

Fahrleistungen von Motorfahrzeugen

Autor(en): **Abay, Georg**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **105 (1987)**

Heft 40

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-76722>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Fahrleistungen von Motorfahrzeugen

Von Georg Abay, Zürich

In den Nummern 18/87 und 20/87 des «Schweizer Ingenieur und Architekt» sind unter dem Titel «Abgase von Motorfahrzeugen» bzw. «Emissionsfaktoren der Motorfahrzeuge» die wesentlichen Ergebnisse einer umfangreichen vom Bundesamt für Umweltschutz veröffentlichten Untersuchung über die Entwicklung der Schadstoffemissionen des privaten Strassenverkehrs von 1950 bis 2000 vorgestellt worden. Nachfolgender Artikel bildet den dritten Teil dieser Serie und hat die Entwicklung der Fahrleistungen von Motorfahrzeugen von 1950 bis 2000 zum Thema.

Einleitung

Für die Ermittlung der Schadstoffemissionen des motorisierten Strassenverkehrs in den Jahren zwischen 1950 und 2000 müssen die entsprechenden Verkehrsleistungen und Geschwindigkeitsverteilungen bekannt sein. Im folgenden wird auf die Ermittlung dieser Verkehrsdaten näher eingegangen. Die Vorgehensweise ist in Bild 1 dargestellt.

Der Verkehr hat seine bekannten Gesetzmässigkeiten. Er ändert sich ständig; von Stunde zu Stunde, von Tag zu Tag, von Saison zu Saison, so dass eine Schätzung der jährlichen Fahrleistungen aufgrund einer Momentaufnahme zu falschen Ergebnissen führen würde.

Eine genaue Ermittlung der jährlichen Fahrleistungen wäre nur dann möglich, wenn der Verkehr an jedem Streckenabschnitt des gesamten Strassennetzes permanent erfasst würde. Eine solche permanente Verkehrserhebung ist jedoch wegen des dafür erforderlichen Aufwandes nicht realisierbar. Die Ermittlung der Verkehrsleistungen muss deshalb mit anderen Methoden erfolgen. Grundsätzlich stehen für diese Aufgabe die folgenden Verfahren zur Verfügung:

- a) Ermittlung der Verkehrsleistungen mit Hilfe von erklärenden Verkehrsmodellen
- b) Ermittlung der Verkehrsleistungen mit Hilfe von beschreibenden Modellansätzen, die direkt auf Verkehrserhebungen basieren. (Haushaltbefragungen über Verkehrsverhalten, Querschnittszählungen zur Erhebung der Verkehrsmengen auf bestimmten Streckenabschnitten.)

Die Ermittlung der gesamten Verkehrsbelastung durch Motorfahrzeuge im Rahmen der vorliegenden Untersuchung erfolgte durch eine sinnvolle Kombination der beiden genannten Methoden. Das Vorgehen ist in Bild 2 skizziert.

Ermittlung der Fahrleistungen 1980

Personenwagen

Die Gesamtfahrleistungen der Personenwagen resultieren – entsprechend den Berechnungsabläufen – aus dem Werktags- sowie Wochenendverkehr und dem ausländischen Verkehr auf dem schweizerischen Strassennetz. Bis anhin waren nur die Werktags-Fahrleistungen der schweizerischen Personenwagen modellmässig erfasst (Werktags-PW-Binnenverkehr). Für den Werktagsverkehr der Ausländer und für den Wochenendverkehr mussten neue beschreibende Modellansätze erarbeitet werden. Nachfolgend werden die einzelnen Teilmodelle kurz beschrieben.

Für die Ermittlung der *Werktags-Fahrleistungen der Personenwagen* wurde das sogenannte GVK-CH Personenverkehrsmodell eingesetzt. Dieses Modell wurde im Rahmen der Arbeiten für die Gesamtverkehrskonzeption Schweiz (GVK-CH) entwickelt und im Zusammenhang mit der Nationalstrassenüberprüfung (NUP) im Jahre 1980 aktualisiert.

Der Verfasser dieses Artikels war vom Stab für Gesamtverkehrsfragen und vom Bundesamt für Umweltschutz mit der Überarbeitung und Aktualisierung des Emissionsmodells GVK-CH beauftragt. Diese Resultate bildeten eine der Grundlagen für den Bericht «Schadstoffemissionen des privaten Strassenverkehrs 1950-2000». Er liegt in deutscher und französischer Sprache vor und kann als Heft Nr. 55 der Schriftenreihe Umweltschutz beim Dokumentationsdienst des Bundesamtes für Umweltschutz, 3003 Bern, bezogen werden. Bei den beiden eingangs erwähnten Artikel im «Schweizer Ingenieur und Architekt» handelt es sich auszugsweise um Darstellungen dieses Berichtes.

Dieses Verkehrsmodell ist ein konventionelles «Vier-Schritt»-Modell. In den vier Modellstufen werden dabei die folgenden Fragen beantwortet:

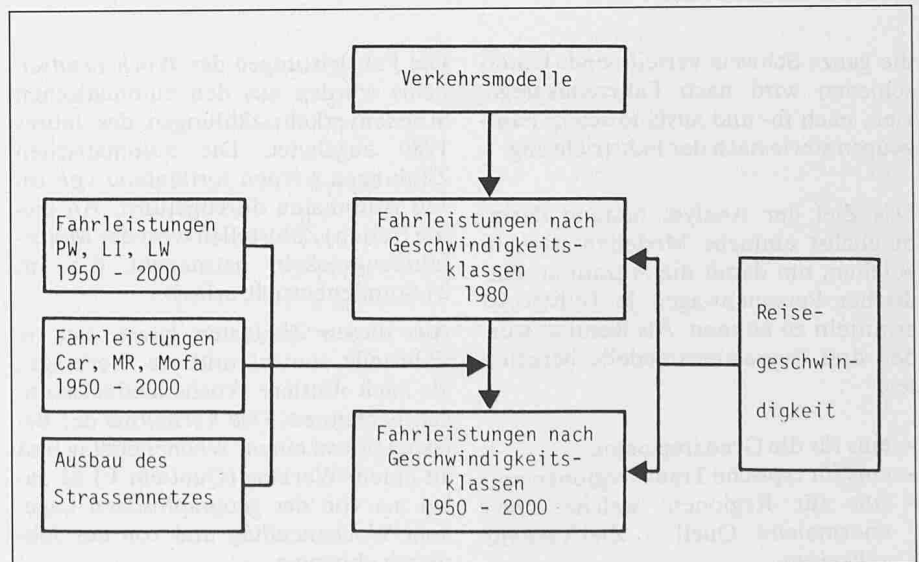
- wieviel Fahrten entstehen insgesamt?
- wie verteilen sie sich?
- womit werden sie unternommen?
- welche Wege werden gewählt?

