

## Die voraussichtliche Entwicklung des Bestandes an Personenkraftwagen bis 1975

*Der Personenkraftwagen (Pkw) wird zu beruflichen und privaten Zwecken verwendet, er ist teils Investitionsgut und teils dauerhaftes Konsumgut. Mit fortschreitendem Wohlstand überwiegt die private Nutzung. Immer mehr Haushalte können sich einen Pkw leisten, das Sozialprestige, das mit seinem Besitz verknüpft ist, steigert die Nachfrage zusätzlich. Die Kaufmotive sind, wie für alle Güter des gehobenen Bedarfes, vielschichtig, mitunter irrational und schwer erfassbar. Dennoch sind längerfristige Bedarfsvorausschätzungen als Richtschnur für den Straßenbau, die Ausweitung von Erzeugungsbetrieben, Werkstätten, Garagen und Tankstellen sowie für die Heranbildung von Fachkräften notwendig. Das Institut versuchte erstmals 1957 eine Projektion des Pkw-Bestandes bis 1962. Die Ergebnisse blieben hinter der tatsächlichen Entwicklung zurück<sup>1)</sup>, da die Realeinkommen stärker stiegen, als damals angenommen wurde. Das Risiko von Fehldispositionen kann verringert werden, wenn die Projektionen periodisch überprüft und nötigenfalls modifiziert werden.*

*Die vorliegende Vorausschätzung stützt sich auf allgemeine Überlegungen und verschiedene einfache ökonomische Berechnungen. Sie kommt zu dem Ergebnis, daß bis 1975 der Pkw-Bestand auf 1 56 Mill. Pkw oder mehr als das Doppelte steigen dürfte. Auf 4,4 Einwohner oder 3 Erwerbstätige wird ein Fahrzeug entfallen. Um den Erweiterungs- und Ersatzbedarf 1966 bis 1975 in Höhe von 1 45 Mill. Pkw zu decken, werden etwa 70 Mrd. S (zu Preisen von 1964) ausgegeben werden müssen, doppelt soviel wie in den Jahren 1955 bis 1964.*

### Bisherige Nachfrage und Bestandsentwicklung

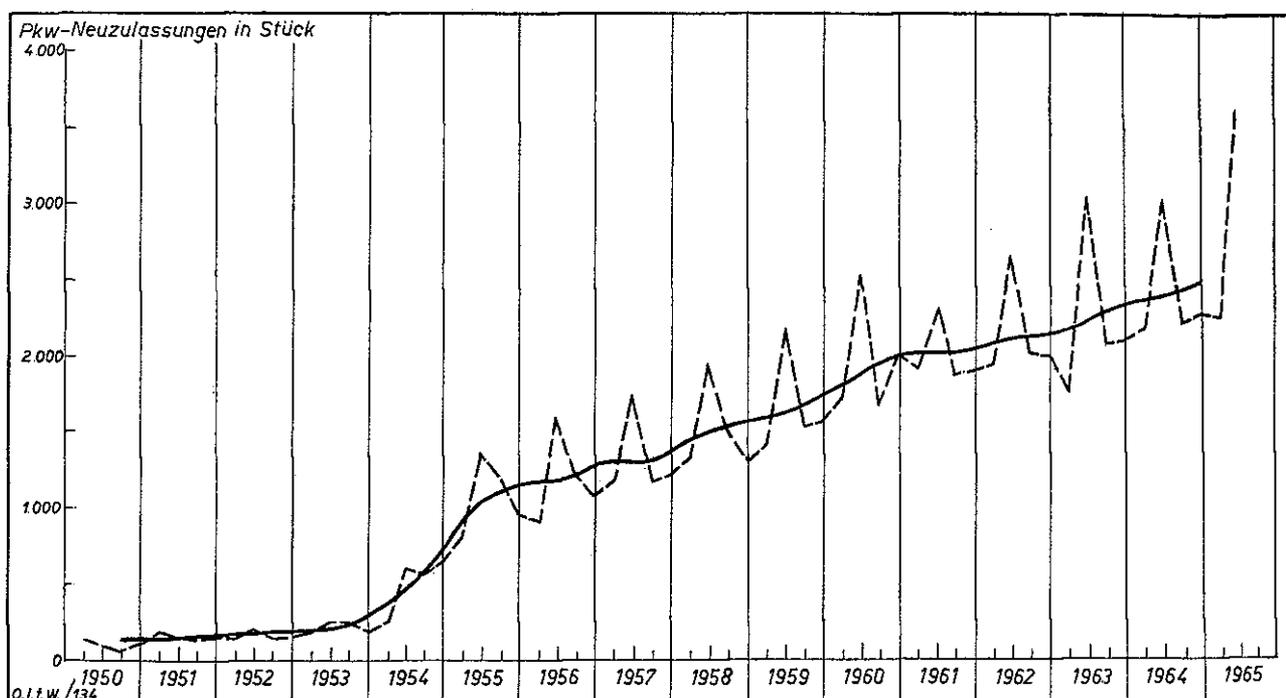
#### Der Einfluß wirtschaftspolitischer Maßnahmen

Der Bedarf an Personenkraftwagen (Pkw) wird in Österreich großteils durch Importe gedeckt. In den ersten Nachkriegsjahren schränkte der Devisenmangel die Marktversorgung ein, für Pkw wurden schwarze und graue Aufpreise bis zu 100% gezahlt. Erst nach der Einfuhrliberalisierung 1954, vier bis fünf Jahre später als in den westlichen Nachbarstaaten mit eigener Pkw-Produktion oder ausreichendem Devisenbestand (Schweiz), konnte auch in Österreich die europäische Motorisierungswelle wirksam werden. Der große aufgestaute Bedarf ließ bis 1956/57 den Pkw-Park sprunghaft steigen. Seither verlief die Entwicklung in ruhigeren Bahnen. Die Zuwachsrate des Bestandes je 1 000 Einwohner sank von 59% (1955) auf 23% (1956/57), schwankte dann bis 1962 zwischen 16% und 19% und ging in den beiden folgenden Jahren neuerlich (auf 12% und 11%) zurück.

Bedarfsvorausschätzungen stützen sich meist auf das Verhalten der Konsumenten in der Vergangenheit. Infolge des ungenügenden Angebotes bis zur Liberalisierung und des Nachholbedarfes unmittelbar nachher können jedoch die Erfahrungen bis 1954/55 nicht und die der folgenden Jahre bis 1958 nur bedingt verwertet werden. Der verbleibende siebenjährige Beobachtungszeitraum ist sehr kurz; längerfristige Prognosen sollten sich auf Zeitreihen über wenigstens 20 Jahre stützen. Mit ähnlichen Schwierigkeiten hatten alle ausländischen Pkw-Vorausschätzungen in den Fünfzigerjahren zu kämpfen. Sie erklären großteils, warum sich die meisten Prognosen als unzulänglich erwiesen (in Westdeutschland z. B. wurde der 1958 für 1967 vorausgeschätzte Pkw-Bestand bereits 1964 erreicht). Die Voraussetzungen sind jedoch gegen-

<sup>1)</sup> Beilage 44 zu den Monatsberichten, Jg. 1957. Setzt man in die Bestimmungsgleichung (S. 14) die tatsächlichen Einkommensveränderungen ein, so liegen die errechneten Bestände 1961 nur um 7% und 1964 um 10% unter den tatsächlichen Beständen.

Entwicklung der Neuzulassungen von Pkw  
(Linearer Maßstab; 1 000 Pkw)



Die Motorisierung blieb in Österreich lange Zeit hinter anderen Ländern zurück, weil die Einfuhr von Pkw gedrosselt war. Nach der Importliberalisierung im Frühjahr 1954 stiegen daher die Neuzulassungen von Pkw sprunghaft. Erst nach Befriedigung des aufgestauten Nachholbedarfes normalisierte sich seit 1956 die Nachfrageentwicklung.

wärtig insofern günstiger, als bereits längere ungebrochene Entwicklungsreihen aus dem westlichen Ausland vorliegen, die Rückschlüsse auf die künftige Entwicklung in Österreich erlauben.

**Rasches Motorisierungstempo in Österreich**

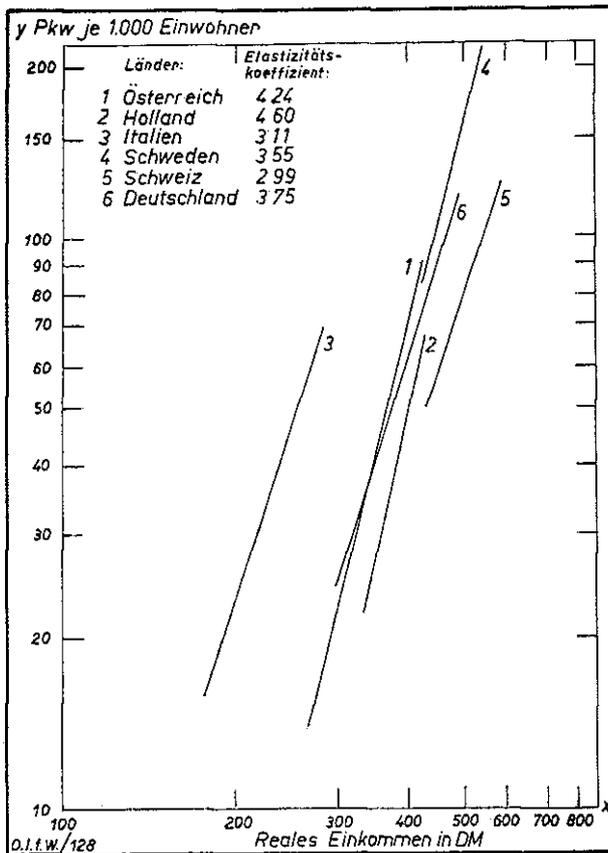
1950 gab es in Österreich 52.000 und 1964 bereits 702.000 Pkw. 1954 erreichte der Bestand das 1,8fache, 1958 das 5,6fache und 1964 das 13,5fache von 1950. Die Pkw-Dichte stieg von 7,5 auf 13,2, 41,4 und 97,3 je 1.000 Einwohner. Österreichs Motorisierung schritt in den 14 Jahren rascher voran als in neun anderen westeuropäischen Ländern<sup>1)</sup>. Die Fahrzeugdichte ist zwar auch gegenwärtig noch niedriger als in den Vergleichsländern (Italien und Holland ausgenommen), doch hat sich der Abstand merklich verringert. 1950 hatten die meisten Länder mehr als doppelt soviel (England sogar sechsmal soviel) Pkw je Einwohner wie Österreich. 1964 lag in der Fahrzeugdichte nur noch Schweden (230%) weit voran, in den anderen Ländern schwankte die Dichte zwischen 94% (Italien) und 163% (England) der österreichischen Werte. Der Aufholprozeß scheint allerdings bereits ab-

geschlossen zu sein. Die jährlichen Zuwachsraten waren in Österreich anfangs viel höher, bis 1962 sanken sie allmählich auf den westeuropäischen Durchschnitt, 1963 (12% gegen 15%) und 1964 (11% gegen 13%) lagen sie bereits darunter.

