

Entwicklung des Straßenverkehrs – Gedanken zum Prognoseverfahren der RAS-Q –

VON FRANZ-JOSEF HOLZMÜLLER, AACHEN

v. st a
v. v. d. b

1. Einleitung

Projekte in der Verkehrsinfrastruktur erfordern eine Planungs- und Realisierungsphase von mehreren Jahren, wenn nicht Jahrzehnten. Sie sind weiterhin durch eine lange Nutzungsdauer gekennzeichnet. Um die hierfür erforderlichen finanziellen Mittel effizient einzusetzen, ist eine langfristige und sorgfältige Planung erforderlich, die sich auf die künftig zu erwartende Verkehrsstärke bezieht. Daraus ergibt sich, daß Prognosen der Verkehrsnachfrage eine besondere Bedeutung besitzen.

Der vorliegende Beitrag gibt einen Überblick über eine Auswahl bisher veröffentlichter Prognosen zur Entwicklung des Straßenverkehrs. Anschließend wird für ausgewählte Querschnitte im Fernstraßennetz untersucht, inwieweit das tatsächliche Verkehrsaufkommen der im Richtlinienwerk für die Straßenplanung enthaltenen Prognosekurve entspricht.

Die Darstellung bezieht sich auf die Entwicklung in den alten Bundesländern der Bundesrepublik Deutschland, da zum Zeitpunkt der Untersuchung hierfür Verkehrsdaten über einen längeren Zeitraum bis zum Jahre 1990 zur Verfügung stehen.

2. Begriff und Arten der Prognose

Unter einer Prognose wird die „wissenschaftlich begründete Aussage über die Beschaffenheit eines in angebbarer Zukunft zu erwartenden Ereignisses oder Sachverhalts“¹⁾ verstanden. Die beiden wichtigsten Prognoseverfahren stellen die Trendextrapolation und die Modellprognose dar.

Der Trendextrapolation liegt die Zeitreihe einer Größe in der Vergangenheit zugrunde. Diese Zeitreihe wird über den Beobachtungszeitraum hinaus erweitert, ohne daß die Ursachen für ihren Verlauf explizit untersucht werden. Dabei wird unterstellt, daß sich der langfristige Verlauf der zu prognostizierenden Größe grundsätzlich nicht ändert, wenngleich die Ein-

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing., Dipl.-Wirt. Ing. Franz-Josef Holzmüller
Lehrstuhl und Institut für Straßenwesen, Erd- und Tunnelbau
der Rheinisch-Westfälischen Hochschule Aachen
Mies-von-der-Rohe-Straße 1
W-5100 Aachen

1) Vgl. Polumsky, Dieter; Kampermann, Lisa: Begriffe und Symbole – Erläuterungen zur Fachsprache der Verkehrsplaner, Bericht B 19 des Instituts für Stadtbauwesen der RWTH Aachen, Aachen 1979, S. 56 f.

zelwerte durchaus um den Trend oszillieren können.²⁾ Das Ergebnis der Trendextrapolation ist entscheidend von der gefundenen bzw. angenommenen Art der Prognosekurve (z.B. linear, logistisch) abhängig.³⁾

Bei einer Modellprognose wird die zu prognostizierende Größe durch erklärende Einflußgrößen vorausgeschätzt. Für die Formulierung eines Kausalzusammenhangs müssen die als wichtig angesehenen Einflußgrößen erkannt und ihrerseits selber prognostiziert werden.⁴⁾ Innerhalb der Modellprognose ist also eine Trendprognose durchzuführen. Hierin liegt ein Kritikpunkt, da sich Fehler bei der Abschätzung der Eingangsgrößen entscheidend auf das Ergebnis der Modellprognose im Verkehrswesen auswirken können.⁵⁾

Daher bedienen sich eine Vielzahl aktuellerer Untersuchungen der Szenario-Technik: Es wird eine begrenzte Zahl von möglichen unterschiedlichen Entwicklungen untersucht. Diese sind so auszusuchen, daß sie den aktuell relevanten Forderungen oder Handlungsalternativen entsprechen.⁶⁾ Da die erklärenden Einflußgrößen nicht berechnet, sondern hypothetisch gesetzt werden, bezeichnet *Kroy* Szenarien als „Bühnenbilder der Zukunft“ oder „Möglichkeitsgemälde“.⁷⁾

Eine weitere Form der Zukunftsprojektion stellt die Delphi-Methode dar, bei der Experten zu ihrer Einschätzung der Entwicklung auf einem bestimmten Gebiet gefragt werden.⁸⁾

3. Motorisierungsprognosen

In der öffentlichen verkehrspolitischen Diskussion finden Prognosen über die Entwicklung der Motorisierung stets große Beachtung. Daher sollen einige dieser Prognosen kurz vorgestellt werden.

Im Jahre 1959 wurde von der Deutschen Shell AG die erste Prognose der Motorisierung erarbeitet, die seitdem in zweijährigen Intervallen aktualisiert wird. Die bisherigen Shell-Prognosen haben in der Öffentlichkeit eine gute Akzeptanz gefunden. Ein Vergleich zwischen Prognose und tatsächlicher Motorisierung zeigt, daß der Pkw-Bestand zwar näherungsweise vorausgesagt wurde, die tatsächliche Entwicklung die Prognose aber noch übertraffen hat.⁹⁾ Die Methodik der Shell-Prognose soll daher kurz vorgestellt werden.

2) Ebenda.

3) Vgl. *Hensel, Hartmut*: Wörterbuch und Modellsammlung zum Algorithmus der Verkehrsprognose, Bericht B 4 des Instituts für Stadtbauwesen der RWTH Aachen, 2. Auflage, Aachen 1978, S. 39.

4) Vgl. *Krause, Stefan*: Ein selbstregulierendes Prognoseverfahren zur Verkehrsbeeinflussung, Diss. RWTH Aachen 1988, S. 11f.

5) Vgl. *Polumsky, Dieter; Kampermann, Lisa*: Begriffe und Symbole – Erläuterungen zur Fachsprache der Verkehrsplaner, a.a.O., S. 72.

6) Vgl. *Bartholmai, Bernd*: Weitere Anmerkungen zur Beweisnot des Güterverkehrsprognostikers, in: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 57. Jg., 1986, S. 75.

7) Vgl. *Kroy, Walter*: Szenario 2000, in: Schweizer Ingenieur und Architekt, 107. Jg., 1989, S. 841.

8) Ebenda.

9) Vgl. *Brilon, Werner; Thiel, Reinhard*: Pauschale Prognose der Fahrleistungen auf den Straßen der Bundesrepublik Deutschland, in: Internationales Verkehrswesen, 36. Jg., 1984, S. 400.