Der eigentliche Output des Modells besteht in den Netzbelastungen (Anzahl Fahrzeuge je Teilstrecke) an einem durchschnittlichen Werktag.

Der Anteil der Fahrleistungen der Personenwagen, die mit diesem Modell ermittelt wurden, beträgt etwa zwei Drittel der gesamten PW-Fahrleistungen. Das restliche Drittel wird von den ausländischen Personenwagen und an den Wochenenden (Wochenendverkehr) erbracht.

Die Analyse des Verkehrs *ausländischer Personenwagen* in der Schweiz wurde mit Hilfe der Schweizerischen Strassenverkehrszählung (UNO-Zählung) durchgeführt. Die UNO-Zählung ist eine Handzählung, die alle fünf Jahre durchgeführt wird. Gezählt wird jeweils an fast 500 Zählstellen, die über

Bild 1. Genereller Ablauf zur Ermittlung der Fahrleistungen des motorisierten Strassenverkehrs 1950-2000



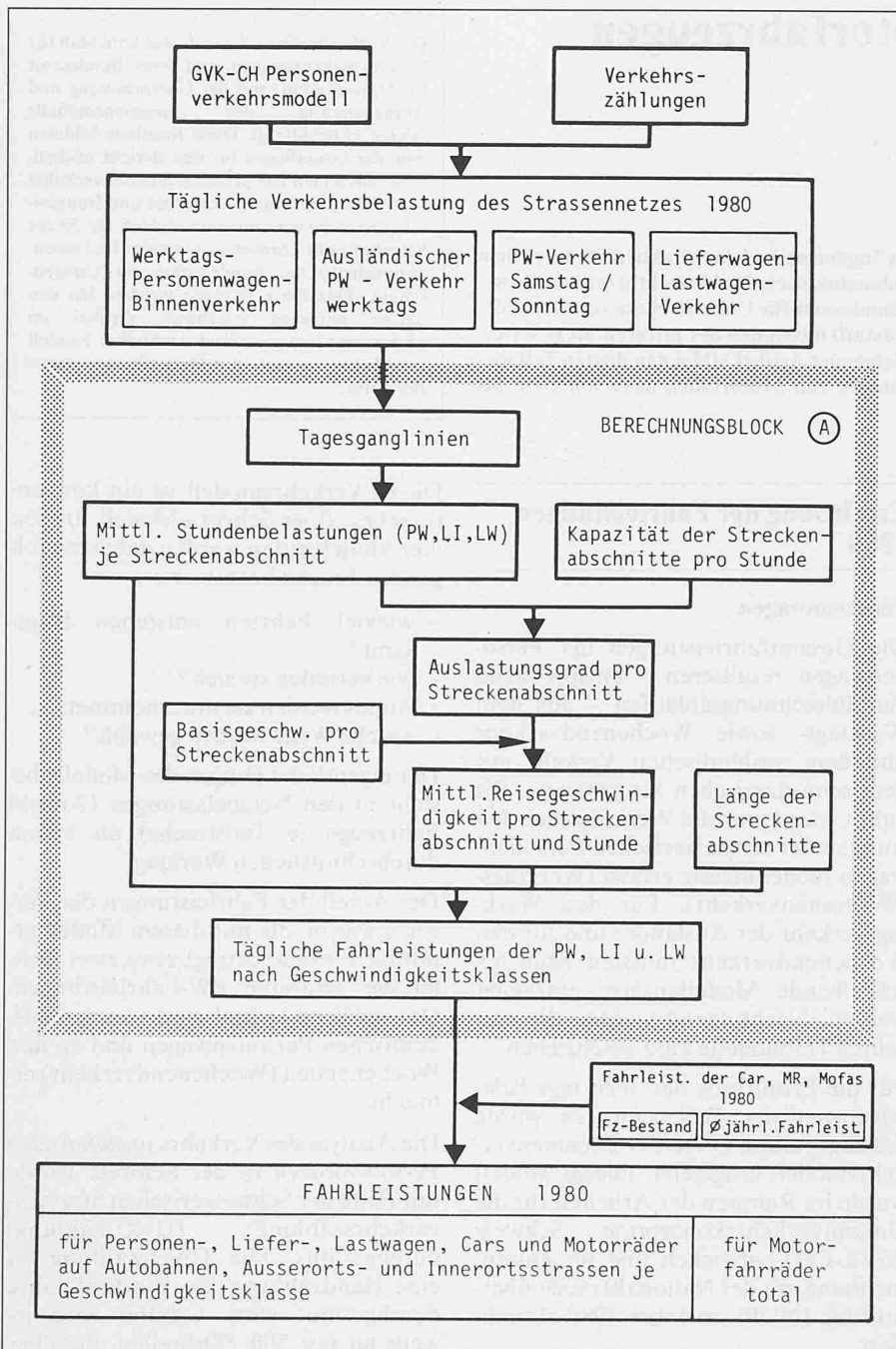


Bild 2. Ablaufschema zur Ermittlung der Fahrleistungen des motorisierten Strassenverkehrs für das Basisjahr 1980

die ganze Schweiz verteilt sind. Unterschieden wird nach Fahrzeugkategorien, nach in- und ausländischen Fahrzeugen sowie nach der Fahrtrichtung.