Die Motorisierung im Ausland läßt kein einheitliches „Entwicklungsgesetz“ erkennen. Die Pkw-Dichte in der gesamten Ländergruppe wuchs seit 1952 bemerkenswert stetig. Die jährlichen Zuwachsraten schwankten zwischen 13% und 15% (nur in der Rezession 1958 und unmittelbar nachher waren sie mit 11% bis 12% etwas niedriger). Hinter der relativen Konstanz der durchschnittlichen Zuwachsraten verbergen sich jedoch größere regionale Unterschiede. In einigen Ländern, insbesondere Belgien, Großbritannien, Dänemark und Schweiz, hat sich das Motorisierungstempo beschleunigt, obwohl es dort bereits relativ viele Pkw gibt (134 bis 144 Pkw je 1.000 Einwohner). Dagegen zeichnen sich in Schweden, in der Bundesrepublik Deutschland und in Österreich Sättigungserscheinungen ab. Der Rückgang der Zuwachsraten in Schweden (von 17% im Zeitraum 1952/58 auf 7% in den letzten beiden Jahren) läßt sich mit der besonders hohen Pkw-Dichte erklären (1964 220 Pkw je 1.000 Einwohner).

<sup>1)</sup> Italien, Schweiz, Deutschland, Belgien, Holland, Dänemark, Norwegen, Schweden, England

### Zusammenhang zwischen Nationaleinkommen und Pkw-Dichte (Logarithmischer Maßstab)



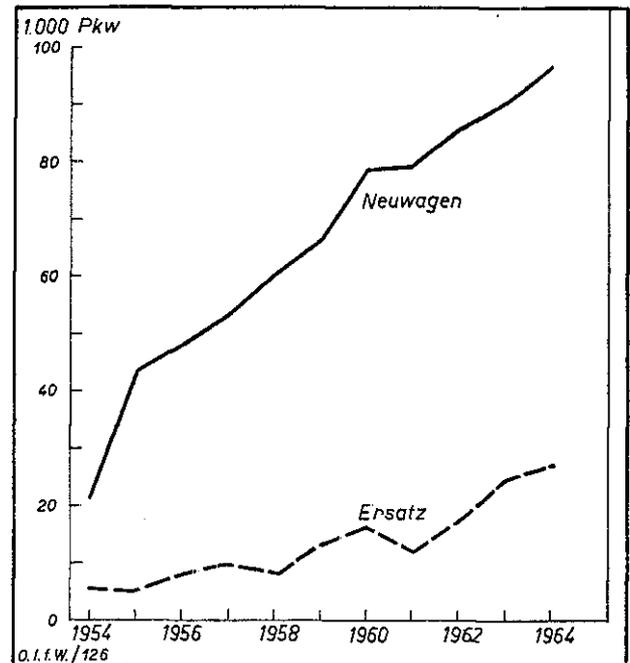
Je höher der Lebensstandard eines Landes ist, desto größer ist im allgemeinen auch die Pkw-Dichte. Gleiches Nationaleinkommen bedingt aber noch nicht gleiche Pkw-Dichte, wie ein Vergleich Schweden—Schweiz in obiger Zeichnung erkennen läßt. Die Motorisierung hängt auch von den Verbrauchsgewohnheiten ab. Die Nachfrage nach Pkw — ihre Einkommenselastizität kommt in der Zeichnung durch die Steilheit der Regressionsgeraden (1, 2, 3 usw.) zum Ausdruck — kann daher trotz niedrigerem Nationaleinkommen höher sein als in einem anderen Land mit größerem Wohlstand.

In Österreich und in Deutschland spielen jedoch offenbar andere Einflüsse eine Rolle. In beiden Ländern verlief die Entwicklung seit 1958 sehr ähnlich. Die Pkw-Dichte erhöhte sich bis 1964 in Österreich um 135% und in Deutschland um 138%, die jährlichen Zuwachsraten sanken kontinuierlich von 24,3% auf 11,2% (Österreich) und von 17,8% auf 11,8% (Deutschland). Nur 1958 und 1960 bestanden größere Wachstumsunterschiede. Aus den deutschen Erfahrungen lassen sich daher am ehesten Rückschlüsse auf die Entwicklung in Österreich ziehen.

#### Der finanzielle Aufwand für Pkw-Käufe

Die Nachfrage nach Pkw umfaßt nicht nur den Erweiterungsbedarf, der sich in der Bestandsent-

### Neu- und Ersatznachfrage nach Pkw in Österreich (Linearer Maßstab; 1 000 Pkw)



Bei schwacher Motorisierung überwiegt in der Gesamtnachfrage nach Pkw der Erweiterungsbedarf. Mit zunehmendem Pkw-Bestand und Alter der Fahrzeuge wird jedoch der Ersatzbedarf immer bedeutender. Seit 1962 nimmt er auch in Österreich merklich zu. 1964 erreichte er mit 27.017 Pkw bereits 36% der Erweiterungsnachfrage; im Jahre 1975 wird er nach der Prognose auf 96.000 Pkw wachsen und vermutlich um 14% höher sein als der Neubedarf.

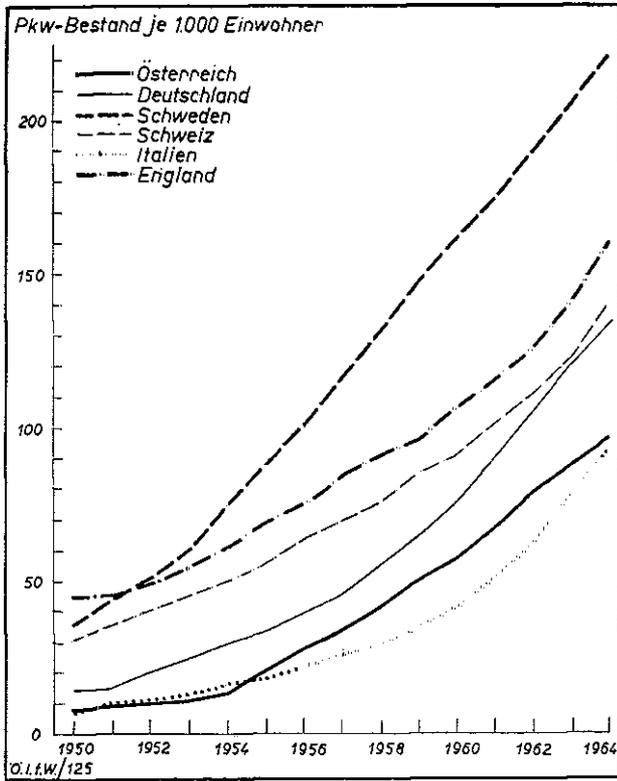
wicklung spiegelt. Neue Pkw werden auch als Ersatz für verschrottungsreife Wagen gekauft. Der Ersatzbedarf ist, obschon zumindest zeitweilig aufschiebbar, stabiler als der Neubedarf, seine künftige Entwicklung läßt sich aus der Altersstruktur des Bestandes unter bestimmten Annahmen schätzen<sup>1)</sup>. Die wirtschaftliche Dynamik (Erweiterungsinvestitionen in den einschlägigen Branchen und Konsumstruktur) wird jedoch hauptsächlich vom Neubedarf bestimmt.

Von der Gesamtnachfrage nach Pkw entfielen 1964 27% auf Ersatzfahrzeuge und 73% auf Neuananschaffungen. Der Ersatzbedarf stieg im letzten Jahrzehnt von 5.508 Pkw (1954) auf 27.017 Pkw (1964) oder um 391%. 1975 werden allein zur Erhaltung des Pkw-Bestandes 1964 etwa 58.000 Pkw nachgeschafft werden müssen<sup>2)</sup>. Dazu kommt der Ersatz für die nach 1964 zum Verkehr neu zugelassenen

<sup>1)</sup> Vgl. „Absterbeordnung und Ersatzbedarf für Personenkraftwagen in Österreich“, Monatsberichte, Jg. 1965, Heft 7, S. 252 ff.