Grundlage der Prognoserechnung ist die Pkw-Dichte [Pkw/1000 Einwohner]. Diese wird durch eine logistische Wachstumsfunktion abgeschätzt.¹⁰⁾ Um den Einfluß unterschiedlicher gesamtwirtschaftlicher Rahmenbedingungen zu berücksichtigen, werden zwei Szenarien getrennt untersucht. Zur Prognose des gesamten Pkw-Bestandes sind Annahmen über die Bevölkerungsentwicklung erforderlich, die der Bevölkerungsschätzung des Statistischen Bundesamtes entnommen werden.¹¹⁾

Die aktuelle Shell-Prognose (1991) berücksichtigt insbesondere die Einflüsse, die von der Vereinigung Deutschlands auf den Pkw-Bestand in den einzelnen Bundesländern ausgehen.¹²⁾

Eine weitere Motorisierungsprognose, auf die in der öffentlichen Diskussion häufig Bezug genommen wird, ist vom Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) erarbeitet worden. Diese Prognose beruht auf Annahmen hinsichtlich der Bevölkerungs- und Haushaltszahl, der wirtschaftlichen Entwicklung (z.B. Einkommen, Kraftstoffpreise) sowie der Verkehrspolitik. Eine statistische Auswertung zeigt, daß die Ausstattung der Haushalte mit Pkw von der sozialen Stellung des Haushaltsvorstandes abhängig ist. Die Prognose geht davon aus, daß sich der Ausstattungsgrad der verschiedenen Haushaltstypen mit Pkw immer weiter annähern wird.¹³⁾

Die Ergebnisse der Shell-Prognosen 1989 und 1991 sowie der DIW-Prognose 1989 sind in Tabelle 1 gegenübergestellt. Es ist erkennbar, daß das Szenario „Strukturwandel“ der Shell-Prognose 1989 mit der DIW-Prognose gut übereinstimmt, während das Szenario „Europa im Wandel“ der Shell-Prognose 1991 einen noch höheren Bestand zum Ergebnis hat.

Tabelle 1: Entwicklung des Pkw-Bestandes [Mio.] bis 2010

Jahr	2000	2010
Shell-Prognose 1991 Szenarien „Europa im Wandel“ und „EG als Block“	36,8 33,6	37,7 33,9
Shell-Prognose 1989 Szenarien „Strukturwandel“ und „Disharmonien“	34,3 31,0	34,7 30,5
DIW-Prognose 1989	34,0	34,6

10) Deutsche Shell AG: Grenzen der Motorisierung in Sicht, Aktuelle Wirtschaftsanalysen, Nr. 20, Hamburg, September 1989, S. 22 (im folgenden zitiert als: Shell-Prognose 1989).

11) Ebenda, S. 7 f.

12) Deutsche Shell AG: Motorisierung nach der Vereinigung: Aufbruch zu neuen Dimensionen, Aktuelle Wirtschaftsanalysen, Nr. 22, Hamburg, September 1991.

13) Vgl. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (Hrsg.): Projektion des Pkw-Bestandes für die Bundesrepublik Deutschland bis zum Jahr 2010, in: Wochenbericht des DIW, Nr. 36/89, 56. Jg., 7. September 1989 (im folgenden zitiert als: DIW-Prognose 1989).

Da sich der Fahrzeugbestand durch die Statistik des Kraftfahrtbundesamtes jederzeit exakt feststellen läßt, ist ein ex-post-Vergleich zwischen Prognose und tatsächlicher Entwicklung ohne besondere Schwierigkeiten möglich.

4. Erfassung und Prognose der Fahrleistung im Netz

4.1 Die Erfassung der Fahrleistung in der Statistik

Für die Auslegung der Verkehrsinfrastruktur ist weniger die Motorisierung, sondern vielmehr die im Verkehrswegenetz erbrachte Fahrleistung eine sinnvolle Kenngröße.

Zur kontinuierlichen Erfassung des Verkehrs hat die Bundesanstalt für Straßenwesen ein Netz automatischer Langzeitzählstellen eingerichtet (vgl. Tabelle 2). Dabei sind 658 der insgesamt 777 Zählstellen zur Erkennung von Lkw bzw. Lkw-ähnlichen Fahrzeugen ausgestattet.

Tabelle 2: Langzeitzählstellen nach Straßenklassen 1990

Straßenklasse	Anzahl	Prozent
Bundesautobahnen	348	44,8
Bundesstraßen	316	40,7
Landes- bzw. Staatsstraßen	100	12,9
Kreis- und Gemeindestraßen	13	1,7
Σ	777	100,0

Quelle: Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.): Straßenverkehrszählungen, Jahresauswertung 1990, Langzeitzählstellen, Heft 49 (Vorab-Abzug), Bergisch Gladbach 1991.

Aus meßtechnischen Gründen ist eine genaue Unterscheidung der Lkw-ähnlichen Fahrzeuge nicht möglich. So werden auch Fahrzeuge des Personenverkehrs (z.B. Reisebusse oder Pkw mit Anhängern) gemeinsam mit den Lkw, die dem Güterverkehr dienen, ausgewiesen.

Zur Erfassung des Straßengüterverkehrs steht noch eine weitere Quelle, nämlich die amtliche Verkehrsstatistik, zur Verfügung. Diese wird zusammengestellt, indem die in den Frachtpapieren enthaltenen Angaben ausgewertet werden. Transporte, für die kein Frachtpapier ausgestellt wird (z.B. Straßengüternahmeverkehr), gehen nicht oder nur durch Schätzwerte in die Statistik ein.¹⁴⁾ Daher werden vom DIW Verkehrsaufkommen und -leistung im Straßengüternahmeverkehr auf Grund von Produktions- und Verbrauchskennziffern geschätzt.¹⁵⁾ Cerwenka und Rommerskirchen weisen darauf hin, daß diese Schätzung des Straßengüternahmeverkehrs fragwürdig ist.¹⁶⁾

14) Vgl. Statistisches Bundesamt: Verkehr, Fachserie 8, Reihe 1, Güterverkehr der Verkehrszweige 1987, Stuttgart, Mainz 1988, S. 7.

15) Vgl. Bundesminister für Verkehr (Hrsg.): Verkehr in Zahlen, 1990, S. 329 ff.

16) Vgl. Cerwenka, Peter; Rommerskirchen, Stefan: Zur Beweisnot des Güterverkehrsprognostikers – eine Kurskorrektur, in: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 57. Jg., 1986, S. 268 f.

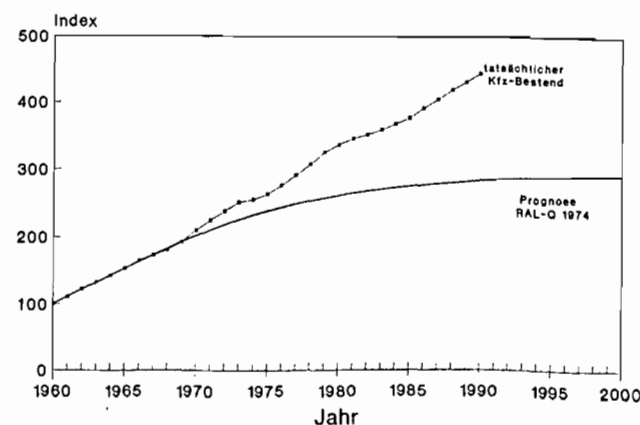
Die in einem Netzabschnitt erbrachte Fahrleistung ergibt sich, indem die an einem Meßquerschnitt erfaßte Fahrzeuganzahl mit der Streckenlänge multipliziert wird. Die in Tabelle 2 dargestellte Aufgliederung der Langzeitzählstellen nach Straßenklassen läßt aber bereits erkennen, daß eine repräsentative Erfassung der Fahrleistung im gesamten Straßennetz nicht stattfindet. Werden in der Literatur dennoch Angaben über die Gesamtfahrleistung im Netz veröffentlicht, so handelt es sich um Schätzungen. Als Beispiel sei die vom DIW jährlich erarbeitete Zusammenstellung „Verkehr in Zahlen“ genannt, bei der die Kraftfahrzeugleistungen, differenziert nach Straßenkategorien und Fahrzeugarten, durch ein mathematisches Modell berechnet werden. In diese Modellrechnung, deren Ergebnisse auch nach Straßenkategorien und Fahrzeugarten differenziert werden, gehen Fahrzeugbestand und Kraftstoffverbrauch ein.¹⁷⁾

4.2 Diskussion bisheriger Prognosekurven

Obwohl eine exakte Erfassung der Fahrleistung nicht möglich ist, ist die Verkehrsinfrastrukturplanung auf langfristige Prognosen zur Fahrleistungsentwicklung angewiesen. Am Beispiel der in den „Richtlinien für die Anlage von Landstraßen, Teil Querschnitte“ dargestellten Prognosekurve sollen einige Aspekte einer Fahrleistungsprognose diskutiert werden.¹⁸⁾ Diese Richtlinie wurde im Jahre 1974 eingeführt, wobei die Prognosekurve aus der 1970 veröffentlichten Entwurfsfassung übernommen wurde.