Das Ziel der Analyse bestand darin, möglichst einfache Modellansätze abzuleiten, um damit die Anzahl ausländischer Personenwagen je Teilstrecke ermitteln zu können. Als Resultat wurden drei Regressionsmodelle hergeleitet:

- eins für die Grenzregionen,
- eins für typische Transitregionen und
- eins für Regionen, welche einen «normalen» Quell - Ziel-Verkehr aufweisen.

Die Fahrleistungen des *Wochenendverkehrs* wurden aus den automatischen Strassenverkehrszählungen des Jahres 1980 abgeleitet. Die automatischen Zählungen werden fortlaufend von ca. 130 Automaten durchgeführt. An diesen (festen) Zählstellen wird der Motorfahrzeugverkehr permanent, d.h. im 24-Stundenbetrieb, erfasst.

Aus diesen Zähldaten lassen sich je Zählstelle sowohl mittlere Werktags-, als auch mittlere Wochenendbelastungen berechnen. Das Verhältnis der Belastungen an einem Wochenendtag und an einem Werktag (Quotient F) ist dabei u.a von der geographischen Lage, vom Wochenendtag und von der Jahreszeit abhängig.

Das Ziel bei der Herleitung eines einfachen Wochenendmodells bestand darin, einen funktionalen Zusammenhang zwischen der Grösse des Quotienten F und ganz bestimmten zählstellen- und zonenspezifischen Merkmalen zu finden. Der gesuchte Zusammenhang wurde mit Hilfe multivariater Analysemethoden (im vorliegenden Fall: Cluster- und Diskriminanzanalyse) gefunden. Mit Hilfe der abgeleiteten Modelle konnte der Wochenendverkehr je Teilstrecke in der Sommer-, Winter- und Zwischensaison ermittelt werden.

Last- und Lieferwagen

Die Fahrleistungen des *Güterverkehrs* (Last- und Lieferwagen) wurden mit Hilfe von einfachen Regressionsmodellen, die in einer separaten Untersuchung aus den UNO-Zählungen abgeleitet wurden, ermittelt.

Fahrleistungen der Gesellschaftswagen, Motorräder und Motorfahräder im Jahr 1980

Die Fahrleistungen der Gesellschaftswagen und der Motorzweiräder sind relativ bescheiden, und die Fahrleistungen der Mofas zudem auf den Lokalverkehr beschränkt, so dass eine detaillierte modellmässige Berücksichtigung dieser Verkehre unverhältnismässig aufwendig wäre. Deshalb wurden die Fahrleistungen dieser Fahrzeugkategorien auf wesentlich einfachere Art als Produkt des Fahrzeugbestandes mit den durchschnittlichen jährlichen Fahrleistungen ermittelt.

Tägliche und stündliche Verkehrsbelastungen pro Streckenabschnitt

Mit den oben beschriebenen Verkehrsmodellen können die durchschnittlichen Tagesbelastungen des Strassennetzes durch Motorfahrzeuge ermittelt werden. Die Tagesbelastung eines Strassenabschnittes ist jedoch nicht gleichmässig über den ganzen Tag verteilt. Bekanntlich gibt es Spitzenstunden, in denen der Verkehr nur mühsam vorwärtskommt und Stunden mit relativ bescheidenen Verkehrsmengen, in welchen ein flüssiger Verkehr möglich ist. Da das Emissionsverhalten der Motorfahrzeuge sehr stark von der Fahrweise, d.h. von den Reisegeschwindigkeiten abhängig ist, musste diesem Umstand ebenfalls Rechnung getragen werden.

Die Verteilung der Tagesbelastungen auf die einzelnen Stunden erfolgte mit Hilfe der sogenannten Tagesganglinien. Eine solche ist definiert durch die stündlichen Anteile des Verkehrs am Gesamtverkehr eines Tages. Die Herleitung der relevanten Zusammenhänge erfolgte in einer separaten Untersuchung. Ausgangspunkt dieser Arbeit

