

Engpässe in Verkehrs-Infrastrukturen

VON JÖRN KRUSE, STUTTGART

1. Einleitung

Temporäre Engpässe in Verkehrs-Infrastrukturen sind zu einem gravierenden Problem geworden. Wer mit dem Auto, der Eisenbahn oder dem Flugzeug unterwegs ist, bekommt die Folgen in Form von Staus, Verspätungen etc. zu spüren. Seit einiger Zeit befaßt sich auch die Ökonomie wieder stärker mit diesem Thema. Dafür sind vor allem drei Gründe zu nennen.

Ein originärer Faktor ist zunächst der starke Anstieg der Verkehrsnachfrage als Folge hoher Mobilitäts-Präferenzen und gewachsenen Einkommens. Mit der gestiegenen Inanspruchnahme geht keine entsprechende Ausweitung der Infrastrukturkapazität einher, da eine solche zunehmend stärker mit anderen gesellschaftlichen Präferenzen und politischen Positionen (z. B. Umweltziele etc.) konfligiert.¹⁾

Für die Thematisierung ist außerdem von Bedeutung, daß die Deregulierung in einigen Verkehrsbereichen bestimmte Infrastrukturprobleme hat deutlich werden lassen, die vorher hinter anderen Branchenproblemen zurücktraten oder als betriebsinterne Probleme aufgefaßt wurden. Zum Beispiel hat erst die Liberalisierung des Luftverkehrs die Knappheit an Start- und Lande-Slots an einigen Flughäfen erzeugt (z. B. durch Restrukturierung der Flugnetze) oder öffentlich gemacht. Erst die vertikale Desintegration zwischen Schienenweg und Betrieb im Zuge der Eisenbahnreform hat den Begriff der Fahrplantrassen und die Konkurrenz um diese in die Diskussion gebracht.

Drittens haben wir offensichtlich noch nicht gelernt, die Nutzung der vorhandenen Infrastruktur effizient zu managen. Ein Indiz hierfür ist, daß die Infrastrukturen nicht generell Engpässe aufweisen, sondern nur Teile von diesen zu relativ wenigen Zeitpunkten. In weiten Bereichen wird die probate Lenkungswirkung von Preisen entweder überhaupt nicht genutzt (z. B. bei Straßen) oder jedenfalls nicht unter Einsatz von zeitvariablen Preisstrukturen. Insofern kann man sagen, daß ordnungspolitische Mängel zu den fühlbaren Infrastrukturproblemen erheblich mit beitragen.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Jörn Kruse
Institut für Volkswirtschaftslehre
Universität Hohenheim
Schloß - Osthof (West)
70593 Stuttgart

1) Dem weiteren Ausbau (z. B. Trassen für Straßen und Schienen) sind in einigen Bereichen (insb. in dichtbesiedelten Regionen) faktisch oder politisch bereits enge Grenzen gesetzt.

Unter dem Begriff der Verkehrsinfrastruktur werden im folgenden alle Bestandteile von Verkehrswegen zusammengefaßt, und zwar sowohl die materiellen Kapitalgüter der Wege und Terminals selbst als auch die dauerhaften funktionellen Organisationen und Netzwerke, die deren adäquate Nutzung ermöglichen. Das Folgende gilt grundsätzlich, wenn gleich mit unterschiedlicher Relevanz, für alle Verkehrsarten (also insbesondere für Straßen-, Schienen-, Luft- und Wasser-Verkehr). Zahlreiche Zusammenhänge und Probleme gelten auch über den Verkehrssektor hinaus.

Der Umgang mit Angebotsengpässen und Knappheiten ist grundsätzlich ein ökonomisches Standardproblem (vielleicht das ökonomische Problem schlechthin). In einigen Verkehrsbereichen gibt es indes besondere theoretische und praktische Erschwernisse, wie wir noch sehen werden. In kurzfristiger Sicht stellt sich typischerweise zunächst die Kernfrage: Was passiert, wenn die Verkehrsinfrastruktur ausgelastet ist und noch weitere Nutzer hinzukommen?

Die Art der Rivalität bestimmt im folgenden die ersten beiden Hauptpunkte der Gliederung. In Abschnitt 2 betrachten wir den einfachsten Fall von Engpässen, nämlich denjenigen bei direkter Nutzungs rivalität. Abschnitt 3 befaßt sich mit der Infrastrukturüberlastung bei partieller Rivalität, bei der hohe Nutzung zur Qualitätsminderung führt, was gerade im Verkehr relevant ist. In Abschnitt 4 gehen wir abschließend kurz der Frage nach, warum das genannte Knappheitsproblem gerade im Verkehr gravierender und fühlbarer ist (oder erscheint) als in anderen Sektoren.

2. Verkehrsinfrastruktur bei direkter Rivalität

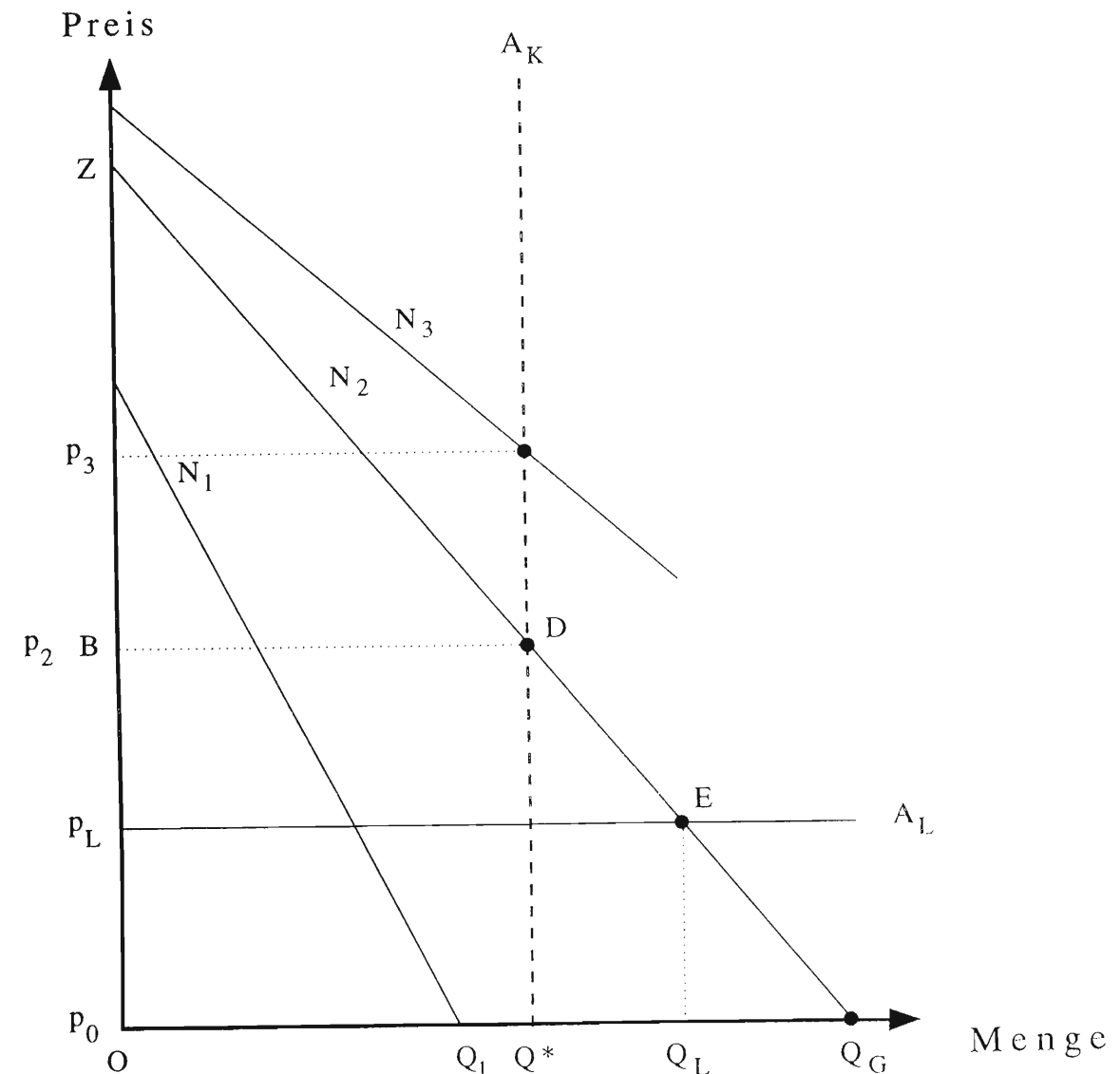
Die direkte Rivalität ist dadurch definiert, daß die Nutzung durch ein Individuum die Nutzung durch ein anderes ausschließt. Bezüglich der Nutzung handelt es sich um ein Nullsummenspiel. Für unseren Infrastrukturfall heißt dies: Es besteht eine strikte Kapazitätsgrenze und vor dieser erfolgt keine nutzungsabhängige Qualitätsreduzierung.

2.1 Engpässe, pretiale und nicht-pretiale Rationierung

Betrachten wir in Abb. 1 die Nachfragefunktion N_2 und die langfristige Angebotsfunktion A_L . Das langfristige Optimum, d.h. die optimale Kapazität, ist dann durch den Punkt E (Schnittpunkt N_2/A_L) definiert.

Angenommen, die Kapazität ist kurzfristig auf Q^* begrenzt. Wenn kein Preis erhoben wird, das heißt Gratisnutzung erfolgt, muß in irgendeiner Weise rationiert werden, da ein Nachfrageüberhang $Q_G - Q^*$ existiert. Das heißt, es ist zu entscheiden, welche Nutzungsansprüche erfüllt werden und welche nicht.

