figur 13). Es handelt sich hierbei um das Keramikwickelfilter, bei dem auf gelochte Edelstahl-Stützrohre in mehreren Lagen ein hochtemperaturfestes Keramikgarn aufgewikkelt ist. Das Garn wird hierbei nach einem speziellen Verfahren aufgerauht, so dass die Garnzwischenräume von einer Vielzahl feinster Härchen ausgefüllt werden. Das Abgas strömt von aussen durch den Garnwickel, wobei die Partikel von den Härchen festgehalten werden (Figur 14). Eine Vielzahl solcher Filterkerzen ist in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht, das üblicherweise anstelle des Schalldämpfers montiert wird. Der Abscheidegrad des Keramikwickelfilters ist sehr hoch. Bezogen auf Gesamtpartikel werden vom Keramik-

Figur 12 Abgasentwicklung von Mercedes-Benz Nfz-Dieselmotoren
LLK Ladeluftkühlung

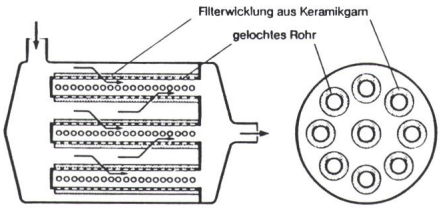




Figur 13 Keramik-Wickelfilter mit katalytischer Regeneration

wickelfilter im Mittel über 80% erreicht. Betrachtet man nur die Russpartikel, liegt die Abscheidung im Mittel über 95%. Wenn sich im Laufe des Betriebes der Abgasgegendruck erhöht, muss das Partikelfilter regeneriert werden. Dazu ist auf das Garn eine dünne Kupferoxidschicht aufgebracht, die als Katalysator wirkt und die Selbstentzündungstemperatur der Partikel von 600 °C auf ungefähr 250 °C absenkt.

Zur Regeneration muss der Katalysator aktiviert werden. Dies erfolgt, wenn ein vor dem Filter angeordneter



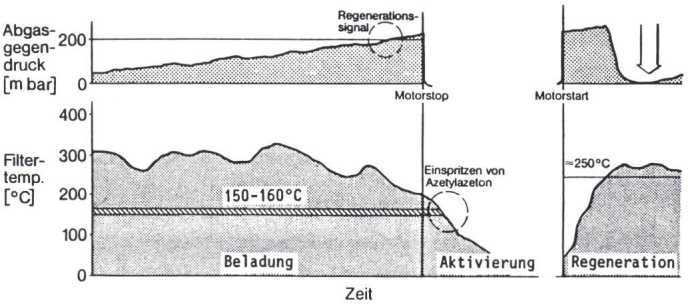
Figur 14 Schema eines Keramik-Wickelfilters

Sensor einen zu hohen Abgasgegendruck ermittelt, der an eine Steuerelektronik weitergeleitet wird. Sobald das Fahrzeug abgestellt wird und die Partikelfiltertemperatur auf etwa 150 °C abgesunken ist, werden über Druckluft aus einem Behälter 10 ml Acetylaceton eingespritzt (Figur 15). Erst wenn das Fahrzeug wieder angelassen wird – das kann Stunden oder Tage nach der Aktivierung erfolgen – und das Filter eine Temperatur von ungefähr 250 °C erreicht, setzt die Regeneration durch Verbrennen der Russpartikel ein. Alles erfolgt automatisch, so dass für den Fahrer kein zusätzlicher Aufwand entsteht. Für den Fall, dass über einen längeren Zeitraum kein Abstellen des Motors erfolgt und somit keine Stillstandsdosierung möglich ist, wird automatisch eine Betriebsdosierung durchgeführt. Die Regenerationsgüte ist in diesem Fall jedoch schlechter als bei der Stillstandsdosierung. Der Behälter für das Acetylaceton hat ein Volumen von 8 l und reicht für weit über 60 000 km Fahrstrecke, d.h. bei einem Stadtbus über ein Jahr. Andere Regenerationssysteme mit Brenner brauchen weit mehr als 150 l Brennstoff im Jahr. Die geringfügigen Kupferemissionen des katalytisch regenerierenden Partikelfilters liegen in der Grössenordnung der Kupferemission eines Motors ohne Filter, d.h. ein herkömmlicher Motor emittiert bereits eine winzige Kupfermenge, die jedoch weit unterhalb der am Arbeitsplatz zugelassenen Konzentration (MAK-Wert) liegt.

