

Volkswirtschaftliche Schriften

Heft 503

Engpässe bei Verkehrs-Infrastrukturen

Von

Ulrike E. Berger



Duncker & Humblot · Berlin

DOI <https://doi.org/10.3790/978-3-428-49686-0>

Generated for Hochschule für angewandtes Management GmbH at 88.198.162.162 on 2025-11-05 10:34:31
FOR PRIVATE USE ONLY | AUSSCHLIESSLICH ZUM PRIVATEN GEBRAUCH

ULRIKE E. BERGER

Engpässe bei Verkehrs-Infrastrukturen

Volkswirtschaftliche Schriften

Begründet von Prof. Dr. Dr. h. c. J. Broermann †

Heft 503

Engpässe bei Verkehrs-Infrastrukturen

Von

Ulrike E. Berger



Duncker & Humblot · Berlin

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Berger, Ulrike E.:

Engpässe bei Verkehrs-Infrastrukturen / von Ulrike E. Berger. –

1. Aufl. – Berlin : Duncker und Humblot, 2000

(Volkswirtschaftliche Schriften ; H. 503)

Zugl: Hohenheim, Univ., Diss., 1998

ISBN 3-428-09686-X

D 100

Alle Rechte vorbehalten

© 2000 Duncker & Humblot GmbH, Berlin

Fotoprint: Berliner Buchdruckerei Union GmbH, Berlin

Printed in Germany

ISSN 0505-9372

ISBN 3-428-09686-X

Gedruckt auf alterungsbeständigem (säurefreiem) Papier
entsprechend ISO 9706 ☞

Geleitwort

Daß viele Verkehrs-Infrastrukturen temporäre Kapazitätsengpässe aufweisen, erlebt fast jeder in Form von Staus, Verspätungen, überfüllten oder ausgebuchten Verkehrsmitteln etc. Dies sind Minderungen der Nutzungsqualität, die in verschiedener Weise zu gesamtwirtschaftlichen Wohlfahrtsverlusten führen können.

Die Folgen von Infrastrukturengpässen und die Methoden zur Bewältigung von aktuellen oder potentiellen Überlastphänomenen sind in den einzelnen Verkehrsbereichen unterschiedlich. Die jeweiligen institutionellen Arrangements sind durchaus nicht immer das Ergebnis expliziter ökonomischer Kalküle. Pretiale Rationierungsverfahren bestehen neben nicht-pretialen oder der Abwesenheit jeglicher Überlastvorsorge. Für den Verkehrssektor gilt häufig, daß die Nutzungsregelungen zeitkritisch sind, da die Überlasten (z.B. exogene Nachfragespitzen oder Kapazitätsminderungen durch Störfälle) spontan und überraschend auftreten können. Außerdem werfen preisliche Steuerungsmechanismen z.B. im Straßenverkehr erhebliche Transaktionsprobleme auf.

Ulrike E. Berger analysiert die Probleme von Infrastrukturengpässen systematisch mit den bewährten ökonomischen Instrumenten und geht an vielen Stellen darüber hinaus. Das Erkenntnisinteresse ist dabei explizit auf die praktische wirtschaftspolitische Anwendung gerichtet. Die Ausführungen sind konkret auf bestimmte Verkehrssektoren bezogen (insbesondere Straßen, Flughäfen, Schienenwege), aber auch auf andere Bereiche übertragbar. Am Beispiel der Start- und Landeslots für Flughäfen wird deutlich gemacht, wie auch komplexere Zusammenhänge (z.B. Aggregationseffizienzen im Rahmen einer wirtschaftlichen Flugplangestaltung) durch Auktionen bewältigt werden können. Bei adäquater institutioneller Umsetzung sind derartige nichtdiskriminierende Regelungen in der Lage, die wettbewerbsbeschränkenden Folgen marktbeherrschender Positionen einzelner Flugesellschaften zu reduzieren.

Jörn Kruse

Geleitwort

Eine Untersuchung, die sich mit Engpässen bei Verkehrs-Infrastrukturen befaßt, ist heutzutage aktueller denn je. Täglich wird fast jeder mit entsprechenden Situationen konfrontiert. Entweder man steht mit dem Fahrzeug im Stau, oder das Flugzeug hat wegen Überlastung des Luftraums Verspätung, oder der schienengebundene Nah- und Fernverkehr ist überfüllt. Politik und Wirtschaft sind gemeinsam gefragt, hier Abhilfe zu schaffen und Konzepte zur Lösung der drängenden Verkehrsprobleme zu entwickeln. Sonst droht ein mit hohen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Kosten verbundener Verkehrsinfarkt. Vor diesem Hintergrund ist es das Verdienst der vorliegenden Arbeit von Ulrike E. Berger, das Problem nicht nur in aller Deutlichkeit darzustellen, sondern auch Lösungsmöglichkeiten aufzuzeigen, um den Engpässen im Verkehrswesen zu begegnen.

Als Gesamtkonzern, der in seinem Kerngeschäft Fahrzeugbau täglich mit Mobilitätsfragen konfrontiert wird, und auch als innovativer Dienstleister, der Mobilitätskonzepte anbietet und umsetzt, begrüßen wir die vorliegende Arbeit. Sie hilft uns nicht nur in unserem Verständnis für die Gründe von Kapazitätsgrenzen im Verkehr weiter, sondern bietet Denkansätze für Lösungsmöglichkeiten auf privatwirtschaftlicher Basis, die für uns wiederum die Chance für Aktivitäten in neuen Geschäftsfeldern sind. Durch die Praxisnähe der hier vorliegenden Untersuchung ergänzen sich Wissenschaft und Wirtschaft in vorbildlicher Weise. Obwohl die Literatur zu verschiedenen Teilbereichen der hier behandelten Materie bereits recht umfangreich ist, sind dezidiert praxisorientierte und damit für Unternehmen konkret verwertbare Arbeiten wie die hier vorliegende eher die Ausnahme.

Die Autorin zeigt, daß Engpässe in der Verkehrs-Infrastruktur bei steigendem Verkehrsaufkommen nicht gottgegeben hingenommen werden müssen, sondern daß über Preissteuerungsmechanismen Wege gefunden werden können, diese Engpässe zu überwinden. Dabei werden die Probleme, die bei der Ermittlung eines angemessenen Preises für die Nutzung der Infrastruktur entstehen, z.B. präzise Informationen über die Nutzung der Verkehrs-Infrastruktur, die Höhe der individuellen Zahlungsbereitschaft der Nutzer oder nicht prognostizierbare Überlastungen bei Infrastrukturnutzung, nicht verschwiegen. Gleichzeitig zeigt Ulrike E. Berger exemplarisch auf, welche Preisfindungsmethoden bei welcher Art der Infrastrukturüberlastung sinnvoll sind. Die Autorin berücksichtigt auch, daß bei der praktischen Umsetzung von Verfahren zur Steuerung von Verkehrsflüssen Betriebskosten für diese Systeme anfallen, die

je nach Komplexität der Lösungen zunehmen und die ebenfalls in die Berechnung eines zumutbaren Preises zur Nutzung der Verkehrsinfrastruktur einfließen müssen. Bei der Entscheidung für oder gegen bestimmte Systeme sind dies Aspekte, die nicht nur den entsprechenden Unternehmen, sondern insbesondere Verkehrspolitikern, die letztlich die Rahmenbedingungen für die sinnvolle Steuerung von Verkehrsströmen schaffen, deutlich vor Augen stehen müssen.

Ulrike E. Berger hat mit ihrer Arbeit einen wichtigen Beitrag zum Verständnis von Überlastungsproblemen im Verkehrswesen und ihrer Überwindung geleistet.

Es ist zu hoffen, daß ihre Studie nicht nur gebührendes Interesse bei verantwortlichen Verkehrspolitikern findet, sondern daß sie Anstoß dazu gibt, daß sich Politik und Wirtschaft künftig noch stärker gemeinsam um die Lösung der drängenden Probleme im Verkehrswesen bemühen.

Dr. Michael Rummel

debis AG, Berlin

Vorwort

Nach den beiden illustrativen, inhaltlich orientierten Vorworten von meinem Doktorvater Prof. Dr. Jörn Kruse und Herrn Dr. Michael Rummel, Leiter des Bereichs „Strategische Planung“ bei der debis AG, möchte ich an dieser Stelle lediglich einige Worte des Dankes aussprechen.

Zunächst möchte ich meiner Mutter und meiner Tante danken, die nicht nur mein Studium als Voraussetzung für diese Arbeit ermöglicht haben, sondern mich sowohl während der Studienzeit als auch während der Promotionsarbeit mittels fein dosiertem Zuspruch bei der Stange gehalten haben.

Mein Dank gilt weiter meinem Doktorvater, der sich selber intensiv mit der Materie auseinandergesetzt und mir durch seine Gesprächs- und Diskussionsbereitschaft eine Vielzahl von Impulsen und neuen Ideen vermittelt hat, was wesentlich zum Gelingen der Arbeit beitrug. Mein Dank gilt ebenso dem Zweitgutachter der Arbeit, Herrn Prof. Dr. Rolf Caesar, der mir im Gespräch ebenfalls neue Perspektiven aufgezeigt hat.