<sup>2)</sup> Siehe Fußnote 1)

**Die Entwicklung der Pkw-Dichte je 1.000 Einwohner in sechs Ländern**  
(Linearer Maßstab; je 1.000 Einwohner)



Die Motorisierung hat in einzelnen westeuropäischen Ländern unterschiedlich zugenommen. Im allgemeinen haben die schwächer motorisierten Länder in den letzten 15 Jahren aufgeholt. Dadurch verringerte sich die relative Spanne zwischen der niedrigsten und höchsten Pkw-Dichte von 1:8 (1950) auf 1:2,5 (1964), der absolute Abstand der Pkw-Dichte allerdings stieg von 40 Pkw auf 128 Pkw. Österreich holte nach der Liberalisierung (1954) stark auf; in den letzten drei Jahren jedoch wuchs die Pkw-Dichte wieder schwächer als in den Nachbarstaaten. Mit 97 Pkw je 1.000 Einwohner ist sie im westeuropäischen Vergleich noch immer relativ niedrig

senen Fahrzeuge. Der Ausweitungsbedarf war 1964 mit 75.503 Pkw um 332% höher als 1954 (17.459 Pkw).

Für die 1964 fabriksneu oder gebraucht (Importe) gekauften 102.520 Pkw wurden etwa 4,8 Mrd. S oder 3,3% der verfügbaren persönlichen Einkommen (145,45 Mrd. S) ausgegeben. Der Ausgabenanteil hatte 1954 1,7% betragen, stieg 1955 sprunghaft (auf 2,6%), seither aber trotz dem raschen Motorisierungstempo nur verhältnismäßig langsam. Das hängt mit der Entwicklung des durchschnittlichen Aufwandes je Pkw<sup>1)</sup> zusammen. 1954 kostete ein fabriksneues Fahrzeug durchschnittlich

<sup>1)</sup> Der durchschnittliche Aufwand läßt keine Rückschlüsse auf die Preisentwicklung der einzelnen Pkw zu. Neu auf den Markt kommende Klein- und Kleinstwagen, die vor allem 1954 bis 1960 stark gekauft wurden, drückten Durchschnittspreis und Qualität

47.247 S. Bis 1960 sank der Durchschnittsaufwand auf 41.975 S (-11%) und stieg dann wieder auf 47.986 S (+14%). Der Unterschied zwischen 1954 und 1964 ist so gering (+1,6%), daß Mengen- und Aufwandsentwicklung nahezu übereinstimmen (+362% und +369%), wogegen für andere Güter 1964 durchschnittlich 29% mehr für die gleiche Menge wie 1954 aufgewendet werden mußten

**Gebrauchtwagenmarkt forciert die Motorisierung — Trend zum größeren Wagen**

Die Motorisierung in Österreich vollzieht sich nach dem gleichen „Muster“ wie in anderen wachsenden Industriegesellschaften. Der technische Fortschritt im Fahrzeugbau und die allgemeine Wohlstandssteigerung ermöglichten es zunehmend Beziehern mittlerer Einkommen (und bei entsprechendem Opfer auch kleinerer Einkommen), Pkw zu kaufen. Diese Schichten wurden die Hauptträger der Motorisierung. Die billigen Klein- und Kleinstwagen bis zu 1 Liter erleichterten zunächst den Start. Von 1954 bis 1960 stiegen die Neuzulassungen in dieser Klasse auf das 5,3fache, in den anderen Klassen auf das 3,3fache. Der Anteil der dominierenden Wagen mit 1 bis 1,5 Liter Hubraum sank von 62% auf 50%. Mit zunehmender Wohlstandssteigerung erhöhte sich jedoch der Bedarf an größeren Fahrzeugen. Ab 1960 fanden die Kleinstwagen bis 0,5 Liter immer weniger Käufer, ihr Anteil an den Neuzulassungen sank von 12% (1960) auf 1,6% (1964). Die Nachfrage verlagerte sich kurzfristig auf Kleinwagen (0,5 bis 1 Liter), dann aber auf die gesamte Mittelklasse (1 bis 2 Liter), wobei die größeren Pkw (über 1,5 Liter) relativ am besten abschnitten. Ihr Anteil erhöhte sich von 14% auf 20%, jener der unteren Mittelklasse von 50% auf 55%. Der Bedarf an Kleinwagen stagniert auf dem Niveau von 1963 und dürfte in Zukunft auch absolut sinken.

**Entwicklung der Neuzulassungen von Pkw nach Größenklassen**

Jahr	Insgesamt	Dabei mit ... cm <sup>3</sup>				
		bis 500	501 bis 1.000	1.001 bis 1.500	1.501 bis 2.000	über 2.000
	Sr	Anteil in %				
1955	43.189	6,7	22,6	61,7	3,6	5,4
1956	48.037	2,8	22,7	65,4	3,9	5,2
1957	52.806	5,0	22,4	63,0	5,4	4,2
1958	60.391	14,1	17,1	57,3	8,1	3,4
1959	66.272	12,1	18,7	55,9	10,0	3,3
1960	78.241	9,5	22,5	50,1	13,8	4,1
1961	79.371	6,4	23,8	49,9	16,4	3,5
1962	85.319	4,2	22,3	52,1	18,3	3,1
1963	89.545	2,4	22,1	53,0	19,8	2,7
1964	95.878	1,6	20,7	55,1	19,7	2,9
Wert 1964, Mill S	4.675		16,0	50,0	27,0	7,0

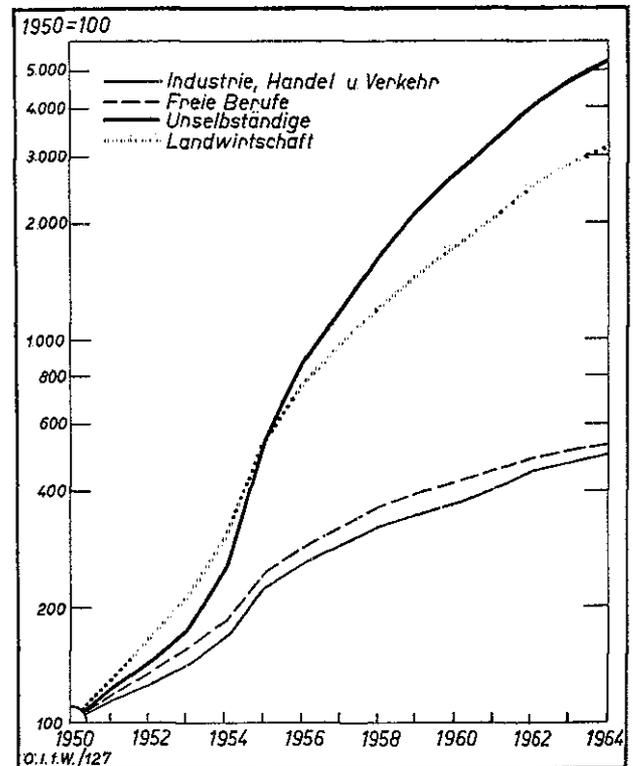
Die Nachfrageumschichtung wurde durch die Preisentwicklung zusätzlich verstärkt. Von 1960 bis 1964 stieg der durchschnittliche Stückpreis in der Klasse bis 1 Liter relativ und (abgesehen von den Wagen über 2 Liter) auch absolut am stärksten (von 29.000 S auf 34.700 S). Die durchschnittliche Differenz zu den Wagen mit 1 bis 1,5 Liter sank von 14.000 S auf 9.800 S. Aus beiden Klassen werden auch preisgleiche Pkw angeboten. Vom Gesamtaufwand für fabriksneue Fahrzeuge entfielen 1964 16% (1960 21%) auf die Klasse bis 1 Liter, 50% (49%) auf die Klasse 1 bis 1,5 Liter und 27% (20%) auf die Klasse 1,5 bis 2 Liter. Die entsprechenden Mengenanteile betragen 22% (32%), 55% (50%) und 20% (14%) Wagen über 2 Liter hatten 7% Aufwandsanteil und 3% Mengenanteil.

Der Trend zu größeren Wagen ist auch in den anderen Ländern zu beobachten, begann aber erst ab einem höheren Einkommensniveau. Da in Österreich die Pkw infolge der Zollbelastung (15% bis 20%) teurer sind als in Ländern mit eigener Pkw-Produktion, ist die relative Einkommensbelastung besonders hoch<sup>1)</sup>. Dennoch weicht die heimische Nachfragestruktur nur wenig von der Westdeutschlands ab. Von den Neuzulassungen 1964 entfielen dort 22%, 56% und 17% auf die drei Klassen bis 1 Liter, 1,5 Liter und 2 Liter, in Österreich 21%, 55% und 20%. Nur der Anteil von Großwagen (über 2 Liter) ist in Deutschland höher.

Die geringere Neigung Kleinwagen zu kaufen mag zum Teil damit zusammenhängen, daß mit steigendem Pkw-Bestand mehr Gebrauchtwagen (aus Erst- und Mehrfachbesitz) angeboten wurden, die kaufkraftschwächeren Einkommensbezieher die Motorisierung erlauben. Die Pkw-Besitzumschreibungen (sie werden statistisch zwar nicht erfaßt, lassen sich aber annähernd berechnen) waren 1964 mit 159.800 Stück um 67% höher als die Neuzulassungen fabriksneuer Pkw. Das läßt darauf schließen, daß inländische Gebrauchtwagen nicht nur von Erstkäufern (im Ausmaß des jährlichen Bestandszuwachses), sondern häufig auch von Pkw-Besitzern erworben werden, die ihr altes Fahrzeug abstoßen (Ringtausch). Wie weit finanzielle Erwägungen oder der Wunsch, einen größeren Wagen zu besitzen, für die Umschichtung der Nachfrage von neuen Kleinwagen zu größeren Gebrauchtwagen

<sup>1)</sup> Für einen Volkswagen 1300 (37.850 S ab Salzburg) müssen in Österreich rund elf Monatsgehälter (Unselbständigen-Einkommen je Beschäftigten 3.300 S brutto), in Deutschland (4.900 DM ab Werk) aber nur sieben (720 DM) aufgewendet werden. Allerdings sind die laufenden Betriebskosten in Österreich niedriger.