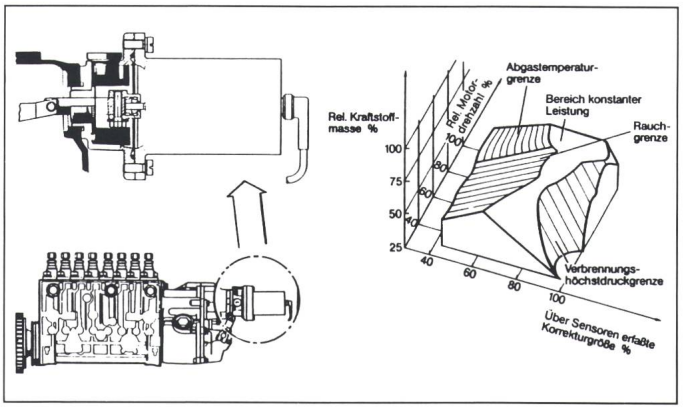
Partikelfilter sind für häufigen Stop-and-go-Betrieb, d.h. für Stadtbusse und Kommunalfahrzeuge, besonders geeignet, da im Motor die Anpassung der Einspritzmenge an die jeweilig angesaugte Luftmasse bei heutigen Reglern Probleme bereitet. Für den LKW-Einsatz muss dieses Partikelproblem anders gelöst werden. Wenn ein LKW heute raucht, dann geschieht das bei Anfahrvorgängen, beim Schalten oder wenn bei Saugmotoren die Einspritzmenge, um die höchstmögliche Leistung herauszuholen, zu gross ist und wenn bei Ladermotoren der Abgasturbolader schlecht abgestimmt ist. Die Einspritzmenge im stationären Betrieb der vom Motor angesaugten Luft richtig zuzuordnen, ist kein Problem. Das akute Problem sind dynamische Lastwechsel, bei denen mechanische Regler nicht genau und schnell genug die Einspritzmenge der angesaugten Luftmenge zuordnen können.

Um dieses Problem zu lösen, hat Mercedes-Benz eine elektronische *Lambda-Regelung* entwickelt. Diese Vorrichtung arbeitet so, dass mit Hilfe von Sensoren der Luftdruck im Saugrohr, die Lufttemperatur und die Motordrehzahl gemessen werden und damit die angesaugte Luftmasse genau ermittelt wird. Die Informationen werden in einer Elektronik verarbeitet und an einen Stellmotor gegeben, der die jeweilige Vollastmenge an der Regelstange der Einspritzpumpe begrenzt. Diese Einrichtung berücksichtigt ausser der dynamischen Einspritzmengenzuordnung auch die Startmenge, den Höheneinsatz und andere Parameter (Figur 16), ausserdem kann mit ihr

Figur 15 Regenerationsprinzip eines Keramikwickelfilters mit katalytischer Kupferoxidbeschichtung



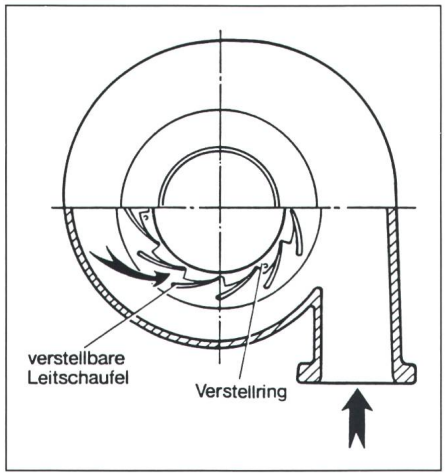
Figur 16 Elektronische Lambda-Regelung



eine zusätzliche kurzzeitige Lufteinblasung zur Beschleunigungsverbesserung kombiniert werden.