In diesem Zusammenhang möchte ich mich auch bei meinen früheren Kollegen am Lehrstuhl bedanken, die durch ihre gute Zusammenarbeit ein sehr schönes Arbeitsklima geschaffen haben. Nennen möchte ich insbesondere Frau Rosemarie Schlecht als „Mutter des Lehrstuhls“ sowie Frau Sylvia Rottenbiller und Frau Erika Mile, die fachkundig die Abbildungen für meine Arbeit erstellt haben.

Herzlich bedanken möchte ich mich bei Herrn Michael Rummel, debis AG, der durch großzügige Unterstützung die Drucklegung der Arbeit ermöglicht hat. Ich würde mich sehr freuen, wenn die debis AG durch diese Arbeit beim Entwerfen innovativer Mobilitätskonzepte unterstützt wird und sich damit mein Ziel, die praktische Anwendung der hier erarbeiteten Konzepte, erfüllen würde.

Last but not least danke ich Herrn Martin Kögler für sein Verständnis und seine Unterstützung besonders während der Schlußphase der Arbeit und Frau Ulrike Marx für ihr genaues und aufopferungsvolles Korrekturlesen der vielen Seiten.

Ulrike E. Berger

Inhaltsverzeichnis

A. Einleitung	23
I. Einführung.....	23
II. Analytische und begriffliche Grundlegung.....	26
1. Lastabhängige Qualität, Rivalität und Beeinträchtigungskosten	26
2. Knappheiten	30
3. Vorgehensweise.....	33
B. Infrastrukturnutzung bei vorgegebener Qualität und direkter Rivalität...	36
I. Das Nutzungsrecht.....	36
II. Rationierung von Nutzungsrechten bei Entgelten und Gratisvergabe	40
1. Flughafengebühr und Knappheiten	40
2. Der effiziente Preis.....	43
3. Der Preismechanismus	44
4. Die Transaktionsbedingungen bei der Slotzuweisung.....	47
5. Die Vergabe-Praxis	49
a) Großvaterrechte.....	49
b) Newcomerregeln.....	50
6. Bewertung des derzeitigen Umgangs mit Kapazitäts-Knappheiten auf Flughäfen	55
III. Optimale Kapazität	57
1. Vorbemerkung.....	57
2. Peak-Load-Pricing Modell mit vereinfachenden Annahmen	57
3. Unteilbarkeiten	60
C. Infrastrukturnutzung bei variabler Qualität und partieller Rivalität	64
I. Zusammenhang von Nutzungsmenge, Dimension und Qualität.....	64
II. Stauexternalitäten und effiziente Nutzungsanzahl: optimaler Preis und optimale Qualität	69
1. Grundzüge des traditionellen Staumodells.....	70

2. Reflexion des traditionellen Staumodells.....	78
3. Staumodell mit qualitätsangepaßter Nachfragefunktion.....	85
Anhang 1 zu C. II.	89
Anhang 2 zu C. II.	93
III. Effiziente Dimension für homogene Nutzer	94
1. Kapazitätsdefinition.....	94
2. Wohlfahrtsoptimale Dimension.....	97
3. Eigenwirtschaftlichkeit der Infrastruktur.....	102
4. Im Zeitablauf schwankende Nachfrage - Peak-Load-Pricing	103
Anhang 1 zu C. III.	104
IV. Modifikation der Homogenitätsannahme	107
1. Einführung	107
a) Die individuelle Bewertung der Fahrteigenschaften	107
b) Die Eigenschaften der Nutzer und Fortbewegungsmittel	108
c) Die Anforderungen der Nutzer an die Infrastruktur	110
2. Kurzfristige Betrachtung	110
a) Unterschiedliche individuelle Beeinträchtigungskosten.....	110
b) Unterschiedliche Kostenverursachung	115
3. Langfristige Betrachtung: Effizienzverbesserungen durch getrennte Infrastrukturen?	118
a) Unterschiedliche individuelle Beeinträchtigungskosten.....	119
b) Unterschiedliche Anforderungen.....	121
c) Unterschiedliche Geschwindigkeiten	121
V. Fazit	122
D. Reaktionen auf nicht prognostizierbare Überlast.....	126
I. Das Auftreten nicht pretialer Rationierungsmechanismen und deren Folgen im Überblick.....	126
1. Ursachen für stochastische Überlasten	126
2. Auswirkungen	129
3. Folgen und Reaktionen bei Überlast	133
a) Black-out.....	134
b) Loss.....	135
c) Delay	135

Inhaltsverzeichnis	13
d) Quality deterioration.....	136
4. Institutionelle Antworten auf Überlast	136
a) Bereitstellung einer Reserve-Kapazität	137
b) Mengenpolitik und Mengenregulierung	137
c) Preispolitik	138
5. Zusammenfassung	138
II. Kosten der Rationierung	139
1. Überblick	139
a) Determinanten der Wohlfahrtsverluste im Überblick.....	141
b) Zwischenergebnis	142
2. Ex-post Wohlfahrtsminderungen (W-Kosten).....	143
a) Pretiale Rationierung	144
b) Rationierung gemäß der niedrigsten Zahlungsbereitschaft (I.WP).....	146
c) Zufallsrationierung (RAN)	148
d) Qualitätsverschlechterung	150
3. Betriebskosten des Rationierungsverfahrens.....	152
a) Realer Ressourcenverzehr und Nutzenminderungen	152
b) Das Ausschlußprinzip und pretiale Rationierung bei Rollbahn- und Straßennutzungen	157
4. Kosten der unsicheren Bedienung	161
a) Die vergebene Option.....	162
b) Unreliability Kosten	166
5. Fazit.....	168
III. Möglichkeiten zur Verringerung der Wohlfahrtsverluste	169
1. Preis und Kapazität.....	169
a) Crew/Kleindorfer.....	169
b) Berücksichtigung der Qualitätskomponente: Versorgungssi- cherheit	172
2. Terminmärkte	176
a) Rationierungsverfahren bei nachfrageinduzierter Überlast	178
aa) Reservierung	178
(1) Die optimale Anzahl der Rechte	184
(2) Reservierung und nachfrageseitige Störfälle.....	184

bb) Priority-Pricing.....	185
(1) Das Grundprinzip	185
(2) Die Ausgestaltung.....	190
b) Auswirkungen kapazitätsinduzierter Überlast auf die Ausgestaltung von Reservierung und Priority-Pricing	195
c) Kosten für die Operationalisierung von Reservierung und Priority-Pricing	198
3. Fazit.....	201
IV. Zwischenergebnis	202
E. Überlegungen zur praktischen Umsetzung der effizienten Lösung für geregelte Nutzungen	208
I. Auktions-Modelle.....	208
1. Die Auktions-Grundmodelle	210
a) Englische Auktion	210
b) Verdeckte Auktion zum höchsten Gebotspreis.....	211
c) Holländische Auktion.....	211
d) Verdeckte Auktion zum zweithöchsten Gebotspreis	212
2. Informationen.....	212
3. Auktionsergebnisse	214
4. Unterschiedliche Risikoneigungen und asymmetrische Bieterstruktur	215
5. Bieter-Kollusion	217
6. Winner's und loser's curse	219
7. Zwischenergebnis.....	222
8. Die Versteigerung mehrerer Objekte (sequentielle/simultane Auktionen)	223
II. Charakterisierung der Auktionsobjekte	228
1. Kollusionswahrscheinlichkeit, Informationsbedarf und Bieterstruktur	228
2. Aggregations-Effizienzen.....	235
III. Die geeignete Auktion	240
1. Definition einer kurzfristig effizienten Slotallokation.....	240
2. Das Ausmaß der gesellschaftlichen Ineffizienzen und der einzelwirtschaftlichen Risiken bei verschiedenen Auktionsverfahren.....	244
a) Die sequentielle Auktion von Paketen homogener Slots.....	245

b) Die simultane mehrstufige Auktion aller Slots mit getrennten Geboten (SMG-Auktion).....	251
c) Die Balinski/Sand (BS)-Auktion.....	256
d) Die Rassenti/Smith/Bulfin (RSB)-Auktion	258
e) Eine simultane mehrstufige Auktion mit getrennten Geboten (SMG) und Gebotsrücknahme-Möglichkeit oder kombinierten Geboten (SMK-Auktion).....	259
f) Zwischenergebnis.....	262
F. Die effiziente Lösung und deren institutionelle Organisation.....	268
I. Grundsätzliche Überlegungen.....	268
1. Effizienz durch Slothandel?	268
2. Monopolisierungsgefahr auf dem Markt für Flugdienstleistungen?	273
a) Wettbewerbsverzerrende Wirkungen von Erstverteilung und Slothandel.....	274
b) Monopolisierungsstrategien	274
aa) Slots als Markteintrittsbarriere	275
bb) Terminals als Markteintrittsbarrieren	280
c) Befristete Nutzungsrechte und ihre Geltungsdauer	281
d) Auf welche Weise sollen die Rechte den derzeitigen Nutzern entzogen werden?	283
3. Definition der Nutzungsrechte	285
a) Ermittlung der effizienten Anzahl Rechte und heterogene Qualitätsbewertung.....	286
b) Auswirkungen heterogener Knappheitsverursachung	287
c) Der Prioritätsanspruch als Rechtebestandteil	289
4. Zulassung geeigneter Bieter	289
a) Ausschluß ungeeigneter Bieter.....	290
b) Zulassung sonstiger Bieter	291
II. Anforderungen an den Sekundärmarkt.....	292
1. Korrektur einer ineffizienten Primärallokation	294
a) Die Allokation	294
b) Aggregations-Effizienzen, Zeit und einzelwirtschaftliche Verluste	295
c) Auswirkungen des Sekundärmarktes auf das Bietverhalten	296