Abbildung 1: Infrastruktur-Engpässe bei direkter Rivalität



Dies kann erstens durch eine nicht-pretiale Rationierung realisiert werden. Das heißt konkret, daß die jeweiligen Nutzungsrechte z.B. entsprechend der Regel „First-come-first-served“ oder nach einem Zufallsverfahren (Los) oder aufgrund von persönlichen Beziehungen etc. vergeben werden.

Zweitens kann die Rationierung pretial erfolgen, das heißt über einen Preismechanismus entsprechend der Zahlungsbereitschaft. Bei der Nachfragefunktion N_2 führt dies zum Preis P_2 . Bei Nachfrageschwankungen im Zeitablauf werden sich entsprechend unterschiedliche Preise bilden, z.B. P_3 bei der Nachfragefunktion N_3 . Wenn die kurzfristigen Grenzkosten (z.B. nutzungsabhängige Instandhaltungskosten) null sind, wie in Abb. 1 angenommen, gilt bei der Nachfragefunktion N_1 der Preis $P_0 = 0$.

2.2 Pretiale Allokation. Vorteile und Praxis-Probleme

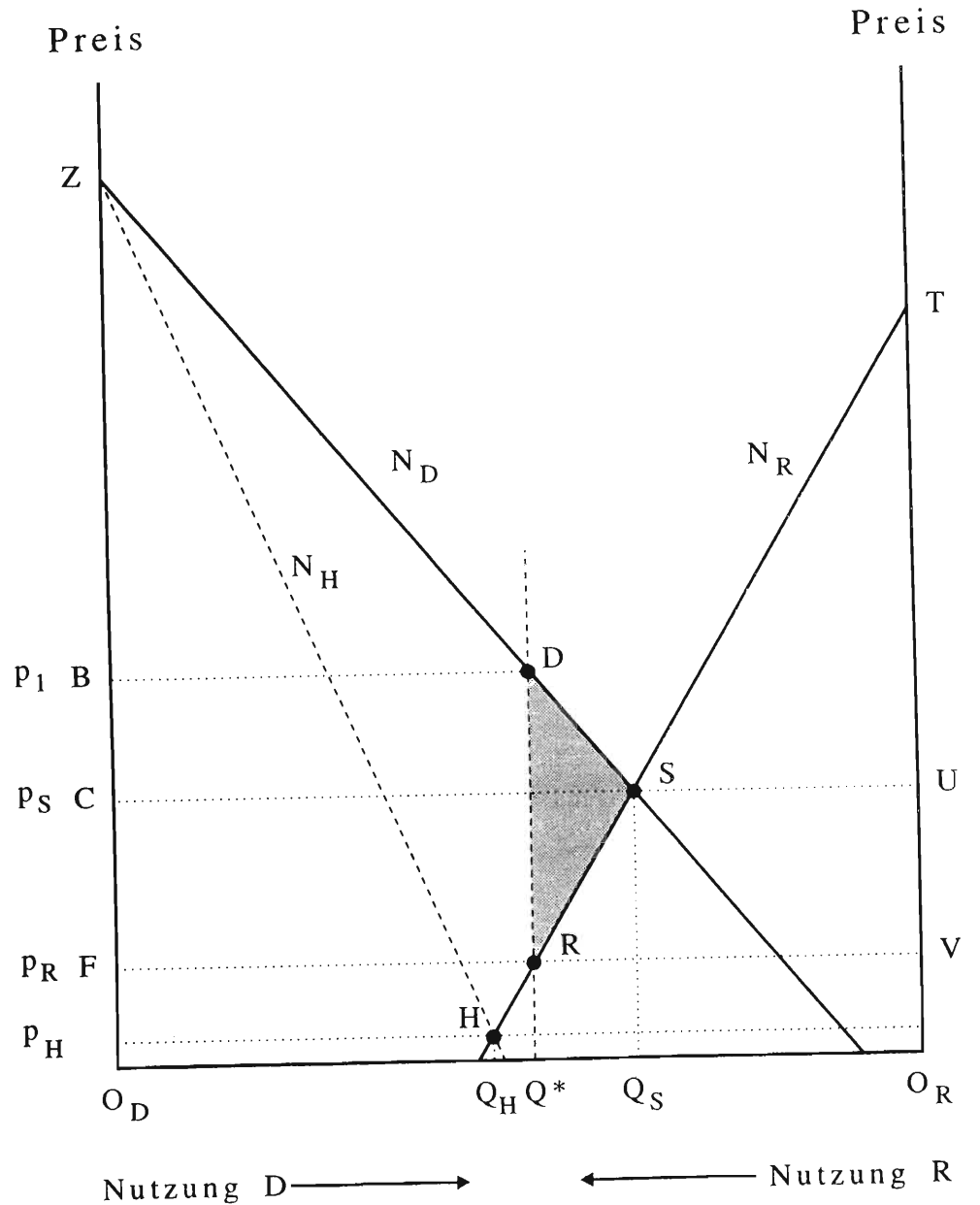
Die pretiale Allokation ist die ökonomische Lehrbuchantwort auf Knappheitsprobleme, wofür in unserem Kontext mindestens vier Vorteile erwähnenswert sind: Erstens erfolgt die Zuteilung auf verschiedene Nutzer nach deren Zahlungsbereitschaft und somit entsprechend der maximalen Wertschätzung, das heißt (bildlich gesprochen) die Interessenten entsprechend der Strecke $Z-D$ der Funktion N_2 werden befriedigt, diejenigen entsprechend $D-QG$ nicht. Der Preis P_2 entspricht den Opportunitätskosten, d.h. dem Wert in den besten alternativen Verwendungen, in unserem Fall der höchste Nutzen aller ausgeschlossenen Interessenten.

Zweitens führt die pretiale Allokation zur wohlfahrtsmaximalen Aufteilung auf verschiedene Arten von Nutzungen. Nehmen wir an, zwei Nutzungsarten (z.B. Güterverkehr und Personenverkehr) beanspruchen die gleiche Infrastruktur. In Abb. 2 wird eine der beiden Nutzungsarten mit D bezeichnet und in der üblichen Weise von O_D nach rechts abgetragen. Die Nutzung R wird von O_R nach links abgetragen. Entsprechend repräsentieren N_D und N_R deren Nachfragefunktionen nach der Infrastrukturinanspruchnahme.

Angenommen, der Punkt Q^* markiert das Ergebnis einer bisher administrativen Aufteilung, das heißt die Nutzungsart D erhält die Menge $O_D Q^*$, die Nutzungsart R die Menge $O_R Q^*$. Wenn nun eine pretiale Allokation eingeführt wird (durch eine Initial-Auktion und freie Handelbarkeit von Nutzungsrechten), bildet sich der Preis P_S (entsprechend dem Punkt S) und die optimale Aufteilung Q_S ($O_D Q_S$ und $O_R Q_S$). Der Wohlfahrtsgewinn durch die pretiale Lenkung entspricht dem schattierten Dreieck DRS .²⁾

2) Die Summe aus Konsumentenrente und Produzentenrente entspricht bei Q^* für die Nutzung D der Fläche $O_D Q^* D Z$ und für die Nutzung R $Q^* O_R T R$ und für den marktlichen Gleichgewichtspunkt S entsprechend $O_D Q_S S Z$ und $Q_S O_R T S$.

Abbildung 2: Direkte Rivalität zwischen Nutzungsarten



Drittens hängt die optimale Produktionstechnologie in allen betroffenen Bereichen von den jeweiligen relativen Inputfaktorpreisen (wozu auch die Infrastrukturnutzungspreise gehören) ab und beeinflusst diese prinzipiell auch. In Abb. 2 ist für den Fall, daß der Verkehrsnutzer eine alternative Technologie einsetzt, die bei gleichem Output nur halb so viel Infrastruktur beansprucht, aber an anderer Stelle höhere Kosten verursacht, eine Infrastruktur-Nachfragefunktion N_H (statt N_D) dargestellt.³⁾ Es besteht also ein Tradeoff zwischen Infrastruktur- und anderen Kosten. Die optimale Entscheidung hängt von den Infrastrukturnutzungspreisen ab und bestimmt diese ihrerseits, je nach der Konkurrenz zu anderen Nutzungsarten.

Viertens sind die Marktpreise Signale, einerseits für langfristige Entscheidungen, insbesondere für Investitionen in den Kapazitätsausbau. Andererseits informiert eine zeitlich-lastabhängige Preisstruktur (Peak-Load-Pricing) über die zeitlichen Nutzungsmuster einzelner Infrastrukturelemente und gibt den Nutzern Anreize für zeitliche und intermodale Substitutionsreaktionen.

Demgegenüber ist eine pretiale Allokation (und, wie wir noch sehen werden, auch eine nicht-pretiale) in der Praxis, insbesondere im Verkehr, mit einigen Problemen verbunden bzw. sie verursacht ihrerseits Transaktionskosten. Erstens ist es nicht immer einfach, das Ausschlußprinzip anzuwenden, was sowohl für pretiale als auch für nicht-pretiale Rationierung erforderlich ist. Es kann Probleme verursachen, die theoretisch definierten Verfügungsrechte praktikabel zuzuteilen oder gar die Verfügungsrechte handelbar zu machen. Zweitens ist die Rationierung im Verkehr häufig zeitkritisch (siehe Abschnitt 4), das heißt es fallen Rationierungs- und/oder Reservierungskosten an. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Nachfrage in nicht-prognostizierbarer Weise schwankt.