Verbesserungen der Gemischaufbereitung sind durch neue Einspritzpumpen zu erreichen, die mit Drücken über 1500 bar arbeiten. Auch eine lastabhängige elektronische Regelung des Förderbeginns der Einspritzung zeigt Entwicklungspotential. Prototypen solcher Anlagen laufen bereits im Vorentwicklungsstadium.

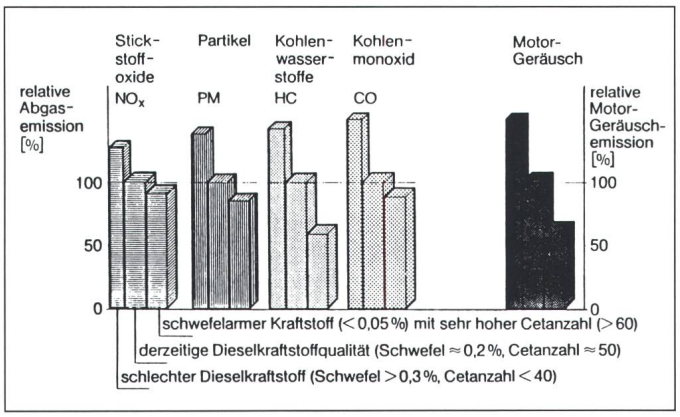
Die Entwicklung neuer Abgasturbolader mit elektronisch gesteuerten verstellbaren Leitschaufeln wird zur Verbesserung der Dieselmotoren beitragen. Der Abgasturbolader kann dadurch besser an den Motor angepasst und die Motordrehzahl bei gleicher Leistung noch weiter abgesenkt werden (Figur 17).



Figur 17 Turbolader mit verstellbaren Turbinen-Leitschaufeln

Nicht zuletzt muss auch auf den Dieselkraftstoff hingewiesen werden (Figur 18). Bereits 1982 hat Mercedes-Benz darauf aufmerksam gemacht, dass die Kraftstoffqualität grossen Einfluss auf das Abgasverhalten der Dieselmotoren hat. Es war sehr erfreulich, dass ein deutsches Mineralölunternehmen durch die Einführung des «Superdiesel» den Anfang gemacht hat, einen Kraftstoff auf den Markt zu bringen, der eine gute Zündwilligkeit hat und in den Bestandteilen akzeptiert werden kann. Dies hat eine beachtliche Verringerung der Emissionen gebracht. Durch weitere Verbesserung der Kraftstoffqualität, z.B. Absenkung des Schwefelgehaltes von heute 0,2% auf 0,05%, kann die Partikelemission noch wesentlich gesenkt werden.