**Pkw-Bestandsentwicklung nach Besitzergruppen**  
(Semi-logarithmischer Maßstab; 1950 = 100)



Die Verteilung der Pkw nach Besitzergruppen verschiebt sich mit wachsender Motorisierung zugunsten der unselbständig Erwerbstätigen. Ihr Anteil am Pkw-Bestand stieg in den Jahren 1950 bis 1964 von 16% auf 62%. Das Konsumverhalten dieser Bevölkerungskreise ist daher für die künftige Erweiterungsnachfrage nach Pkw von großer Bedeutung.

maßgebend sind, läßt sich kaum feststellen. Auch die Unterschiede im Gesamtaufwand sind schwer zu schätzen. Der größere Gebrauchtwagen hat zwar niedrigere Anschaffungskosten, aber höhere laufende Betriebskosten und ist reparaturanfälliger.

#### Die unselbständig Berufstätigen bestimmen die Nachfrage

Die Besitzverhältnisse an Pkw haben sich so wie in den anderen Ländern merklich verschoben. 1964 gehörten 62% aller Pkw unselbständig Erwerbstätigen, gegen nur 16% im Jahr 1950; ihr Pkw-Bestand stieg in diesem Zeitraum auf das 54fache. Unter den Selbständigen erzielten die Landwirte die größten Motorisierungsfortschritte (Steigerung auf das 31fache). Die übrigen Berufsgruppen, die schon 1950 stärker motorisiert waren, vervielfachten ihren Bestand. Von je 1.000 Erwerbstätigen hatten 1964 183 Unselbständige und 290 Selbständige (einschließlich mithelfender Familienangehöriger) Pkw. Diese Kennzahlen vernachlässigen jedoch, daß nicht alle Erwerbstätigen als potentielle Käufer in Frage kommen. Schaltet man aus den unselbständig Beschäftigten die berufstätigen

gen Ehefrauen und die Lehrlinge aus, dann ergibt sich eine Dichte von 220 Pkw<sup>1)</sup>. Sie läßt am ehesten die Spanne zwischen der tatsächlichen und der realistischere möglichen Motorisierung erkennen. Zur „Vollmotorisierung“ (ohne Zweitwagen für Ehegatten oder abhängige Familienmitglieder) der Unselbständigen wäre demnach bei der gegenwärtigen Sozialstruktur eine Bestandserhöhung auf das 4,5fache (von 433.700 Pkw im Jahr 1964 auf 1.97 Mill. Pkw) notwendig.

Für die selbständig Berufstätigen (einschließlich der mithelfenden Familienangehörigen, jedoch ohne mithelfende und selbständige Ehefrauen) ergibt sich eine repräsentative Dichte von 421 Pkw. Die Vollmotorisierung (ohne Zweitwagen) wäre nach einer Bestandsvermehrung auf das 2,4fache erreicht (von 268.300 Pkw im Jahr 1964 auf 638.600 Pkw). Von den insgesamt 1,91 Mill. bis zur Vollmotorisierung zusätzlich erforderlichen Pkw entfallen 1,54 Mill. Pkw oder 81% auf die unselbständig Erwerbstätigen. Die weitere Motorisierung hängt daher maßgeblich von der Kaufkraft und den Konsumgewohnheiten dieser Einkommensbezieher ab, zumal sich die Berufsstruktur weiter zugunsten der Unselbständigen verschiebt. Der Vollmotorisierung im obigen Sinne (2,6 Mill. Pkw) entspräche eine Pkw-Dichte von 362 Pkw je 1.000 Einwohner (97 im Jahr 1964). Auf 2,8 Personen käme dann ein Pkw. Dieses Verhältnis wird in den USA bereits jetzt erreicht.

Der Pkw wird weit überwiegend zu außerberuflichen (privaten) Zwecken genutzt. Das trifft nicht nur für die Unselbständigen, sondern in steigendem Maße auch für die Selbständigen (z. B. im Einzelhandel, Handwerk oder Kleingewerbe) zu. Da der Anteil der ausschließlich beruflichen oder erwerbswirtschaftlichen Zwecken dienenden Fahrleistungen immer geringer wird, wird die Analyse leichter. Man kann ohne allzu starke Verzerrung der Wirklichkeit den Pkw ausschließlich als dauerhaftes Konsumgut betrachten, das von privaten Haushalten erworben wird, und braucht nicht auf die Motive für die Investitionsentscheidungen der Unternehmungen einzugehen.

#### Bestimmungsfaktoren der Nachfrage

Ein dauerhaftes Konsumgut wird im Gegensatz zu nichtdauerhaften Konsumgütern wegen seiner wiederholbaren Nutzung begehrt. Es bedarf so

<sup>1)</sup> Auf Basis der Haushalte sind es 382 Pkw je 1.000 Haushalte; der „Haushalt“ ist jedoch weniger repräsentativ, da in den Haushalten mitunter mehrere berufstätige Mitglieder einen Pkw besitzen oder als potentielle Käufer in Frage kommen.

wie Investitionsgüter einer Wartung und Erneuerung. Nur die Bestimmungsfaktoren der Nachfrage sind anders, da Haushalte (nicht Unternehmungen) nachfragen. Wie viele Pkw die Konsumenten erwerben und welchen Bestand sie nutzen, hängt offenbar von sehr verschiedenen objektiven und subjektiven Einflüssen ab. Zu den objektiven Bestimmungsgründen gehören unter anderem das Einkommen der Konsumenten (und die Möglichkeit, künftige Einkommenszuwächse durch Kredite vorwegzunehmen), die Preise für Pkw im Vergleich zu den Preisen anderer Konsumgüter (der mit der Anschaffung verbundene relative Konsumverzicht), die Möglichkeit, Pkw sinnvoll zu nutzen (verfügbare Verkehrsflächen, Parkraum, Landschafts- und Siedlungsstruktur, Klima) und das Angebot an konkurrierenden Verkehrsmitteln. Subjektiv wird die Nachfrage nach Pkw durch die Rangordnung der Konsumentenbedürfnisse bestimmt. Es empfiehlt sich, zwischen kurzfristigen und langfristigen subjektiven Einflüssen zu unterscheiden. Auf längere Sicht ist der „Motorisierungswille“ außerordentlich stark und nimmt weiter zu. Auf kurze Sicht können jedoch Erst- und Ersatzanschaffungen aufgeschoben oder forciert werden, wobei modische Einflüsse und technische Änderungen oft eine wichtige Rolle spielen.

Die quantitative Nachfrageanalyse muß sich schon aus statistischen Gründen mit einigen wichtigen nachfragebestimmenden Faktoren begnügen. In einer Prognose auf zehn Jahre können die kurzfristigen Einflüsse, die meist zyklisch in zwei- bis dreijährigen Intervallen wechseln, vernachlässigt werden. Man prognostiziert den Trend und nimmt bewußt in Kauf, daß die tatsächlichen Werte je nach Art und Richtung der kurzfristigen Einflüsse etwas über oder unter den Trendwerten liegen. Dieses Verfahren ist allerdings nur solange angemessen, als die Motorisierung eine kräftig steigende Tendenz hat. Läßt ihr Tempo nach, dann werden die kurzfristigen Schwankungen nicht nur im Verhältnis zum Trend, sondern meist auch absolut größer. Die Aufgabe der Konsumforschung besteht dann vorwiegend darin, mit Hilfe eines kurzfristigen Modells die Abweichungen vom Trend zu erklären.

Unter den längerfristigen Faktoren spielt außer Einkommen und Preisen der „Motorisierungswille“ eine besondere Rolle. Das gilt insbesondere für Länder wie Österreich, wo erst ein Teil der Bevölkerung motorisiert ist. Der Wunsch, ein Kraftfahrzeug zu besitzen, wird oft auch dann realisiert, wenn der Konsum an anderen, mitunter sogar lebenswichtigen

Gütern eingeschränkt werden muß. Der Drang zur Motorisierung bewirkt, daß der Pkw-Bestand selbst bei gleichbleibendem oder sogar sinkendem Realeinkommen wächst. Beispiele hierfür bietet die Entwicklung in den oben erwähnten Ländern von 1950 bis 1963. In sieben Fällen nahmen die Bestandszuwachsrate (Pkw je 1.000 Einwohner) weiter zu, obwohl das Realeinkommen je Kopf sank (Belgien, Holland, Norwegen 1958, Dänemark 1951 und 1955, England und Schweden 1951). Das deutet darauf hin, daß eine starke einkommensunabhängige Trendkomponente maßgeblich die Nachfrageentwicklung bestimmt.

### Voraussichtliche Entwicklung bis 1975

#### Approximative Vorausschätzung des Bestandes im Jahr 1975

Die Bestandsentwicklung in den letzten Jahren läßt eine relative Sättigung des Bedarfes erkennen. Die jährlichen Zuwachsrate (je 1.000 Einwohner) gingen seit 1958 von 24% auf 11% zurück, die absoluten jährlichen Zuwächse (Neuzulassungen minus Ersatzbedarf) nahmen zwar bis in die jüngste Zeit zu, scheinen sich aber einem oberen Grenzwert (etwa 85.000 Pkw) zu nähern. Man kann annehmen, daß der Sättigungspunkt etwa bei Vollmotorisierung (ohne Zweitwagen) in der bereits erwähnten Höhe von 2,6 Mill. Pkw (knapp 3 Einwohner je Pkw) bei einer Bevölkerung von 7,5 Mill. erreicht wird. Diesem Plafond strebt die Motorisierung auf lange Sicht zu, wobei es für die Vorschau auf das nächste Jahrzehnt von untergeordneter Bedeutung ist, ob er letztlich erreicht oder etwas überschritten wird (Zweit- und Drittwagen).