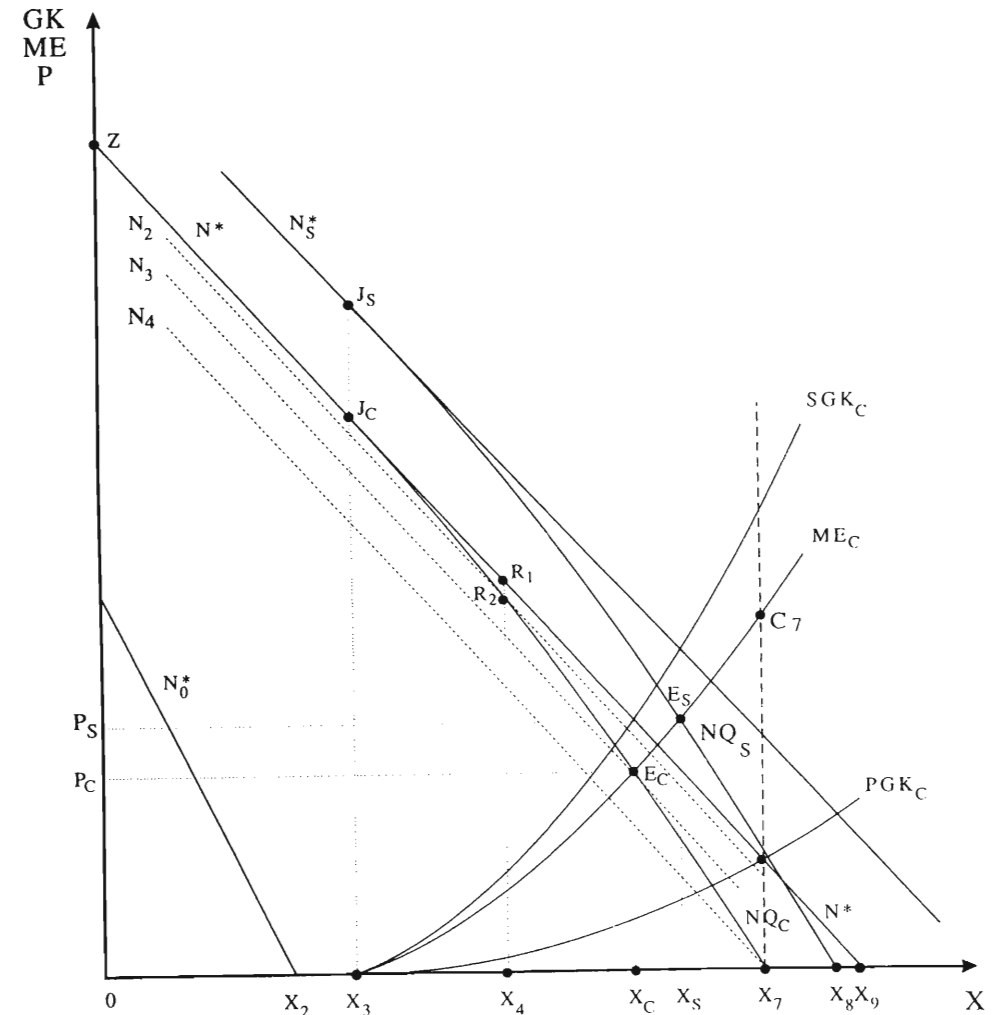
3. Verkehrs-Infrastruktur bei partieller Rivalität

3.1 Partielle Rivalität, Überlastung und Stau-Externalitäten

Die partielle Rivalität ist in Unterscheidung zur direkten Rivalität dadurch definiert, daß der Konsum des einen die Nutzen der anderen zwar beeinträchtigt, aber nicht ausschließt. Bei größerer Verkehrsmenge sinkt gegebenenfalls die Qualität der Infrastrukturnutzung. Dies wird z. B. für die Autofahrer im Straßenverkehr dadurch spürbar, daß Zeitverluste auftreten, die Unfallgefahr ansteigt, der Streß beim Fahren zunimmt etc. Jede derartige gegenseitige Beeinträchtigung zwischen den Verkehrsteilnehmern wird als „Stau“ bezeichnet. Ein Stau ist also dadurch charakterisiert, daß bezüglich der Infrastrukturnutzung eine partielle Rivalität besteht.

³⁾ Zum Beispiel benötigt eine Fluggesellschaft bei Einsatz großer Flugzeuge für die gleiche Passagierzahl weniger Start- und Lande-Slots und hat die Nachfragefunktion N_H , während sie bei kleinen Flugzeugen N_D ist.

Abbildung 3: Optimale Infrastruktur-Nutzung



Betrachten wir anhand der Abb. 3 einen bestimmten Straßenabschnitt mit vorgegebener Kapazität und nehmen zur Vereinfachung an, daß die kurzfristigen Grenzkosten des Straßenangebots null sind und daß der Verkehr homogen ist.⁴⁾ Die Nachfragefunktion nach Nutzung dieser Straße ist mit N^* bezeichnet.⁵⁾ Die Strecke ZX_9 repräsentiert die Zahlungsbereitschaft für Fahrten bei Abwesenheit von Stau.

Es ist angenommen, daß bis zur Verkehrsmenge X_3 keinerlei Staueffekte entstehen, das heißt, daß Nichtrivalität gilt. Rechts von X_3 beeinträchtigen sich die Straßennutzer gegenseitig, das heißt für $X > X_3$ ist partielle Rivalität gegeben.

Durch die gegenseitigen Beeinträchtigungen sinkt die Qualität für die potentiellen Nutzer und damit auch deren Zahlungsbereitschaft. Das heißt bei wachsender Verkehrsmenge führt die staubedingt zunehmend schlechtere Nutzungsqualität zu einer Veränderung der relevanten Nachfragefunktion.⁶⁾ Diese hat dann in Abb. 3 den Verlauf $ZJCX_7$ und wird als „qualitätsangepaßte Nachfragefunktion“⁷⁾ (NQC) bezeichnet. Falls kein Preis erhoben wird, führt dies also zu der Verkehrsmenge X_7 (statt X_9 bei Abwesenheit von Stau).

Zusätzlich gilt bei partieller Rivalität (Verkehrsmengen $X > X_3$), daß jeder Nutzer auch allen anderen Beeinträchtigungen verursacht. Da diese ökonomisch relevanten Nutzenminderungen nicht in die individuellen Fahrtenentscheidungen eingehen, handelt es sich um negative externe Effekte, die die anderen Verkehrsteilnehmer zu tragen haben. Dieses Phänomen wird als Stauexternalität bezeichnet.

Stauexternalitäten sind folgendermaßen zu bestimmen: Die insgesamt durch eine zusätzliche Fahrt entstehenden Beeinträchtigungen werden als soziale Staugrenzkosten (in Abb. 3 $SGKC$) bezeichnet. Von diesen werden die privaten Staugrenzkosten ($PGKC$), die jeweils den Abweichungen der qualitätsangepaßten Nachfragefunktion NQC von der staufreien Nachfragefunktion N^* entsprechen, bereits in den Entscheidungskalkülen internalisiert.⁸⁾

4) Die Homogenitätsannahme bedeutet, daß die Kosten bzw. Nutzenminderungen von zusätzlichen Zeitverlusten, Unfallgefahren, Verkehrsstreß etc. für alle Verkehrsteilnehmer gleich sind.

5) Betrachtet wird im folgenden jeweils ein relativ kurzes Zeitintervall, in dem jeder maximal eine Fahrt macht. Die Verkehrsmenge ist definiert durch die Ankunftsrate der Fahrzeuge am Streckenbeginn. Vgl. zur Problematisierung der Abszissenheit z.B. *Guria, J. C.* (1986), Traffic Flow Control for backward bending Cost Curves, in: International Journal of Transport Economics, 13, S. 331-350; und *Berger, U. E.* und *J. Kruse* (1994), Allokative Begründung des Road Pricing, in: Hamburger Jahrbuch für Wirtschafts- und Gesellschaftspolitik, 39. Jahr, S. 213-232.

6) Zum Beispiel ist die Zahlungsbereitschaft bei der Verkehrsmenge X_4 nicht mehr X_4R_1 , sondern nur noch X_4R_2 , das heißt, es gilt eine nach links unten verschobene Nachfragefunktion N_2 . In Abb. 3 sind zur Veranschaulichung drei solcher Funktionen für entsprechende Verkehrsmengen in verlängerter Form eingezeichnet, obwohl wegen der mengenabhängigen Qualität jeweils nur ein Punkt relevant ist.

7) Vgl. für eine ausführliche Ableitung *Freeman III, A. M.* und *Haveman, R. H.* (1977), Congestion, Quality Deterioration and Heterogeneous Tastes, in: Journal of Public Economics 8, S. 226; *Berger, U. E.* und *J. Kruse* (1994), Allokative Begründung des Road Pricing, in: Hamburger Jahrbuch für Wirtschafts- und Gesellschaftspolitik, 39. Jahr, S. 213-232.

8) Dies beinhaltet eine bestimmte Annahme über den Informationsstand der Autofahrer. Sie wissen zum Zeitpunkt der Fahrtenentscheidung, wie hoch das Nutzungsniveau auf der betreffenden Straße zur relevanten Zeit ist und beziehen dies in ihre Entscheidungen ein.