Der Grundgedanke des Verfahrens besteht in einer Trendextrapolation des Kfz-Bestandes. Der in Abbildung 1 dargestellte Vergleich zwischen der Prognosekurve und der tatsächlichen Bestandsentwicklung zeigt, daß bis zum Jahre 1969 beide Kurven übereinstimmen, während anschließend der Kfz-Bestand stärker als prognostiziert ansteigt.

Abbildung 1: Entwicklung des Kfz-Bestandes



Quelle: Zusammengestellt und gezeichnet nach: Bundesminister für Verkehr (Hrsg.): Verkehr in Zahlen, verschiedene Jahrgänge und RAL-Q 1974.

17) Vgl. Bundesminister für Verkehr (Hrsg.): Verkehr in Zahlen, 1991, S. 235.

18) Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen (Hrsg.): Richtlinien für die Anlage von Landstraßen, Teil Querschnitte (RAL-Q), Ausgabe 1974 (im folgenden zitiert als: RAL-Q 1974).

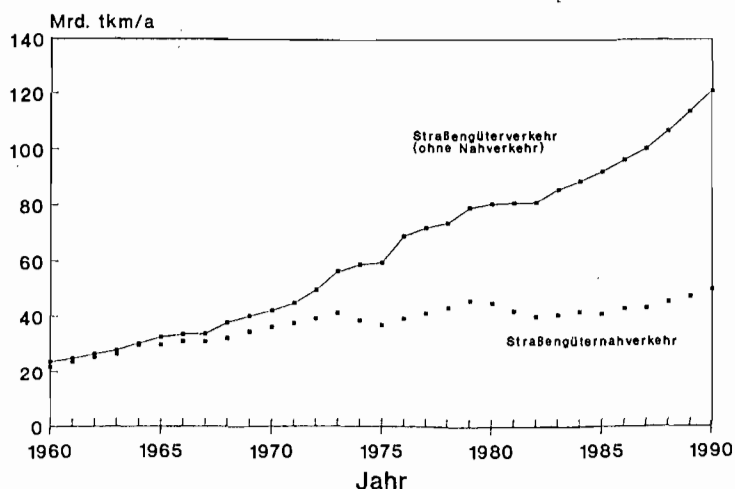
Die Vorausschätzung der Fahrleistung auf Grund einer Extrapolation des Kraftfahrzeugbestandes ist nur bei konstanter jährlicher Fahrleistung je Kfz zutreffend. Die tatsächliche Entwicklung der Fahrleistungen ist jedoch für die einzelnen Fahrzeugarten unterschiedlich verlaufen. Bezüglich der Pkw stellen bisherige Untersuchungen einen Rückgang der mittleren jährlichen Fahrleistung für den Zeitraum von 1960 bis 1984 fest. Als Begründung wird die zunehmende Anzahl von Zweit- und Drittwagen je Haushalt angegeben.¹⁹⁾

Neuere Untersuchungen stellten fest, daß von 1985 bis 1990 die mittlere jährliche Fahrleistung der Pkw angestiegen ist. Als Gründe hierfür werden u.a. genannt:

- verkehrsgünstige Witterungsbedingungen (milde Winter),
- allgemeine Wirtschaftsentwicklung (neue Beschäftigungsverhältnisse, Kaufkraftanstieg),
- die Entwicklung der Kraftstoffpreise bei sinkendem Kraftstoffverbrauch der Pkw,
- demographische Einflüsse (Zunahme von Personengruppen mit hoher Mobilitätsrate).²⁰⁾²¹⁾

Abbildung 2 zeigt die Entwicklung des Straßengüterverkehrs im Zeitraum von 1960 bis 1990. Aufgrund der unterschiedlichen Erfassungsmethodik ist die Kurve für den Straßengüterverkehr, die auf Schätzungen des DIW beruht, getrennt von der Kurve für den übrigen Straßengüterverkehr, die den Angaben der amtlichen Verkehrsstatistik entstammt, aufgetragen.

Abbildung 2: Verkehrsleistung im Straßengüterverkehr von 1960 bis 1990



Quelle: Zusammengestellt und gezeichnet nach: Bundesminister für Verkehr (Hrsg.): Verkehr in Zahlen, verschiedene Jahrgänge.

19) Vgl. Brilon, Werner; Thiel, Reinhard: Pauschale Prognose der Fahrleistungen auf den Straßen der Bundesrepublik Deutschland, a.a.O., S. 402.

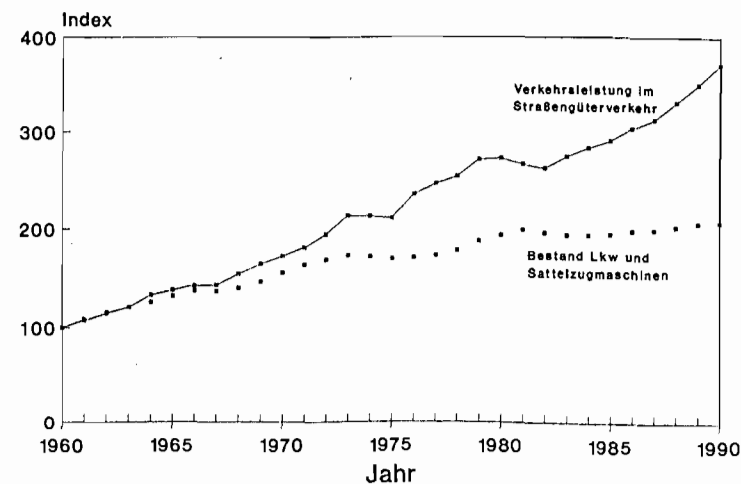
20) Vgl. Schmidt, Gerhard: Quo vadis Straßenverkehr?, in: Straßenverkehrstechnik, 33. Jg., 1989, S. 87.

21) Vgl. Schmidt, Gerhard: Straßenverkehr 1990: Nur geringe Abschwächung des steilen Anstiegs, in: Straße und Autobahn, 42. Jg., 1991, S. 563.

Es ist erkennbar, daß die beiden Kurven des Straßengüterverkehrs einem unterschiedlichen Trend folgen: Während die Kurve „ohne Nahverkehr“ während des gesamten Betrachtungszeitraumes ansteigt, bleibt die Verkehrsleistung des Straßengüterverkehrs seit den 70er Jahren, abgesehen von kleineren Schwankungen, nahezu konstant.

Abbildung 3 zeigt vergleichend die Entwicklung der Verkehrsleistung im gesamten Straßengüterverkehr sowie des Bestandes an Lastkraftwagen und Sattelzugmaschinen.

Abbildung 3: Entwicklung der Verkehrsleistung im Straßengüterverkehr und des Lkw-Bestandes von 1960 bis 1990



Quelle: Zusammengestellt und gezeichnet nach: Bundesminister für Verkehr (Hrsg.): Verkehr in Zahlen, verschiedene Jahrgänge.