2. Die Ausgestaltung	297
Anhang I zu F. II	300
III. Das pragmatische Auktionsdesign	305
1. BS-, RSB-, SMK- oder SMG-Auktion mit Gebotsrücknahmemög- lichkeit?	305
2. Stopp- und Aktivitäts-Regeln	311
G. Zusammenfassung	318
Literaturverzeichnis	324
Sachwortverzeichnis	338

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Rationierungskosten bei der ad-hoc-Preissetzung und der Reservierung.....	186
Tab. 2:	Kosten verschiedener Rationierungsverfahren bei stochastischen Überlasten.....	206
Tab. 3:	Die Auktions-Grundmodelle.....	213
Tab. 4:	Die Eignung der Auktions-Grundmodelle.....	223
Tab. 5:	Beispiel-Situation 1	241
Tab. 6:	Beispiel-Situation 2	241
Tab. 7:	Beispiel-Situation 3	242
Tab. 8:	Ergebnisvergleich	244
Tab. 9:	Wertschätzungen der Fluggesellschaften für Slotpakete in Geldeinheiten (GE)	246
Tab. 10:	Hypothetisches Ergebnis einer sequentiellen Auktion der Slotpakete X, Y, Z, wenn die Gesellschaften A, D, I planen, ihre nun unbrauchbar gewordenen Slots aus der Gruppe X auf dem Sekundärmarkt zu verkaufen	247
Tab. 11:	Hypothetisches Ergebnis einer sequentiellen Auktion der Slotpakete X, Y, Z, wenn die Gesellschaften D und I sich nicht auf den Sekundärmarkt verlassen und versuchen, ihre Verluste durch Gebote auf der Auktion zu minimieren	249
Tab. 12:	Hypothetischer Verlauf einer SMG-Auktion.....	252
Tab. 13:	Eignung verschiedener Auktionsverfahren.....	265
Tab. 14:	Das hypothetische, ineffiziente Auktionsergebnis.....	301
Tab. 15:	Das hypothetische Ergebnis von Sekundärmarkt-Transaktionen gemäß Balinski/Sand.....	302
Tab. 16:	Das effiziente Ergebnis nach Sekundärmarkt-Transaktionen	304
Tab. 17:	Vergleich von individuellen Gewinn- und Verlust-Situationen.....	305
Tab. 18:	Die SMG-Auktion (Simultane mehrstufige Auktion mit getrennten Geboten) mit Gebotsrücknahmemöglichkeit	309
Tab. 19:	Die effiziente Lösung.....	315

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Grenzopportunitätskosten für unregelmäßige und regelmäßige Infrastrukturnutzung.....	27
Abb. 2:	Grenzopportunitätskosten und sonstige nutzungsabhängige Kosten	28
Abb. 3:	Nachfrage- und Kostenfunktionen bei regelmäßigen Nutzungen	30
Abb. 4:	Nachfrage- und Kostenfunktionen bei unregelmäßigen Nutzungen	32
Abb. 5:	Spitzenlast- und Schwachlastnachfrage nach Slots.....	42
Abb. 6:	Zeitliche Struktur des Kaufprozesses/Handlungsprozesses im idealtypischen Fall.....	44
Abb. 7:	Zeitliche Struktur eines Kaufprozesses für den realistischen Fall einzelner, zeitlich verteilter Transaktionen.....	44
Abb. 8:	Konkurrenz um Slots	55
Abb. 9:	Optimale Kapazität	60
Abb. 10:	Optimale Kapazität bei Unteilbarkeiten.....	62
Abb. 11:	Zusammenhang von Nutzungsmenge, Dimension und Qualität	66
Abb. 12:	Das traditionelle Staumodell: Negative Stauexternalitäten und optimale Nutzungsmenge.....	71
Abb. 13:	Straßennutzungspreise bei schwankender Nachfrage	78
Abb. 14:	Funktionale Beziehungen zwischen Geschwindigkeit und Dichte sowie zwischen Dichte und Fluß	81
Abb. 15:	Soziale Grenzkosten und nicht eindeutig definierbare soziale Durchschnittskosten	82
Abb. 16:	Qualitätsangepaßte Nachfragefunktion und optimaler Straßennutzungspreis.....	86
Abb. 17:	Ausschnittsvergrößerung aus Abb. 16	88
Abb. 18:	Die optimale Kapazität	95
Abb. 19:	Variable Infrastruktur-Dimension und Veränderungen der Brutto-Wohlfahrt.....	99
Abb. 20:	Optimale Infrastruktur-Dimension.....	101
Abb. 21:	Der optimale Straßennutzungspreis bei homogenen Nutzern	108
Abb. 22:	Heterogene individuelle Beeinträchtigungskosten und effizienter Straßennutzungspreis.....	112

Abb. 23:	Soziale Grenzkosten bei homogenen und heterogenen Geschwindigkeiten	115
Abb. 24:	Unerwartete Nachfrageschwankungen	127
Abb. 25:	Unerwartete Kapazitätsschwankungen	128
Abb. 26:	Nachfrageschwankungen bei konstantem Preis und gegebener Kapazität	130
Abb. 27:	Zeitliche Struktur eines Kaufprozesses bei ex-ante Preissetzung und nicht prognostizierbarer Überlast.....	132
Abb. 28:	Die effiziente Allokation	145
Abb. 29:	Die effiziente Allokation, realisiert über den Preismechanismus	145
Abb. 30:	Konsumentenrente und Wohlfahrtsverlust bei LWP	148
Abb. 31:	Konsumentenrente und Wohlfahrtsverlust bei RAN	149
Abb. 32:	Qualitätsverschlechterung bei unerwarteter Nachfrageschwankung.....	151
Abb. 33:	Wohlfahrtsgewinn durch effiziente Preissetzung bei partieller Rivalität.....	160
Abb. 34:	Kosten aufgrund der vergebenen Option.....	163
Abb. 35:	Die gesamte individuelle Nutzeneinbuße bei Qualitätsverschlechterung aufgrund spontaner Rationierung.....	164
Abb. 36:	Zeitliche Struktur von Kaufprozessen in verschiedenen Situationen....	166
Abb. 37:	Unreliability Kosten	168
Abb. 38:	Kapazitätskosten pro Nutzung für verschiedene Versorgungssicherheiten	174
Abb. 39:	Die optimale Versorgungssicherheit.....	176
Abb. 40:	Reservierung.....	180
Abb. 41:	Zeitliche Struktur von Kaufprozessen unter verschiedenen Rationierungsverfahren	189
Abb. 42:	Nachfrage nach und Angebot von Prioritäten.....	191
Abb. 43:	Versteigerung mehrerer Objekte.....	225
Abb. 44:	Preissetzung bei der Balinski/-Sand-Auktion	256
Abb. 45:	Vergleich von pretialer Primär- und Sekundärallokation	271
Abb. 46:	Aggregierte Nachfragefunktion auf dem Sekundärmarkt	271

Abkürzungsverzeichnis

A	Angebotsfunktion
Abb.	Abbildung
AGE	Automatische Gebührenerhebung
Bd.	Band
BKN	Beeinträchtigungskosten bzw. Staukosten pro Nutzung
BS-Auktion	Balinski/Sand Auktion
CQD	constant-quality Nachfragefunktion
D	Verkehrsdichte
DKK	Kapazitätskosten pro Nutzung
EG	Europäische Gemeinschaft
EU	Europäische Union
EVU	Elektrizitätsversorgungsunternehmen
F	Verkehrsfluß
FAA	Federal Aviation Authority
FCC	Federal Communications Commission
GBR	Gebotsrücknahmemöglichkeit
GE	Geldeinheiten
GGW	Gleichgewicht
GO	Grenz-Opportunitätskosten
HMSO	Her Majesty's Stationery Office
Hrsg.	Herausgeber
IATA	International Air Transport Association
i.d.R.	in der Regel
Jg.	Jahrgang
KA	kurzfristige Angebotsfunktion
KGK	kurzfristige Grenzkosten
KK	Kapazitätsgrenzkosten
LWP	Lowest willingness to pay