Die privaten Staukosten sind definiert als die monetär bewertete Differenz zwischen der höchsten (d.h. ohne jegliche Staubeinträchtigung) und der aktuellen Nutzungsqualität. Vgl. *Freeman III, A. M.* und *Haveman, R. H.* (1977), Congestion, Quality Deterioration and Heterogeneous Tastes, in: Journal of Public Economics 8, S. 226; *Berger, U. E.* und *J. Kruse* (1994), Allokative Begründung des Road Pricing, in: Hamburger Jahrbuch für Wirtschafts- und Gesellschaftspolitik, 39. Jahr, S. 213-232.

Es verbleiben als Differenz die marginalen Stauexternalitäten (ME_C), das heißt die staubedingten Nachteile, die die inkrementale Fahrt den anderen Verkehrsteilnehmern verursacht.⁹⁾

Die Funktion der marginalen Stauexternalitäten beinhaltet die verbleibenden Opportunitätskosten und repräsentieren die relevante Angebotsfunktion. Durch den Schnittpunkt E_C der marginalen Stauexternalitätenkurve ME_C mit der qualitätsangepaßten Nachfragefunktion NQC wird die optimale Nutzungsmenge X_C bestimmt.¹⁰⁾ Der Wohlfahrtsgewinn entspricht der Fläche $E_CX_7C_7$.¹¹⁾

3.2 Optimale Infrastruktur-Kapazität

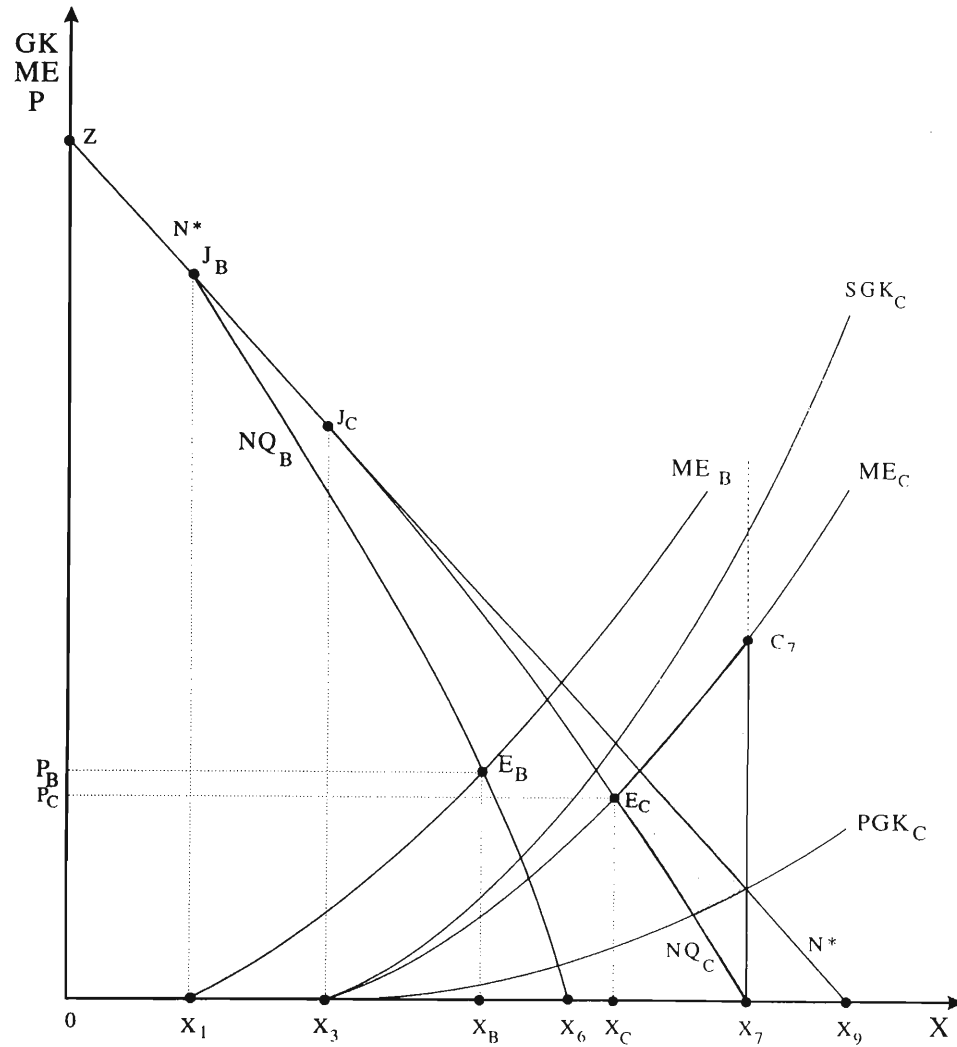
Die Höhe der jeweiligen Stauexternalitäten ist natürlich von der Kapazität der Infrastruktur abhängig. Je kleiner diese ist, desto eher wird es zu Beeinträchtigungen kommen und desto stärker werden diese für eine gegebene Nutzerzahl sein. In Abb. 4 ist für eine relativ kleine Kapazität angenommen, daß Nutzungsrivalitäten bereits ab X_1 auftreten.

9) Entsprechend sind die Flächen unter $SGKC$, $PGKC$ und ME_C die sozialen, privaten und externen Stautotalkosten.

10) Angenommen, zur Rush Hour ist die Zahlungsbereitschaft höher als im Ausgangsfall und es gilt die Nachfragefunktion N_S^* . Außerdem gelte dann die qualitätsangepaßte Nachfragefunktion N_{QS} . Die optimale Menge (Schnittpunkt E_S) ist dann X_S . Allgemein gilt für eine gegebene Kapazität, daß bei steigender Nachfrage die Verkehrsmenge im Optimum ansteigt und die Nutzungsqualität sinkt. Falls dagegen z. B. zur Nachtzeit die Nachfragefunktion N_{O^*} gilt, für die generell $X < X_3$ ist, entstehen keine Rivalitäten und Stauexternalitäten, so daß die optimale Verkehrsmenge X_2 beträgt. Diese Fahrten haben c.p. die höchste Nutzungsqualität, da sie völlig staufrei stattfinden.

11) Vgl. für eine genauere Darlegung Abschnitt 3.3.

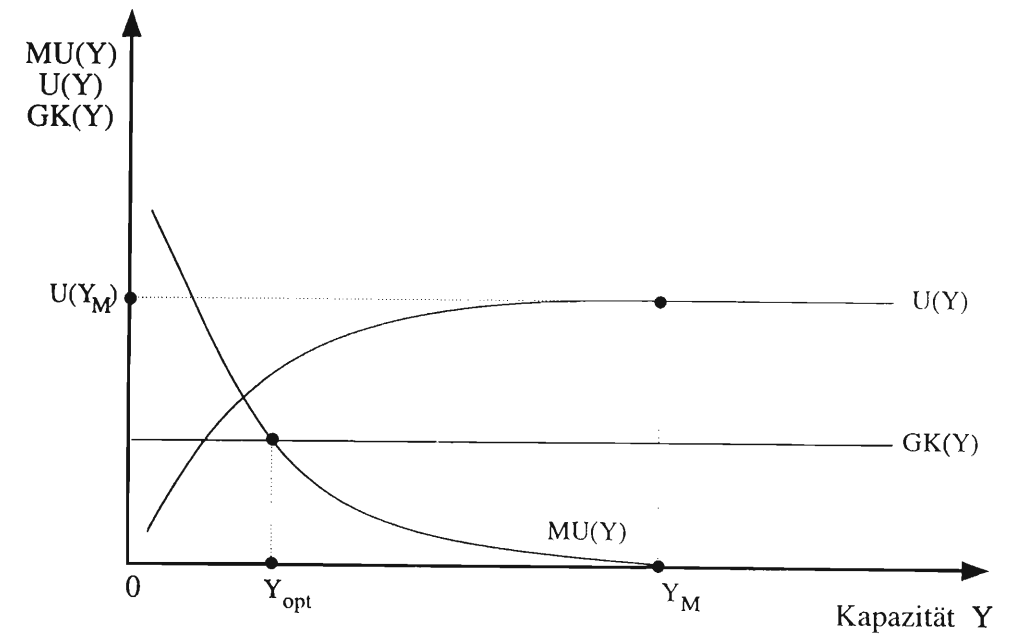
Abbildung 4: Optimale Infrastrukturnutzung und Wohlfahrtseffekte



Es gilt die qualitätsangepasste Nachfragefunktion NQ_B (ZJ_BX_6) und die Marginaler Externalitätenkurve ME_B . Es ergibt sich hier der Optimalpunkt E_B mit der Menge X_B , das heißt die Nutzungsmenge ist geringer und die Qualität schlechter als in der vorher erörterten Situation (NQ_C und ME_C). Der Gesamtnutzen entspricht hier der Fläche $ZOX_1E_BJ_B$ und ist somit um $J_BE_BX_1X_3E_CJ_C$ kleiner als dort.

Entsprechend kann für jede Kapazität Y ein bestimmter Gesamtnutzen $U(Y)$ ermittelt und in Abb. 5 übertragen werden. Zunächst steigt mit wachsender Kapazität der Nutzen. Dies drückt sich darin aus, daß für die betroffenen Verkehrsmengen weniger Stau auftritt (d.h. weniger staubedingte private und externe Kosten) und somit die Nutzungsqualität steigt, und daß die jeweils optimale Verkehrsmenge größer wird.