Es ist ersichtlich, daß die Verkehrsleistung im Straßengüterverkehr im Vergleich zum Lkw-Bestand überproportional angestiegen ist. Hierfür können zwei Gründe genannt werden:

- Durch den starken Ausbau des Straßennetzes und die sich daraus ergebende Verkürzung der Transportzeiten erfolgte eine zusätzliche Kapazitätserweiterung des Straßengüterverkehrsgewerbes.²²⁾
- Durch größere Fahrzeuge und höhere Auslastung wurde das pro Fahrt transportierte Güteraufkommen gesteigert.²³⁾

Weiterhin ergibt ein Vergleich der Abbildungen 1 und 3, daß der Bestand von Lkw und Sattelzugmaschinen 1990 doppelt, der Bestand an Pkw hingegen sechsmal so hoch wie 1960 ist.

22) Vgl. Bonus, Holger: Deregulierung im Verkehrswesen, Universität Konstanz, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften und Statistik, Diskussionsbeiträge, Serie B-Nr. 24, Konstanz 1983, S. 11.

23) Vgl. Brilon, Werner; Schnick, Michael: Aktualisierte pauschale Prognose der Fahrleistungen auf deutschen Straßen, in: Internationales Verkehrswesen, 42. Jg., 1990, S. 74.

Aufgrund der unterschiedlichen Entwicklung von Bestand und Fahrleistung liegen später aufgestellten Prognosekurven daher differenzierte Betrachtungen für die verschiedenen Fahrzeugarten zugrunde.

Brannolte und *Brilon* veröffentlichen 1979 eine Prognose für die Jahresfahrleistung des Kfz-Verkehrs für den Zeitraum bis 1990²⁴⁾, die auf der Betrachtung zweier Fahrzeugarten beruht. Für den Pkw-Bestand wird die Shell-Prognose aus dem Jahre 1977 mit den dabei zugrunde gelegten Annahmen bezüglich der Bevölkerungsentwicklung und des gesamtwirtschaftlichen Wachstums übernommen.

Die durchschnittliche jährliche Fahrleistung je Pkw für den Prognosezeitraum wird durch eine Regressionsanalyse der vom DIW zusammengestellten Daten für den Zeitraum von 1960 bis 1976 ermittelt. Die Regressionsanalyse zeigt, daß die durchschnittliche Fahrleistung je Pkw mit zunehmender Motorisierung abnimmt. Die Multiplikation der durchschnittlichen jährlichen Fahrleistung je Pkw mit dem Pkw-Bestand ergibt die gesamte jährliche Fahrleistung der Pkw.²⁵⁾

Lkw, Sattelzugmaschinen und Busse werden von *Brannolte* und *Brilon* zu einer Gruppe zusammengefaßt und gemeinsam untersucht. Die jährliche Fahrleistung dieser Fahrzeuggruppe ergibt sich wiederum durch eine Regressionsanalyse für den Zeitraum von 1960 bis 1976. Im Unterschied zu den Pkw werden für diese Fahrzeuggruppe jedoch nicht Bestand und durchschnittliche Fahrleistung, sondern direkt die Gesamtfahrleistung prognostiziert. Diese weist einen linear steigenden Trend auf.²⁶⁾

Krafträder bleiben in dieser Prognose unberücksichtigt, da sie nur über einen sehr geringen Anteil an der Gesamtfahrleistung verfügen.²⁷⁾

Im Jahre 1982 werden vom Bundesminister für Verkehr die „Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil Querschnitte“ eingeführt, die die RAL-Q 1974 ablösen.²⁸⁾ Die RAS-Q 1982 enthalten in ihrem Anhang eine Prognosekurve für die Jahresfahrleistungen der Kfz, die auf den Berechnungen von *Brannolte* und *Brilon* aus dem Jahre 1979 beruhen.

Die Prognosekurve der RAS-Q 1982 wird von *Brilon* und *Thiel* im Jahre 1984 aktualisiert.²⁹⁾ Dabei werden folgende Veröffentlichungen als Datenbasis zugrunde gelegt:

- die Shell-Prognose 1983 für die Entwicklung der Motorisierung,
- Bevölkerungsprognosen des Statistischen Bundesamtes (1983) und des DIW,
- die vom DIW zusammengestellten Daten zur jährlichen Fahrleistung je Pkw und zur Fahrleistung der Lkw, Sattelzugmaschinen und Busse.

24) Vgl. *Brannolte, Ulrich; Brilon, Werner*: Pauschale Prognose für den Kraftfahrzeugverkehr, in: *Straßenverkehrstechnik*, 23. Jg., 1979, S. 16 bis 19.

25) Ebenda, S. 17 f.

26) Ebenda.

27) Ebenda, S. 17.

28) Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen (Hrsg.): *Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Querschnitte*, Köln 1982 (im folgenden zitiert als: RAS-Q 1982).

29) Vgl. *Brilon, Werner; Thiel, Reinhard*: Pauschale Prognose der Fahrleistungen auf den Straßen der Bundesrepublik Deutschland, a.a.O., S. 400 ff.

Zur Berechnung der Prognosewerte für die durchschnittliche jährliche Fahrleistung der Pkw werden zwei verschiedene Ansätze untersucht: eine Geradengleichung sowie eine negative Exponentialfunktion.³⁰⁾ Zur Prognose der Jahresfahrleistungen der Lkw, Sattelzugmaschinen und Busse wird im Unterschied zur Vorgängeruntersuchung von *Brannolte* und *Brilon* (1979) eine logarithmische Funktion gewählt.³¹⁾

Eine erneute Aktualisierung wird von *Brilon* und *Schnick* im Jahre 1990 vorgelegt³²⁾, wobei der Prognosehorizont auf das Jahr 2010 erweitert wird.

Dieser Prognose werden als Datenbasis zugrunde gelegt:

- die Shell-Prognose 1989 und die DIW-Prognose 1989 zur Entwicklung der Motorisierung,
- vom Bundesinnenministerium zur Verfügung gestellte Zahlen zur Bevölkerungsentwicklung (Stand 1988), die von den Autoren durch Schätzwerte erhöht werden, um die unvorhergesehenen Veränderungen in den Ländern Osteuropas zu berücksichtigen,
- die vom DIW zusammengestellten Daten zur jährlichen Fahrleistung je Pkw und zur Fahrleistung der Lkw, Sattelzugmaschinen und Busse.

Die Betrachtung der Jahresfahrleistungen zeigt, daß im Gegensatz zum prognostizierten Trend im Zeitraum von 1985 bis 1988 ein Anstieg der Fahrleistung je Pkw festzustellen ist. *Brilon* und *Schnick* gehen aber davon aus, daß im Verlauf des Prognosezeitraumes die Fahrleistungen je Pkw wieder abnehmen werden und wählen eine negative Exponentialfunktion als obere sowie eine Gerade mit negativer Steigung als untere Prognosealternative. Hingegen erfolgt für die Jahresfahrleistung der Lkw, Sattelzugmaschinen und Busse eine lineare Trendextrapolation.³³⁾

Die bisher betrachteten Prognosekurven der Jahresfahrleistung (RAL-Q 1974, *Brannolte/Brilon* 1979, *Brilon/Thiel* 1984, *Brilon/Schnick* 1990) sind methodisch als Trendprognosen anzusehen, da keine erklärenden sozioökonomischen Größen betrachtet werden.

Als Beispiel für eine Modellprognose soll eine Untersuchung des DIW aus dem Jahre 1990 vorgestellt werden.³⁴⁾ Darin werden Verkehrsaufkommen [Personen/a] und Verkehrsleistung [Pkm/a] für das Jahr 2010 getrennt nach Verkehrsart und Reisezweck prognostiziert.