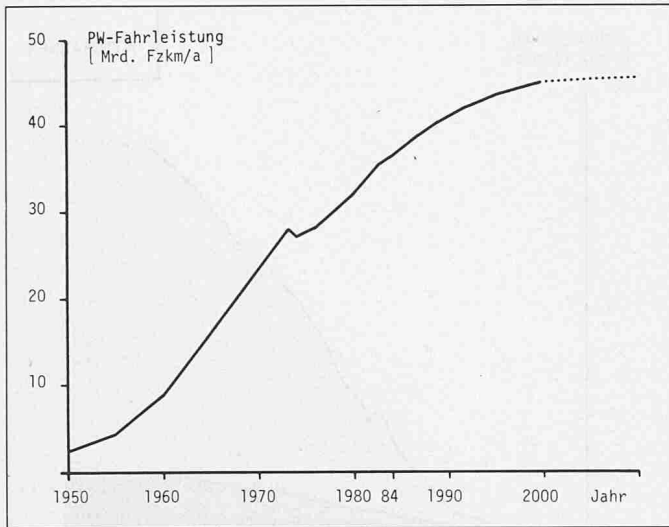


Bild 3. Entwicklung der Personenwagen-Fahrleistungen

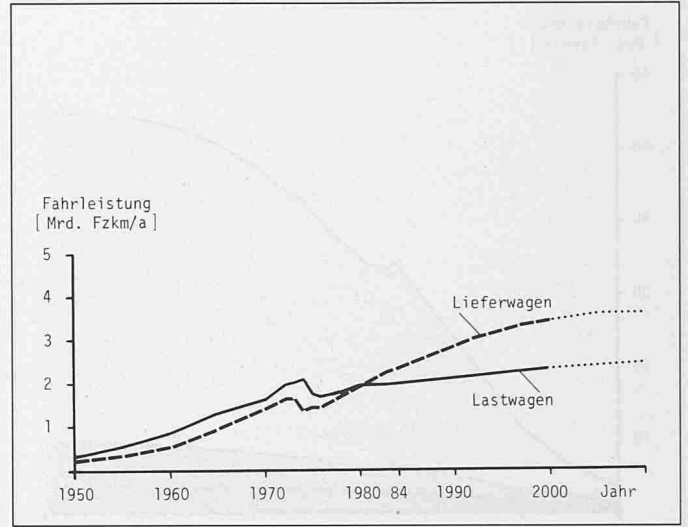


Bild 4. Entwicklung der Liefer- und Lastwagenfahrleistungen

waren wiederum die UNO-Zählungen und die automatischen Verkehrszählungen des Jahres 1980. Die Herleitung von typisierten Ganglinien erfolgte mit Hilfe der Clusteranalyse und die Zuordnung der einzelnen Strassenabschnitte mit Hilfe der Diskriminanzanalyse.

Nachdem die Ganglinientypen für jeden einzelnen Strassenabschnitt bekannt waren, konnten die entsprechenden stündlichen Verkehrsbelastungen je Richtung ermittelt werden.

Ermittlung der effektiven Reisegeschwindigkeiten

Die Reisegeschwindigkeit ist definiert als das Verhältnis einer bestimmten Reisedistanz zu der zum Zurücklegen dieser Distanz insgesamt benötigten Zeit. Die Reisegeschwindigkeit ist somit eine Durchschnittsgeschwindigkeit über eine bestimmte Strecke.

Die effektive Reisegeschwindigkeit auf einem bestimmten Streckenabschnitt ist vom Strassentyp, der Verkehrsmenge, der Kapazität, und der Basisge-

schwindigkeit abhängig. Voraussetzung für die Berechnung der Reisegeschwindigkeit ist die Kenntnis des funktionalen Zusammenhangs zwischen dieser und dem Auslastungsgrad.

Unter *Kapazität* versteht man die Leistungsfähigkeit einer Strasse. Sie gibt an, wieviel Motorfahrzeuge in einer Zeiteinheit die Strasse passieren können.

Unter *Basisgeschwindigkeit* versteht man diejenige Geschwindigkeit, die sich auf einem unbehindert befahrbaren Streckenabschnitt ergeben würde.

Unter dem *Auslastungsgrad* versteht man das Verhältnis zwischen Verkehrsmenge und Kapazität. Je mehr sich der Auslastungsgrad dem Wert 1 nähert bzw. diesen überschreitet, um so grösser wird die gegenseitige Behinderung der Fahrzeuge untereinander und um so kleiner die effektive Reisegeschwindigkeit.

Der funktionale Zusammenhang zwischen Auslastungsgrad und Reisegeschwindigkeit ist durch die folgende Formel gegeben:

$$V = (V_b - 5) \cdot e^{-(ax^b + c)^3} + 5$$

Dabei bedeuten:

- V = Effektive Reisegeschwindigkeit
- V_b = Basisgeschwindigkeit
- a = 0.00250 V_b + 0.65
- b = -0.00500 V_b + 1.80
- c = -0.00025 V_b - 0.05
- x = Auslastungsgrad pro Stunde

Mit Hilfe dieser Funktion und den bereits ermittelten stündlichen Belastungen lassen sich je Streckenabschnitt die Reisegeschwindigkeiten pro Stunde und Richtung und damit die täglichen Fahrleistungen pro Fahrzeugtyp und Geschwindigkeitsklasse berechnen. Es wurden insgesamt 13 Geschwindigkeitsklassen gebildet (10, 20, 30, ..., 130 km/h).

Die täglichen Fahrleistungen konnten somit sowohl für einen mittleren Werktag, als auch für mittlere Wochenendtage in der Sommer-, Winter- und Zwischensaison ermittelt werden. Damit konnten je Streckenabschnitt auch die entsprechenden jährlichen Fahrleistungen pro Fahrzeugkategorie in diesen 13 Geschwindigkeitsklassen berechnet werden.

Bild 5. Geschwindigkeitsveränderung der Personenwagen auf Autobahnen (Index 1980 = 1)

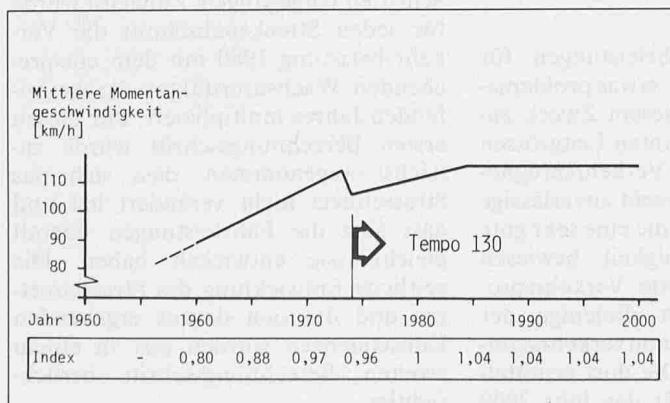
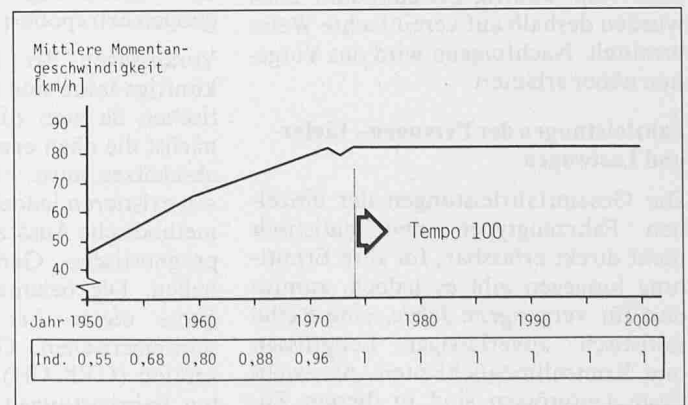