Figur 18 Dieselkraftstoffqualität und Emissionen



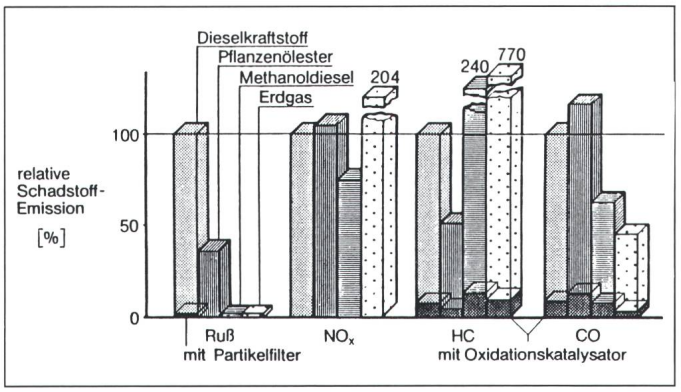
Alternativkraftstoffe

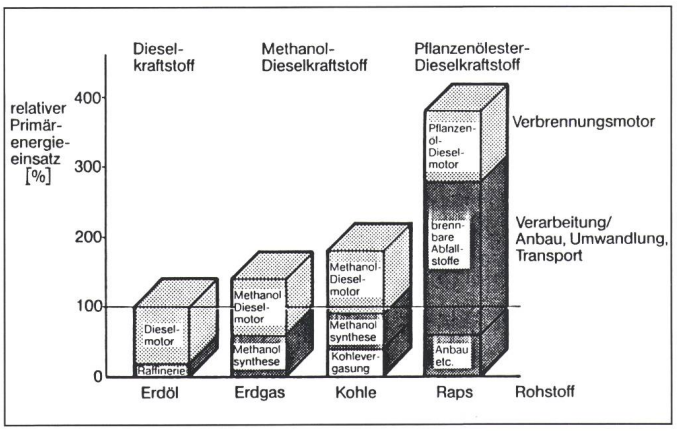
Bei Mercedes-Benz sind umfangreiche Untersuchungen auf dem Alternativkraftstoffsektor gemacht worden. Dabei sind Pflanzenölester zu erwähnen, die in jedem normalen Dieselmotor gefahren werden können - sogar als Gemisch. Ausserdem müssen die Alkohole betrachtet werden - in Form von Otto-Motoren-Kraftstoff und in Form des mit Zündbeschleuniger versehenen Alkohol-Dieselkraftstoffs. Des weiteren steht auch das Erdgas zur Diskussion. Einige Alternativ-Kraftstoffe zeigen bessere Abgasemissionen, wie z.B. der Alkohol, bei dem keine Abgastrübung mehr feststellbar ist (Figur 19). Die Wirkungsgrade der mit Alternativkraftstoffen betriebenen Motoren zeigen aber, dass der Diesel motor nach wie vor die beste Gesamtlösung für das Nutzfahrzeug ist. Ganz besonders drastisch ist der Vergleich der Wirkungsgradkette vom Rohstoff bis zur am Schwungrad abgegebenen Leistung. Hier liegt der Dieselmotor mit 32% am besten und die Alternativkraftstoffe unter 20% und damit beachtlich schlechter. Sie sind daher aus heutiger Sicht für den Fahrzeugantrieb mit Ausnahme von Sondereinsätzen unwirtschaftlich (Figur 20).

Neue Untersuchungen von Mercedes-Benz über die tatsächlichen Emissionsanteile der Nutzfahrzeuge mit Dieselmotoren zeigen, dass die bisher bekannt gewordenen Angaben bei Stickoxiden (NO_x) um durchschnittlich 40% zu hoch liegen und bei den Partikeln um 86%. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch ein anderer europäischer Nutzfahrzeug-Hersteller sowie die renommierte Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) Zürich. Eine aufwendige, neue Methode mit umfassenden Fahrversuchen und Berechnungen bildet eine gesicherte Basis für die neu ermittelten Emissionsfaktoren der eingesetzten Nutzfahrzeugflotten. Gerade die bislang viel zu hoch geschätzte Partikelmenge aus Nutzfahrzeug-Dieselmotoren nimmt in der öffentlichen Diskussion einen besonders breiten Raum ein. Aus dem Vorsorgeprinzip arbeitet Mercedes-Benz intensiv an der weiteren Absenkung der Abgasemission.

Sowohl die Ergebnisse der Untersuchungen über den Emissionsanteil von Nutzfahrzeugen als auch die Aussagen über die Wirkung der Dieselabgase ge-

Figur 19 Abgasemission für Alternativkraftstoffe und Dieselkraftstoff
Nach ECE-13-Punkte-Test





Figur 20
Primärenergieeinsatz für Diesel- und Alternativkraftstoffe

ben Aufschluss darüber, dass das Nutzfahrzeug besser ist als sein Ruf. Die jahrelange intensive Entwicklungsarbeit an den Nutzfahrzeugmotoren hat ergeben, dass ihre Umweltfreundlichkeit wesentlich gesteigert werden konnte. Auch in Zukunft wird Mercedes-Benz an der weiteren Verbesserung der Motoren arbeiten. Klare und einheitliche Gesetzesvorschriften zumindest in Europa können dabei die Arbeit der Nutzfahrzeughersteller erheblich unterstützen.

