

Summary

The investigation shows it to be possible to make fairly exact predictions of yearly totals in the analysis of road traffic accidents from incomplete information.

The precision of the predictions of the yearly totals depends on

- the number of months, for which data is not available yet,
- the development of the accident situation in the year investigated and
- the prediction method used.

A comparison of prediction errors for the years 1977 through 1979 leads to the following conclusions. The three procedures MODFAKT, CENSUS and WIENER generally yield fairly exact predictions. A combination of the procedures MODFAKT and CENSUS, upto now tested for the year 1979 only, gives hope for even better predictions.

Résumé

L'étude a montré qu'il est possible de faire des prévisions concernant les résultats annuels des accidents de la route d'une manière relativement exacte en se basant sur des résultats partiels.

L'exactitude des prévisions découlant de résultats partiels dépend de:

- nombre de mois pour lesquels les résultats ne sont pas encore connus,
- déroulement de l'accident pendant l'année étudiée,
- procédé utilisé pour faire ces prévisions.

De la comparaison des erreurs de prévision des années 1977 à 1979 découle que les trois procédés MODFAKT, CENSUS et WIENER ont tous fourni des prévisions exactes. Avec la combinaison des procédés MODFAKT et CENSUS qui n'a été réalisée jusqu'à maintenant que pour l'année 1979, on peut s'attendre à des prévisions extraordinairement exactes.

Vorausschätzungen von Jahresfahrleistungen — Modellmodifikationen und Ergebnisse —

VON DIRK HEIDEMANN, KÖLN

1. Einleitung

Vornehmlich zur Relativierung von Unfallzahlen ist es erforderlich, vor Ablauf eines Kalenderjahres die in dem betreffenden Jahr auf den Straßen in der Bundesrepublik Deutschland erbrachten Fahrleistungen vorauszuschätzen.

Es wird dabei nach den Teilnetzen

- Bundesautobahnen (BAB)
- Bundesstraßen außerorts
- sonstige außerörtliche Straßen
- innerörtliche Straßen

unterschieden.

Die für diese Vorausschätzungen verwendete Methodik wurde in einer früheren Veröffentlichung beschrieben; ebenfalls wurden die zur Verfügung stehenden Eingangsdaten erläutert.¹⁾

Im wesentlichen läuft das Verfahren so ab, daß zunächst durch Verwendung der Daten automatischer Langzeitzählgeräte aus den ersten beiden oder den ersten drei Quartalen des laufenden Jahres die Fahrleistungen auf Bundesautobahnen und außerörtlichen Bundesstraßen vorausgeschätzt werden.

Aus den Beziehungen zwischen den Fahrleistungen in vergangenen Jahren auf Bundesautobahnen einerseits und denen auf außerörtlichen bzw. innerörtlichen bzw. allen Straßen andererseits werden dann durch Eingabe des bereits ermittelten Wertes für Bundesautobahnen die Fahrleistungen für außerörtliche, innerörtliche und alle Straßen für das laufende Jahr vorausgeschätzt. In Abschnitt 3 dieser Arbeit werden die Ergebnisse der Vorausschätzungen für die Jahre 1977 und 1978 den später ermittelten Kontrollwerten, die sich aus Berechnungen des Deutschen Institutes für Wirtschaftsforschung, des Bundesministers für Verkehr und der Bundesanstalt für Straßenwesen ergeben^{2), 3)}, gegenübergestellt und diskutiert.

Anschrift des Verfassers:

Dr. rer. nat. Dirk Heidemann
Bundesanstalt für Straßenwesen
Brühler Str. 1
5000 Köln 51

1) Brühning, E., Heidemann, D., Prognose von Unfallzahlen und Jahresfahrleistungen - Darstellung der Methodik, in: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 49. Jg. (1978).

2) Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Verkehr in Zahlen 1977, 1978, 1979 und 1980, hrsg. vom Bundesminister für Verkehr, Berlin/Bonn.

3) Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.), Schriftenreihe Straßenverkehrszählungen (Hefte 7, 8, 11 und 15).

Zuvor wird in Abschnitt 2 eine Modifikation der Methodik für die Vorausschätzung der Jahresfahrleistungen auf außerörtlichen, innerörtlichen und allen Straßen vorgestellt, deren Berücksichtigung erstmalig im Jahr 1978 erforderlich wurde.