Bild 6. Geschwindigkeitsveränderung der Personenwagen auf Hauptstrassen ausserorts (Index 1980 = 1)



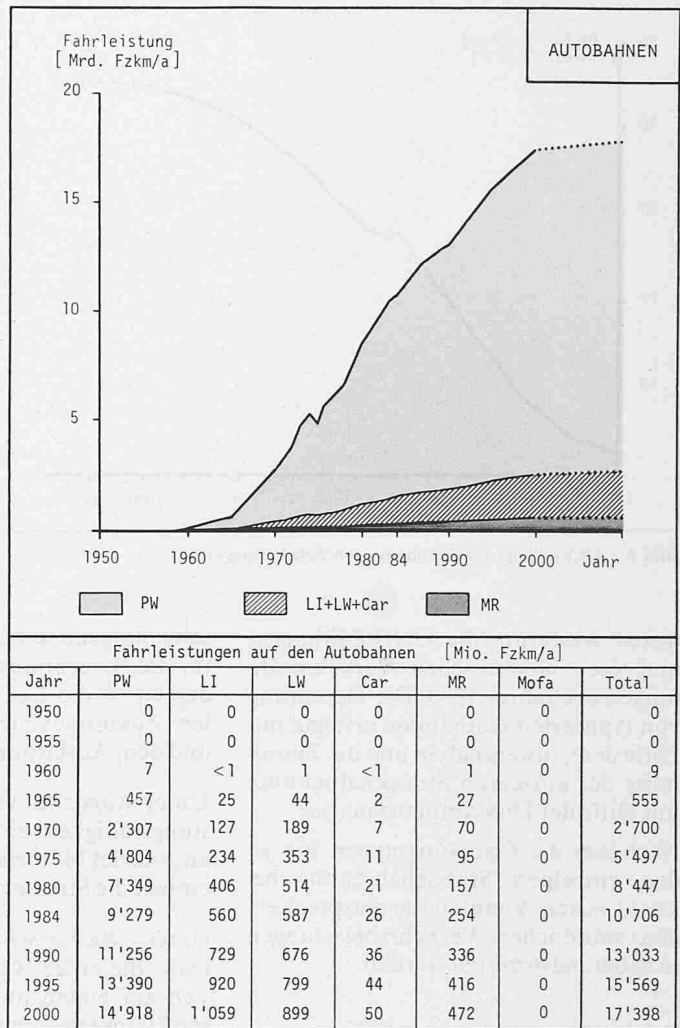
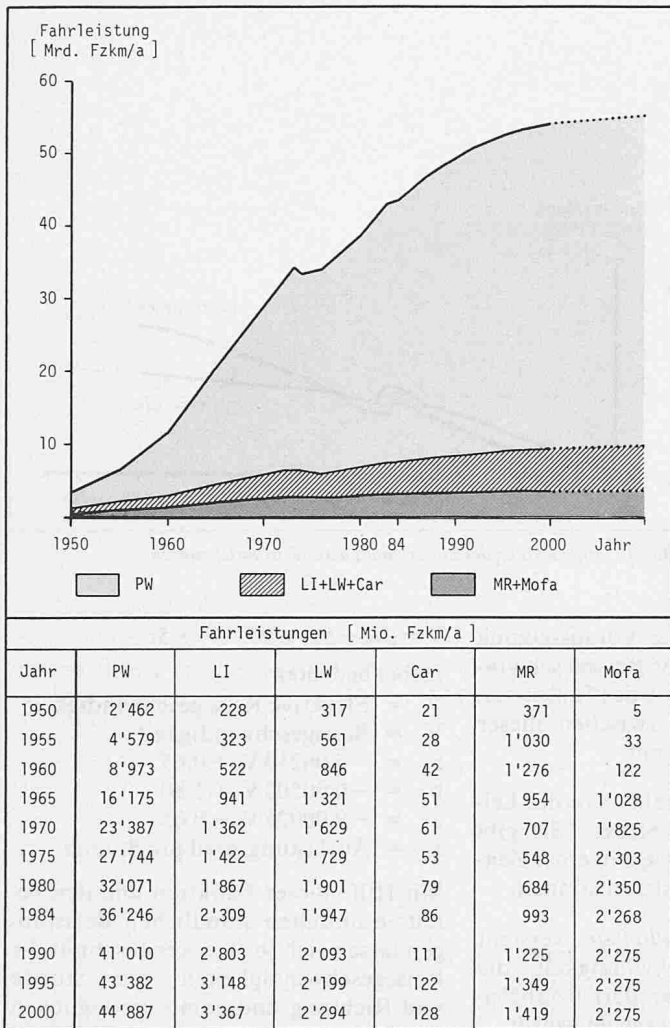


Bild 7. Fahrleistungen 1950 bis 2000, gegliedert nach Fahrzeugkategorien

Bild 8. Fahrleistungen auf den Autobahnen

Ermittlung der Fahrleistungen 1950-2000

Die Ermittlung der Fahrleistungen seit 1950 bis ins Jahr 2000 konnte nicht auf die gleiche Weise wie für das Basisjahr 1980 erfolgen. Der Hauptgrund dafür ist, dass das GVK-CH Verkehrsmodell mit Hilfe von Verkehrsdaten aus 1979/1980 kalibriert wurde und sich deshalb für weit entfernte oder zurückliegende Jahre nicht eignet. Die Fahrleistungen und die entsprechenden Geschwindigkeitsverteilungen zurück bis ins Jahr 1950 resp. künftig bis zum Jahr 2000 wurden deshalb auf vereinfachte Weise ermittelt. Nachfolgend wird das Vorgehen näher erläutert.

