

Zur Methode einer Schätzung des zukünftigen Kraftfahrzeugbestandes einer Stadt

(dargestellt am Beispiel der Stadt Krefeld)

VON PROFESSOR DR. DR. BÖTTGER UND DIPL.-VOLKSWIRT KLOTHNER

I. Der Straßenverkehr als kommunales Problem

Die Zahl der Kraftfahrzeuge hat in der Bundesrepublik in den letzten Jahren zwar sehr stark zugenommen (von 3 275 000 Kraftfahrzeugen im Jahre 1952 auf 6 137 000 Kraftfahrzeuge im Jahre 1957¹⁾), aber die Kraftfahrzeugdichte, bezogen auf die Einwohnerzahl, ist in der Bundesrepublik noch sehr viel geringer als in den USA und auch als in den meisten europäischen Ländern. Schon für die derzeitige Fahrzeugdichte ist das Straßennetz der Bundesrepublik unzureichend. Dazu kommt, daß seit einigen Jahren als Halber von Kraftfahrzeugen zunehmend die Arbeitnehmer auftreten und im Zusammenhang damit ein Übergang vom Kraftrad auf den Personenkraftwagen zu verzeichnen ist. Die Zahl der Krafträder stagniert bzw. nimmt schon seit dem Jahre 1956 ab¹⁾, während die Zahl der bedeutend mehr Verkehrsraum in Anspruch nehmenden Personenkraftwagen überproportional ansteigt.

Von dieser Entwicklung werden die Gemeinden besonders fühlbar betroffen. Der Straßenverkehr innerhalb der geschlossenen Ortschaften hat einen Umfang angenommen, der die Städte vor fast nicht mehr zu lösende Probleme stellt. In den Städten vor allem kommt es zu Ballungen des Verkehrs und einer beängstigenden Häufung der Verkehrsunfälle. Von den rd. 625 000 Straßenverkehrsunfällen¹⁾ des Jahres 1956 in der Bundesrepublik ereigneten sich rd. 495 000 = 80% innerhalb der geschlossenen Ortslage und nur rd. 130 000 = 20% auf der freien Strecke außerhalb der geschlossenen Ortslage. Von den Unfällen auf der freien Strecke entfallen 12 300 auf die Bundesautobahnen. Bei der Straßenlänge ist das Verhältnis geschlossene Ortslage (Ortsdurchfahrt) zu freier Strecke gerade umgekehrt, 20 : 80. Auf jedem Kilometer Ortsdurchfahrt ereigneten sich im Jahre 1956 mehr als 20 Verkehrsunfälle. Dagegen verzeichneten die Autobahnen nicht mehr als 5 Verkehrsunfälle je km und die freie Strecke (einschl. Autobahnen) gar nur 1 Verkehrsunfall auf jedem Kilometer Streckenlänge. Diese Zahlen sprechen für sich. Die Gemeinden sind durch Straßenbaulasten sehr stark in Anspruch genommen, weil die Unterhaltung, Verbesserung und der Neubau von Straßen innerhalb der geschlossenen Ortschaften aus vielen Gründen mit bedeutend höheren Kosten verbunden sind als auf der freien Strecke. In den gesamten Angaben für das Straßenwesen 1948-1954 von Bund, Ländern und Gemeinden haben die kreisfreien Städte allein fast 25% tragen müssen²⁾. Die Städte sind aber nicht nur Träger der Straßenbaulasten für die teuersten

¹⁾ Statistisches Jahrbuch der Bundesrepublik 1958.

²⁾ Wirtschaft und Statistik, Heft 8/1956.

wichtigsten und am stärksten belasteten Straßen. In engster Verbindung mit den kommunalen Straßenbaulasten steht die Bereitstellung ausreichender Parkflächen für den ruhenden Verkehr. Dieses Problem besteht auf der freien Strecke praktisch nicht.