Methodisch basiert diese Prognose auf einer Untersuchung der Mobilität [Wege je Person und Jahr]. Aus der Analyse des Verkehrsgeschehens werden für verschiedene soziodemographische Bevölkerungsgruppen Zeitreihen für Mobilität und durchschnittliche Reiseweite bestimmt.

Der Prognose des Personenverkehrs sind gesellschaftspolitische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen zugrunde gelegt. Unter der Berücksichtigung erklärender Einflußgrößen, wobei u.a. die Struktur der Flächennutzung, die Entwicklung von Arbeit und Frei-

30) Ebenda, S. 402.

31) Ebenda, S. 404.

32) Vgl. *Brilon, Werner; Schnick, Michael*: Aktualisierte pauschale Prognose der Fahrleistungen auf deutschen Straßen, a.a.O., S. 69 ff.

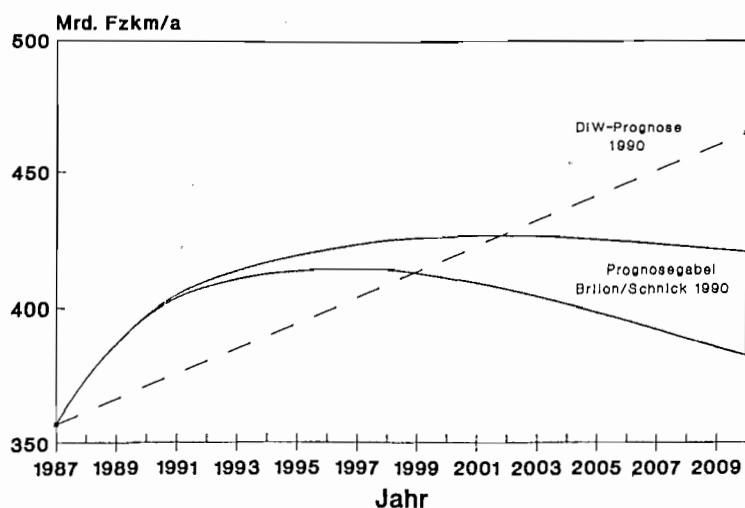
33) Ebenda, S. 73 f.

34) Vgl. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (Hrsg.): Ungebrochenes Wachstum des Pkw-Verkehrs erfordert verkehrspolitisches Handeln, in: *Wochenbericht des DIW*, Nr. 14/90, 57. Jg., 5. April 1990, S. 175 bis 181.

zeit, die Angebotsqualität der verschiedenen Verkehrsmittel sowie die Bevölkerungsentwicklung eingehen, werden die Zeitreihen für Mobilität und Reiseweite fortgeschrieben. Durch Multiplikation der Mobilitätsrate mit der den verschiedenen Bevölkerungsgruppen entsprechenden Personenzahl ergibt sich das Personenverkehrsaufkommen, das nach Reisezweck und Verkehrsart getrennt ausgewiesen wird. Die daran anschließende Multiplikation mit der entsprechenden durchschnittlichen Reiseweite ergibt die Personenverkehrsleistung.³⁵⁾ Die entsprechende Pkw-Fahrleistung wird ermittelt, indem die Personenverkehrsleistung der Pkw durch die durchschnittliche Besetzung dividiert wird.³⁶⁾

In Abbildung 4 sind die Prognosewerte von *Brilon/Schnick* und des *DIW* vergleichend gegenübergestellt.

Abbildung 4: Prognosen der Pkw-Gesamtfahrleistung



Quelle: Zusammengefasst und gezeichnet nach: *Brilon, Werner; Schnick, Michael*: Aktualisierte Prognose der Fahrleistungen auf deutschen Straßen, a.a.O., S. 73 ff. und Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (Hrsg.): Ungebrochenes Wachstum des Pkw-Verkehrs erfordert verkehrspolitisches Handeln, a.a.O., S. 175 und 180.

Um die Gesamtfahrleistung der Kfz zu ermitteln, müsste neben der vom *DIW* für den Personenverkehr erstellten Prognose auch eine entsprechende Untersuchung für den Güterverkehr durchgeführt werden.

35) Ebenda, S. 176 f.

36) Ebenda, S. 180.

5. Die Prognose des Verkehrsaufkommens am Einzelquerschnitt

5.1 Motivation

Die im Abschnitt 4.2 vorgestellten Prognosen beziehen sich auf die Fahrleistung im gesamten Straßennetz. Die Kenntnis der künftigen Verkehrsentwicklung ist aber nicht nur bei der globalen Verkehrsinfrastrukturplanung, sondern auch bei der Bearbeitung eines einzelnen Projektes erforderlich.

So sind bei der Planung einer Straße nicht nur die Querschnittsbemessung, sondern auch zahlreiche weitere Untersuchungen (z.B. hinsichtlich Lärm- und Abgasemissionen) auf die künftig zu erwartende Verkehrsstärke zu beziehen. Auch für bereits bestehende Straßen ist eine Prognose der Verkehrsstärke von Interesse, etwa für Leistungsfähigkeitsbetrachtungen oder bei der Aufstellung von Plänen für Signalsteuerungen oder Verkehrsleitsysteme.³⁷⁾

Veränderungen im Verkehrswegenetz und im Angebot der verschiedenen Verkehrszweige, in der Siedlungs- und Flächennutzungsstruktur sowie in den Verhaltensweisen der Bevölkerung können sich entscheidend auf die Verkehrsmittelwahl und die Belastung einzelner Netzelemente auswirken. Hier liegt das klassische Anwendungsgebiet einer Modellprognose. Eine Modellprognose erfordert die Kenntnis umfangreicher verkehrlicher und sozioökonomischer Daten und ist daher sehr aufwendig durchzuführen.

Um bei weniger komplexen Maßnahmen, die keine Umlagerungseffekte im Netz verursachen, dem planenden Ingenieur eine Arbeitshilfe zu bieten, wird in der RAS-Q 1982 ein Verfahren zur Durchführung einer Trendprognose vorgestellt.

5.2 Das Verfahren nach RAS-Q 1982

Wie im Abschnitt 4.2 erläutert, enthält die RAS-Q 1982 eine Prognosekurve der gesamten Jahresfahrleistungen aller Kraftfahrzeuge. Der Gedanke der Trendprognose am Einzelquerschnitt besteht darin, die für das gesamte Straßennetz prognostizierte Fahrleistung auf die Entwicklung des Verkehrsaufkommens am Einzelquerschnitt zu übertragen. Diese Übertragung wird jedoch nur dann als zulässig angesehen, wenn eine hinreichend genaue Übereinstimmung zwischen diesen beiden Größen besteht. Als Maßzahl für das Verkehrsaufkommen dient der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV). Für die vorliegenden DTV-Werte der vergangenen Jahre ist zu überprüfen, inwieweit sie mit der in der RAS-Q enthaltenen Kurve für die Entwicklung der Jahresfahrleistungen übereinstimmen. Ausgehend von einer aktuellen Verkehrszählung sind die DTV-Werte der vergangenen 5 Jahre zu berücksichtigen, dieser Zeitraum kann aber auf bis zu 7 Jahre erweitert werden. Die Anwendung des Verfahrens wird als zulässig angesehen, wenn die Abweichung zwischen den tatsächlichen Werten und denen der RAS-Q-Kurve kleiner als 10% ist. Die Berechnung der Prognosewerte erfolgt, indem der aktuelle DTV-Wert mit den Zunahmefaktoren der Prognosekurve multipliziert wird.³⁸⁾

37) Vgl. *Brannolte, Ulrich; Brilon, Werner*: Pauschale Prognose für den Kraftfahrzeugverkehr, a.a.O., S. 17.