Eine ungefähre Vorstellung darüber, wie groß die Motorisierung 1975 sein wird, läßt sich gewinnen, indem man die bisherigen Entwicklungstendenzen im In- und Ausland fortschreibt. Danach dürfte die Pkw-Dichte 1975 höchstens 240 Pkw und mindestens 180 bis 185 Pkw je 1.000 Einwohner erreichen. Der voraussichtliche Gesamtbestand wird

#### Entwicklung der Motorisierung ab einer Pkw-Dichte von 90 bis 100 Pkw je 1.000 Einwohner

Land	Jahr	Ausgangsbasis		1964		Durchschnittliche jährliche Zunahme der Dichte ab Ausgangsbasis in Pkw
		Pkw-Dichte je 1.000 Einwohner	Einkommen je Einwohner DM <sup>1)</sup>	Pkw-Dichte je 1.000 Einwohner	Einkommen je Einwohner DM <sup>2)</sup>	
Schweden	1956	100	4.370	220	5.600	15
Westdeutschland	1961	96	4.384	133	4.700	12
England	1959	96	5.282	139 <sup>3)</sup>	5.800	11
Dänemark	1960	90	5.517	144	6.200	14
Belgien	1961	95	4.501	134	4.900	13
Schweiz	1961	100	5.575	141	6.000	14
Österreich	1964	97	4.369	—	—	—

<sup>1)</sup> Brutto-Nationalprodukt zu Marktpreisen auf Basis 1953. Umrechnung in DM zu Kaufkraftparitätskurs. — <sup>2)</sup> Vorläufige Zahlen. — <sup>3)</sup> 1963.

bei einer Bevölkerung von 7,5 Mill. 1,3 Mill. bis 1,8 Mill. Pkw betragen. Ergebnisse ökonomischer Berechnungen, die außerhalb dieses Bereiches liegen, sind kaum realistisch, sofern sich die Wachstumsbedingungen der österreichischen Wirtschaft nicht grundlegend ändern.

Die Maximalschätzung beruht auf einer einfachen Trendextrapolation der Entwicklung in sechs Ländern. Es wurde festgestellt, wie die Pkw-Dichte in diesen Ländern ab einem Motorisierungsgrad von 97 Pkw je 1.000 Einwohner (österreichischer Motorisierungsgrad 1964) zunahm und aus den absoluten Zuwächsen das Mittel gebildet. Die Berechnung ergab einen durchschnittlichen Zuwachs der Dichte von 13 Pkw je 1.000 Einwohner pro Jahr. Mit diesem Wert wurde die österreichische Motorisierungsdichte von 1964 bis 1975 fortgeschrieben:  $97 + 11 \times 13$  (Zuwachs 1964/75) = 240 (Dichte von 1975). Die Untergrenze des Schätzbereiches ergab sich durch Fortschreibung des absoluten Zuwachses der Pkw-Dichte (8 Pkw je 1.000 Einwohner) in Österreich im Zeitraum 1956/64:  $97 + 11 \times 8$  (Zuwachs 1964/75) = 185 (Dichte 1975).

Zwischen der Pkw-Dichte in den einzelnen Ländern und dem Einkommen pro Kopf besteht kein eindeutiger Zusammenhang. Wie aus obiger Übersicht zu ersehen ist, wurde der gleiche Motorisierungsgrad in den einzelnen Ländern bei einem verschiedenen hohen Brutto-Nationalprodukt je Einwohner (umgerechnet zu Kaufkraftparitäten) erreicht. Bei einer Pkw-Dichte von 100 z. B. hatte die Schweiz ein Einkommen von 5.575 DM, Schweden aber 4.370 DM<sup>1)</sup>. Der Motorisierungsgrad ist eben — wie internationale Vergleiche deutlich erkennen lassen — nicht nur eine Funktion der Einkommenshöhe. Die regionalen Unterschiede im Entwicklungstempo sind viel geringer, bieten daher eher Anhaltspunkte für grobe Schätzungen.

### Ökonometrische Analyse

#### Ausländische Modelle

Die ökonomische Prognose geht von einem Modell aus, im vorliegenden Fall von einem Nachfragemodell, das die Wirklichkeit in vereinfachen-

<sup>1)</sup> In Dänemark betrug 1964 das Einkommen rund 6.200 DM und die Pkw-Dichte 144 Pkw. Dieses Einkommen würde in Österreich 1975 bei einer jährlichen Realeinkommenssteigerung von 3% ungefähr erreicht werden. Eine Pkw-Dichte von 144 ergäbe aber nur einen Bestand von 1,08 Mill. Pkw. Der durchschnittliche jährliche Bestandszuwachs würde nur 34.000 Pkw betragen, gegen 75.000 gegenwärtig. Eine derartige Verlangsamung ist ohne Entwicklungsbruch unwahrscheinlich.

der Weise beschreiben soll. Viele der vor allem in England, Westdeutschland und den USA konstruierten Nachfragemodelle sind sehr kompliziert und auf die besonderen Verhältnisse des Landes abgestellt. In den USA, wo die Bestandsausweitung keine Rolle mehr spielt, wird die Verteilung der Nachfrage auf soziale Käufergruppen<sup>1)</sup>, Alt- und Neuwagenkäufe, Bar- und Ratenzahlungen zu erfassen versucht. *Chow* und *Suits*<sup>2)</sup> berücksichtigen als Bestimmungsgrund der Nachfrage auch das (vermutete) Bestreben der Konsumenten, zwischen illiquidem Vermögen, zu dem die dauerhaften Konsumgüter gehören, und liquidem Vermögen (Geldvermögen) ein konstantes Verhältnis aufrechtzuerhalten. *Chow* führte außerdem eine Nutzenfunktion ein, die auch *Lehbert*<sup>3)</sup> für Deutschland verwendet. Er geht von der Überlegung aus, daß für die Haushalte nicht die Zahl der gekauften dauerhaften Güter, sondern der auf diese Weise erzielbare Gesamtnutzen maßgebend ist. Um den Nutzen messen zu können, muß jede Altersgruppe des Pkw-Bestandes bewertet und in Neuwagenäquivalenten ausgedrückt werden. Es wird unterstellt, daß die Haushalte einen dem Gesamtnutzen entsprechenden Gleichgewichtsbestand anstreben, wobei jede Preis- und Einkommensänderung Anpassungen auslöst. Das Modell unterscheidet zwischen einer Bestands- und Neukaufnachfrage (stock demand und purchase demand). Es enthält jedoch keine Sättigungsgrenze für den Ausweitungsbedarf, eignet sich daher kaum für langfristige Prognosen in Ländern mit raschem Motorisierungstempo. Ein ähnlicher Einwand läßt sich gegen das Modell von *Janine Morice*<sup>4)</sup> erheben. Es enthält zwar eine temporäre Obergrenze der Motorisierung, die durch die Entwicklung der Einkommen und Automobilpreise sowie der Einkommensverteilung bestimmt wird (einkommensabhängig möglicher Wagenbestand<sup>5)</sup>), je-

doch keinen Plafond für die Nachfrage. Die englische Studie „Prospects for the British Car Industry“<sup>6)</sup> faßt ebenso wie die erwähnten amerikanischen Modelle die Nachfrage als ein Bündel von Nutzensvorstellungen auf und geht daher nicht von der Stückzahl, sondern vom Wert der Pkw aus. Einige dieser Modelle<sup>7)</sup> bestechen durch mathematische Eleganz, ohne jedoch, im Vergleich zu einfachen Modellen, den Aussagewert der Prognose zu erhöhen.

#### Berechnungsmethode und Ergebnisse

Die meisten ausländischen Modelle lassen sich aus Mangel an Statistiken oder wegen der anders gearteten ökonomischen Voraussetzungen nicht auf Österreich übertragen. Es wurde daher versucht, den künftigen Pkw-Bestand mit verschiedenen einfachen Modellen vorauszuschätzen. Alle Berechnungen (die für die Prognose nicht verwertbaren Gleichungen 1 und 2 ausgenommen) gehen von der Annahme aus, daß die Zuwachsrate des Pkw-Bestandes von einem bestimmten Punkt ab sinkt und sich einem Sättigungsniveau nähert<sup>8)</sup>. Das Wachstum des Bestandes wird entweder aus der Einkommensentwicklung oder aus dem Zeitablauf (einkommensunabhängiger Zeittrend) erklärt. Im ersten Fall wird unterstellt, daß dem Angebot eine konstante potentielle Nachfrage gegenübersteht, die jedoch nur in dem Maße realisiert werden kann, wie das Realeinkommen steigt. Im Laufe des Wirtschaftswachstums überschreiten neue Interessenten das „Schwelleneinkommen“ und treten als Käufer auf. Im zweiten Fall wird angenommen, daß aus soziologischen Gründen die „Motorisierungsfreue-

#### Bestands- und Nachfrageentwicklung 1966 bis 1975

	1964	1966	1970	1975
	f 000 Pkw			
Bestand	703	849	1 151	1 555
Gesamtnachfrage	103	112	141	180
davon für Erweiterung	76	74	77	84
Ersatz	27	38	64	96

<sup>1)</sup> *M. S. Farrel*, „The Demand for Motor-Cars in the United States“, in *Journal of the Royal Statistical Society* Vol 117, 1954, Seite 117 ff.; *Farrel* berücksichtigt das unterschiedliche Verhalten einzelner Einkommensgruppen.

<sup>2)</sup> *G. C. Chow*, „Demand for Automobiles in the United States“, Amsterdam, 1957. — *D. B. Suits*, „The Demand for New Automobiles in the United States 1929 to 1956“ und „Exploring Alternative Formulations of Automobile Demand“, in *The Review of Economics and Statistics*, August 1958 und Februar 1961.