Die Kraftfahrzeugdichte ist in den einzelnen Städten der Bundesrepublik über Erwarten unterschiedlich. Bei einem Vergleich der Zahlen von 151 Gemeinden (davon 125 kreisfreie Gemeinden) der Bundesrepublik³⁾ zeigt sich, daß nur 13 Gemeinden am 1. Juli 1957 mehr als 130 Kraftfahrzeuge auf je 1 000 Einwohner hatten, und von diesen 13 Gemeinden sind nur 4 Großstädte (über 100 000 Einw.). Die höchsten Zahlen weisen drei verhältnismäßig kleine Gemeinden auf, nämlich: Wermelskirchen (22 900 Einw. mit 153,8 Kfz./1000 Einw.), Eschwege (23 700 Einw. mit 152,5 Kfz./1000 Einw.), Schwenningen (29 500 Einw. mit 147,1 Kfz./1000 Einw.). Erst dann folgt München mit 146,3 Kfz./1000 Einw. Ähnliche Unterschiede zeigt auch ein Vergleich der Verkehrsunfallzahlen dieser Gemeinden.

Diese Hinweise sollten noch einmal deutlich machen, daß es für jede Stadt ein individuelles Straßenverkehrsproblem gibt. Das Straßennetz einer jeden Stadt wird sich jeweils fast allen anderen städtischen Straßennetzen erheblich unterscheiden und schafft jeweils besondere Voraussetzungen für den Straßenverkehr. Aber auch davon ganz abgesehen, gibt es keinen Generalnenner für die städtischen Verkehrsprobleme. Betrachtungen über die voraussichtliche Weiterentwicklung der Kraftfahrzeugdichte in einer bestimmten Stadt können daher nur dann zu brauchbaren Schätzwerten führen, wenn die individuellen Verhältnisse und Voraussetzungen in dieser Stadt besonders berücksichtigt werden. Dazu gehört auch die Kraftfahrzeugdichte, bei der es auch für Städte vergleichbarer Größe (Einwohnerzahlen) keine Normzahlen gibt.

II. Kraftfahrzeugbestand und Verkehrsleistung

Viele der vorgenannten Gründe geben den Anlaß zu einem Versuch, eine Berechnung der voraussichtlichen Entwicklung des Kfz.-Bestandes in Krefeld (200 000 Einw.) vorzunehmen.

Es bestand durchaus Klarheit darüber, daß der zukünftig zu erwartende Straßenverkehr in erster Linie nicht von der Zahl der Kraftfahrzeuge, sondern von deren Verkehrsleistung (gefahrne Strecke pro Fahrzeug) und von der Struktur des Personenkraftwagenbestandes einer Stadt abhängig ist. Lastkraftwagen und Personenkraftwagen nehmen naturgemäß mehr Verkehrsraum in Anspruch als Kraftfahrzeuge bei den einzelnen Gemeinden kaum ins Gewicht fallende Unterschiede aufweist.

Ob und in welchem Ausmaß etwa die durchschnittliche Verkehrsleistung der einzelnen Kraftfahrzeuge (vergleichbarer Fahrzeugarten) von Stadt zu Stadt Unterschiede aufweist, konnte nicht festgestellt werden. Es darf aber angenommen werden, daß die große Zahl der Kraftfahrzeuge in jeder Stadt nach dem „Prinzip der großen Zahl“ weitgehend zu einem Ausgleich der durchschnittlichen Verkehrsleistung der einzelnen Kraftfahrzeuge führt. Örtliche Besonderheiten, die eine ins Gewicht fallende Verschiebung der durchschnittlichen Verkehrsleistung des einzelnen Kraftfahrzeuges verursachen könnten, sind

³⁾ Statistisches Jahrbuch Deutscher Gemeinden, 1957.

örtlich jeweils bekannt und können bei der Beurteilung der örtlichen Verkehrssituation entsprechend berücksichtigt werden.

Ausschlaggebend für die Wahl der Zahl der Kraftfahrzeuge statt der Verkehrsleistung dieser Kraftfahrzeuge als Bestimmungsgröße für den zukünftigen örtlichen Kraftfahrzeugverkehr war aber die Tatsache, daß die Verkehrsleistung aller Kraftfahrzeuge innerhalb eines Stadtgebietes überhaupt kaum meßbar ist.