Abbildung 5: Optimale Infrastrukturkapazität



Die Kurve $U(Y)$ des Zusammenhangs zwischen der Kapazität und dem Gesamtnutzen erreicht dann ihr Maximum, wenn bei der relevanten Nachfragefunktion N^* keinerlei Stau mehr auftritt, das heißt durchgängig (bis zur Verkehrsmenge X_9 in Abb. 4) Nichttrivalität herrscht. Der Nutzen $U(Y_M)$ in Abb. 5 entspricht der Fläche $0X_9Z$ in Abb. 4.

Die Ableitung der Nutzenfunktion $U(Y)$ nach der Kapazität ergibt die Grenznutzenkurve $MU(Y)$. Sie zeigt also den zusätzlichen Nutzen einer Kapazitätseinheit. Diesem Nutzenzuwachs steht bei einer Kapazitätserweiterung eine Erhöhung der Kapazitätskosten gegenüber.¹²⁾ Die Grenzkosten $GK(Y)$ einer zusätzlichen Kapazitätseinheit werden hier vereinfachend als konstant angenommen, so daß ihre Kurve einen waagerechten Verlauf hat.

Der Schnittpunkt der Grenznutzenkurve $MU(Y)$ mit der Kurve der marginalen Kapazitätskosten $GK(Y)$ ergibt die optimale Kapazität Y_{opt} . Das bedeutet, daß das Optimum nicht etwa durch Staufreiheit gekennzeichnet ist,¹³⁾ sondern auch dort grundsätzlich (mindestens zu bestimmten Zeiten) Nutzungs rivalitäten und Stauexternalitäten gegeben sind. Als Folge positiver Kapazitätserweiterungskosten ist die wohlfahrtsoptimale Kapazität kleiner als diejenige, die zum Nutzenmaximum für die Infrastrukturnutzer führt.

3.3 Rationierung durch Road Pricing

Die Frage ist nun, wie die Rationierung auf die optimale Menge X_C (vgl. Abb. 3 und 4) konkret realisiert werden soll. Betrachten wir wieder die pretiale und die nicht-pretiale Alternative.

Die pretiale Methode wird beim Straßenverkehr als Road Pricing bezeichnet. Darunter versteht man eine Erhebung von Preisen für die Straßennutzung, die nach

- einzelnen Straßenabschnitten,
- unterschiedlichen Zeitpunkten

differenziert sind.¹⁴⁾ Road Pricing geht bezüglich der Differenziertheit der Gebührenerhebung also über pauschale Nutzungsentgelte (wie z.B. Autobahnplaketten, Kfz-Steuer oder Mineralölsteuer) weit hinaus. Im folgenden wird zur Vereinfachung unterstellt, daß die Gesamterlöse aus Road Pricing zu entsprechenden Minderungen der Kfz- und/oder Mineralölsteuer führen.

Betrachten wir zunächst die Wohlfahrtseffekte durch Road Pricing. Die bei NQC optimale Menge X_C wird in Abb. 4 durch einen Nutzungspreis in Höhe der dortigen marginalen Externalitäten erreicht, das heißt P_C (Punkt EC).¹⁵⁾ Dann entsteht eine Konsumentenrente im Umfang der Fläche $PC E C J C Z$, der Erlös ist $OX_C E C P_C$ und die totalen Staukosten für die anderen Autofahrer sind $X_3 X_C E C$.¹⁶⁾ Die Differenz $OX_3 E C P_C$ könnte man in

12) Die Erhöhung der Kapazität verursacht z.B. Kosten für den Bau zusätzlicher oder breiterer Spuren, eines besseren Straßenbelages, verbesserter Kreuzungsanlagen, Verkehrsleitsystemen etc.

13) Vgl. auch Mohring, H. und Harwitz, M. (1962), Highway Benefits: An Analytical Framework, Northwestern University Press, Evanston, Ill., S. 84. Nach diesem Ergebnis ist das effiziente Stauniveau also größer als null. In speziellen Fällen könnte allerdings auch ein Stauniveau von null kapazitätsoptimal sein, z.B. bei einer Stichstraße, deren einziger Nutzer die Straße selbst finanziert. Er wird die Kapazität effizient wählen, und es existieren keine Rivalitäten und keine Stauexternalitäten.

14) Unter Praxisbedingungen (d.h. hier nach Aufhebung der Homogenitätsannahme) würden die Preise zusätzlich nach verschiedenen Fahrzeugarten differenziert sein.

15) Vgl. Mohring, H. und Harwitz, M. (1962), Highway Benefits: An Analytical Framework, Northwestern University Press, Evanston, Ill., S. 82-83; vgl. Freeman III, A. M. und Haveman, R. H. (1977), Congestion, Quality Deterioration and Heterogeneous Tastes, in: Journal of Public Economics 8, S. 226-229.

16) Der Begriff „totale Staukosten für die anderen Autofahrer“ wird hier statt der „totalen Stauexternalitäten“ verwendet, weil sie bei Road Pricing als internalisiert gelten können. Sie entsprechen wie vorher den sozialen abzüglich der privaten Stautotalkosten.

Analogie zur üblichen Effizienzanalyse als Quasi-Produzentenrente bezeichnen.¹⁷⁾ Der Gesamtnutzen (Gesamtwohlfahrt) entspricht der Fläche $OX_3 E C J C Z$.

Würde stattdessen kein Entgelt erhoben und somit die Menge X_7 realisiert, wäre die Konsumentenrente die Fläche $OX_7 J C Z$ und die gesellschaftlichen Kosten (negative Produzentenrente) in Form der totalen Stauexternalitäten $X_3 X_7 C_7$. Die Konsumentenrente ist zerlegbar in die Flächen $X_3 X_7 E C$ und $Z O X_3 E C J C$ und die negative Produzentenrente in die Flächen $X_3 X_7 E C$ und $E C X_7 C_7$. Nach einer Saldierung ergibt sich für die Gesamtwohlfahrt also $Z O X_3 E C J C$ abzüglich $E C X_7 C_7$.

Verglichen damit ergibt sich bei Road Pricing eine Differenz $E C X_7 C_7$, das heißt es entsteht durch Erhebung einer Nutzungsgebühr in Höhe von P_C ein Wohlfahrtsgewinn im Umfang der schattierten Fläche in Abb. 4.

Dem sind die Transaktionskosten der Realisierung des Preismechanismus, das heißt die spezifischen Ausschlußkosten der Straßennutzung gegenüberzustellen. Als Kosten des Road Pricing kommen grundsätzlich erstens die Kosten des Systems der Gebührenerhebung und zweitens eventuelle Kosten des Zeitverlustes für die Autofahrer etc. in Frage. Letzteres entfällt heute, da die automatische Gebührenerfassung (AGE) durch elektronische und funktentechnische Verfahren ohne Zeitverluste und sonstige Nutzungsbeeinträchtigungen für die Autofahrer möglich ist.¹⁸⁾

Die Realisierung der Gebührenerhebung durch AGE-Systeme ist heute mit wesentlich geringeren Systemkosten als früher (Mautstationen) möglich, wieweil diese immer noch beträchtlich sein können. Allerdings hängen die totalen Systemkosten stark von zwei Parametern ab, über die ihrerseits Optimierungsentscheidungen getroffen werden können. Erstens kann die Anzahl der einbezogenen Straßen und der einzelnen AGE-Stellen variiert werden.¹⁹⁾ Zweitens hängen die Kosten von den Anforderungen an die Perfektion der Abbuchung und der Sanktion von „Schwarzfahrern“ ab.²⁰⁾

Darüber hinaus können eine Reihe von weiteren Effekten und Problemen relevant sein, die im folgenden in fünf Punkten skizziert werden:

1. Informationen über zeitliche und örtliche Lastmuster. Bei gebührenmäßiger Erfassung aller relevanten Straßen und jeweils optimaler Preissetzung würde sich im theoretischen Idealzustand (bei Vernachlässigung von Erhebungskosten) eine Struktur von Preisen herausbilden, die auf den einzelnen Straßenabschnitten zu den jeweiligen Spitzenzeiten hohe und sonst niedrige Preise vorsehen oder – was auf den meisten Straßenabschnitten

17) Es wurde oben unterstellt, daß die Erlöse aus Road Pricing zu entsprechenden Minderungen der Kfz- und/oder der Mineralölsteuer führen, das heißt an die Autofahrer zurückfließen.

18) Unter „automatischer Gebührenerfassung“ (AGE) werden elektronische Maßnahmen der Gebührenerhebung verstanden, die den Verkehrsfluß nicht behindern. 1994/95 wurden auf der BAB 555 zwischen Köln und Bonn zehn solcher Systeme technisch getestet. Vgl. hierzu TÜV RHEINLAND (1995), Feldversuch „Autobahntechnologien A 555“ – Ergebnisse und Vorschläge, Bericht im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr.

19) Je mehr Erhebungsstellen eingerichtet werden, desto geringer können die einzelnen Preise sein, desto höher sind aber auch die totalen Erhebungskosten.