ME	Marginale Stauexternalitäten
MU	Grenznutzenfunktion
N	Nachfragefunktion
NK	Nachfragefunktion nach Kapazität
NQ	Qualitätsangepaßte Nachfragekurve
o.V.	ohne Verfasser
PGK	Private Grenzkosten
QAD	Quality adjusted demand curve
RAN	Random rationing
RSB-Auktion	Rassenti/Smith/Bulfin
S.	Seite
SDK	Soziale Durchschnittskosten
SGK	Soziale Grenzkosten
SMG-Auktion	simultane, mehrstufige Auktion mit getrennten Geboten
SMK-Auktion	simultane, mehrstufige Auktion mit kombinierten Geboten
Tab.	Tabelle
U	Nutzenfunktion
V	Geschwindigkeit
Vol.	Volume
WA	Aggregierte Wertschätzung
W-Kosten	Ex post Wohlfahrtsminderungen
W(...)	Wertschätzung für ...
u.a.	unter anderem
u.U.	unter Umständen
z.B.	zum Beispiel

A. Einleitung

I. Einführung

Engpässe in Verkehrs-Infrastrukturen sind zu einem gravierenden Problem geworden. Stop-and-go-Fahren oder das Stehen in einem Stau sind für die meisten Autofahrer ärgerliche Realität, wenn die Verkehrsmenge über ein bestimmtes Level anwächst. Liegegebliebene Fahrzeuge oder Baustellen auf stark frequentierten Strecken verschärfen diese Situation. Die Folgen sind vermehrter Streß beim Fahren, erhöhtes Unfallrisiko und Verspätungen.

Flughäfen sind, zumindest zu bestimmten Zeiten, ein weiteres populäres Beispiel für Engpaß-Situationen. Um auch bei Überlastungen dieser Infrastruktur eine sichere Abwicklung des Flugverkehrs zu gewährleisten, müssen einige Flugzeuge am Boden warten oder Schleifen fliegen. Die dadurch verursachten Verspätungen kumulieren sich insbesondere bei aus mehreren Teilschnitten zusammengesetzten Flugstrecken. Stundenlange Wartezeiten auf Flughäfen, insbesondere zu Ferienzeiten, sind den meisten Reisenden bekannt.

Nun sind Überlasten und Engpässe keineswegs auf Verkehrs-Infrastrukturen beschränkte Probleme. Überlasten verursachen beispielsweise in der Versorgungswirtschaft gravierende Probleme. Wird mehr Strom nachgefragt, als das System auf einmal zu liefern im Stande ist, führt dies zum Zusammenbruch des gesamten Netzes (black out). In diesem Fall ist überhaupt keine Bedienung mehr möglich, weshalb Überlasten im Versorgungsbereich besondere Beachtung geschenkt wird. Elektrizitätsversorgungswerke richten i.d.R. ein Lastmanagement ein. Dies ermöglicht es, bei Erreichen der Kapazitätsgrenze einzelne Nachfrager abzuschalten und damit den Betrieb aufrechtzuerhalten.

Ebenso treten bei Kommunikations- und Informations-Infrastrukturen häufig Überlasten auf. Im wesentlichen zu Geschäftszeiten konzentriert sich mehr Nachfrage auf bestimmte Leitungen dieser Netzwerke, als diese störungsfrei bedienen können. Bei Telefondienstleistungen ertönt das Besetztzeichen, was anzeigt, daß die gewünschte Verbindung nicht zustande gekommen ist. Lange Wartezeiten auf Systemantworten sowie schlechtere Übertragungsqualität sind beispielsweise im Internet Auswirkungen von Überlasten.¹

¹ Vgl. z.B. Gupta / Stahl / Whinston (1995), S. 2.

Diese kasuistische Darstellung verschiedener Bereiche sollte einen allgemeinen Eindruck von Überlastproblemen vermitteln. Als Grundlage für die folgende analytische Behandlung dieser Problematik werden nun die wesentlichen Begriffe Verkehrs-Infrastruktur, Überlast und Engpaß definiert.

Mit Verkehrs-Infrastrukturen sind materielle, standortgebundene Anlagen gemeint, die die Durchführung von Transportleistungen ermöglichen. Hervorzuheben ist diesem Zusammenhang der raumbezogene Charakter der Infrastruktur im Sinne einer lokalen Gebundenheit.² Die Verfügbarkeit einer Infrastruktur ist weder räumlich noch zeitlich transferierbar. Diese Eigenschaft zeigt, daß Infrastrukturen geradezu prädestiniert für Engpaßprobleme sind, wenn ihre Nutzung sich auf bestimmte räumliche und zeitliche Abschnitte konzentriert.³

Unter Überlast wird eine Nachfragemenge verstanden, die die Kapazität übersteigt und daher nicht oder nicht zu gleicher Qualität wie eine der Kapazität entsprechende Nachfrage bedient werden kann. Infrastrukturabschnitte, die von Nachfragemengen, die die Kapazität übersteigen, überlastet sind, werden als Engpässe bezeichnet.

Bei den wenigsten Infrastrukturen handelt es sich um permanente Überlasten des gesamten Systems. Meist übersteigt die Nachfrage die Kapazität lediglich zu bestimmten Zeiten und auf bestimmten Streckenabschnitten. Das gesamte System ist dagegen in den meisten Fällen für eine gleichhohe aber zeitlich und räumlich entzerrte Nachfrage ausreichend dimensioniert. Kritische Nutzungszeiten bei Verkehrs-Infrastrukturen sind z.B. die Rush Hours. Als besonders betroffene Streckenabschnitte lassen sich im wesentlichen Verbindungen zwi-

² Vgl. Kruse / Kiessling (1997), S. 3.

³ Diese Erklärung des Terminus Infrastruktur soll als Grundlage für diese Arbeit dienen, da hier lediglich eine auf Verkehrsleistungen bezogene Operationalisierung des Begriffs erforderlich ist. Daher soll an dieser Stelle nur der Vollständigkeit halber auf die Vielschichtigkeit des Begriffs und die zahlreichen Definitionen hingewiesen werden. Die Definitionen lassen sich in drei grobe Kategorien einordnen: die enumerativen Definitionen (Aufzählung von materiellen Objekten und Bereichen) (vgl. dazu z.B. Frey (1972)), die Merkmalsdefinitionen (diese bestimmen die Zugehörigkeit von Objekten und Bereichen zur Infrastruktur über technische, ökonomische und institutionelle Merkmale) (vgl. z.B. Stohler (1965)) und die funktionalen Definitionen, die Infrastrukturen durch ihre ökonomischen Effekte bestimmen (vgl. z.B. Jochimsen (1966)). Letzterer unterscheidet explizit zwischen materieller, institutioneller und personaler Infrastruktur. Obwohl es keine einheitliche, theoretisch präzise Infrastruktur-Definition gibt, finden sich bei vielen Definitionsversuchen ähnliche Charakteristika. Dies sind der Vorleistungscharakter (vgl. dazu grundlegend Hirschman (1958) und Tinbergen (1962)), die Standortgebundenheit sowie Unteilbarkeiten und öffentliches Eigentum und/oder Kontrolle. Vgl. als Sekundärliteratur z.B. Mäding (1978); Schulze (1993); Schatz (1996).

schen Ballungsräumen sowie Strecken, deren Kapazität temporär, z.B. wegen einer Baustelle, verringert ist, identifizieren.

Die ökonomische Reaktion auf derartige unterschiedliche Knappheitssituationen besteht in einer nach Ort und Zeit differenzierten Preisstruktur. Bekannte Beispiele für eine zeitlich differenzierte Preisstruktur finden sich in der Telekommunikation, bei der Stromversorgung und bei Hotels. Hier werden unterschiedlich hohe Preise für verschieden attraktive Nutzungszeiten verlangt. Diese Peak-Load-Preisstruktur gleicht die unterschiedlichen Nachfragemengen und die Kapazität aus, so daß es gar nicht zu der unerwünschten Überlastsituation kommt.

Peak-Load-Preise lassen sich allerdings nur dann korrekt setzen, wenn die Nachfrage prognostizierbar ist, das heißt, der Anbieter muß wissen zu welchen Zeiten wieviel nachgefragt wird. Dies funktioniert beispielsweise beim Telefondienst recht gut; Hauptlasten sind vor- und nachmittags zu erwarten, während spät abends und nachts mit weniger Nachfrage zu rechnen ist. Unerwartete Überlasten, verursacht durch zufällige Nachfrageanstiege oder plötzliche Kapazitätsverringerungen (bei Straßen z.B. durch einen liegengelassenen LKW), kann die Peak-Load-Preisstruktur hingegen nicht vermeiden: Spontane Überlasten kommen in der Realität sehr häufig vor. Genau prognostizierbare Nachfrage- und Angebotsfunktionen sind eher die Ausnahme. Eine intensive Analyse insbesondere spontaner Überlastsituationen ist erforderlich, um ökonomische Vorschläge zur effizienten Lösung der Überlastproblematik formulieren zu können. Da ökonomische Instrumentarien bislang kaum für solche Überlasten im Verkehrsbereich Anwendung fanden, kommt diesem Gebiet in der vorliegenden Arbeit besondere Bedeutung zu.