38) Vgl. RAS-Q 1982, S. 27 ff.

5.3 Vergleich mit der tatsächlichen Entwicklung

Die in der RAS-Q 1982 enthaltene Prognosekurve beruht auf den Berechnungen von *Brannolte* und *Brilon* (1979). In Anbetracht der noch heute bestehenden Bedeutung dieser Kurve als ein Instrument im Richtlinienwerk für die Planungspraxis ist es von Interesse, die Prognosegenauigkeit ex-post zu überprüfen.

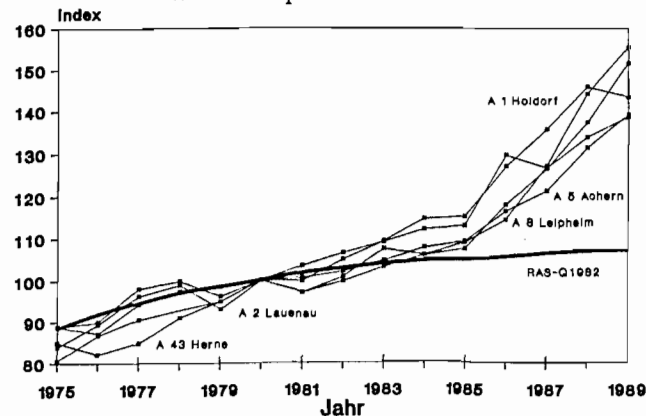
Da eine exakte empirische Ermittlung der Gesamtfahrleistung auf Grund der Schwierigkeiten bei der statistischen Erfassung nicht möglich ist,³⁹⁾ wird in der vorliegenden Untersuchung eine Überprüfung für exemplarisch ausgewählte Einzelquerschnitte im Netz der Autobahnen und Bundesstraßen durchgeführt. Diese Querschnitte werden so ausgewählt, daß sie regional im Bundesgebiet verteilt sind und durch Veränderungen im Straßennetz keine wesentlichen Einflüsse auf die Verkehrsstärke zu erwarten sind (vgl. die Tabellen 3 und 4).

Abbildung 5 zeigt die Entwicklung des Verkehrsaufkommens an fünf ausgewählten Autobahnquerschnitten für den Zeitraum von 1975 bis 1989 im Vergleich zur Prognosekurve der RAS-Q 1982.

Tabelle 3: Lage der ausgewählten Querschnitte im Autobahnnetz

Name	Straße	im Abschnitt
Holdorf	A 1	Bremen – Osnabrück
Lauenau	A 2	Hannover – Dortmund
Achern	A 5	Karlsruhe – Basel
Leipheim	A 8	München – Stuttgart
Herne	A 43	Recklinghausen – Wuppertal

Abbildung 5: Entwicklung des Verkehrsaufkommens an ausgewählten Autobahnquerschnitten



Quelle: Zusammengestellt und gezeichnet nach: Bundesanstalt für Straßenwesen, Straßenverkehrszählungen, Jahresauswertung Langzeitzählstellen, Bergisch Gladbach, verschiedene Jahrgänge und RAS-Q 1982.

39) Vgl. *Butzke, Manfred; Miller, Peter; Törkel, Bernd*: Pkw-Fahrleistungen 1987/88, in: Internationales Verkehrswesen, 42. Jg., 1990, S. 29.

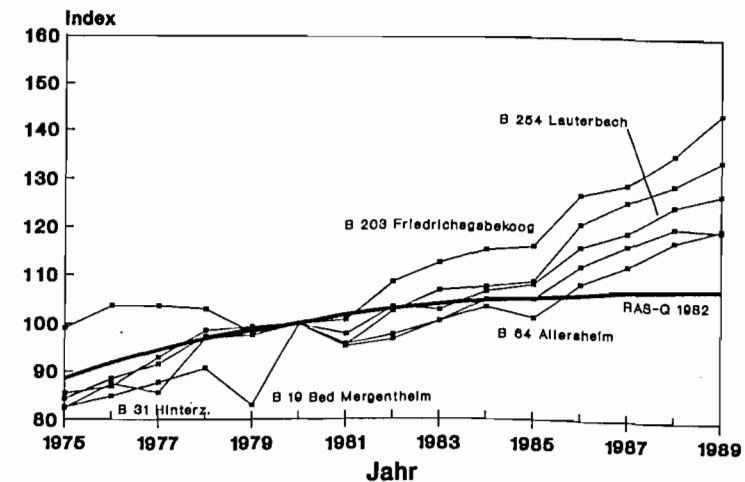
Ein Vergleich zwischen prognostizierten und gemessenen Werten ergibt, daß in allen untersuchten Fällen die Prognosewerte nach RAS-Q 1982 erheblich überschritten werden. Während die RAS-Q für 1989 einen Anstieg von 8% gegenüber 1980 prognostiziert, liegen die tatsächlichen Werte zwischen 39% (A 43 bei Herne) und 55% (A 8 bei Leipheim). Ein erheblicher Teil des Zuwachses hat sich erst in den Jahren 1986 bis 1989 eingestellt.

Abbildung 6 zeigt den Vergleich zwischen Prognosekurve und Meßwerten an fünf ausgewählten Querschnitten im Bundesstraßennetz.

Tabelle 4: Lage der ausgewählten Querschnitte im Bundesstraßennetz

Name	Straße	im Abschnitt
Bad Mergentheim	B 19	Würzburg – Schwäbisch Hall
Hinterzarten	B 31	Donauesschingen – Freiburg
Allersheim	B 64	Bad Gandersheim – Holzminden
Friedrichsgabekoog	B 203	Heide – Büsum
Lauterbach	B 254	Alsfeld – Fulda

Abbildung 6: Entwicklung des Verkehrsaufkommens an ausgewählten Querschnitten im Bundesstraßennetz

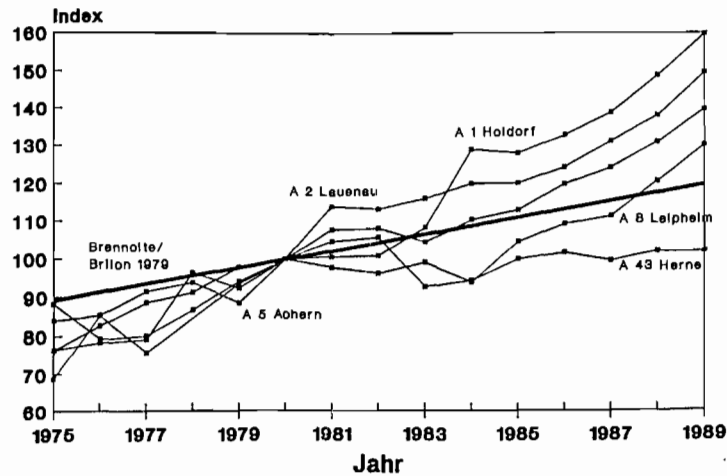


Quelle: Zusammengestellt und gezeichnet nach: Bundesanstalt für Straßenwesen, Straßenverkehrszählungen, Jahresauswertung Langzeitzählstellen, Bergisch Gladbach, verschiedene Jahrgänge und RAS-Q 1982.

Auch im Bundesstraßennetz werden die von der RAS-Q 1982 prognostizierten Werte erheblich überschritten. So liegt der Anstieg in den Jahren 1980 bis 1989 zwischen 20% (B 19 bei Bad Mergentheim) und 44% (B 203 bei Friedrichsgabekoog).