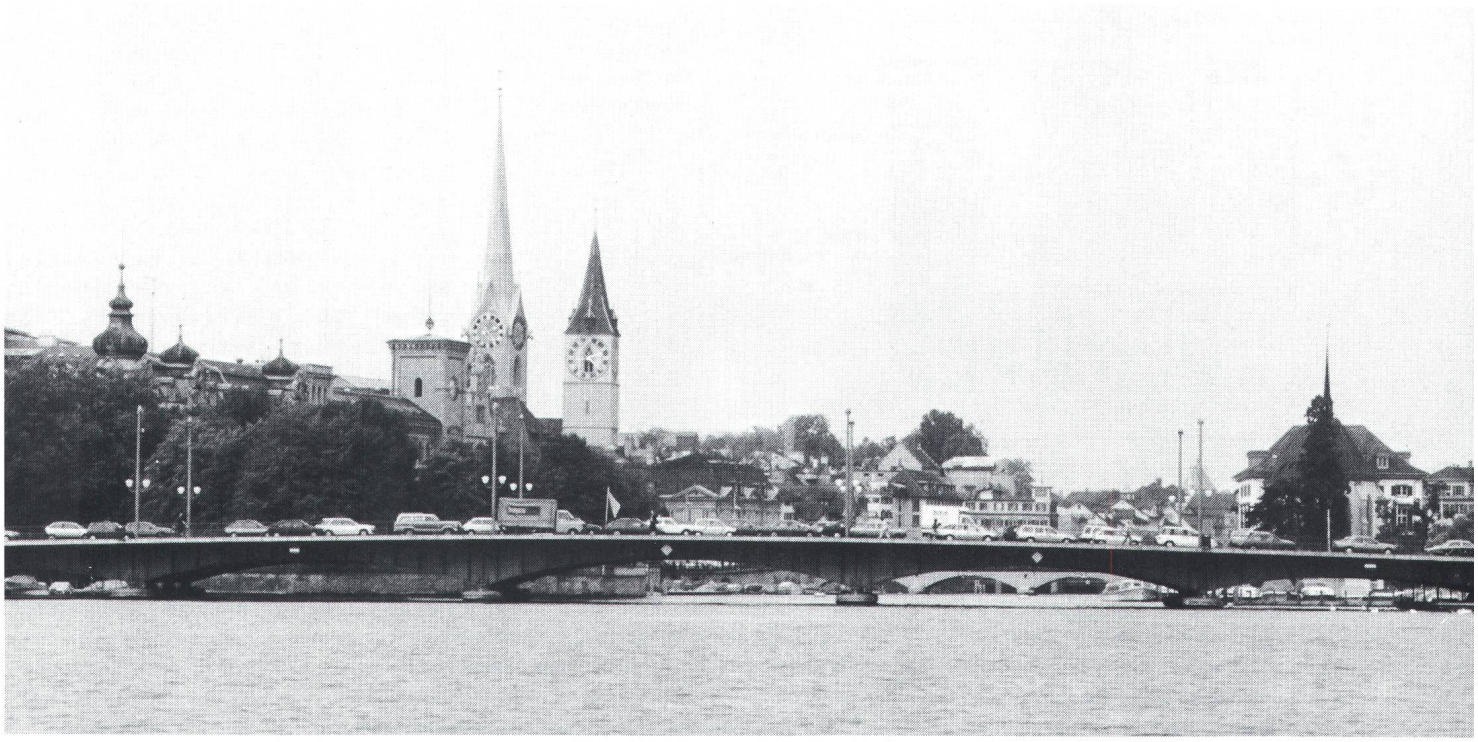
Zusammenfassung

Der vorliegende Aufsatz ging auf die Bedeutung des Nutzfahrzeuges für den Güter- und Personenverkehr ein. Der Antrieb aller Nutzfahrzeuge erfolgt hauptsächlich durch Direkteinspritz-Dieselmotoren. Eine intensive Entwicklung hat zu deutlichen Leistungssteigerungen und zur Verringerung des Kraftstoffverbrauchs geführt und damit die Wirtschaftlichkeit erheblich gesteigert.