20) Die Kosten steigen stark an, wenn die Anforderungen an die Reliabilität sich auf 100% zubewegen und möglichst jeder einzelne Schwarzfahrer zweifelsfrei erfaßt und sanktioniert werden soll. Wenn man mit geringerer Perfektion zufrieden ist (und dies in der Gebührenhöhe kompensiert), sind die Kosten weit geringer.

in der Mehrzahl aller Zeitpunkte der Fall sein wird – Gratis-Nutzung (vgl. 3.1). Auf diese Weise reflektiert die Preisstruktur die zeitlichen und örtlichen Lastmuster und liefert differenzierte Informationen für die Autofahrer.²¹⁾

2. Substitutionswirkungen. Die örtlich und zeitlich differenzierte Preisstruktur liefert Anreize für eine Reihe von Substitutionsreaktionen, z. B. die zeitliche Verkehrsverlagerung in lastschwache Zeiten und die Verlagerung von Spitzenlastverkehr auf andere Verkehrsmittel (Schiene).
3. Unerwünschte Verkehrsumlenkung? Eine generelle Befürchtung bei einer Einführung von Road Pricing bezieht sich auf mögliche Ausweichreaktionen auf andere Straßen, auf denen der zusätzliche Verkehr eventuell nachteiliger ist als auf der preiserhobenen Straße. Problematische Umleitungseffekte können sich (insb. in der Anfangsphase) dann ergeben, falls nur an wenigen Punkten Erhebungsstellen installiert werden. Wenn die AGE-Stellen jedoch zahlreicher sind (und die absehbaren Umgehungsrouen einbezogen werden), kann dieser Effekt wirkungsvoll kontrolliert werden. Im Gegenteil könnte man sehr viel weitergehende, zeitlich differenzierte Verkehrslenkungsziele verfolgen. Z. B. könnten Straßen in der Nähe von Schulen oder Krankenhäusern zu den kritischen Zeiten (z. B. bei Schulbeginn/-ende etc.) besonders teuer sein, um den Verkehr abzulenken.
4. Prognostizierbare und spontane Lastschwankungen. Ein grundsätzliches Problem des Road Pricing ist die Tatsache, daß die Stauoptimierung nur bei prognostizierbaren Lastschwankungen (insb. bei zyklischen) voll funktioniert, nicht jedoch bei kurzfristigen Änderungen der Verkehrsmenge. Aus dem Vorangehenden wurde schon deutlich, daß Road Pricing den Verkehrsteilnehmern keine Staufreiheit garantieren kann. Aber auch die Stauoptimierung wirft noch eine Reihe von Praxisproblemen auf, die mit den Informations- und Reaktionszeiten zusammenhängen (siehe Abschnitt 4).
5. Politische Akzeptanz. Das zentrale Problem für eine Einführung von Road Pricing ist die mangelnde öffentliche und politische Akzeptanz in einem Land,²²⁾ in dem die Gratisnutzung der Straßeninfrastruktur fast Grundrechtscharakter zu haben scheint. In diesem Zusammenhang wird von interessierter Seite mit der erhöhten Steuerbelastung der deutschen Autofahrer argumentiert. Road Pricing hat jedoch (bei entsprechender Senkung der Kfz- und der Mineralölsteuer) nicht notwendigerweise einen Einfluß auf die Gesamtkosten der Autofahrer, sondern bewirkt eine allokativ effizientere Aufteilung der Kosten.

21) Grundsätzlich könnten den potentiellen Nutzern allerdings auch bei nicht-pretialer Rationierung Informationen über die zeitliche Laststruktur gegeben werden und zwar in Form quantitativer Angaben bezüglich der Überlast oder gegebenenfalls über die Länge der Wartezeit.

22) Die ablehnende Stellungnahme des Bundesverkehrsministers zum Pkw-Road-Pricing nach Abschluß des Feldversuchs auf der BAB 555 ist auch weniger durch ökonomische als durch politische Argumente erklärbar. Dies wird unterstrichen durch die Tatsache, daß die Lkw-Maut, die die Erfassung ausländischer Nutzer ermöglicht, offenbar als in der Öffentlichkeit eher verkaufbar angesehen wird. Vgl. *Bundesminister für Verkehr* (1995), *Wissmann*: Streckenbezogene Autobahngebühren für Lkw zu Beginn des nächsten Jahrzehnts, keine Autobahngebühr für Pkw, Presseerklärung Nr. 202/95 v. 23. November 1995.

3.4 Nicht-pretiale Rationierung als Alternative?

Die Alternative zum Road Pricing bei der Erreichung der Optimalnutzung ist die direkte Mengenrationierung, die durch entsprechende Zufahrtsregulierungen (z. B. Ampeln an den Autobahnauffahrten) realisiert werden kann. Bei einer Beschränkung der Menge auf X_C (in Abb. 4) und Gratisnutzung entspricht die Konsumentenrente der Fläche $0X_C E C J C Z$.²³⁾ Die totalen Staukosten sind $X_3 X_C R C$. Daraus folgt durch Subtraktion die Gesamt-Wohlfahrt $0X_3 E C J C Z$, das heißt der Wohlfahrtseffekt einer Mengenrationierung ist der gleiche wie beim Road Pricing.

Ebenso wie dort müssen dem wiederum die Transaktionskosten des nicht-pretialen Ausschlusses gegenübergestellt werden. Dies sind erstens die direkten Kosten der Rationierung für die Infrastruktur der Zufahrtsbeschränkungen, sowie für den Betrieb und die Implementierung (Sanktionierung der Ampel-Mißachtung etc.). Zweitens gehören dazu die nutzungsmindernden Rationierungskosten, die von der Methode der Rationierung abhängen.²⁴⁾

Nehmen wir zunächst theoretisch an, die Rationierung sei eine 0-1-Entscheidung (d. h. ein bestimmter Verkehrsteilnehmer erhält das Zufahrtsrecht oder er erhält es nicht) und die Entscheidung erfolgt per Los. Da dies dazu führt, daß einige Interessenten mit geringer Zahlungsbereitschaft fahren können und andere mit höherer Zahlungsbereitschaft ausgeschlossen werden, entsteht ein Wohlfahrtsverlust durch „falsche Nutzer“.

Realistischer ist die Annahme, daß die Rationierung über eine First-come-first-serve-Regel erfolgt. Dann entstehen Rationierungskosten in Form von Wartezeiten vor der Zufahrtssperre. Das heißt, ein ersparter Stau *auf* der Straße wird ersetzt durch einen Stau *vor* der Straße. Dies kann im Vergleich mit dem Road Pricing so interpretiert werden, daß – vom subjektiven Standpunkt des individuellen Nutzers – der Preis jetzt nicht mehr in Geld, sondern in Zeit entrichtet wird. Der gezahlte „Preis“ fällt jedoch nicht wie beim Road Pricing an anderer Stelle als Erlös an, sondern der Zeitverlust stellt eine reine Ressourcenverschwendung dar. Unter realen Bedingungen (d. h. ohne die Homogenitätsannahme) führt eine solche Rationierung nach einem Zeitpreis jedoch nicht zum gleichen effizienten Ergebnis wie eine Rationierung nach der Zahlungsbereitschaft, das heißt auch hier entsteht ein Wohlfahrtsverlust durch „falsche Nutzer“.

Grundsätzlich kann man davon ausgehen, daß die Transaktionskosten auch bei nicht-pretialer Rationierung (d. h. bei nicht-pretialem Ausschluß) beträchtlich sind. Diese fallen je nach angewandeter Methode in unterschiedliche Anteilen von direkten Ausschlußkosten und nutzungsmindernden Rationierungskosten an.²⁵⁾

23) Nicht berücksichtigt sind hier allerdings mögliche Nutzenminderungen als Folge der jeweiligen Rationierungsmethode (z. B. Wartezeiten). Siehe weiter unten.

24) Vgl. zu diesen Zusammenhängen ausführlicher *Berger, Ulrike E.* (1994), Implikationen nicht pretialer Rationierungsmechanismen, Diskussionsbeiträge aus dem Institut für Volkswirtschaftslehre der Universität Hohenheim, Nr. 105.

25) Zu den direkten Ausschlußkosten gehört es z. B., wenn zur Trennung von Berechtigten und Unberechtigten verschiedene Spuren oder Warteplätze (wie bei den Terminals von Autofahren) eingerichtet werden müssen.

4. Rivalität und zeitkritische Rationierung

Das wenig befriedigende Ergebnis des letzten Abschnitts wirft die Frage auf: Warum ist die Realisierung der optimalen Infrastrukturnutzung bei Straßen so problematisch, während dies bei einigen anderen Verkehrseinrichtungen (z.B. Flughafen-Start- und -Lande-Slots) und vielen sonstigen Infrastrukturen prinzipiell ganz gut funktioniert? Betrachten wir dazu abschließend zwei Erklärungshypothesen. Die erste bezieht sich auf den Rivalitätstypus und die zweite auf spezifische Rationierungsprobleme.

Die erste Hypothese beinhaltet, daß die direkte Rivalität weniger Probleme aufwirft als die partielle. Dabei ist jedoch zu bedenken, daß die direkte Rivalität nur in wenigen Fällen auf „natürlicher“ (physischer) Rationierung beruht, z.B. wenn im Restaurant nur eine bestimmte Anzahl von Plätzen vorhanden ist, was darüberhinausgehende Nutzungswünsche ebenso ausschließt wie ein bereits voller Fahrstuhl. In den meisten Fällen wird jedoch die direkte Rivalität durch „künstlich“ definierte Verfügungsrechte herbeigeführt, das heißt, daß prinzipiell ebenfalls eine partielle Rivalität gegeben ist.

Zur Begrenzung lastabhängiger Qualitätsminderung kann die partielle in direkte Rivalität überführt werden, indem durch Definition und Implementation von Property Rights die maximale Nutzung pro Zeiteinheit begrenzt wird. Auf diese Weise wird eine Mindestqualität ermöglicht (z.B. bezüglich der Sicherheit beim Landeanflug, durch Sicherheitsabstände auf Flugrouten, Bahntrassen etc.). Eine Festlegung z.B. der Zahl der vergebenen Slots pro Zeiteinheit erfolgt beim Luftverkehr im Idealfall genau so, wie die Bestimmung der optimalen Menge in der Abb. 3. Die verminderte Sicherheit (zunehmendes Unfallrisiko) bei ansteigender Slotzahl bestimmt in diesem Fall die Verläufe der qualitätsangepaßten Nachfragefunktion und der Stauexternalitätenkurve.²⁶⁾ Der Unterschied zwischen direkter und partieller Rivalität kann also nicht die eigentliche Erklärung sein. Sie ließe die Frage offen, warum die Überführung in direkte Rivalität via Property Rights in einigen Fällen (insb. beim Straßenverkehr) besondere Probleme aufwirft.