Für die Feststellung dieser Verkehrsleistung wären sehr umfangreiche und kostspielige Zählungen und Einzeluntersuchungen erforderlich, deren Resultate aber immer noch mit einem hohen Unsicherheitsfaktor behaftet wären. Die sehr viel einfacher durchzuführenden Untersuchungen und Berechnungen über die Zahl der Kraftfahrzeuge führen mit der größten Wahrscheinlichkeit zu Vorausschätzungen, die praktisch nicht weniger brauchbar sein werden als die höchst unsichere Messung der Verkehrsleistung. Zu bedenken ist hier auch, daß vorerst noch völlig ungeklärt ist, ob mit zunehmender Zahl der Kraftfahrzeuge die Intensität der Nutzung des einzelnen Kraftfahrzeuges zurückgeht oder ansteigt. „Der innerstädtische Großstadtverkehr blieb nach wiederholten Verkehrszählungen in Deutschland jährlich mit rd. 10% hinter der Zunahme des Kfz.-Bestandes zurück. Betrachtungen an Ausfallstraßen zeigen auch das Gegenteil. Direkte Gesetzmäßigkeiten zeichnen sich hier noch nicht ab.“⁴⁾

III. Vergleich mit anderen Städten

Bei dem in Krefeld vorgenommenen Versuch wurde zunächst festgestellt, welche Aufschlüsse aus einem Vergleich der Krefelder Zahlen über den Kfz.-Bestand mit Städten der gleichen Größenordnung gezogen werden könnten. Zum Vergleich wurden zehn Städte ausgewählt, und zwar die in der Reihenfolge der Einwohnerzahlen fünf nächst größeren und fünf nächstkleineren Städte. Es ergab sich, daß die Zahl der Kraftfahrzeuge auf 1000 Einwohner in Krefeld mit 116 wesentlich höher lag als im Durchschnitt der zehn Vergleichsstädte mit 101. Darüber hinaus war die Zahl der Kraftfahrzeuge im Verhältnis zur verfügbaren Verkehrsfläche (Straßen und Plätze) in Krefeld mit 34 Kfz. je ha Verkehrsfläche ebenfalls beträchtlich höher als im Durchschnitt der zehn Vergleichsstädte mit 23 Kfz. je ha Verkehrsfläche. In Krefeld war demnach die Lage z. T. ganz erheblich schlechter als in den meisten Vergleichsstädten. Diese Feststellungen stehen mit dem Versuch der Vorausberechnung der Zahl der Kraftfahrzeuge nur insofern im Zusammenhang, als daraus ein Teilurteil über die örtliche Situation gewonnen werden sollte.

IV. Methoden der Vorausschätzung

Vorausschätzungen des zukünftig zu erwartenden Kfz.-Bestandes gehen meist von dem bisher festgestellten Trend der Entwicklung in einem Land oder einer Stadt oder von einem Vergleich mit der Entwicklung in anderen Ländern oder Städten aus. Diese Vorausschätzungen haben als Grundlage also nur die bisherige Zahl der Kraftfahrzeuge. Die Krefelder Zahlen zeigten nun, daß die Trendlinie zwar die Grundrichtung der vor-

⁴⁾ J. W. Korte, Grundlagen der Straßenverkehrsplanung in Stadt und Land, Wiesbaden/Berlin, 1958, S. 258.

aussichtlichen Entwicklung erkennbar macht, der Trend allein aber keine ausreichende Berechnungsgrundlage sein dürfte. Eine aus dem Trendverlauf gezogene Prognose für den Kfz.-Bestand im Jahre 1962 führte je nach dem der Trendbereich zugrunde gelegten Zeitraum zu anderen Ergebnissen. Die nachstehenden, aus dem Trend⁵⁾ verschiedenen Zeiträume zwischen 1950 und 1958 errechneten Zahlen für den voraussichtlichen Kfz.-Bestand im Jahre 1962 in Krefeld machen das deutlich (vgl. auch Abb. 1):

Trend berechnet aus dem Zeitraum		Prognose für den Kfz.-Bestand in Krefeld im Jahre 1962
1)	1950 bis 1955	= 25 700 Kfz.
2)	1950 bis 1957	= 28 800 Kfz.
3)	1950 bis 1958	= 30 000 Kfz.
4)	1953 bis 1958	= 27 500 Kfz.
5)	1954 bis 1958	= 33 400 Kfz.