2. Modifikation der Methodik

Es werden die durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken (DTV) für Bundesautobahnen mit DTV_{BAB} , für außerörtliche Straßen mit DTV_1 , für innerörtliche Straßen mit DTV_2 und für alle Straßen mit DTV_3 bezeichnet. Soll die Vorausschätzung für das laufende Jahr n durchgeführt werden, so sind diese DTV-Werte bis zum Jahr $n-1$ einschließlich bekannt und es werden für $i=2$ und $i=3$ die Ansätze

$$(1) \quad DTV_i = a_i \cdot f_i(DTV_{BAB})$$

mit geeigneten Funktionen f_i ausgewertet, indem die Koeffizienten a_i nach der Kleinst-Quadrat-Methode den Wertepaaren (DTV_i, DTV_{BAB}) zurückliegender Jahre angepaßt werden.⁴⁾ Dann wird der vorausgeschätzte Wert von DTV_{BAB} für das laufende Jahr in (1) eingesetzt und so der vorausgeschätzte Wert von DTV_i für das laufende Jahr ermittelt. Die zugehörigen Jahresfahrleistungen (JFL) erhält man dann über

$$(2) \quad JFL_i = DTV_i \cdot T \cdot L_i,$$

wobei T die Anzahl der Tage des Jahres und L_i die Länge des jeweils betrachteten Straßennetzes bezeichnen.

Die Jahresfahrleistungen auf außerörtlichen Straßen, JFL_1 , ergeben sich dann als Differenz:

$$(3) \quad JFL_1 = JFL_3 - JFL_2.$$

Zum einen wird nun durch die Anwendung der Kleinst-Quadrat-Methode in (1) weit zurückliegenden Jahren der gleiche Einfluß auf die Skalierung der a_i eingeräumt wie etwa dem Vorjahr. Dies kann durch die Anwendung der „diskontierten“ Kleinst-Quadrat-Methode⁵⁾ behoben werden; dabei handelt es sich um eine Verallgemeinerung der Kleinst-Quadrat-Methode derart, daß bei der Minimierung der Abstandsquadrate die Beiträge der Daten des Jahres k mit einem Faktor b_i^{n-1-k} – wobei $0 < b_i \leq 1$ gilt – gewichtet werden; so erhalten weiter zurückliegende Jahre ein geringeres Gewicht. Zum anderen beinhaltet dieses Vorgehen eine gewisse Unsymmetrie, da in (3) ein Wert als Differenz der beiden anderen bestimmt wird. Würde man (1) nicht nur für $i=2$ und $i=3$ auswerten, sondern auch für $i=1$, so ergäbe sich entsprechend JFL_1 gemäß (2). Im allgemeinen wäre jedoch dann (3) nicht mehr erfüllt. Man kann aber die Minimierung der Abstandsquadrate unter der Nebenbedingung (3) durchführen mit Hilfe der Methode der Lagrange-Multiplikatoren. In Kombination mit der diskontierten Kleinst-Quadrat-Methode ergeben sich so schließlich die korrigierten Jahresfahrleistungen, $JFL_{i,korr.}$, zu:

4) Brühning, E., Heidemann, D., Prognose . . . , a.a.O.

5) Gilchrist, W., Statistical Forecasting, London / New York / Sydney / Toronto 1976, S. 308.

$$JFL_{i,korr.} = JFL_i - c_i \cdot (JFL_1 + JFL_2 - JFL_3) \text{ für } i=1,2$$

und

$$JFL_{3,korr.} = JFL_3 + c_3 \cdot (JFL_1 + JFL_2 - JFL_3);$$

dabei ist für $i=1,2,3$:

$$c_i = \frac{d_i^2/m_i}{\sum_{j=1}^3 d_j^2/m_j}$$

mit: $d_i = f_i(DTV_{BAB}) \cdot T \cdot L_i$ und

$$m_i = \sum_{k=1970}^{n-1} b_i^{n-1-k} \cdot (f_i(DTV_{BAB}(k)))^2$$

(hier durchläuft k die Jahre von 1970 bis zum Vorjahr des laufenden Jahres n). Die bis hierher beschriebenen Modifikationen wurden bei der Vorausschätzung für das Jahr 1978 angewendet.

Darüber hinaus erwies es sich nach Auswertung der Bundesverkehrszählung 1978⁶⁾ als notwendig, bei der Vorausschätzung der Werte für DTV_{BAB} zu berücksichtigen, daß neueröffnete Autobahnstrecken im Mittel deutlich niedriger belastet sind als längere Zeit unter Verkehr befindliche Strecken. So ergab sich ein DTV-Wert $DTV_{BAB,neu} = 18873$ Kfz/24 h für Neubaustrecken bei einem DTV-Wert von 29120 Kfz/24 h für das gesamte BAB-Netz.⁶⁾ Der sich nach der beschriebenen Methode⁷⁾ zur Vorausschätzung von DTV_{BAB} ergebende Wert wurde daher als gültig nur für den Teil des Netzes angesehen, der bereits im Vorjahr unter Verkehr war, während für die übrigen Strecken der Wert von $DTV_{BAB,neu}$ angesetzt wurde. Somit ergab sich schließlich

$$DTV_{BAB} = DTV_{BAB,alt} \cdot \frac{L_{n-1}}{L_n} + DTV_{BAB,neu} \cdot \frac{L_n - L_{n-1}}{L_n},$$

dabei bezeichnet $DTV_{BAB,alt}$ den DTV-Wert des im Vorjahr bereits unter Verkehr befindlichen Teiles des BAB-Netzes, während L_{n-1} bzw. L_n die BAB-Netzlängen des Vorjahres bzw. des laufenden Jahres bezeichnen.

6) Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.), Schriftenreihe Straßenverkehrszählungen . . . , a.a.O.

7) Brühning, E., Heidemann, D., Prognose . . . , a.a.O.

3. Vergleich der vorausgeschätzten Werte mit den Kontrollwerten

In Tabelle 1 sind für fünf Straßenklassen die vorausgeschätzten Werte mit den jeweils später ermittelten Kontrollwerten für die Fahrleistungen der Jahre 1977 und 1978 verglichen. Ferner sind die Kontrollwerte des Jahres 1976 mit aufgeführt, die zum Teil als Eingangsdaten für die Vorausschätzung des Jahres 1977 dienten.⁸⁾

Neben den zum jeweiligen Jahresende aktuell vorausgeschätzten Werten (V 3) sind auch die im Nachhinein mit Hilfe der gemäß Abschnitt 2 modifizierten Methodik ermittelten „Vorausschätzungen“ angegeben (V 1). Dabei wurde stets der Diskontierungsfaktor $b_i = 0,5$ verwendet. Außerdem sind noch die Werte angegeben, die sich ohne Lagrange-Multiplikatoren – bei aber ansonsten voller Berücksichtigung der Modifikation gemäß Abschnitt 2 – ergeben (V 2).

Die vorausgeschätzten Werte für die Straßenklassen „Bundesstraßen außerorts“, „außerörtliche Straßen“, „innerörtliche Straßen“ und „alle Straßen“ stimmen demnach in akzeptabler Weise mit den Kontrollwerten überein. Für die Bundesautobahnen ergaben sich zunächst größere Abweichungen, die vor allem durch unsichere Kontrollwerte der Vorjahre hervorgerufen wurden, welche als Eingangsdaten für die Vorausschätzung benötigt wurden; durch Verwendung der endgültigen Kontrollwerte konnten diese Abweichungen jedoch deutlich verringert werden.

Tabelle 1: Vergleich der vorausgeschätzten Werte mit den Kontrollwerten für die Jahresfahrleistungen (Angaben in 10^9 Kfz · km/a)

	Bundesauto- bahnen	Bundesstraßen außerorts	außerörtliche Straßen	innerörtliche Straßen	alle Straßen
1976					
Kontrollwert	62,5	56,5	194,5	95,9	290,4
1977					
Kontrollwert	69,1	59,1	202,5	99,1	301,6
Wert nach V 1	68,6	58,9	199,9	97,7	297,7
Wert nach V 2	68,6	58,9	199,9	97,7	297,7
Wert nach V 3	64,3	59,1	198,4	98,2	296,6
1978					
Kontrollwert	73,0	60,6	214,0	102,6	316,6
Wert nach V 1	76,4	61,0	210,0	100,8	310,8
Wert nach V 2	76,4	61,0	208,8	100,0	315,1
Wert nach V 3	79,7	61,1	211,8	100,4	312,2

Es bedeuten:

V 1: Vorausschätzung nach Modifikation gemäß Abschnitt 2 ($b_i = 0,5$ stets)

V 2: Vorausschätzung nach Modifikation gemäß Abschnitt 2, jedoch ohne Lagrange-Multiplikatoren ($b_i = 0,5$ stets)

V 3: jeweils aktuell durchgeführte Vorausschätzung

8) Brühning, E., Heidemann, D., Prognose . . . , a.a.O.

Tabelle 2 enthält die zur Berechnung der Jahresfahrleistungen verwendeten Netzlängen.

Tabelle 2: Verwendete Netzlängen (Angaben in km).

	1976	1977	1978
Bundesautobahnen	6 324	6 573	6 870
Bundesstraßen außerorts	25 400	25 328	25 172
außerörtliche Straßen	256 942	257 621	258 391
innerörtliche Straßen	214 630	219 106	223 580
alle Straßen	471 572	476 727	481 971

Summary

For the reason that the final mileage data for a calendar year are available only a few months after the end of each year, annual mileage with a breakdown by specific highway categories is extrapolated toward the end of a year since 1977. This is carried out in order to have up to date figures available. The method of extrapolation was already described in this journal. Apart from a few modifications of the methodology, the paper includes the extrapolation results for 1977 and 1978 and a comparison with the corresponding final figures.

Résumé

Etant donné que les données définitives concernant les rendements kilométriques en une année civile ne sont disponibles que quelques mois après la fin de l'année, les rendements kilométriques sont extrapolés pour des raisons d'actualité depuis 1977 par classification de routes à la fin de l'année. Les méthodes d'estimation ont déjà été décrites dans cette revue. Le présent rapport contient, outre quelques modifications de méthodes, les résultats des estimations pour les années 1977 et 1978 qui sont comparés aux valeurs définitives correspondantes.