Fahrleistungen der Personen-, Liefer- und Lastwagen

Die Gesamtfahrleistungen der einzelnen Fahrzeugtypen sind statistisch nicht direkt erfassbar; für ihre Ermittlung hingegen gibt es jedoch, zumindest für vergangene Jahre, eine Reihe statistisch zuverlässiger Leitgrössen und Kontrollmöglichkeiten. Als wichtigste Leitgrössen sind in diesem Zu-

sammenhang zu nennen: der Motorfahrzeugbestand, Bevölkerungszahlen, die Entwicklung der Strassennetzlänge, die wirtschaftliche Entwicklung und die durchschnittlichen Fahrleistungen pro Fahrzeug, die man aus direkten Haushalts- und Betriebsbefragungen ermitteln kann. Die in dieser Untersuchung verwendeten PW-Fahrleistungen der Jahre 1970-1980 wurden einer noch nicht abgeschlossenen Untersuchung des Stabes GVF entnommen. Die Fahrleistungen der Personenwagen in den Jahren 1950-1969 sowie die Fahrleistungen der übrigen Fahrzeugkategorien wurden aufgrund analoger Überlegungen extrapoliert.

Voraussagen der Fahrleistungen für künftige Jahre sind i.a. etwas problematischer, da man zu diesem Zweck zunächst die oben erwähnten Leitgrössen abschätzen muss. Für Verkehrsprognosen existieren jedoch recht zuverlässige methodische Ansätze, die eine sehr gute prognostische Genauigkeit bewiesen haben. Die bekannteste Verkehrsprognose dieser Art ist diejenige der schweizerischen Gesamtverkehrskonzeption (GVK-CH). Die dort ermittelten Fahrleistungen für das Jahr 2000

(Schlussvariante 2) wurden auch für diese Studie übernommen. Für die Jahre zwischen 1985 und 2000 wurde eine nichtlineare Interpolation durchgeführt, wobei dieser die Annahme einer sättigungsbedingten Abflachung der Entwicklung zugrundegelegt wurde.

Die auf diese Weise ermittelte Entwicklung der Fahrleistungen der Personenwagen, der Lastwagen und der Lieferwagen von 1950 bis 2000 ist in den Bildern 3 und 4 dargestellt.

Zur Aufgliederung der Gesamtfahrleistungen 1950-2000 auf die verschiedenen Strassenkategorien wurde in zwei Schritten vorgegangen. Zunächst wurde für jeden Streckenabschnitt die Verkehrsbelastung 1980 mit dem entsprechenden Wachstumsfaktor des betreffenden Jahres multipliziert. Für diesen ersten Berechnungsschritt wurde zunächst angenommen, dass sich das Strassennetz nicht verändert hat und dass sich die Fahrleistungen überall gleichmässig entwickelt haben. Die zeitliche Entwicklung des Strassennetzes und die sich daraus ergebenden Konsequenzen wurden erst in einem zweiten Berechnungsschritt berücksichtigt.