Der für eine Trendberechnung seit 1950 verfügbare Zeitraum ist zu kurz, das steht hier in Frage. An einigen Beispielen war lediglich zu zeigen, daß die allein aus dem Trend gezogenen Prognosen recht unsicher sind und für sich allein noch nicht genügend Anhaltspunkte geben. Hinzu kommt, daß die jüngste Entwicklung der Kfz.-Zahlen auf eine „Motorisierungswelle“ hinweist, deren besonderes Schwergewicht bei den Personenkraftwagen liegt. Daran sind besonders die Arbeiterkäufer im Jahre 1952 noch unter 10% beteiligt. Das wird möglicherweise zu einer weiteren Steigerung der Kraftfahrzeuge- und insbesondere der Pkw.-Zahlen über die bisherigen jährlichen Zuwachsraten hinaus führen, zumal der „Notbehelf“ Kraftwagen und mehr gegen das „Endziel“ Personenkraftwagen ausgetauscht werden wird. Die Zahlen des Kfz.-Bestandes allein sind deshalb für eine Trendprognose keine zuverlässige Grundlage mehr.

Für Krefeld wurde nun der Versuch unternommen, durch die Verbindung der Entwicklung des Kfz.-Bestandes mit einer oder mehreren anderen Bezugsgrößen weitere Anhaltspunkte für den zukünftigen Kfz.-Bestand in Krefeld zu gewinnen. In einer Untersuchung aus jüngster Zeit⁶⁾ über die voraussichtliche Entwicklung des Kraftfahrzeugbestandes, insbesondere der Personenkraftwagen in der Bundesrepublik, wurde als Bezugsgröße die Entwicklung des Bruttosozialproduktes gewählt. Die in dieser Untersuchung festgestellten Zusammenhänge zwischen der Entwicklung des Kraftfahrzeugbestandes und der Entwicklung des Bruttosozialproduktes sind auffallend eng, wenn auch diese Zusammenhänge an sich gegeben oder doch zu vermuten sind. Die festgestellte korrelative Entsprechung ist über Erwarten groß und wurde für eine sehr brauchbar und zuverlässig erscheinende Vorausschätzung des für 1965 in der Bundesrepublik zu erwartenden Kfz.-Bestandes ausgewertet. Die Verfasser der genannten Studie rechnen bis 1965 mit einer Verdoppelung des gegenwärtigen Pkw.-Bestandes.

⁵⁾ Berechnet nach der Methode der kleinsten Quadrate, in: O. Most, Allgemeine Statistik, Frankfurt 1953, 2. Auflage, S. 71 ff.

⁶⁾ Volkswirtschaftl. Abteilung der ESSO-AG Hamburg: Der Pkw.-Bestand in Westdeutschland bis 1965, August 1958.