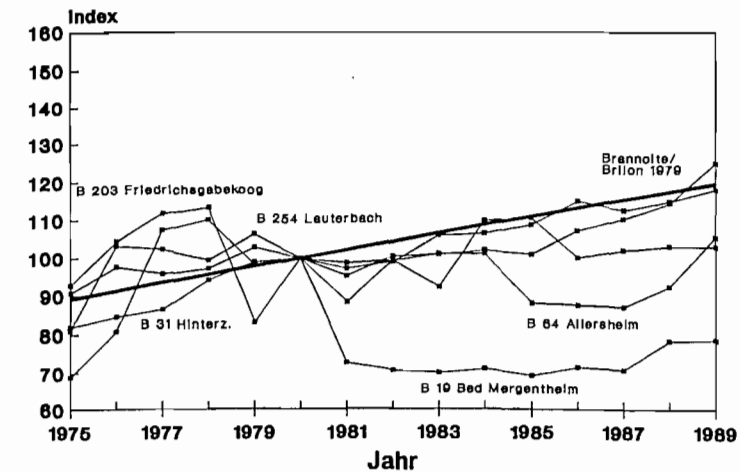
In den Berechnungen von *Brannolte* und *Brilon*, die die Grundlage für die Prognosekurve der RAS-Q 1982 bilden, werden die Fahrzeuggruppen Pkw einerseits sowie Lkw, Sattelzugmaschinen und Busse andererseits voneinander getrennt betrachtet. Daher ist nicht nur eine Überprüfung der Prognosekurve für den gesamten Kfz-Verkehr, sondern auch die Betrachtung der Entwicklung nach Fahrzeugarten von Interesse. Die Abbildungen 7 und 8 zeigen den Vergleich zwischen der Trendfunktion für die Fahrleistung der Lkw, Sattelzugmaschinen und Busse und den an den Meßquerschnitten erfaßten Zahlen für Lkw (bzw. Lkw-ähnliche Fahrzeuge).

Abbildung 7: Entwicklung des Lkw-Aufkommens an ausgewählten Autobahnquerschnitten



Quelle: Zusammengestellt und gezeichnet nach: Bundesanstalt für Straßenwesen, Straßenverkehrszählungen, Jahresauswertung Langzeitzählstellen, Bergisch Gladbach, verschiedene Jahrgänge und *Brannolte, Ulrich; Brilon, Werner*: Pauschale Prognose für den Kraftfahrzeugverkehr, a.a.O., S. 17.

Abbildung 8: Entwicklung des Lkw-Aufkommens an ausgewählten Querschnitten im Bundesstraßennetz



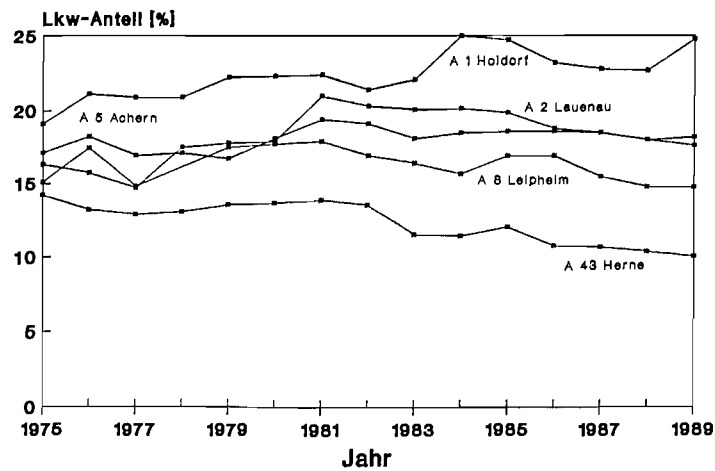
Quelle: Zusammengestellt und gezeichnet nach: Bundesanstalt für Straßenwesen, Straßenverkehrszählungen, Jahresauswertung Langzeitzählstellen, Bergisch Gladbach, verschiedene Jahrgänge und *Brannolte, Ulrich; Brilon, Werner*: Pauschale Prognose für den Kraftfahrzeugverkehr, a.a.O., S. 17.

Der Vergleich zwischen der Prognose und den tatsächlichen Werten für den Lkw-Verkehr zeigt für Autobahnen und Bundesstraßen eine unterschiedliche Entwicklung: An vier der betrachteten Autobahnquerschnitten werden die prognostizierten Werte überschritten. An einem Querschnitt (A 43 bei Herne) stagniert das Lkw-Aufkommen seit dem Jahre 1980. Diese Tatsache kann möglicherweise durch die Lage dieses Querschnittes in einem Ballungsraum, dessen Güterverkehrsstruktur durch einen hohen Anteil an Massengütern mit geringer Affinität zur Straße gekennzeichnet ist, erklärt werden.

Im Bundesstraßennetz haben sich bei allen betrachteten Meßquerschnitten die Lkw-Verkehrsanteile geringer als prognostiziert entwickelt.

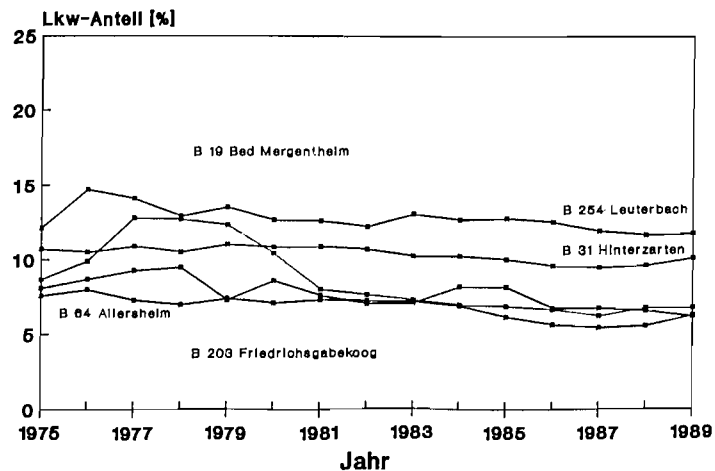
Die Abbildungen 9 und 10 zeigen für die betrachteten Meßquerschnitte die Entwicklung des Lkw-Anteils.

Abbildung 9: Entwicklung des Lkw-Anteils an ausgewählten Autobahnquerschnitten



Quelle: Zusammengestellt und gezeichnet nach: Bundesanstalt für Straßenwesen, Straßenverkehrszählungen, Jahresauswertung Langzeitzählstellen, Bergisch Gladbach, verschiedene Jahrgänge.

Abbildung 10: Entwicklung des Lkw-Anteils an ausgewählten Querschnitten im Bundesstraßennetz



Quelle: Zusammengestellt und gezeichnet nach: Bundesanstalt für Straßenwesen, Straßenverkehrszählungen, Jahresauswertung Langzeitzählstellen, Bergisch Gladbach, verschiedene Jahrgänge.

Nur in einem Fall (A 1 bei Holdorf) weist der Lkw-Anteil eine leicht steigende Tendenz auf, während er bei den übrigen Meßquerschnitten seit 1981 stagniert oder zurückgeht.

Daraus folgt, daß der in den Abbildungen 5 und 6 erkennbare starke Anstieg des Verkehrsaufkommens vor allem auf die überproportionale Zunahme des Pkw-Verkehrs zurückzuführen ist.

6. Schlußbemerkung

In der vorliegenden Veröffentlichung werden verschiedene Prognosen zur Entwicklung des Straßenverkehrs zusammengestellt.