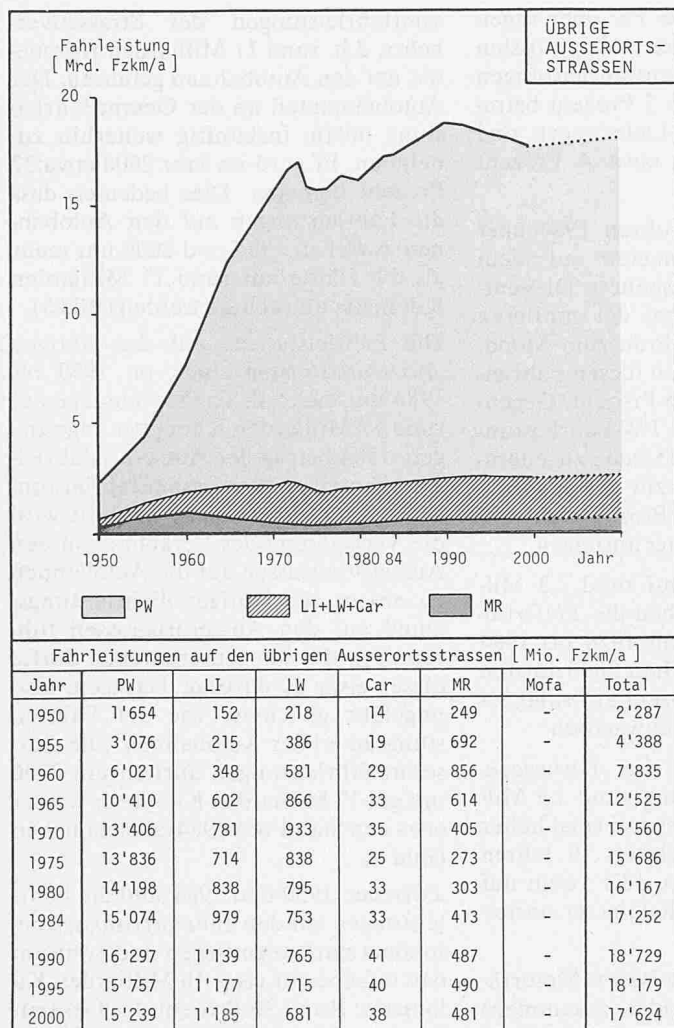


Bild 9. Fahrleistungen auf den übrigen Ausserortsstrassen

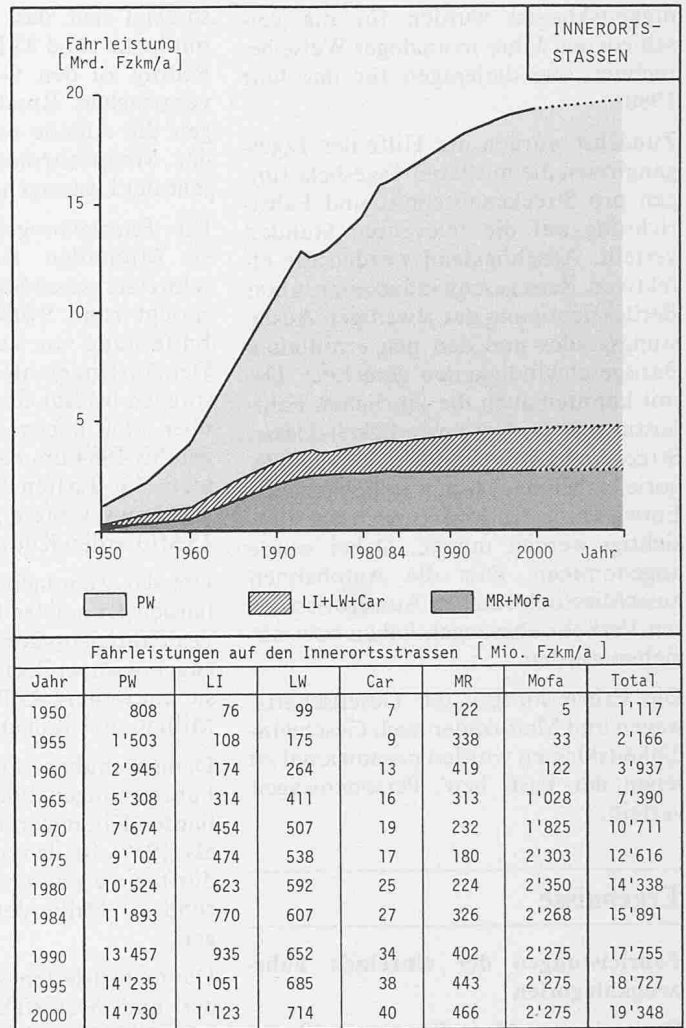


Bild 10. Fahrleistungen auf den Innerortsstrassen

Fahrleistungen der Gesellschaftswagen, Motorräder und Motorfahräder

Die Fahrleistungen der privaten Gesellschaftswagen in den Jahren 1950-1983 wurden im Rahmen der bereits erwähnten GVF-Studie ermittelt. Für die Prognose der Car-Fahrleistungen bis ins Jahr 2000 wurden die folgenden Annahmen getroffen:

- der Fahrzeugbestand nimmt von heute rund 2000 bis zur Jahrtausendwende auf rund 3000 Einheiten zu;
- die durchschnittliche jährliche Fahrleistung pro Fahrzeug von heute 42 500 km/Jahr bleibt bis ins Jahr 2000 konstant.

Die Ermittlung der Fahrleistungen der Motorräder und der Motorfahräder erfolgte aufgrund des Fahrzeugbestands und der mittleren jährlichen Fahrleistung pro Fahrzeug. Dabei wurde die durchschnittliche jährliche Fahrleistung eines Motorrades konstant über alle Jahre mit rund 5000 km, die eines Motorfahrades mit 3500 km angenommen. Bezüglich des Fahrzeugbestandes wurde davon ausgegangen, dass sich die Zahl der Motorräder von 1984 bis ins

Jahr 2000 um rund ein Drittel erhöhen wird und dass sich die Zahl der Motorfahräder etwa auf dem heutigen Niveau stabilisiert.

Entwicklung der mittleren Geschwindigkeiten von 1950-2000

Die relative Entwicklung der mittleren Geschwindigkeiten bildet die Grundlage zur Ermittlung der Basisgeschwindigkeiten der einzelnen Streckenabschnitte in den fraglichen Jahren. Die Geschwindigkeitsveränderung der Personenwagen wurde aus umfangreichen in- und ausländischen Literaturangaben abgeleitet. Dabei wurde für die Entwicklung der mittleren Geschwindigkeiten je Strassenkategorie ein Index ermittelt. Die Veränderung der Geschwindigkeiten auf Autobahnen und die entsprechenden Index-Zahlen sind in Bild 5 dargestellt.

Auf Hauptstrassen ausserorts verlief die Entwicklung der mittleren Momentangeschwindigkeiten bis 1974 im wesentlichen ähnlich. Bild 6 zeigt die Entwicklung der mittleren Momentangeschwindigkeit mit der entsprechenden Indexierung auf den Hauptstrassen ausserorts.

Die Entwicklung der PW-Geschwindigkeiten innerorts wurde als konstant angenommen. Bezüglich der Geschwindigkeitsveränderungen der übrigen Fahrzeugkategorien wurde die gleiche relative Entwicklung wie für PW angenommen.

Entwicklung des Strassennetzes

Für die Rückrechnung bzw. Prognose der Fahrleistungen musste auch die Entwicklung der Strassennetzlänge je Strassenkategorie berücksichtigt werden. Der Ausbau des Autobahnnetzes hat in erster Linie die Hauptstrassen ausserorts entlastet; der Verkehr innerorts ist von dieser Entwicklung nur wenig tangiert worden. Der Anteil des Innerortsverkehrs am Gesamtverkehr ist denn auch, wie dies von entsprechenden Untersuchungen bestätigt wird, etwa gleich geblieben, während der Anteil der Autobahnen von Null auf rund 25 Prozent im Jahr 1984 zugenommen hat.

Berechnung der Fahrleistungen nach Geschwindigkeitsklassen

Die Fahrleistungen der Personen-, der Liefer- und Lastwagen nach Geschwin-

digkeitsklassen wurden für die verschiedenen Jahre in analoger Weise berechnet, wie diejenigen für das Jahr 1980:

Zunächst wurden mit Hilfe der Tagesganglinien die mittleren Tagesbelastungen pro Streckenabschnitt und Fahrtrichtung auf die relevanten Stunden verteilt. Anschliessend wurden die effektiven Reisegeschwindigkeiten unter Berücksichtigung des jeweiligen Auslastungsgrades und den neu ermittelten Basisgeschwindigkeiten gerechnet. Damit konnten auch die jährlichen Fahrleistungen je Geschwindigkeitsklasse, Streckenabschnitt und Fahrzeugkategorie berechnet werden, wobei noch die Entwicklung des Strassennetzes berücksichtigt werden musste. Dabei wurde angenommen, dass die Autobahnen ausschliesslich von den Ausserortsstrassen Verkehr abgezogen haben bzw. abziehen werden.