Die sich heutzutage im Bereich der Verkehrs-Infrastrukturen zunehmend gravierend darstellenden Überlasten haben im wesentlichen drei Gründe.⁴

Die Deregulierung einiger Verkehrsmärkte hat Infrastruktur-Engpässe erst deutlich gemacht, die im regulierten Umfeld oft kaum bemerkt wurden. Ein prominentes Beispiel dafür ist die Knappheit von Start- und Landerechten auf einigen Flughäfen, die vor der Liberalisierung wegen der geringen Anbieterzahl nicht in dem jetzigen Ausmaß zu Tage trat. Über Knappheiten bezüglich Schienennutzungsrechten auf stark frequentierten Strecken zwischen Ballungszentren wird derzeit noch spekuliert, da die wettbewerbliche Entwicklung des Marktes für Schieneninfrastruktur noch nicht weit vorangeschritten ist.⁵

Zum zweiten ist die Verkehrs-Nachfrage aufgrund größeren Mobilitätsbedürfnisses der Bevölkerung und höheren Einkommens gestiegen, während

⁴ Vgl. zu der Diskussion von Ursachen von Infrastruktur-Überlasten auch Kruse (1996), S. 183-184.

⁵ Vgl. z.B. Aberle / Brenner (1994).

eine Ausweitung der Infrastruktur zunehmend auf Widerstände in der Gesellschaft stieß und somit dem Nachfrageanstieg nicht angepaßt wurde. Das Erfordernis weiteren Verkehrs-Infrastruktur-Ausbaus bedarf deshalb einer besonders guten Begründung. Hierzu müssen die Kosten des Infrastruktur-Ausbaus einerseits und die Kosten unterlassenen Ausbaus andererseits analysiert und transparent gemacht werden. Es bedeutet aber auch, daß die bestehenden Verkehrs-Infrastrukturen möglichst effizient zu nutzen sind. Erst eine ökonomisch optimale Nutzung zeigt die relevanten Engpässe für Infrastruktur-Investitionen auf.

Der Erreichungsgrad des Zieles der effizienten Nutzung stellt derzeit die Auswirkung des dritten Kritikpunktes dar. Dieser Kritikpunkt bezieht sich darauf, daß im Verkehrs-Infrastrukturbereich zu wenig Anreize gesetzt werden, die Infrastruktur effizient zu nutzen. Zuvor wurde beschrieben, daß es sich bei Verkehrs-Infrastrukturen meist um räumlich begrenzte Engpässe sowie um i.d.R. in kurzen Zeitintervallen auftretende Überlasten handelt, während das System die gleiche Nachfragemenge räumlich und zeitlich entzerrt durchaus verkraften könnte und damit geringere Kapazitätserweiterungen nötig wären. Der Einsatz eines die jeweiligen Knappheitssituationen reflektierenden preislichen Instrumentariums könnte zu einer solchen Entzerrung beitragen, indem das Ausweichen auf weniger nutzungsintensive und damit billigere Zeiten oder Strecken mit niedrigeren Preisen belohnt würde, während Nachfrager attraktiverer Nutzungen mehr zahlen müßten. Erfüllt der Preismechanismus die erwartete Lenkungsfunction, so würde die vorhandenen Kapazität effizienter genutzt, und Kapazitätserweiterungen wären in geringerem Umfang nötig.

II. Analytische und begriffliche Grundlegung

1. Lastabhängige Qualität, Rivalität und Beeinträchtigungskosten

In diesem Abschnitt werden die erforderlichen Grundlagen gelegt, um die Überlast-Problematik bei Verkehrs-Infrastrukturen ökonomisch handhabbar zu machen. Das Zustandekommen von Engpässen bzw. Überlasten und deren ökonomische Bedeutung wird zunächst exemplarisch anhand der Straßennutzung dargestellt. Zu bestimmten Zeiten können mehrere Autofahrer eine Straße gleichzeitig nutzen, ein zusätzlicher Fahrer beeinträchtigt oder verhindert nicht die Inanspruchnahme durch einen anderen. Zu anderen Zeiten, z.B. zur Rush hour, steigt die Menge der Autofahrer oftmals derart an, daß diese sich gegenseitig stören und es zu Beeinträchtigungen kommt (z.B. sinkende Fahrgeschwindigkeit, steigende Unfallgefahr und zunehmender Streß beim Fahren). Jede derartige gegenseitige Beeinträchtigung zwischen den Verkehrsteilnehmern wird als „Stau“ bezeichnet.

Solche lastabhängigen Beeinträchtigungen stellen Reduzierungen der Nutzungsqualität für alle Nutzer dar. Diese sind ökonomisch als Opportunitätsko-

sten zu interpretieren, da sie die Nutzeneinbuße, verursacht durch eine zusätzliche Inanspruchnahme, darstellen.⁶ Charakteristisch für diese Überlast ist, daß die Inanspruchnahme durch weitere Interessenten den Wert der Nutzung zwar mindert, diese aber (mindestens bis zu einem bestimmten Nutzungsniveau) nicht ausschließt. Das heißt beim Stau ist zwar die Qualität der Fahrt verringert, die Fahrt ist aber dennoch möglich.⁷

Die in diesem Zusammenhang relevanten Kosten sind die insgesamt durch eine zusätzliche Nutzung entstehenden Opportunitätskosten, also die marginalen oder Grenzoportunitätskosten (GO).

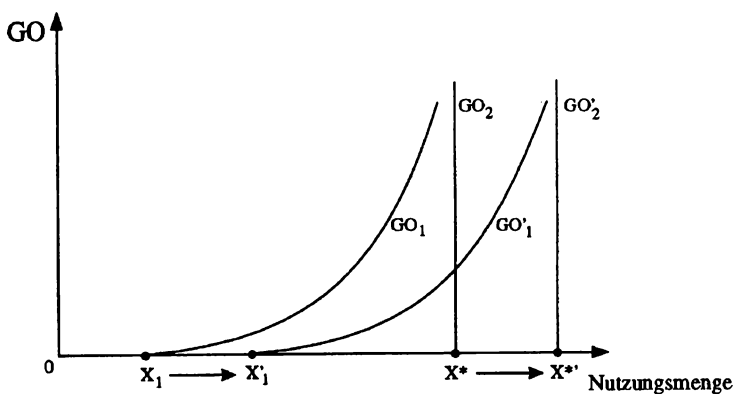


Abb. 1: Grenzoportunitätskosten
für unregelmäßige und regelmäßige Infrastrukturnutzung

In Abbildung 1 nehmen wir an, daß die Beeinträchtigungen erst ab der Nutzungs-Menge X_1 auftreten. Bis dahin sind die Grenzoportunitätskosten null, es herrscht Nichtrivalität. Ab X_1 steigen die Beeinträchtigungen und damit die Grenzoportunitätskosten (GO_1) graduell an. Der mit zunehmender Nutzungsmenge gravierender werdende Rivalitätsgrad wird als partielle Rivalität bezeichnet.⁸

⁶ In der angelsächsischen Literatur werden diese Kosten auch als congestion costs bezeichnet. Vgl. z.B. Boadway / Wildasin (1984), S. 58-59; Oakland (1972), S. 339. Wir verwenden im folgenden auch synonym die Begriffe „Staukosten“ und „Beeinträchtigungskosten“ und unterstellen in der gesamten Arbeit eine monetäre Bewertbarkeit der Beeinträchtigungen.

⁷ Vom Stillstand, der die totale Nutzungs-Unmöglichkeit darstellt, sehen wir zunächst ab und betrachten die Situation zwischen beeinträchtigungsfreier und unmöglicher Nutzung.

⁸ Vgl. Boadway/Wildasin (1984), S. 58-59. Dieser Zusammenhang tritt bei einer Reihe von Gütern auf, die von mehreren Nutzern gemeinsam in Anspruch genommen werden, z.B. Schwimmbäder und Parks.

Bisher haben wir als einzige Kostenkategorie die Beeinträchtigungskosten erwähnt. Der Vollständigkeit halber weisen wir an dieser Stelle auch auf andere nutzungsabhängige Kosten hin. Unter solchen Kosten kann man sich bei Straßennutzung z.B. die nutzungsabhängigen Kosten des Verschleißes der Teerdecke vorstellen, wobei wir zunächst davon ausgehen, daß jedes Fahrzeug die Fahrbahn in gleicher Weise beansprucht und damit alle Fahrzeuge die gleichen Abnutzungskosten verursachen. Es ist anzunehmen, daß die Grenzkosten der Abnutzung nahezu konstant sind und im Gegensatz zu den ballungsabhängigen Staukosten nicht oder nicht in wesentlichem Umfang mit zunehmender Nutzungsmenge überproportional steigen. Als konstant angenommen ändern die sonstigen nutzungsabhängigen Kosten an dem grundlegenden Sachverhalt der partiellen Rivalität nichts. Die Berücksichtigung dieser Kosten führt unter den getroffenen Annahmen nur dazu, daß zu den Beeinträchtigungskosten ein konstanter Betrag k (k bezeichnet die Höhe der sonstigen nutzungsabhängigen Kosten) addiert werden muß (siehe Abb. 2). Der Einfachheit halber abstrahieren wir hier von diesen Kosten.