Auf dem Gebiet der Verbesserung der Abgas- und Geräuschemission der Direkteinspritz-Dieselmotoren wurden deutliche Fortschritte erzielt, und weitere Techniken zur Reduzierung der Emission sind in Entwicklung. Es wurde die Gesetzgebung zur Begrenzung der Geräusch- und Abgasemissionen beschrieben. Zur Realisierung der neuen EG-Geräuschgrenzwerte müssen alle Geräuschquellen des Nutzfahrzeuges durch gezielte Massnahmen abgesenkt werden. Bei der Entwicklung neuer Fahrzeuge spielt nicht nur das Motorengeräusch eine wesentliche Rolle, sondern auch Getriebe, Achsen, Reifen und insbesondere die Fahrbahn.

Es wurden innermotorische Massnahmen zur Reduzierung des Verbrennungsgeräusches und zur Abgasverbesserung beschrieben; ebenso der Einfluss der Kraftstoffqualität auf die Emissionen. Des weiteren wurde auf die Reduzierung der Gesamtpartikel- und insbesondere der Russpartikelemission durch Partikelfilter mit katalytischer Regeneration eingegangen, auf Zukunftsentwicklungen zur Absenkung der Emissionen und auf die Einschätzung über den Einsatz von Alternativkraftstoffen.

Auch in Istanbuls Untergrund?



Auch in Istanbuls Untergrund!

Wer im Alpenland Schweiz die Spitze im Funkanlagenbau erklommen hat, beherrscht funktechnische Lösungen der besonderen Art, z.B. den Tunnelfunk.

Im 17 km langen Gotthardtunnel ermöglicht Funk die durchgehende Verständigung von Polizei- und Rettungsdiensten, aber auch die Information der Autofahrer übers Autoradio. Funk fährt mit durch Zürichs hochfrequentierte Strassentunnels. Und auf Zürichs neuer S-Bahnlinie klappt der Funkverkehr auch unterm Limmatbett.

Lückenlose Funkversorgung erhöht die Sicherheit und steigert die Transportkapazität, das gilt heute überall. Deshalb baut Ascom Funknetze über und unter Grund für die TGV-Strecken in Frankreich, die Metro in Kairo, die Vorortsbahnen in Lissabon und u.a. auch die Metro von Istanbul.

Lassen Sie sich informieren, wie Sie mit Tunnelfunk-Systemen auch in **Tiefgaragen und anderen unterirdischen Bauten** nahtlos, drahtlos ungebunden kommunizieren können.

Mit **ascom** *sind Sie gut verbunden.*

Coupon bitte einsenden an:
Ascom Telematic AG, Abt. VL, Bolligenstr. 56,
3000 Bern 22, Fax 031 41 75 27

Mich interessieren ☐ Ihre Funkgeräte ☐ Ihre Funksysteme
☐ Datenfunktechnik ☐ Kanalbündeltechnik

Name _____ Vorname _____

Firma _____

Strasse _____

PLZ _____ Ort _____

Telefon Nr. _____

Ascom Telematic AG Zürich 01 248 12 12, Bern 031 40 91 11, Basel 061 22 55 33, St. Gallen 071 25 85 11, Luzern 041 44 04 04, Lugano 091 52 58 52, Biel 032 22 61 11, Chur 081 22 16 14, Interlaken 036 23 21 21, Olten 062 32 72 22, Solothurn 065 23 50 24, Winterthur 052 23 11 15; Représentation générale d'Ascom pour la Suisse Romande: Téléphonie SA Lausanne 021 26 93 93, Genève 022 42 43 50, Sion 027 22 57 57, Neuchâtel 038 24 53 43, Brigue 028 23 52 83