Die Fahrleistungen der Gesellschaftswagen und Motorräder nach Geschwindigkeitsklassen wurden proportional zu jenen der Last- bzw. Personenwagen verteilt.

Ergebnisse

Fahrleistungen der einzelnen Fahrzeugkategorien

Die privaten Motorfahrzeuge (Personen- und Güterverkehr) legten 1984 insgesamt rund 44 Milliarden Kilometer zurück, d.h. 13mal mehr als 1950. Der Strassenverkehr wird auch in Zukunft weiter ansteigen. Die Gesamtfahrleistungen dürften – unter der Annahme eines gedämpften Wachstums – von 1984 bis zum Jahr 2000 noch um weitere 24 Prozent auf über 54 Milliarden Kilometer zunehmen. Auch nach der Jahrtausendwende ist noch ein leicht zunehmender Trend bis hin zu einer Sättigungsgrenze um das Jahr 2010 zu erwarten.

Betrachtet man die Fahrleistungen – aufgeteilt nach den einzelnen Fahrzeugkategorien – etwas näher (Bild 7),

so zeigt sich, dass die Personenwagen mit heute rund 83 Prozent den grössten Beitrag zu den Gesamtfahrleistungen verursachen. Rund je 5 Prozent betragen die Anteile der Lieferwagen und der Motorfahräder, etwa 4 Prozent jene der Lastwagen.

Die *Personenwagen* fuhren 1984 über 36 Milliarden Kilometer auf dem schweizerischen Strassennetz. Dies entspricht rund 94000mal der mittleren Entfernung von der Erde zum Mond. Der Ausländeranteil an diesen Fahrleistungen beträgt etwa 5 Prozent. Gegenüber 1950 haben die PW-Fahrleistungen bis 1984 um das 15fache zugenommen. Sie dürften bis zur Jahrtausendwende um weitere 24 Prozent auf rund 45 Milliarden Kilometer ansteigen.

Um das Zehnfache auf rund 2,3 Milliarden Kilometer haben die *Lieferwagen-Fahrleistungen* von 1950 bis 1984 zugenommen. Bis ins Jahr 2000 dürften sie um weitere 45 Prozent auf rund 3,4 Milliarden Kilometer anwachsen.

Demgegenüber sind die *Lastwagen-Fahrleistungen* 1984 mit rund 1,9 Milliarden Kilometer bloss sechsmal höher als 1950. In den nächsten 16 Jahren dürften sie um weitere 18 Prozent auf rund 2,3 Milliarden Kilometer ansteigen.

Die motorisierten *Zweiräder* (Motorräder und Motorfahräder zusammen) legten 1984 rund neunmal mehr Kilometer zurück als 1950. Ihre Fahrleistungen dürften bis ins Jahr 2000 insgesamt um etwa 13 Prozent zunehmen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Fahrleistungen künftig weiter anwachsen werden. Eine Trendwende dürfte – sofern das Verkehrsverhalten sich nicht wesentlich ändert – in den nächsten 20 bis 30 Jahren nicht eintreten.

Fahrleistungen auf den einzelnen Strassenkategorien

Auf den *Autobahnen* haben die Fahrleistungen mit dem Bau des Nationalstrassennetzes kontinuierlich zugenommen. 1984 wurde etwa ein Viertel der Ge-

samtfahrleistungen des Strassenverkehrs, d.h. rund 11 Milliarden Kilometer, auf den Autobahnen gefahren. Der Autobahnanteil an der Gesamtfahrleistung dürfte inskünftig weiterhin zunehmen. Er wird im Jahr 2000 etwa 32 Prozent betragen. Dies bedeutet, dass die Fahrleistungen auf den Autobahnen zwischen 1984 und 2000 um mehr als die Hälfte auf rund 17 Milliarden Kilometer anwachsen werden (Bild 8).

Die Fahrleistungen auf den übrigen *Ausserortsstrassen* sind von 1950 bis 1984 um mehr als das Siebenfache auf rund 17 Milliarden Kilometer angestiegen. 1984 betrug der Ausserortsfahrleistungsanteil an den Gesamtfahrleistungen etwa 39 Prozent. In Zukunft wird die Verlagerung des Verkehrs von den Ausserortsstrassen auf die Autobahnen zu einem rückläufigen Fahrleistungsanteil auf den Ausserortstrassen führen. Um die Jahrtausendwende dürfte dieser etwa 32 Prozent betragen, also ungefähr gleichviel wie der Fahrleistungsanteil der Autobahnen. Die Ausserortsfahrleistungen dürften um 2000 mit gut 17 Milliarden Kilometer wieder etwa den Stand von 1984 erreicht haben (Bild 9).

Zwischen 1950 und 1984 sind die Fahrleistungen auf den *Innerortsstrassen* besonders stark angestiegen und zwar um das 14fache auf etwa 16 Milliarden Kilometer. Rund 36 Prozent der Gesamtfahrleistungen wurden somit 1984 auf den Innerortsstrassen erbracht. Dieser Anteil dürfte in den nächsten Jahren etwa konstant bleiben. Entsprechend dem zu erwartenden Verkehrswachstum dürften die Innerortsfahrleistungen bis zum Jahr 2000 auf über 19 Milliarden Kilometer zunehmen (Bild 10).

Adresse des Verfassers: Dr. G. Abay, Planungsbüro Abay & Meier, Trittligasse 2, 8001 Zürich.