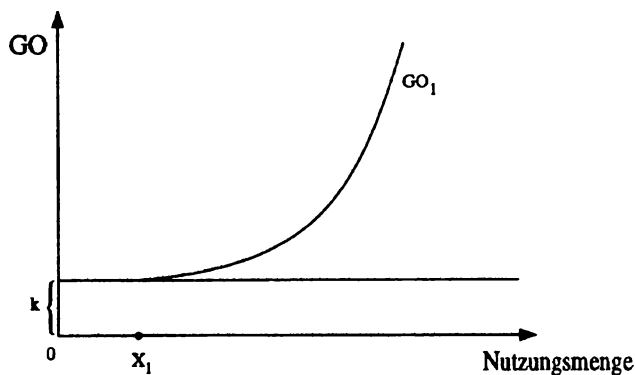


Abb. 2: Grenzoportunitätskosten und sonstige nutzungsabhängige Kosten

Die partielle Rivalität charakterisiert prinzipiell alle Infrastrukturnutzungen, das heißt bei allen Infrastrukturen wird die Qualität durch Überlasten beeinträchtigt. Beispiele sind neben der schon erwähnten Straßennutzung die in unserer Analyse vorkommende Nutzung von Start- bzw. Landebahnen auf Flughäfen, die Schienennutzung, aber auch die Nutzung von anderen Infrastrukturen, z.B. Stromleitungen und Datennetzen.

Die Nutzungen werden jedoch bei den verschiedenen Infrastrukturen institutionell unterschiedlich geregelt. Diese Regelungen wirken sich auf die ökonomischen Eigenschaften der Nutzungen aus. Zum Beispiel wird bei der Flughafeninfrastruktur über die Ex-ante-Bestimmung und Zuweisung einer begrenzten Menge von zeitlich genau spezifizierten Nutzungsrechten (Slots) eine

Kapazitätsgrenze exogen definiert und das Ausschlußprinzip in Form einer Mengenbeschränkung angewendet.

Könnte dagegen eine unbegrenzte Menge Flugzeuge gleichzeitig einen Nutzungsversuch unternehmen, würde dies, genauso wie bei der Straßennutzung, die Qualität der Nutzung für alle, die die Fazilität im gleichen Zeitintervall in Anspruch nehmen, verringern. Damit sind die Nutzungen eines Flughafens grundsätzlich ebenfalls als partiell rival zu klassifizieren. Bei dem Flugzeug-Beispiel konkretisieren sich die Qualitätseinbußen z.B. als Zeitverluste, durch Warteschlangen am Boden oder Fliegen von Warteschleifen, sowie als erhöhte Sicherheitsrisiken.⁹

Die strikte Kapazitätsgrenze fixiert einen bestimmten Qualitätsstandard. Damit hat die tatsächliche Nutzungsmenge keine Auswirkung auf die Qualität. Eine zusätzliche Nutzung innerhalb dieser Kapazität verursacht keine Opportunitätskosten, die Nutzungen rivalisieren also nicht miteinander. An der Kapazitätsgrenze ist jedoch keine weitere Nutzung mehr möglich, was ökonomisch als direkte Rivalität zu bezeichnen ist. Diese Eigenschaften haben diejenigen Infrastrukturnutzungen, deren institutionelle Regelung eine Mengenbeschränkung vorsieht. Solche Nutzungen werden in dieser Arbeit als geregelte Nutzungen bezeichnet. Graphisch ist diese Situation in Abbildung 1 durch den an der Kapazitätsgrenze X^* (X^* entspricht der Anzahl der vorhandenen Nutzungsrechte) beginnenden vertikalen Kostenverlauf GO_2 dargestellt.

Nutzungen, die jedem nahezu jederzeit ohne Mengenbeschränkung möglich sind (Beispiel Straßen), haben die im Prinzip für alle Infrastrukturen typische Eigenschaft der partiellen Rivalität und werden als unregelte Nutzungen bezeichnet.

Die bisherigen Ausführungen bezogen sich auf Anzahl und Qualität der Nutzungen im Rahmen einer kurzfristigen Analyse, also bei gegebener Infrastruktur. Im langfristigen Kontext müssen wir die Frage beantworten, wie die Infrastrukturen zu dimensionieren sind. Der Ausgangspunkt dieser Analyse ist der Zusammenhang zwischen der Größe der Kapazität und der Qualität bzw. der Anzahl der möglichen Nutzungen. Dabei werden die Kosten des Ausbaus dem dadurch ermöglichten Nutzen (durch zusätzliche Nutzungen und verbesserte Qualität) gegenübergestellt.

Die Kapazitätsgrenze X^* wird nach rechts verschoben (siehe in Abbildung 1 $X^{*'} mit dem dort beginnenden vertikalen Kostenverlauf GO_2'), wenn z.B. der Flughafen durch Bau weiterer Rollfelder erweitert wird. Diese ermöglichen zusätzliche, über X^* hinausgehende, Starts bzw. Landungen. Wird die Kapazität$

⁹ Durch Stör- bzw. unerwartete Zwischenfälle verursachte Warteschlangen etc. werden vorerst noch nicht betrachtet.

einer Straße erweitert, beispielsweise durch den Bau zusätzlicher Spuren, können mehr Autofahrer die Straße nutzen, ohne sich zu stören. Der Beginn des steigenden Astes der Grenzopportunitätskostenfunktion GO_1 in Abbildung 1 wird nach rechts verschoben. Die neue GO_1' verläuft rechts unterhalb von GO_1 . Eine Kapazitätserweiterung verbessert ceteris paribus die Qualität der Nutzung.

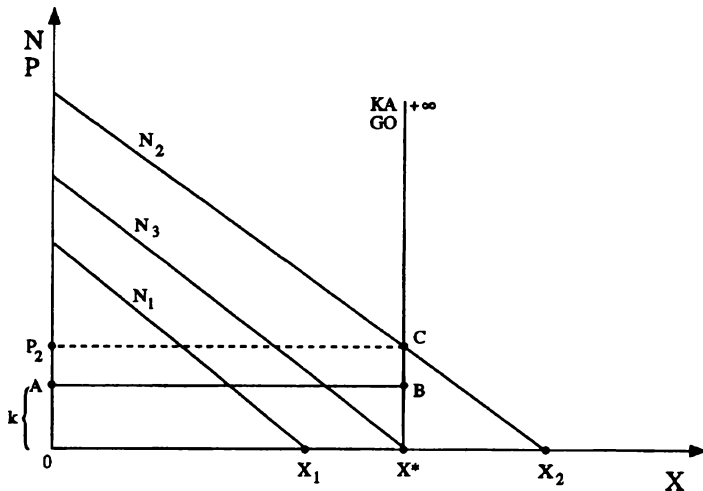


Abb. 3: Nachfrage- und Kostenfunktionen bei geregelten Nutzungen

2. Knappheiten

Vor diesem Hintergrund wollen wir die Überlasterscheinungen als Ausprägungen des Grundproblems in der Ökonomie, der Knappheit, klassifizieren. In weiter Definition können Güter als knapp bezeichnet werden, wenn die Nachfrage bei einem Preis von Null das Angebot übersteigt, das heißt, daß nicht alle Interessenten die gewünschte Gütermenge erhalten können. Diese Definition von Knappheit¹⁰ soll für unsere Zwecke in verschiedene Fälle untergliedert werden, wobei zwischen Knappheiten bzgl. der Nutzung der Infrastruktur und ihrer Erstellung unterschieden werden muß.¹¹

Betrachtet wird zuerst die Nutzung einer bestehenden Infrastruktur mit definierten Nutzungsrechten (Beispiel Rollbahn für Flugzeuge). Die Anzahl der vorhandenen Rechte (Slots) sei in Abbildung 3 auf der Abszisse abgetragen,

¹⁰ Vgl. dazu z.B. Fehl (1993), S. 1130; Schumann (1992), S. 6-9.

¹¹ Vgl. auch Kruse / Berger (1996), S. 456-466.

X^* bezeichnet die Anzahl der Nutzungsrechte, die im relevanten Zeitintervall zur Verfügung stehen (Kapazitätsgrenze).¹² Der vertikale Ast der Grenzopportunitätskosten an der Kapazitätsgrenze X^* stellt hier die kurzfristige Angebotsfunktion dar, da wir von anderen Grenzkosten¹³ abstrahiert haben.