Die zweite Hypothese erklärt das Problem mit der zeitkritischen Rationierung. Wie vorher gesehen, entstehen bei einer quantitativen Nutzungsbeschränkung gegebenenfalls Warteschlangen an den Zufahrtsstraßen (bzw. Flugzeuge fliegen Warteschleifen vor der Lande-erlaubnis). Das heißt, es kommt dann zu einer Rücküberwälzung der Engpaßproblematik, was bei Betrachtung des Gesamtvorgangs zu Kostensteigerungen und/oder zu Qualitäts- bzw. Nutzenminderungen führt.

Im Kontext des obigen Modells wird von der Annahme ausgegangen, daß die potentiellen Infrastrukturnutzer diese Effekte kennen und in ihre Verkehrsentscheidungen einbeziehen.

26) Selbst in unserem Restaurant-Beispiel können wir analog argumentieren: Der Wirt könnte erstens bei Eintreffen weiterer Gäste zusätzliche Stühle an die vorhandenen Tische stellen. Da dies aber den Nutzen der dortigen Gäste mindert (und diese deshalb evtl. zukünftig fernbleiben), wird er davon Abstand nehmen. Zweitens könnte er von vorn herein mehr Tische und Stühle aufstellen, wodurch der Raum evtl. sehr eng würde und den Nutzen der Gäste mindert. Da die physische Rationierung durch begrenzten Platz im Fahrstuhl die Zahl der Nutzer offenbar nicht verlässlich genug begrenzt, erlassen die zuständigen Behörden Regeln über das maximale Lastgewicht, bei dessen Überschreitung die Fahrstuhltür nicht schließt. Das heißt, auch hier wird die Erreichung einer Minimalqualität an Fahrstuhlsicherheit durch eine Rationierung realisiert, die gegebenenfalls direkte Rivalität bewirkt.

Dies ist theoretisch einigermaßen plausibel, wenn die Inanspruchnahme bestimmter Infrastrukturelemente relativ stabilen, zyklischen Lastmustern folgt und diese den potentiellen Nutzern bekannt sind.

Letztere Informationsannahme ist gegenwärtig nur in dem Maße näherungsweise erfüllt, wie die Nutzer zu den entsprechenden Zeiten auf den jeweiligen Straßen eigene Erfahrungen sammeln können, wie das insbesondere im täglichen Berufsverkehr der Fall ist. Darüber hinaus wäre es durchaus möglich, nach Zeiten differenzierte statische Verkehrslastinformationen für alle relevanten Straßen den Verkehrsteilnehmern nutzbar zu machen.²⁷⁾ Daß dies gegenwärtig nicht erfolgt, dürfte mit Ausschlußproblemen auf den spezifischen Informationsmärkten erklärbar sein und wirft die Frage nach einer kollektiven Bereitstellung (ADAC, Staat) auf.

Wesentlich grundsätzlichere Probleme bestehen, wenn keine prognosegeeigneten Lastmuster vorhanden sind oder (was noch relevanter ist) wenn die Verkehrsmenge wegen nicht vorhersehbarer, kurzfristiger Einflüsse (z.B. durch Unfälle, Wetter, singuläre Ereignisse etc.) ansteigt. In diesen Fällen erlebt der Verkehrsteilnehmer die nach rechts verschobenen Nachfragefunktionen und die dadurch angestiegenen Staukosten als Überraschung.²⁸⁾ Es sind dann einige Ausweichreaktionen nicht mehr verfügbar. Wäre mehr Zeit gewesen, hätte er möglicherweise eine andere Route nehmen können, er hätte die Fahrt absagen oder verschieben, oder er hätte eventuell ein anderes Verkehrsmittel wählen können.

Kurzfristige, überraschende Nachfrageanstiege bringen erstens für das Road Pricing Probleme mit sich. Preise können ihre Lenkungswirkung nur in dem Maße entfalten, wie sie den Nachfragern zum relevanten Entscheidungszeitpunkt bekannt sind und diese die Möglichkeit haben, darauf gegebenenfalls durch Wahl von Alternativen zu reagieren. Die Übermittlung zu den Autofahrern ist gegenwärtig noch ein technisch-organisatorisches Problem, das aber in den nächsten Jahren gelöst werden dürfte. Wie sich dann in Anbetracht der konkret anfallenden Kosten solche individuellen Telematiksysteme verbreiten werden, muß sich zeigen.

Grundsätzlich bleibt aber das Problem bestehen, daß für den Verkehrsteilnehmer umso weniger Reaktionsalternativen vorhanden sind, je kurzfristiger ein Stau auftritt. Es ist vom Standpunkt der Verkehrsoptimierung dann eine psychologische Frage, ob kurzfristige dynamische Anpassungen der Streckenpreise für die generelle Lenkungswirkung überhaupt zweckmäßig sind.²⁹⁾

27) Statische Verkehrslast-Informationen unterrichten über einen Zustand, der relativ dauerhaft gilt, z.B. bestimmte tageszeitliche oder wöchentliche Verkehrszyklen, die sich über längere Zeiträume feststellen lassen und somit auch einen gewissen Prognosewert für aktuelle Verkehrsentscheidungen haben. Demgegenüber sind dynamische Verkehrsinformationen solche, die jeweils aktuell (zeitnah) erhoben und kurzfristig verfügbar gemacht werden.

28) Falls ein Stau durch eine Fahrspurverengung etc. (z.B. wegen einer Baustelle, eines Unfalls etc.) hervorgerufen wird, wäre dies theoretisch nicht durch eine Verschiebung der Nachfragefunktion nach rechts zu modellieren, sondern durch eine „kurzfristige Kapazitätsreduzierung“. Diese wäre in Abb. 4 durch die „Situation B“ (qualitätsangepaßte Nachfragefunktion NQ_B und Marginalexternalitätenkurve ME_B) darstellbar, die gegenüber der „Situation C“ trotz gleicher Ausgangsnachfragefunktion N^* früher zu Staukosten führt und diese für jede Verkehrsmenge höher sind. Dies wird im folgenden jedoch nicht gesondert behandelt.

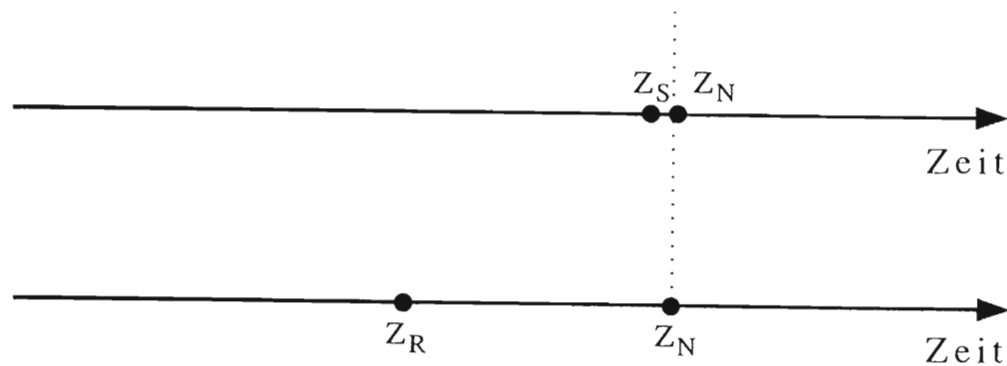
29) Wenn die Preise kurzfristig wechseln (z.B. zwischen Antritt einer Fahrt und Ankunft bei dem entsprechenden Streckenabschnitt), senkt dies möglicherweise eher die Lenkungswirkung von Preisen.

Ähnliche Probleme entstehen auch für eine nicht-pretiale Rationierung in Form einer quantitativen Zufahrtsbeschränkung. Je nach dem Umfang bestehender Informationsmängel oder den auftretenden, unvorhergesehenen Erhöhungen der Verkehrsmenge landen Verkehrsteilnehmer *überraschend* in der Warteschlange. Es erfolgt dann eine „spontane Rationierung“, das heißt, sie findet erst kurz vor dem geplanten Nutzungszeitpunkt Z_N (vgl. Abb. 6) statt, so daß der Verkehrsteilnehmer den von ihm zu entrichtenden „Zeitpreis“ erst erfährt (zum Zeitpunkt Z_S), wenn er sich bereits in der Warteschlange befindet. Somit entstehen spezifische Rationierungskosten durch die Nutzendifferenz zwischen der aktuellen und der „eigentlich besten Alternative“, die jetzt nicht mehr verfügbar ist.

Die solchermaßen für pretiale und nicht-pretiale Lenkung entstehenden Probleme können theoretisch durch eine Reservierung gelöst werden. Eine Reservierung ist eine ex-ante-Zuteilung eines Verfügungsrechtes, das die Nutzung garantiert. Wir gehen hier davon aus, daß maximal so viele Nutzungsrechte vergeben werden, wie der optimalen Menge entspricht.³⁰⁾ Eine Reservierung enthält also eine Mengenrationierung.