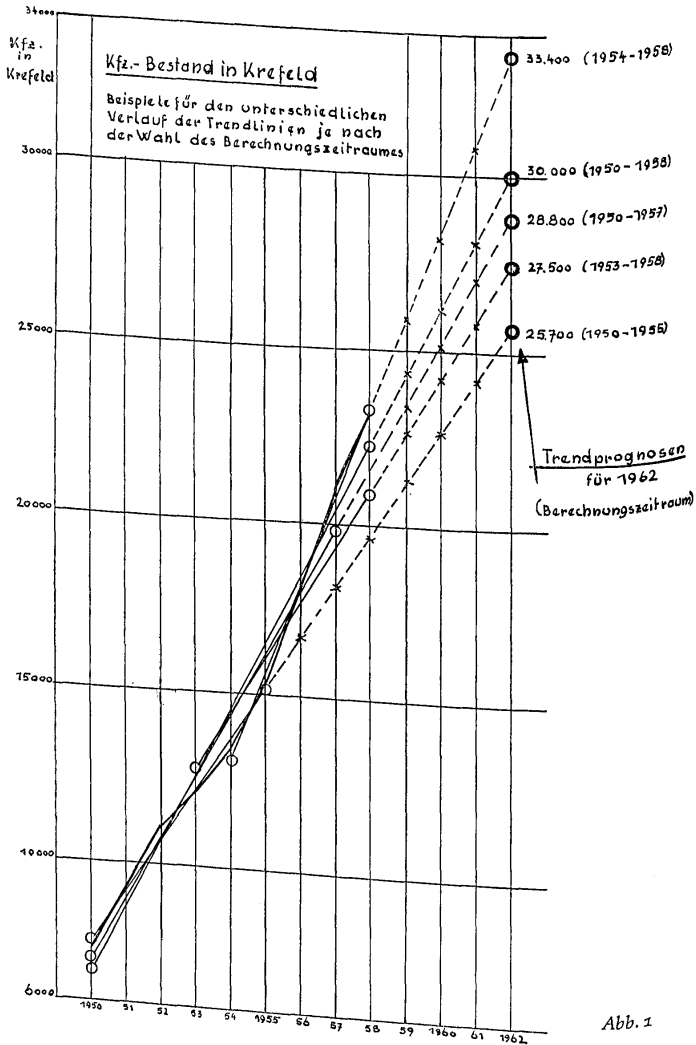


Abb. 1

Leider ist die Bezugsgröße Bruttosozialprodukt für entsprechende Vorausschätzungen für das Gebiet einer Stadt nicht verwendbar, weil Angaben über das Bruttosozialprodukt einer Stadt bisher nicht vorliegen, von einer einzigen Ausnahme abgesehen¹⁾. Diese Ausnahme macht die ganz erheblichen Schwierigkeiten deutlich, mit denen regionale Sozialproduktberechnungen dieser Art wenigstens heute noch verbunden sind.

In Krefeld wurde deshalb nach anderen Bezugsgrößen gesucht, für die die entsprechenden Zahlenangaben vorhanden waren. Offenbar ist zwischen der Entwicklung des Kfz.-Bestandes und der Entwicklung vieler anderer Zahlengrößen aus dem Wirtschaftsleben einer Stadt ein verhältnismäßig enger, auch in Zahlen feststellbarer Zusammenhang gegeben, da die Zahl der Kraftfahrzeuge nur ein Ausdruck unter anderen für die wirtschaftliche Entwicklung ist. Für Krefeld als ausgeprägte Industriestadt lag es nahe, als Bezugsgrößen für die Entwicklung des Kraftfahrzeugbestandes Zahlenreihen aus der Industriewirtschaft in der Stadt zu suchen. Die Struktur der Krefelder Industrie ist verhältnismäßig ausgeglichen. Textilindustrie, Edelmetallindustrie und Chemische Industrie sind vorherrschend, doch sind deren Gewichte ziemlich gleichmäßig verteilt. Eine Beeinträchtigung der Brauchbarkeit der ausgewählten Zahlen durch eine zu einseitige Ausrichtung auf die Entwicklung eines einzelnen Industriezweiges war deshalb nicht zu befürchten. Folgende Bezugsgrößen wurden ausgewählt (jeweils Zahlenreihen von 1950 bis 1957, da für 1958 nur die Zahlen des Kfz.-Bestandes, nicht aber die der Bezugsgrößen vorlagen):

1. Gesamtumsätze der Krefelder Industrie;
2. Bruttolohn- und -gehaltssumme der Krefelder Industrie;
3. Gemeindesteuer-Isteinnahmen der Stadt Krefeld.