Das klassische Anwendungsgebiet einer Modellprognose besteht in der Bewertung von Maßnahmen, die das Verkehrsgeschehen in Netzen beeinflussen, wie dieses etwa in der Bundesverkehrswegeplanung der Fall ist.

Ein weiteres Prognoseverfahren stellt die Trendextrapolation dar. Ein Beispiel hierfür ist die Prognosekurve der RAS-Q 1982 für das Verkehrsaufkommen am Einzelquerschnitt.

Ein ex-post-Vergleich für exemplarisch ausgewählte Querschnitte auf Autobahnen und Bundesstraßen zeigt, daß spätestens seit dem Jahr 1986 das tatsächliche Verkehrsaufkommen in allen untersuchten Fällen die Prognosewerte der RAS-Q 1982 übersteigt. Dieser starke Anstieg ist vor allem auf die überproportionale Zunahme des Pkw-Verkehrs zurückzuführen. Die Entwicklung des tatsächlichen Verkehrsaufkommens folgt jedoch keinem einheitlichen Trend, sondern weist an den einzelnen Querschnitten individuelle Abweichungen auf. Noch deutlicher ausgeprägt sind diese individuellen Abweichungen bei der Entwicklung des Lkw-Aufkommens, wie ein Vergleich mit Berechnungen von *Brannolte* und *Brilon* (1979) zeigt.

Seit der Erstellung dieser Prognosekurven zu Beginn der 80er Jahre haben die Möglichkeiten der Datenverarbeitung verstärkten Eingang in die tägliche Planungspraxis gefunden, so daß auch komplizierte Berechnungen mit vertretbarem Aufwand durchgeführt werden können.

Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, daß eine sinnvolle Infrastrukturpolitik nicht nur auf einer zutreffenden Prognose der Verkehrsnachfrage beruhen darf, sondern gleichzeitig die Realisierungschancen des dafür erforderlichen Verkehrsangebotes einbeziehen muß. Ein Blick auf die tatsächliche Situation in der Bundesrepublik Deutschland zeigt jedoch, daß insbesondere diese generell z.Zt. gering sind. Die zahlreichen Engpässe verlangen die detaillierte Betrachtung der Auslastung von Netzelementen unter Einbeziehung weiterer Randbedingungen, so daß pauschale Prognosewerte für die Begründung von Planungen nicht mehr ausreichen:

Literatur

- Bartholmai, Bernd:* Weitere Anmerkungen zur Beweisnot des Güterverkehrsprognostikers, in: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 57. Jg., 1986, S. 71 bis 90.
- Bonus, Holger:* Deregulierung im Verkehrswesen, Universität Konstanz, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften und Statistik, Diskussionsbeiträge, Serie B – Nr. 24, Konstanz 1983.
- Brannolte, Ulrich; Brilon, Werner:* Pauschale Prognose für den Kraftfahrzeugverkehr, in: Straßenverkehrstechnik, 23. Jg., 1979, S. 16 bis 19.
- Brilon, Werner; Schnick, Michael:* Aktualisierte pauschale Prognose der Fahrleistungen auf deutschen Straßen, in: Internationales Verkehrswesen, 42. Jg., 1990, S. 69 bis 76.
- Brilon, Werner; Thiel, Reinhard:* Pauschale Prognose der Fahrleistungen auf den Straßen der Bundesrepublik Deutschland, in: Internationales Verkehrswesen, 36. Jg., 1984, S. 400 bis 406.
- Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.): Straßenverkehrszählungen, Jahresauswertung Langzeitzählstellen, Bergisch Gladbach, verschiedene Jahrgänge.
- Bundesminister für Verkehr (Hrsg.): Verkehr in Zahlen, verschiedene Jahrgänge.
- Butzke, Manfred; Miller, Peter; Törkel, Bernd:* Pkw-Fahrleistungen 1987/88, in: Internationales Verkehrswesen, 42. Jg., 1990, S. 24 bis 29.
- Cerwenka, Peter; Rommerskirchen, Stefan:* Zur Beweisnot des Güterverkehrsprognostikers – eine Kurskorrektur, in: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 57. Jg., 1986, S. 267 bis 272.
- Deutsche Shell AG: Grenzen der Motorisierung in Sicht, Aktuelle Wirtschaftsanalysen, Nr. 20, Hamburg, September 1989.
- Deutsche Shell AG: Motorisierung nach der Vereinigung: Aufbruch zu neuen Dimensionen, in: Aktuelle Wirtschaftsanalysen, Hamburg, September 1991.
- Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (Hrsg.): Projektion des Pkw-Bestandes für die Bundesrepublik Deutschland bis zum Jahr 2010, in: Wochenbericht des DIW, Nr. 36/89, 56. Jg.
- Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (Hrsg.): Ungebrochenes Wachstum des Pkw-Verkehrs erfordert verkehrspolitisches Handeln, in: Wochenbericht des DIW, Nr. 14/90, 57. Jg., S. 175 bis 181.
- Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen (Hrsg.): Richtlinien für die Anlage von Landstraßen, Teil: Querschnitte (RAL-Q), Ausgabe 1974.
- Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen (Hrsg.): Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Querschnitte, Köln 1982.
- Hensel, Hartmut:* Wörterbuch und Modellsammlung zum Algorithmus der Verkehrsprognose, Bericht B 4 des Instituts für Stadtbauwesen der RWTH Aachen, 2. Auflage, Aachen 1978.

Krause, Stefan: Ein selbstregulierendes Prognoseverfahren zur Verkehrsbeeinflussung, Diss. RWTH Aachen 1988.

Kroy, Walter: Szenario 2000, in: Schweizer Ingenieur und Architekt, 107. Jg., 1989, S. 839 bis 851.

Polumsky, Dieter; Kampermann, Lisa: Begriffe und Symbole – Erläuterungen zur Fachsprache der Verkehrsplaner, Bericht B 19 des Instituts für Stadtbauwesen der RWTH Aachen, Aachen 1979.

Schmidt, Gerhard: Quo vadis Straßenverkehr?, in: Straßenverkehrstechnik, 33. Jg., 1989, S. 86 bis 88.

Schmidt, Gerhard: Straßenverkehr 1990: Nur geringe Abschwächung des steilen Anstiegs, in: Straße und Autobahn, 42. Jg., 1991, S. 561-564.

Statistisches Bundesamt: Verkehr, Fachserie 8, Reihe 1, Güterverkehr der Verkehrswege 1987, Stuttgart, Mainz 1988.

Abstract

The article discusses previous forecasts of West German road traffic. The amount of vehicles registered is often regarded as an indicator of vehicle mileage. The former specifications for highway cross-section design (RAL-Q 1974) included a forecast curve which was based on the extrapolation of vehicle registration.

Subsequent forecasts also regard the difference between several vehicle types. The steady increase in the number of automobiles is accompanied by a decline in the annual mileage per vehicle. The total annual mileage of trucks and buses is increasing.

The actual specifications for highway cross-section design (RAS-Q 1982) include a forecast curve for the total annual vehicle mileage which is based on the estimations by *Brannolte/Brilon* (1979). Updated forecast curves were published by *Brilon/Thiel* (1984) and *Brilon/Schnick* (1989). The RAS-Q 1982 also presents a method of predicting the traffic volume at a cross-section with the help of its forecast curve.

The forecast curve of RAS-Q 1982 is compared to the real development of traffic volume for several cross-sections in the West German freeway and federal highway network. The 1989 traffic volumes increased between 20% and 55% compared to 1980, whereas only 8% were predicted. It is shown that this development is mainly influenced by automobile and not by truck.

Although forecasts often prove to be inexact they remain an important element in the process of transportation planning.