Um zu überprüfen, ob die Nutzung dieser Rollbahn ein knappes Recht ist, sehen wir uns an, wieviel bei einem Preis von Null nachgefragt wird. Gilt N_1 , wird die Menge X_1 nachgefragt. Diese Menge ist geringer als die maximal angebotene Menge X^* , das heißt bei einem Preis von Null besteht kein Nachfrageüberschuß, somit ist das Recht nicht knapp. Die Situation stellt sich jedoch bei N_2 anders dar. In diesem Fall wird beim Preis von Null die Menge X_2 nachgefragt und es entsteht ein Nachfrageüberschuß in Höhe von $X_2 - X^*$. Damit ist das Recht gemäß obiger Definition knapp. Knappheit liegt in Abbildung 3 bei allen Nachfragefunktionen rechts von N_3 vor.

Diese Knappheitsdefinition ist zur Charakterisierung einer aktuellen Situation und zur Bestimmung eines konkreten Handlungsbedarfs geeignet, da die Überlastprobleme nur auftreten, wenn die Nachfrage auch tatsächlich das Angebot übersteigt. Diese Definition legen wir in Kapitel B. und D. zugrunde. Wenn jedoch auch möglichen Überlasten Rechnung getragen werden soll, muß ein Anhaltspunkt dafür gefunden werden, ob Knappheit je auftreten kann. Verläuft die kurzfristige Angebotsfunktion oberhalb der Abzisse, besteht die Möglichkeit, daß zum Nullpreis mehr nachgefragt als angeboten wird. Verläuft die Funktion jedoch entlang der Abzisse, kann keine Knappheitssituation entstehen. Damit stellt die Existenz einer oberhalb der Abzisse verlaufenden kurzfristigen Angebotsfunktion den Indikator für potentielle Knappheiten dar. In Kapitel D. (Reaktionen auf nicht prognostizierbare Überlast) erweitern wir den Blickwinkel auf diese Sichtweise.

Für die langfristige Betrachtung modifizieren wir die Knappheitsdefinition. Langfristig verstehen wir unter Knappheit eine Situation, in der Nachfrager ausgeschlossen werden, die bereit sind, einen Preis in Höhe der langfristigen Grenzkosten zu zahlen. Wenden wir dagegen die weite Definition von Knappheit $N > A$ beim Preis von 0 z.B. auf die Erstellung der Rollbahnen an, so herrscht generell Knappheit. Das liegt daran, daß bereits bzgl. der Verwendung der Input-Faktoren Knappheit besteht. Diese Art von Knappheit bezeichnen wir als Knappheit im weitesten Sinne. Ein Input-Faktor, der zur Produktion dieser Rollbahn verwendet wird, steht nicht mehr zur Produktion eines anderen Gutes zur Verfügung. Ohne bereits an dieser Stelle auf die Problematisierung des

¹² Zur genaueren Erläuterung des relevanten Zeitintervalls siehe B.I.

¹³ Z.B. nutzungsabhängige Kosten des Infrastrukturangebots: Abnutzungen der Teerdecke bei Landebahnen, Towerdienste bei Flughäfen, Gleisabnutzungen. Fänden diese Berücksichtigung, würde wieder ein konstanter Betrag k pro Nutzung addiert werden, woraus sich der Kostenverlauf $AB \rightarrow + \infty$ ergibt; siehe Abbildung 3.

Verlaufs der Kapazitätskostenfunktion einzugehen, ist klar, daß die Erstellung der Rollfelder auf jeden Fall einen Ressourcenverzehr erfordert. Langfristig wird also, rationales Anbieterverhalten unterstellt, zum Preis von Null kein Angebot stattfinden, also keine Rollbahn-Kapazität bereitgestellt. Die Knappheit im weitesten Sinne ist aber nicht Thema dieser Arbeit.

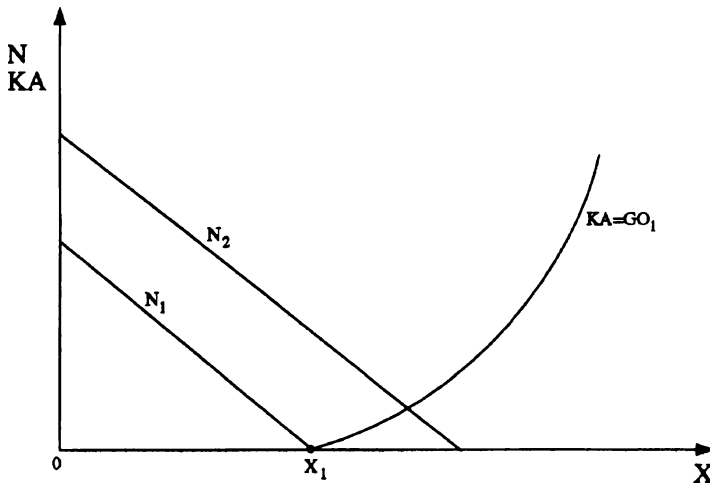


Abb. 4: Nachfrage- und Kostenfunktionen bei unregulierten Nutzungen

Die Definition von Knappheit für die Überlastsituation bei unregulierten Nutzungen (z.B. für Straßen) ist komplizierter, da keine definitive Kapazitätsgrenze vorliegt, an der wir Knappheit eindeutig feststellen können. Unsere bisherige Betrachtung hat ergeben, daß ab einer bestimmten Nutzungsmenge (in Abb. 1 X_1) gegenseitige Beeinträchtigungen auftreten, die durch die kurzfristige Grenzkostenfunktion GO_1 erfaßt werden. Wir können hier feststellen, daß beim Preis von Null eine Übernutzung in Form einer Qualitätsminderung auftreten kann.

Betrachten wir dazu Abbildung 4, in der der bereits bekannte Grenzopportunitätskostenverlauf GO_1 aus der Abb. 1 als kurzfristige Angebotsfunktion KA (von sonstigem kurzfristigem Ressourcenverzehr wurde abstrahiert) eingetragen ist. Bei X_1 und geringeren Mengen, also Nachfragefunktion N_1 und Nachfragefunktionen links unterhalb N_1 , tritt keine Beeinträchtigung auf. Bei Nachfragefunktionen rechts oberhalb von N_1 (beispielsweise N_2) kommt es beim Preis von Null auf jeden Fall zu Beeinträchtigungen. In diesem Bereich verursachen Nutzungen zum Preis von Null Opportunitätskosten, deren Existenz auf Knappheiten schließen läßt. Da dieser Sachverhalt bei partiell rivalen Nutzungen recht komplex ist, soll diese Beschreibung hier genügen; eine ausführliche Diskussion erfolgt in C.

3. Vorgehensweise

Ziel der Arbeit ist die Konzipierung eines Allokationssystems für Infrastruktur-Nutzungen, das eine wohlfahrtsmaximierende Nutzung der jeweiligen Infrastruktur gewährleistet. Wie wir gesehen haben, lassen sich Infrastrukturnutzungen prinzipiell in zwei Kategorien (geregelter und unregelter Nutzungen) mit unterschiedlichen ökonomischen Eigenschaften einteilen. Die ökonomische Analyse (in kurz- und langfristigem Kontext) der Rationierung¹⁴ geregelter Nutzungen erfolgt in Kapitel B. am Beispiel der Start- und Landerechte (Slots) für Flugzeuge. Das Beispiel Slots bietet sich an, da es zu bestimmten Zeiten auf bestimmten Flughäfen zu den dargestellten Knappheitssituationen kommt und verschiedene ordnungspolitisch interessante Methoden der Slotallokation (administrative Vergabe und Handel) in der Realität praktiziert werden.

Man kann sich vorstellen, daß solche Knappheitssituationen auch bei der Schienennutzung auftreten. Um schienengebundenen Transport auf dem derzeit der Deutschen Fahrweg AG gehörenden Netz betreiben zu dürfen, werden sogenannte Fahrplantrassen benötigt. Fahrplantrassen sind Rechte zur Nutzung eines bestimmten Streckenabschnitts zu einer bestimmten Zeit. Diese Rechte legen darüber hinaus Zugart und Zwischenhalte fest.¹⁵ Die Knappheitssituationen werden derzeit jedoch nicht derart deutlich, da die Nutzung der Schienenwege noch nicht in großem Umfang von anderen Betreibern als den Deutschen Bahnen nachgefragt wird. Es ist anzunehmen, daß dies weniger an der geringen Attraktivität der Strecken (dann gäbe es kein gravierendes Knappheitsproblem) als an möglicherweise diskriminierenden Netzzugangsmöglichkeiten liegt.¹⁶ Wir werden deshalb das Beispiel Schienennutzung nur für geeignete Detailprobleme aufgreifen.

Zu Beginn der Analyse wird überprüft, ob die praktizierten Vergabemethoden zur Lösung des Knappheitsproblems geeignet sind. Bei dem Beispiel Slots geht es um die Frage, ob die knappe Menge den Nachfragern zugewiesen wird, die sie der effizientesten Verwendung zuführen. Dies sind in dem Beispiel Slotnutzung die effizientesten Anbieter von Flugdienstleistungen.¹⁷

Die Analyse zeigt, daß das nicht der Fall ist. Die derzeitigen Vergabemethoden bergen eine Reihe von Ineffizienzen. Die Nachfrager werden nach ökonomischen

¹⁴ Unter Rationierung wird die Zuweisung knapper Güter oder Rechte verstanden. Um Güter oder Rechte zu rationieren, ist ein Verfahren nötig, das einige Nachfrager auswählt, die dann das Gut erhalten und andere ausschließt. Ein solches Verfahren bezeichnen wir als Rationierungsverfahren.