Mit großer Wahrscheinlichkeit lassen sich viele andere Zahlenreihen aus dem Wirtschaftsleben einer Stadt finden, die untereinander in einem weniger engen sachlichen Zusammenhang stehen als die hier ausgewählten. Die hier gegebene Gefahr, daß die ausgewählten Bezugsgrößen im Grunde nur eine stark voneinander abhängige, gleichartige Entwicklung haben, wurde für den Versuch als nicht wesentlich angesehen, da es in erster Linie darauf ankam, Klarheit über die Methode der Untersuchung zu gewinnen.

Zunächst wurde der korrelative Zusammenhang zwischen der Entwicklung des Kfz.-Bestandes in Krefeld und der Entwicklung jeder der ausgewählten drei Bezugsgrößen festgestellt. Schon aus einem graphischen Vergleich der Entwicklung der vier Zahlenreihen (vgl. Abb. 2) wird ein verhältnismäßig enger Zusammenhang erkennbar. Aus den Zahlenreihen wurden folgende Korrelationskoeffizienten²⁾ errechnet:

Zwischen Entwicklung des Kfz.-Bestandes in Krefeld und

1. Gesamtumsätzen der Industrie in Krefeld
2. Bruttolohn- und -gehaltssumme der Krefelder Industrie
3. Gemeindesteuer-Isteinnahmen der Stadt Krefeld

$$r = 0,9955$$

$$r = 0,9756$$

$$r = 0,9862$$

Die vermuteten engen Zusammenhänge werden durch diese sehr hohen Korrelationskoeffizienten, die jeweils eine fast vollständige Entsprechung ausdrücken, vollauf bestätigt.

¹⁾ Dr. R. Günzert, Das Sozialprodukt der Stadt Frankfurt am Main, 1950-1953, Sonderheft 3 der „Statistischen Monatsberichte“ Frankfurt am Main.

²⁾ O. Most, Allg. Statistik, a.a.O., Seite 66 f.

Entwicklung von Kfz-Bestand und drei Bezugsgrößen in Krefeld 1950 - 1957. (1952 = 100)