Eine Reservierung stellt einen mehr oder minder großen zeitlichen Abstand zwischen dem Rationierungszeitpunkt Z_R und dem geplanten Nutzungszeitpunkt Z_N (vgl. Abb. 6) her.³¹⁾ Wenn die Differenz zwischen beiden Zeitpunkten größer wird, werden die spezifischen Rationierungskosten (Nutzenminderungen durch vergebene Alternativen) einer Mengenrationierung geringer.³²⁾

Abbildung 6: Rationierungs- und Reservierungs-Zeitpunkt



- 30) Ein Problem entsteht daraus, daß die optimale Menge von der jeweils geltenden Nachfragefunktion abhängt (vgl. 3.1). Die Zahl der vergebenen Nutzungsrechte kann also nicht konstant sein, sondern muß mit wachsender Nachfrage steigen, was für die praktische Umsetzung bei Reservierungsverfahren Schwierigkeiten mit sich bringt.
- 31) Z_R ist dabei derjenige Zeitpunkt, zu dem der potentielle Nutzer das ihn betreffende Ergebnis kennt, das heißt entweder das hinsichtlich bestimmter Parameter spezifizierte Nutzungsrecht zum Zeitpunkt Z_N erhält oder nicht erhält.
- 32) Bei Road Pricing hat eine Reservierung außerdem den Vorteil, daß eine bestimmte Qualität garantiert werden kann. Außerdem können durch Reservierungen die Nutzer leichter „nach Zahlungsbereitschaft geordnet“ und somit die Nutzungsrechte optimal zugeteilt werden.

Andererseits fallen auch hier spezifische Reservierungskosten an. Erstens erfolgt für die Nutzer in dem Maße, wie die Nutzungsrechte vollständig vergeben und nicht auf Sekundärmärkten erwerbbar sind,³³⁾ eine Einschränkung ihrer Flexibilität bzw. Freizügigkeit, was zu einer Nutzenminderung führt.

Zweitens (und vor allem) entstehen dadurch spezifische Kosten für die Infrastruktur, daß bei der Zufahrtsregelung eine Differenzierung zwischen Rechteinhabern und Nichtinhabern möglich sein muß. Auch wenn die Prüfung selbst über elektronische Verfahren ohne Zeitverlust für die Rechteinhaber realisierbar sein wird, erfordert die Rationierung beim Straßenverkehr vermutlich getrennte Auffahrtsspuren für beide Gruppen und Stauräume für die Wartenden. Diese Anforderungen dürften an zahlreichen Straßenabschnitten prohibitiv sein.

Als Ergebnis können wir festhalten, daß die Reservierungskosten für den Individualverkehr auf Straßen besonders hoch sein werden. Dagegen sind sie für einige andere Infrastrukturen (im Luft-, Schienen- und Wasserstraßenverkehr) geringer. Ein wesentlicher Grund dafür besteht darin, daß fahrplangebundene Verkehrseinheiten grundsätzlich weniger Probleme aufwerfen. Zum einen stehen ihre Nutzungsansprüche an die Verkehrswege ohnehin frühzeitig fest, ohne daß das Reservierungserfordernis Flexibilitäts- und Nutzeneinbußen mit sich bringt. Zum anderen ist für eine Infrastruktur, die überwiegend von fahrplangebundenen Verkehrseinheiten genutzt wird, die Verkehrslastprognose mit weniger Unsicherheiten behaftet, da die „zufälligen“ Effekte nur von den nicht-fahrplangebundenen herrühren.

Andere Unterschiede hängen damit zusammen, daß die unabhängigen Verkehrseinheiten auf den Straßen sehr zahlreich und nicht in professionelle Organisations- und Kommunikationssysteme eingebunden sind, die eine Rationierung erleichtern könnten. Die jederzeitige, spontane Nutzbarkeit der Straßen wird gerade als deren besonderer Vorteil betrachtet. Zudem sind Straßen nahezu ubiquitär und vielfältig zugänglich, so daß sich Reservierungen ohnehin nur auf dafür geeignete Streckenabschnitte beziehen können.

Zum Schluß kann man sagen, daß die erörterten Kosten und Probleme vor allem mit der Mengenrationierung zusammenhängen. Insbesondere beim Straßenverkehr ist ex-ante-Rationierung teuer.³⁴⁾ Road Pricing würde dazu beitragen, Informationen und adäquate Anreize zu erzeugen, um die Staukosten zu reduzieren.

- 33) Grundsätzlich kann man davon ausgehen, daß für die Mehrzahl aller Zeitperioden die jeweiligen Nutzungsrechte nicht vollständig vergeben sind. Darüber hinaus könnten die entsprechenden Nutzungsrechte durchaus über Sekundärmärkte erwerbbar sein, wenn hierfür zukünftig (unter Nutzung telematik-gestützter, automatischer Verfahren) eine transaktionskosten-günstige Lösung realisiert werden kann.
- 34) Beim Straßenverkehr sind auch einige in anderen Infrastrukturen gegebene Möglichkeiten nicht vorhanden, um die kurzfristige Überlast bei der Nutzung bestimmter Teile der Infrastruktur zu bewältigen. Z. B. kann in der Telekommunikation bei Überlastung einer Strecke der Verkehr relativ problemlos auf andere Routen umgeleitet werden, ohne daß dies zu Nutzeneinbußen oder zusätzlichen Kosten führt. In der Elektrizitätsversorgung können kurzfristige Engpässe durch Nutzung benachbarter Netze (Verbundnetze) überwunden werden. Das heißt in beiden Fällen besteht eine spezifische Möglichkeit zur Reserven-Poolung über mehrere Infrastruktur-Teilbereiche, die für die Nutzung einzelner Teile wie eine „kurzfristige Kapazitätsausweitung“ wirkt.

In jedem Falle könnten die durch Stau und Rationierung entstehenden Kosten erheblich gesenkt werden, wenn der Informationsstand der Verkehrsteilnehmer höher wäre, einerseits durch Bereitstellung statischer Information über vorhandene Lastmuster und andererseits durch dynamische Informationen, die aktuell erhoben und zeitnah verfügbar gemacht werden, um den Verkehrsteilnehmern zu ermöglichen, Alternativoptionen zu nutzen. Dies beinhaltet Forderungen an die Entwicklung und Implementation von Systemen der Verkehrs-Telematik, die die relevanten Informationen zum jeweiligen Entscheidungszeitpunkt im Kraftfahrzeug verfügbar machen.

Abstract

Congestion is quite a problem in traffic and transportation due to shortages in infrastructure capacities. It is resulting in quality deterioration when not direct but partial rivalry occurs. With a given capacity and free access actual traffic flow may exceed the social optimum because of congestion externalities. Theoretical solutions for efficient traffic flow as well as optimal capacity are derived by simple welfare analysis. The practical problem of welfare optimal infrastructure usage can be addressed by road pricing as well as by non-pretial rationing methods. They may infer severe transaction cost problems for both the infrastructure operator as well as the users. They include the costs of unexpected delays and/or the users' costs of reservation. The problem is particularly relevant for non-scheduled, time sensitive traffic.

Literaturverzeichnis

- Berger, Ulrike, E.* (1994), Implikationen nicht pretialer Rationierungsmechanismen, Diskussionsbeiträge aus dem Institut für Volkswirtschaftslehre der Universität Hohenheim, Nr. 105.
- Berger, Ulrike E. und J. Kruse* (1994), Allokative Begründung des Road Pricing, in: Hamburger Jahrbuch für Wirtschafts- und Gesellschaftspolitik, 39. Jahr, S. 213-232.
- Bundesminister für Verkehr* (1995), *Wissmann*: Streckenbezogene Autobahngebühren für Lkw zu Beginn des nächsten Jahrzehnts, keine Autobahngebühr für Pkw, Presseerklärung Nr. 202/95 v. 23. November 1995.
- Else, P. K.* (1981), A Reformulation of the Theory of optimal Congestion Taxes, in: Journal of Transport Economics and Policy, Vol. XV, S. 217-232.
- Freeman III, A. Myrick und R. H. Haveman* (1977), Congestion, Quality Deterioration and Heterogeneous Tastes, in: Journal of Public Economics, 8, S. 225-232.
- Guria, Jagadish C.* (1986), Traffic Flow Control for backward bending Cost Curves, in: International Journal of Transport Economics, 13, S. 331-350.
- Knieps, Günter* (1992), Wettbewerb im europäischen Verkehrssektor: Das Problem des Zuges zu Wegeinfrastrukturen, in: ifo-Studien 3-4, Jg. 38, S. 317-328.
- Kruse, Jörn und U. E. Berger* (1995), Stauprobleme und optimale Straßenkapazität, in: Jahrbuch für Wirtschaftswissenschaften Bd. 46 (1995), S. 295-305.
- Mohring, Herbert* (1976), Transportation Economics, Cambridge, Mass.
- Mohring, Herbert und M. Harwitz* (1962), Highway Benefits: An Analytical Framework, Northwestern University Press, Evanston, III.
- TÜVRheinland* (1995), Feldversuch „Autobahntechnologien A 555“ – Ergebnisse und Vorschläge, Bericht im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr.
- Walters, Alan A.* (1961), The Theory and Measurement of Private and Social Cost of Highway Congestion, in: Econometrica, Vol. 29, No. 4, S. 676-699.
- Walters, Alan A.* (1968), The Economics of Road User Charges, Baltimore.
- Wohl, Martin und B. V. Martin* (1967), Traffic System Analysis for Engineers and Planners, New York, San Francisco, St. Louis, London, Toronto, Sydney.