<sup>3)</sup> *B. Lehbert*, „Die Nachfrage nach Personenkraftwagen in der Bundesrepublik Deutschland“, Kieler Studien, 1962.

<sup>4)</sup> *Janine Morice*, „La Demande d'Automobiles en France“, Paris 1957.

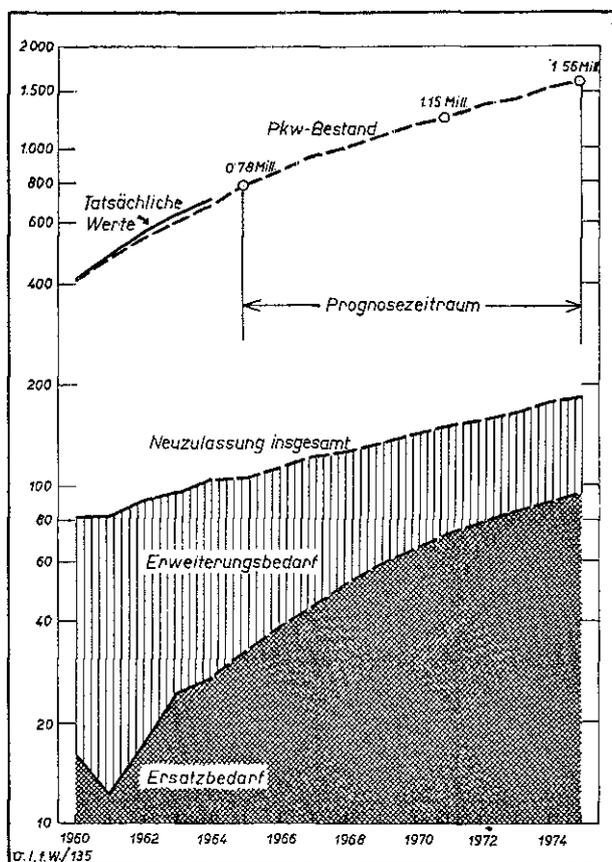
<sup>5)</sup> Auf einer ähnlichen Basis wurde vom Institut in der Beilage 44 „Der künftige Bedarf an Personenkraftwagen in Österreich“, März 1957, Seite 17, eine Berechnung durchgeführt.

<sup>6)</sup> In: *National Institute Economic Review*, Nr 17, 1961, Seite 15 ff.

<sup>7)</sup> Ausführlicher werden die einzelnen Modelle von *J. Siebke* besprochen, „Die Automobilnachfrage, Die Nachfrage nach Personenkraftwagen in der Bundesrepublik Deutschland mit einer Prognose bis zum Jahre 1970“, Köln 1963.

<sup>8)</sup> *C. F. Roos* und *U. von Szeliski* haben 1939 erstmals das Sättigungsmoment in einem Nachfragemodell für Automobile berücksichtigt. Ihr „maximum ownership level“, ein von der wirtschaftlichen Lage bestimmter variabler Plafond, unterstellt einen logistischen Wachstumsverlauf. Siehe: „The Dynamics of Automobile Demand“, General Motors Corporation, New York, 1939, Seite 21 ff.

### Entwicklung des Pkw-Bestandes bis 1975 (Semi-logarithmischer Maßstab)



Die Projektion des Bestandes erfolgte nach der Funktion

$$\log z = a_0 + b_3 \frac{1}{x};$$

$$\log z = 1.836 - 11.022 \frac{1}{x};$$

(siehe Methode 3) Unter Berücksichtigung abnehmender Einkommenselastizitäten wird unter der Annahme einer Steigerung des Realeinkommens um 4% jährlich der Pkw-Bestand von rund 700.000 im Jahre 1964 auf 1.56 Mill. im Jahre 1975 zunehmen. Wird der Einkommenszuwachs mit 3% oder 5% angenommen, dann sind die Werte für 1975 um 7% niedriger bzw. 7% höher. Die jährliche Gesamtnachfrage nach Pkw wird von gegenwärtig rund 100.000 auf 180.000 im Jahre 1975 steigen. Ein ständig zunehmender Teil wird auf den Ersatzbedarf entfallen, der ab 1973 höher sein wird als der Erweiterungsbedarf.

digkeit“ im Zeitablauf zunimmt (negative Einflüsse, die die Motorisierung künftig dämpfen könnten, wie etwa Verkehrsdichte, Straßenzustand oder gesundheitliche Erwägungen, wurden vernachlässigt) und daher bis zum Sättigungspunkt auch bei unveränderten Einkommen die Nachfrage nach Pkw steigt. Wahrscheinlich spielen beide Einflüsse (Einkommen und Motorisierungsfreudigkeit) eine Rolle, wobei eine genaue Trennung mit den verfügbaren

statistischen Hilfsmitteln nicht möglich ist. Auch die Gleichungen, die den Motorisierungsverlauf als eine Funktion der Zeit beschreiben, implizieren eine wachsende Wirtschaft.

Im folgenden werden die Ergebnisse der Berechnungen, gesondert nach Gleichungsansätzen, wiedergegeben. Mathematische Erläuterungen hierzu finden sich im Anhang.

1. Die *Einkommenselastizität* (Elastizität des Pkw-Bestandes in bezug auf das Einkommen der Erwerbstätigen) betrug in der Zeitspanne 1955/1964 +4.3<sup>1)</sup> (ab 1958 +3.8), wobei sich für die Unselbständigen ein Koeffizient von +5.2 und für die Selbständigen von +2.6 ergab. Die Werte wurden mit Hilfe einer linearen Regression von der Form

$$\log Y = a_1 + b_1 \log X$$

berechnet ( $Y$  = Pkw-Dichte je 1.000 Erwerbstätige,  $X$  = Realeinkommen je Erwerbstätigen). In Westdeutschland betragen die Elastizitäten +5.4 (für Unselbständige) und +1.7 (für Selbständige). Für Prognosezwecke eignet sich obige Gleichung nicht, da die Elastizität im Zeitablauf nicht konstant bleibt, sondern ab einer bestimmten Pkw-Dichte sinkt. Nach ihr wäre, wenn das Realeinkommen jährlich um +4% steigt, 1975 ein Pkw-Bestand von 5.22 Mill. zu erwarten, das Siebenfache des jetzigen Bestandes. Die Pkw-Dichte läge mit 640 Pkw je 1.000 Einwohner weit über dem auf Grund einfacher Verfahren ermittelten Schätzbereich von 180 bis 240 Pkw (gegenwärtig 97).

2. Die *Preiselastizität* (d. h. die Elastizität des Pkw-Bestandes auf Preisänderungen) konnte nur aus der kurzen Zeitspanne 1958/64 ermittelt werden. Die Funktion

$$\log Y = a_2 + b_2 \log X + c_2 \log P$$

ergab eine Preiselastizität von -0.95<sup>2)</sup> und eine Einkommenselastizität von +3.95. Auch diese Gleichung vernachlässigt die allmähliche Sättigung des Bedarfes und liefert daher für 1975 zu hohe Schätzwerte (433 Pkw je 1.000 Einwohner).

3. Einer *Nachfragesättigung* (abnehmende Einkommenselastizität) trägt die *logarithmisch-inverse Funktion* von der Form

$$\log z = a_3 + b_3 \frac{1}{x}$$

<sup>1)</sup> Bei einer Realeinkommenssteigerung von 1% steigt die Nachfrage um 4.3%.

<sup>2)</sup> Je 1% Preissteigerung(-senkung) sinkt (erhöht sich) die Nachfrage um 0.95%.

Rechnung. Als abhängige (zu erklärende) Variable wurden einmal die Neuzulassungen und zum anderen der Pkw-Bestand gewählt. Nachfrage und Einkommen wurden (im Gegensatz zu den Gleichungen 1 und 2) auf die Einwohnerzahl bezogen. Um von den Neuzulassungen auf den Bestand schließen zu können, muß der Ersatzbedarf abgezogen werden. Damit ist eine zusätzliche Fehlerquelle gegeben, da die Absterbeordnung nur annähernd berechnet werden konnte (s Monatsberichte, Jg. 1965, Heft 7). Die Schätzung auf diesem Wege ergibt für 1975 einen Bestand von 1,56 Mill. Pkw (208 Pkw je 1.000 Einwohner), die direkte Schätzung des Bestandes 1,39 Mill. Pkw (185 je 1.000 Einwohner). In beiden Fällen wurde eine jährliche Realeinkommenssteigerung von 4% angenommen.

Statistische Daten zu Methode 3

Jahr	Reales verfügbares pers. Einkommen je Einwohner = $x$ s	Neuzulassungen von Pkw je 1.000 Einwohner	Elastizität <sup>1)</sup> $\frac{b_2}{x}$ $b_3 = 11,023$
1956	11 039	6 88	1 00
1957	11 806	7 55	0 93
1958	12 211	8 61	0 90
1959	12 524	9 42	0 88
1960	13 567	11 09	0 81
1961	14 361	11 20	0 77
1962	14 464	11 97	0 76
1963	14 809	12 49	0 74
1964	15 701	13 29	0 70
1970	19 866 <sup>2)</sup>	19 09	0 55
1975	24 170 <sup>2)</sup>	23 96	0 46

<sup>1)</sup>  $b_2$  = Regressionskoeffizient aus der logarithmisch-inversen Funktion  $-x$  = Realeinkommen je Einwohner.  $- 2)$  Unter der Annahme einer jährlichen Steigerung von 4%.