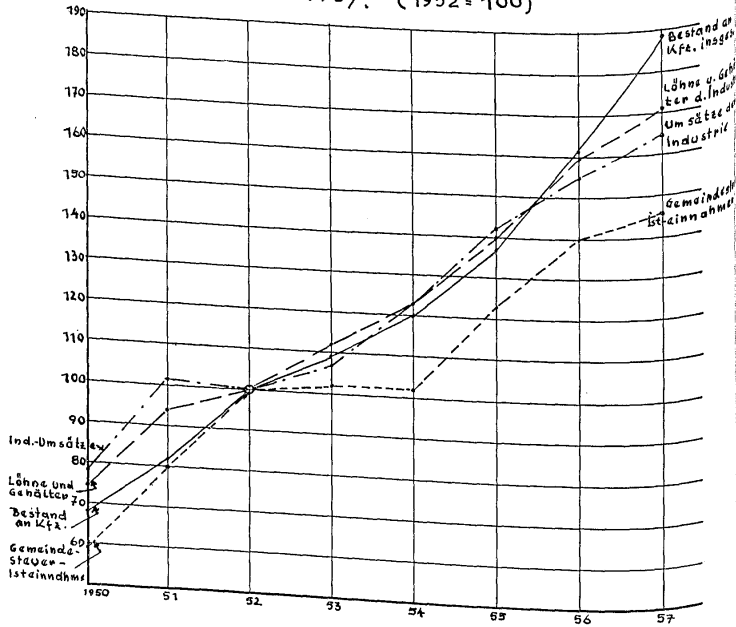
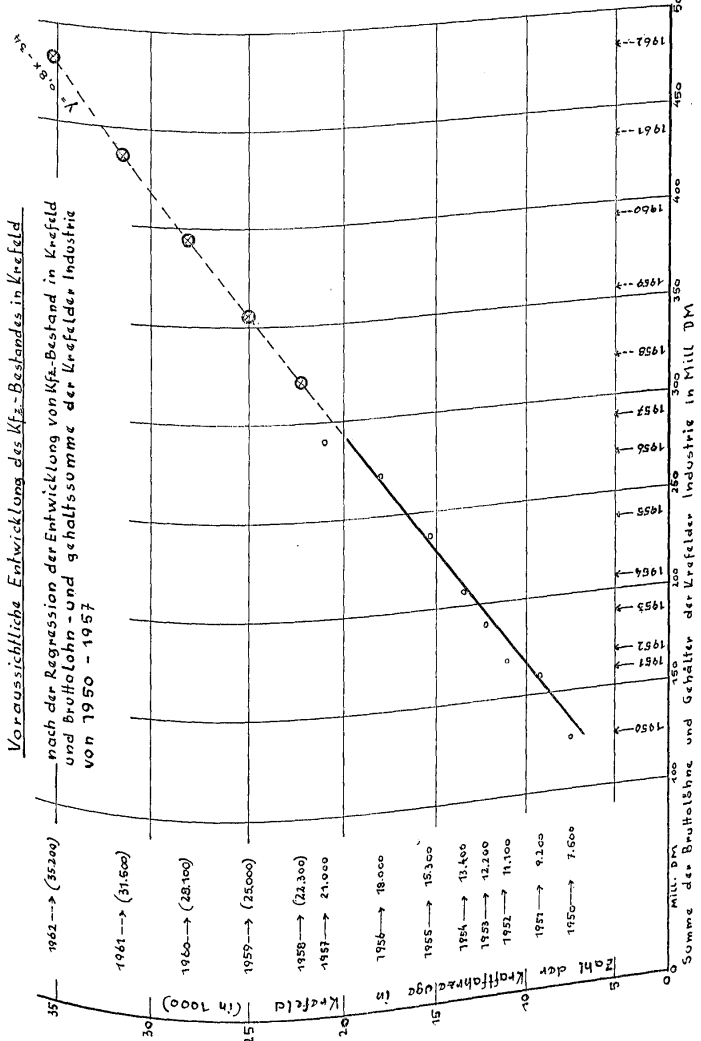


Abb. 2

Es wurden nunmehr die Regressionslinien⁹⁾ zwischen der Entwicklung des Kfz.-Bestandes und jeweils einer der drei Bezugsgrößen für die Zeit von 1950 bis 1957 berechnet (vgl. Abb. 3). Zur Vereinfachung des etwas komplizierten Rechenganges wurde hier sondern mit abgerundeten Zahlen gerechnet. Durch mehrere Gegenproben wurde aber die Erwartung bestätigt, daß durch die Abrundung der Grundzahlen nur eine sehr geringe, nicht ins Gewicht fallende Veränderung der Endzahlen eintritt. Es ergaben sich folgende Regressionslinien in der Form linearer Gleichungen ($Y = \text{Kfz.-Bestand}$; $X =$ jeweilige Bezugsgröße):

⁹⁾ Vgl. O. Most, Allgemeine Statistik, a.a.O., Seite 73.

Voraussichtliche Entwicklung des Kfz.-Bestandes in Krefeld nach der Regression der Entwicklung von Kfz.-Bestand in Krefeld und Brutto Lohn- und Gehaltssumme der Krefelder Industrie von 1950 - 1957



- 1) $Y = 1,28 X - 47$ (Kfz.-Bestand : Industrieumsätze);
- 2) $Y = 0,8 X - 34$ (Kfz.-Bestand : Bruttolohn- u. -gehaltssumme);
- 3) $Y = 0,453 X - 16$ (Kfz.-Bestand : Gemeindesteuer-Isteinnahme).

Der schwierigste Teil der Vorausschätzung des im Jahre 1962 zu erwartenden Kfz.-Bestandes lag in einer ausreichend genau erscheinenden Schätzung der zukünftigen Zuwachsraten der Bezugsgrößen. Es ist natürlich sehr unsicher, welchen Verlauf die Entwicklung der Bezugsgrößen in den nächsten Jahren nehmen wird. Die Erwartung einer Steigerung der jährlichen Zuwachsraten könnte ebenso wie die Erwartung einer Verminderung oder auch die Erwartung gleichbleibender Zuwachsraten nicht objektiv begründet werden. Vor allem wären für den Grad einer Steigerung oder Verminderung keine objektiven Merkmale gegeben. Deshalb erschien es sowohl zulässig als auch zweckmäßig anzunehmen, daß die jährlichen Zuwachsraten der Bezugsgrößen im Durchschnitt der nächsten fünf Jahre ebenso groß sein werden wie im Durchschnitt der vergangenen sieben Jahre von 1950 bis 1957. Damit sind Unsicherheiten verbunden, die sich aus einer Prognose nicht ausschalten lassen. Es geht hier auch gar nicht darum, mit Sicherheit den wirklichen Kfz.-Bestand der nächsten Jahre zu treffen, sondern lediglich darum, möglichst wirklichkeitsnahe Anhaltspunkte für die voraussichtliche Entwicklung zu erhalten.

In Krefeld waren die jährlichen Zuwachsraten der Bezugsgrößen im Durchschnitt der Jahre 1950 bis 1957 wie folgt:

1. Gesamtumsätze der Krefelder Industrie: + 10,6% jährlich;
2. Bruttolohn- und -gehaltssumme der Krefelder Industrie: + 10,6% jährlich;
3. Gemeindesteuer-Isteinnahme: + 13,0% jährlich.

Unter der Annahme, daß die durchschnittlichen jährlichen Zuwachsraten der Bezugsgrößen von 1950 bis 1957 im Durchschnitt der Jahre von 1958 bis 1962 beibehalten werden, ergaben sich für 1962 folgende Prognosen des Kfz.-Bestandes in Krefeld (vgl. Abb. 4):

1. Aus der Regression von Kfz.-Bestand und Gesamtumsätzen der Krefelder Industrie (Gleichung: $Y = 1,28 X - 47$) Kfz.-Bestand 1962 = rd. 36 000 Kraftfahrzeuge;
2. Aus der Regression Kfz.-Bestand und Bruttolohn- und -gehaltssumme der Krefelder Industrie (Gleichung: $Y = 0,8 X - 34$) Kfz.-Bestand 1962 = rd. 35 000 Kraftfahrzeuge;
3. Aus der Regression Kfz.-Bestand und Gemeindesteuer-Isteinnahmen (Gleichung: $Y = 0,453 X - 16$) Kfz.-Bestand 1962 = rd. 36 400 Kraftfahrzeuge.

Die aus den drei Regressionsgleichungen errechneten Zahlen für den Kraftfahrzeugbestand im Jahre 1962 in Krefeld liegen verhältnismäßig nahe beieinander (vgl. auch verbundene und stark voneinander abhängige Zahlengrößen um eng miteinander zeigt sich aber auch, daß die aus den drei Regressionsgleichungen für 1962 errechneten Zahlen erheblich über den Zahlen liegen, die sich nach den Trendprognosen aus verschiedenen Zeiträumen für 1962 ergeben. Das ist darauf zurückzuführen, daß seit dem Jahre 1955 einsetzenden verstärkten „Motorisierungswelle“ die Kraftfahrzeuge zahlen relativ stärker anstiegen als die Bezugsgrößen. Die Trendlinien sind noch von dem geringeren Anstieg in den ersten Jahren nach 1950 in ihrem Verlauf abgeflacht. Bei den Regressionslinien ist die Höhe der vorausgeschätzten Zahlen des Kfz.-Bestandes

Erwarteter Bestand 1962 aus der Regression zwischen Kfz.-Bestand 1950-1957 und
 1) Gesamtumsätzen der Krefelder Industrie = 36.000 Kfz.
 2) Bruttolohn- u. Gehälter d. Industrie = 35.000 Kfz.
 3) Gemeindesteuer-Isteinnahme = 36.400 Kfz.

Voraussichtliche Entwicklung des Kfz.-Bestandes in Krefeld 1958 - 1962.