4 Eine weitere logarithmisch-inverse Funktion wurde für den Wert (statt der Stückzahlen) der Neuzulassungen je Erwerbstätigen in der Form

$$\ln \frac{Q_1}{Q_0} = \eta \left( 1 - \frac{X_0}{X_1} \right)$$

gerechnet; darin sind  $X_0$  und  $X_1$  das Realeinkommen je Erwerbstätigen,  $Q_0$  und  $Q_1$  der Wert der Pkw-Zulassungen je Erwerbstätigen im Anfangs- und Endzeitpunkt (1960 und 1975). Die Elastizität des Pkw-Realwertes in bezug auf das Realeinkommen wurde nach der Funktion

$$\log Q = a_3 + b_4 \log X$$

vorausberechnet. Der Realwert der Neuzulassungen 1975 wurde unter der Annahme in Stückzahlen umgerechnet, daß der Realwert je Pkw jährlich um 1,6% steigt. Die Berechnung ergibt für 1975 einen Bestand von 1,47 Mill. Pkw und eine Dichte von 195 Pkw je 1.000 Einwohner.

5. Eine Trendextrapolation des Pkw-Bestandes wurde mit Hilfe der logistischen Funktion

$$y' = \frac{k_5}{1 + b_5 e^{-a_5 t}}$$

versucht; darin bedeutet  $y$  den Pkw-Bestand je 1.000 Einwohner im Zeitpunkt  $t$ , die Zeit in Jahren (1950 = 0, 1951 = 1 usw.) und  $k_5$  den Sättigungsplafond (Pkw je 1.000 Einwohner). Das Sättigungsniveau ( $k_5$ ) wurde ebenso wie die Parameter  $a_5$  und  $b_5$  mittels Regressionsanalyse aus den empirischen Werten 1950/64 ermittelt. Danach strebt die Pkw-Dichte einem Maximalwert von 314 Pkw je 1.000 Einwohner (2,36 Mill. Pkw bei 7,5 Mill. Einwohnern) zu. Das aus der Gleichung geschätzte Sättigungsniveau liegt etwas unter der „Vollmotorisierung“ im früher beschriebenen Sinne (362 Pkw je 1.000 Einwohner), es würde erst im letzten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts annähernd erreicht werden. Für 1975 läßt die Funktion eine Dichte von 241 Pkw je 1.000 Einwohner und einen Bestand von 1,81 Mill. Fahrzeugen erwarten. Für die Zwecke der Regressionsanalyse wurde die durch wirtschaftspolitische Einflüsse verzerrte Bestandsentwicklung 1950/58 nach den Erfahrungen in Westdeutschland korrigiert. Dieses Verfahren erscheint berechtigt, da die Entwicklung von 1958 bis 1964 in beiden Ländern fast parallel verlief.

6. Fügt man in die Funktion 5 außer der Zeit auch das Einkommen ( $x$  = Realeinkommen je Einwohner) als unabhängige Variable ein, so erhält man die Bestimmungsgleichung

$$y_t = \frac{k}{1 + e^{a_6 - b_6 t - c_6 x}}$$

Diese auch von der Shell AG Hamburg<sup>1)</sup> verwendete Funktion ist ökonomisch sinnvoller, liefert aber fast das gleiche Ergebnis wie Funktion 5. Für den Parameter  $c_6$  wurde ein so niedriger Wert (0,0064) ermittelt, daß sich Einkommensänderungen kaum auswirken. Das liegt offenbar daran, daß das Einkommen bis 1964 ziemlich stetig wuchs. Einkommen und Zeit sind daher so stark miteinander korreliert, daß sich ihr Einfluß auf die Motorisierung mit statistischen Methoden nicht befriedigend trennen läßt.

7. Eine weitere Trendextrapolation mit asymptotischer Annäherung an den Plafond, jedoch ohne

<sup>1)</sup> Methodik zur Prognose des Kraftfahrzeugbestandes bis 1975, Deutsche Shell AG, Wirtschafts- und Marktforschung, Sonderdruck, 19. Oktober 1961.

*Gleichungsansätze und Ergebnisse der Vorausschätzung für 1975*  
(Unter Einkommen ist immer das verfügbare persönliche Einkommen zu verstehen)

Gleichungsansätze		Projektion		
		1.000 Pkw	Pkw je 1.000 Einwohner	Einwohner je Pkw
1. a)	Lineare Funktion des Bestandes 1955 bis 1964 $\log Y = a_1 + b_1 \log X$ $Y = \text{Pkw je 1.000 Erwerbstätige}$ $X = \text{Realeinkommen je Erwerbstätigen}$	—	—	—
	$\log Y = -16,82 + 4,30 \log X$			
b)	Wie 1. a) aber für unselbständig Erwerbstätige $\log Y_u = -20,84 + 5,23 \log X_u$	—	—	—
c)	Wie 1. a) aber für selbständig Erwerbstätige $\log Y_s = -9,90 + 2,64 \log X_s$	—	—	—
2	Lineare Funktion des Bestandes 1958 bis 1964 $\log Y = a_2 + b_2 \log X + c_2 \log P$ $Y, X$ wie 1. a) $P = \text{Pkw-Preisindex}$	—	—	—
	$\log Y = -13,44 + 3,95 \log X - 0,95 \log P$			
3	Logarithmisch-inverse Funktion der Pkw-Neuzulassungen von 1956 bis 1964 $\log z = a_3 + b_3 \frac{1}{x}$ $z = \text{Pkw-Neuzulassungen je 1.000 Einwohner}$ $x = \text{Realeinkommen je Einwohner}$	1.555	208	4.8
	$\log z = 1,84 - 11,0229 \frac{1}{x}$			
4	Extrapolationsgleichung nach einer logarithmisch-inversen Funktion $\ln \frac{Q_1}{Q_0} = \eta \left(1 - \frac{X_0}{X_1}\right)$ $X_0 = \text{Realeinkommen 1960}$ $X_1 = \text{Realeinkommen 1975 der Erwerbstätigen}$ $Q_0 = \text{Wert der Pkw-Neuzulassungen je Erwerbstätigen 1960}$ $Q_1 = \text{Wert 1975}$ $\eta = \text{Elastizitätskoeffizient aus einer logarithmischen Funktion zwischen Realeinkommen je Erwerbstätigen und realem Wert der Pkw-Neuzulassungen je Erwerbstätigen in den Jahren 1955 bis 1964}$ $\log Q = 6,71 + 2,20 \log X$	1.465	195	5.1
	$\ln \frac{Q_1}{Q_0} = 2,20 \left(1 - \frac{23,834}{41,610}\right)$			
5	Trendfunktion (logistisch) des Bestandes 1950 bis 1964 (korrigiert mit deutschen Werten) $y_t = \frac{k_6}{1 + b_5 e^{-a_5 t}}$ $y = \text{Pkw je 1.000 Einwohner}$ $t = \text{Zeit}$	1.811	241	4.1
	$y_t = \frac{314}{1 + 27,13 e^{-0,18 t}}$			
6.	Trendfunktion (logistisch) des Bestandes 1950 bis 1964 $y_t = \frac{k_6}{1 + e^{a_6 - b_6 t - c_6 x}}$ $y = \text{Pkw je 1.000 Einwohner}$ $x = \text{Realeinkommen je Einwohner}$	1.811	241	4.1
	$y_t = \frac{314}{1 + e^{3,31 - 0,18 t + 0,01 x}}$			
7.	Trendfunktion des Bestandes 1955 bis 1964 $Y_t = -\frac{a_7}{b_7} e^{-b_7 t} + C_7$ $Y = \text{Pkw je 1.000 Erwerbstätige}$	1.512	201	5.0
	$Y_t = -1,20 e^{-0,10 t} + 2,71$			

Wendepunkt wie beim logistischen Verlauf wurde mit der Funktion

$$y_t = -\frac{a_7}{b_7} e^{-b_7 t} + C_7$$

durchgeführt. Die Parameter  $a_7$  und  $b_7$  bestimmen den Verlauf und  $C_7$  (Integrationsparameter) die Lage der Wachstumskurve. Die Funktion ergibt einen Plafond von 514 Pkw je 1.000 Erwerbstätige (insgesamt 2 65 Mill. Pkw), der nach der Jahrhundertwende erreicht wird. Für 1975 beträgt die Dichte 330 Pkw je 1.000 Erwerbstätige (201 je 1.000 Einwohner) und der Bestand 1 51 Mill. Pkw. Der Kurvenverlauf paßt sich gut den tatsächlichen Werten 1955/64 an.

Die Schätzwerte 1975 der einzelnen Berechnungen schwanken zwischen 1 39 Mill. Pkw und 1 8 Mill. Pkw oder 185 Pkw und 241 Pkw je 1.000 Einwohner. Vier der fünf Ergebnisse liegen in einer Spanne von 185 bis 208 Pkw je 1.000 Einwohner, weichen also maximal um 12% voneinander ab. Auf Grund der Entwicklung in den letzten drei Jahren scheint eine Dichte von 208 Pkw je 1.000 Einwohner am wahrscheinlichsten (Gleichung 3). Danach gäbe es 1975 1 56 Mill. Pkw, um 121% mehr als 1964.

Der höchste Schätzwert von 241 Pkw je 1.000 Einwohner würde ein ähnlich rasches Motorisierungstempo wie in Schweden nach 1956 voraussetzen, das von keinem anderen westeuropäischen Land erreicht wurde. Die Motorisierung in Schweden wurde offenbar durch besondere Umstände, wie Weiträumigkeit des Landes und aufgelockerte Siedlungsdichte, begünstigt. In gebirgigen Ländern sind der Motorisierung engere Schranken gesetzt (höhere Betriebskosten, geringere Nutzungsmöglichkeiten). Man kann daher mit einer rascheren Verflachung rechnen. Nach Gleichung 3, die den plausibelsten Schätzwert ergibt, sinken die jährlichen Zuwachsraten der Tendenz nach (von kurzfristigen Schwankungen abgesehen) von 10% (1965) auf 6 5% (1975).

Der Erweiterungsbedarf wird nach dieser Berechnung im Jahrzehnt 1966/75 780.400 Pkw be-

tragen und damit um 28% höher sein als im Jahrzehnt 1955/64 (611.000 Pkw). Gleichzeitig wird der Ersatzbedarf jedoch auf fast das Fünffache, von 139.000 Pkw auf 670.000 Pkw steigen. Um die Gesamtnachfrage von 1 45 Mill. Pkw im Zeitraum 1966/75 zu befriedigen, müssen (zu Durchschnittspreisen 1964 gerechnet) 69 5 Mrd. S oder 6 95 Mrd. S pro Jahr aufgewendet werden, gegen 4 8 Mrd. S im Jahr 1964. Der Aufwand wird 1970 3 9% und 1975 4 1% des verfügbaren persönlichen Realeinkommens (jährliche Steigerung 4%) erreichen, gegen 3 3% im Jahr 1964. Nimmt man außerdem eine Qualitätssteigerung um 10% an (Verlagerung der Nachfrage zugunsten größerer und besserer Wagen), dann steigt der Anteil bis 1975 auf 4 5%. Zu laufenden Preisen gerechnet wird der für Pkw-Käufe verwendete Einkommensteil etwas niedriger sein, da die Pkw-Preise auch künftig schwächer steigen dürften als das allgemeine Preisniveau.

Etwa im gleichen Maße wie der Bestand nehmen die laufenden Aufwendungen für Betrieb und Reparaturen zu. Der Bedarf an Werkstätten, Garagen, Parkflächen und Verkehrsflächen wird sich im nächsten Jahrzehnt mehr als verdoppeln. Eine entsprechende Ausweitung des Angebotes ist aus verschiedenen Gründen schwierig. Infolge des angespannten Arbeitsmarktes (die Zahl der Erwerbstätigen wird bis 1970 zurückgehen und erst 1975 wieder annähernd den Stand von 1964 erreichen) kann der zusätzliche Bedarf an Arbeitskräften von Reparaturwerkstätten und anderen Betrieben, die aus der Motorisierung Nutzen ziehen, nur durch Umschichtungen aus anderen Bereichen gedeckt werden. Der Ausbau des Straßennetzes und anderer Verkehrseinrichtungen erfordert hohe Investitionen, die von den öffentlichen Körperschaften kaum aus den bisherigen Einnahmequellen finanziert werden können. Selbst wenn beträchtliche zusätzliche Mittel erschlossen werden, wird es kaum möglich sein, die Verkehrsflächen in den Ballungsräumen im nächsten Jahrzehnt zu verdoppeln.

## Anhang

### Erläuterungen zu den Berechnungsmethoden<sup>1)</sup>

Die einfachen Gleichungen 1 bis 3 bedürfen keiner besonderen Erläuterungen.

#### Methode 4

In dieser Methode wurde an Stelle der stückzahlmäßigen die wertmäßige Nachfrage nach Pkw verwendet. Der Wert der neu zugelassenen Pkw wird im Institut laufend (jährlich) ermittelt. Es wurde zunächst mit einer logarithmischen Funktion

$$\log Q = a_4 + b_4 \log X$$

in der  $Q$  der reale Wert der Pkw-Neuzulassungen je Erwerbstätigen,  $X$  das Realeinkommen je Erwerbstätigen ist, der Koeffizient der Einkommenselastizität berechnet. Da die logarithmische Funktion nicht plausible Projektionswerte ergibt, wurde für den Prognosezeitraum mit einer logarithmisch-inversen Funktion weitergerechnet. Setzt man für den realen Wert der Pkw je Erwerbstätigen im Jahr 1960  $Q_0$  und im Jahr 1975  $Q_1$ , für das Realeinkommen entsprechend  $X_0$  und  $X_1$ , dann gelten die Bestimmungsgleichungen

$$\ln Q_0 = a' - \frac{b'}{X_0} \quad \text{und} \quad \ln Q_1 = a' - \frac{b'}{X_1}$$

subtrahiert man die erste von der zweiten, dann erhält man die Extrapolationsform

$$\ln \frac{Q_1}{Q_0} = \frac{b'}{X_0} - \frac{b'}{X_1}$$

Die Elastizität der Nachfrage aus der logarithmisch-inversen Funktion errechnet sich als

$$\eta' = \frac{dQ}{dX} \cdot \frac{X}{Q} = \frac{b'}{X}$$

für das Jahr 1960 ist sie somit

$$\eta' = \frac{b'}{X_0}$$

Will man der Projektion die Elastizität der Nachfrage zugrunde legen, ergibt sich durch Einsetzen in die Extrapolationsform:

$$\ln \frac{Q_1}{Q_0} = \eta' \left( 1 - \frac{X_0}{X_1} \right)$$

<sup>1)</sup> An den ökonomischen Berechnungen war Fr. *Hannelore Hofmann* maßgeblich beteiligt

Für die Vorausschätzung wurde jedoch nicht die aus einer logarithmisch-inversen Funktion errechnete Elastizität  $\eta'$  verwendet, sondern der Wert  $\eta'$  der gleich dem Regressionskoeffizienten  $b_4$  der oben angeführten logarithmischen Gleichung ist.

#### Methode 5

An Stelle der üblichen Trendfunktion

$$y_t = \frac{k_5}{1 + e^{a_5 - b_5 t}}$$

wurde die Form

$$y_t = \frac{k_5}{1 + b_5 e^{-a_5 t}}$$

gewählt und die Parameter  $a_5$  und  $k_5$  nach der von *Tintner* entwickelten Methode berechnet<sup>2)</sup>. Die Transformation

$$Z_t = \frac{1}{y_t}$$

(reziproker Wert des Bestandes) hat, sofern wie hier die Beobachtungen in gleichen Abständen erfolgten, eine lineare Differenzgleichung erster Ordnung

$$Z_{t+1} = (1 - e^{-a_5}) / k_5 + e^{-a_5} Z_t$$

Setzt man

$$(1 - e^{-a_5}) / k_5 = k' \quad \text{und} \quad e^{-a_5} = k'',$$

dann kann man nach der Methode der kleinsten Quadrate  $k'$  und  $k''$  schätzen und daraus dann  $a_5$  und  $k_5$  berechnen. Der Parameter  $b_5$  wurde nach der Formel von *Rhodes*<sup>3)</sup> berechnet:

$$\ln b_5 = a_5 (N+1) / 2 + \left[ \sum_{t=1}^N \ln \left( \frac{k_5}{y_t} - 1 \right) \right] / N$$

#### Methode 6

Siehe: Methodik zur Prognose des Kraftfahrzeugbestandes bis 1975, Deutsche Shell AG, Hamburg, 19. Oktober 1961.

<sup>2)</sup> *G. Tintner*, Handbuch der Ökonometrie, 1960, Seite 275

<sup>3)</sup> Siehe auch *J. Siebke*, a. a. O., Seite 65 ff. sowie *G. Tintner*; wenn  $N$  die Zahl der Beobachtungen (im gleichen Abstand) ist

Methode 7

Gesucht wurde eine Funktion, die zu jedem Zeitpunkt  $t$  die Zahl der Pkw je 1.000 Erwerbstätige ( $Y$ ) angibt, ohne Einkommens- und Preisentwicklung ausdrücklich zu berücksichtigen. Die Funktion soll erstens den Trend der Vergangenheit wiedergeben, d. h.

$$\sum_{t=1}^{10} [Y(t) - \varphi(t)]^2$$

soll ein Minimum sein (Basis 1955/64). Die Funktion soll sich zweitens mit wachsendem  $t$  einer zur  $x$ -Achse parallelen Asymptote (Plafond) von unten nähern, d. h.

$$\frac{d\varphi(t)}{dt} > 0$$

für alle reellen  $t$  und

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{d\varphi(t)}{dt} = 0.$$

Dieser Forderung entspricht

$$\log \varphi(t) = f(t) = -\frac{a_7}{b_7} e^{-b_7 t} + C_7 \text{ wenn } a > 0,$$

denn

$$\frac{df(t)}{dt} = a_7 e^{-b_7 t} > 0 \text{ und } \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{df(t)}{dt} = 0.$$

Die Parameter  $a_7$ ,  $b_7$  und  $C_7$  wurden nach der Methode der einfachen logarithmischen Regression bestimmt, so daß sie dem Trend der Vergangenheit bestmöglichst folgen;  $a_7$  und  $b_7$  ergeben sich aus der Funktion

$$\frac{df(t)}{dt} = a_7 e^{-b_7 t}; \quad \log \frac{df(t)}{dt} = \log a_7 - 0.43429 b_7 t;$$

$$\log \frac{df(t)}{dt}$$

ist demnach eine Regressionsgerade

$$z = d + kt, \text{ wobei } k = -0.43429 b_7 \text{ und } d = \log a_7 \text{ ist}$$

Daraus folgt

$$a_7 = 10^d; \quad b_7 = -\frac{k}{0.43429}$$

Für die logarithmische Regression wurde angenommen

$$\frac{\Delta f(t)}{\Delta t} = \frac{df\left(t + \frac{1}{2}\right)}{dt}$$

Die Integrationskonstante  $C_7$  erhält man durch Mittelbildung aller empirischen  $C_7$ ;

$$C_7 = \frac{\sum_{t=1}^{10} C_t}{10}$$

Es ergibt sich dann

$$f(t) = -1.1976 e^{-0.1001 t} + 2.71096 \text{ oder da } f(t) = \log \varphi(t)$$

$$\varphi(t) = 10^{-1.1976 \exp(-0.1001 t + 2.71096)} \text{ und}$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \varphi(t) = 10^{\lim_{t \rightarrow \infty} f(t)} = 10^{2.71096} = 514 \text{ Pkw je}$$

1.000 Erwerbstätige als Plafond.

Walter Kohlhauser