¹⁵ Vgl. Ilgmann/Miethner (1992), S. 217.

¹⁶ Vgl. dazu Aberle/Brenner (1994).

¹⁷ Wir sehen hier von Interessenten ab, die Slots zu privaten Zwecken nachfragen.

misch inadäquaten Kriterien ausgewählt. Ein effizientes Ergebnis stellt sich allenfalls zufällig ein. Des weiteren diskriminieren die Vergabemethoden Newcomer auf dem Markt für Flugdienstleistungen. Somit kann neben dem Wohlfahrtsverlust bei der Slotverteilung ein weiterer Wohlfahrtsverlust auf dem Markt für Flugdienstleistungen durch Ineffizienzen aufgrund unzureichenden Wettbewerbs entstehen.

Ein wesentlicher Punkt im Rahmen der Diskussion um den, in der öffentlichen Diskussion durchaus umstrittenen, Ausbau der Infrastruktur (Start- und Landebahnen, ICE-Trassen) ist, daß der Nutzen des Ausbaus deutlich wird. Somit sollte die Vergabemethode geeignet sein, möglichst genaue Informationen über die Wertschätzung der Nutzungen zu generieren. Anhand der Wertschätzungen kann bestimmt werden, ob ein Ausbau ökonomisch zweckmäßig ist bzw. welche Kosten eine Unterlassung des Ausbaus hervorruft. Die derzeitigen Verfahren werden auch dieser Aufgabe nicht gerecht.

Eingangs wurde geschildert, daß Infrastrukturnutzungen nur aufgrund exogen gesetzter Standards, in Form der institutionell definierten maximalen Nutzungsmenge, ihre ökonomische Eigenschaft von der partiellen Rivalität zur Nichtrivalität bis zur Kapazitätsgrenze verändern. Kapitel drei stellt die kurz- und langfristige Allokation von unregulierten Nutzungen dar und problematisiert dabei die Setzung dieser Standards, die im wesentlichen die Nutzungsqualität definiert. Dies erfolgt am Beispiel der Straßennutzungen, da sich das ökonomische Phänomen der partiellen Rivalität daran in der Realität gut verdeutlichen läßt.

Bislang sind wir davon ausgegangen, daß die Zuweisung der Nutzungen problemlos durchführbar ist. Wir haben die Kosten der Rationierung, z.B. Ausschlußkosten (bei Straßen wären dies beispielsweise Investitionskosten für ein Road-pricing System), noch nicht berücksichtigt. Eine weitere Vereinfachung für die Ergebnisse der Kapitel B. und C. zur Rationierung von Nutzungsrechten ist die Annahme, daß sowohl die Anzahl der gewünschten Nutzungen als auch deren Wertschätzungen i.d.R. pro Zeitintervall zu ermitteln sind und daß sich diese innerhalb der Zeitintervalle in etwa konstant verhalten.

In der Realität treten jedoch stochastische Nachfrageschwankungen gerade bei Verkehrs-Infrastrukturen häufig auf. In diesen Fällen weicht die tatsächliche von der prognostizierten Nachfrage ab. Damit kann beispielsweise eine pretiale Rationierung, die auf Basis einer Prognose ausgestaltet wurde, das effiziente Nutzungsniveau nicht gewährleisten. Es treten dann weitere Rationierungsmechanismen zum Preis hinzu, die sich entweder spontan ergeben (z.B. Warteschlangen) oder bewußt für solche Fälle gesetzt werden (z.B. werden bei der Stromversorgung „überschüssige“ Nutzer von der Versorgung abgeschnitten). Solche Rationierungsmechanismen sind in unterschiedlichem Maße geeignet, die Nutzungen in effizienter Weise zuzuteilen, das heißt ein ungeeignete-

ter Rationierungsmechanismus verursacht Kosten in Form von monetär bewertbaren Effizienzverlusten. In Kapitel D. werden solche Kosten der Rationierungsmechanismen, die Ausschlußkosten und weitere, vom Rationierungsverfahren verursachte Kosten dargestellt. Auf Basis dieser Betrachtungen sollen Vorschläge für ein effizientes Handling nicht vorhersehbarer Nachfrageschwankungen gemacht werden. Es wird deutlich werden, daß sich diese Vorschläge je nach Nutzungskategorie unterscheiden.

Für die praktische Anwendung des Preismechanismus als effiziente Lösung von Knappheitsproblemen sowie der ergänzenden Verfahren sind Informationen über die tatsächliche Lage der Nachfrage- und Kostenfunktionen unentbehrlich. Auktionsverfahren liefern i.d.R. diese Informationen recht zuverlässig, sind aber nicht für jede Art der Nutzungen anwendbar. Kapitel E. und F. diskutieren, für welche Nutzungskategorie Auktionen geeignet sind und schlagen ein praktikables Auktionsdesign in Verbindung mit einem Sekundärmarkt vor, das die vorher ausgearbeiteten Anforderungen an ein effizientes Allokationssystem operationalisiert.

B. Infrastrukturnutzung bei vorgegebener Qualität und direkter Rivalität

In diesem Kapitel wird die Analyse geregelter Nutzungen am Beispiel von Start- und Landerechten (Slots) für Flugzeuge dargestellt. Dabei gehen wir zuerst (Abschnitt B.I.) auf die institutionelle Ausgestaltung ein, die dazu führt, daß die Nutzungen aus Sicht der Interessenten durch Nichtrivalität bis zur Kapazitätsgrenze gekennzeichnet sind. Anschließend stellen wir in Abschnitt B.II. die effiziente Allokation der Slots im kurzfristigen Kontext dar und bewerten derzeit praktizierte Rationierungsverfahren. Abschnitt B.III. enthält die langfristig effiziente Allokation, das heißt die Bestimmung der effizienten Kapazität.

I. Das Nutzungsrecht

Bis ca. Mitte der sechziger Jahre waren Nutzungen der Flughafenkapazitäten im wesentlichen unbeschränkt möglich. Unbeschränkt soll hier heißen, daß die Nutzungswünsche nicht weit im voraus angemeldet und rationiert wurden, sondern die Flugesellschaft damit rechnen konnte, daß sie kurzfristig, z.B. kurz vor der beabsichtigten Landung auf dem Zielflughafen, einen Slot erhält. Unbeschränkt bedeutet nicht, daß die Gesellschaften einfach landen konnten, ohne sich mit dem fraglichen Flughafen in Verbindung zu setzen. Die einzelnen Starts und Landungen mußten von der Flugsicherung des jeweiligen Flughafens genehmigt werden.¹ Somit war stets eine Einflußnahme auf den Ablauf der Flugbewegungen vorhanden.²

Als aber das Flugaufkommen anstieg, ergaben sich bei diesem Verfahren auf einigen Flughäfen zeitweise Überlasterscheinungen in Form von Warteschlangen sowohl am Boden als auch in der Luft.³ Die dabei entstehenden Zeitverluste stellen Beeinträchtigungen der Nutzungsqualität dar, die konstituierend für die Gütereigenschaft „partielle Rivalität“ sind. Als weitere Form der Beein-

¹ Vgl. Flughafen Frankfurt am Main AG (Hrsg.) (1983), S. 2 ff.

² Unbeschränkt bezieht sich auch nicht auf den Zugang zu dem Markt für Flugdienstleistungen. Dieser war stark reguliert, insbesondere im Hinblick auf den Marktzugang und die Preisgestaltung. Vgl. Laaser (1991), S. 13-20. Ein schrittweiser Liberalisierungsprozeß findet auf EU-Initiative seit 1987 statt. Vgl. Teuscher (1994), S. 91 ff.

³ Diese Überlastproblematik trat auf einigen Flughäfen bereits Mitte der sechziger Jahre auf. Vgl. Flughafen Frankfurt am Main AG (Hrsg.) (1983), S. 2.

trächigungen ist das erhöhte Sicherheitsrisiko zu klassifizieren, wenn aufgrund der Überlast zu enge Zeitabstände zwischen einzelnen Starts und Landungen gewählt werden. Auf beide Formen der Beeinträchtigung nimmt die Flugsicherung direkt Einfluß: Wählt sie sicherheitsfördernde längere Zeitabstände, verlängern sich Wartezeiten und es erhöht sich die Anzahl wartender Flugzeuge. Will sie die Warteschlangen schnell abbauen, kann dies zu Lasten des Sicherheitsniveaus gehen.⁴

Mit dem Ziel ein effizienteres Handling dieser die Qualitätsminderungen verursachenden Überlasten auszuarbeiten, wurde 1970 von politischer Seite eine Kommission zur Lösung anstehender Luftverkehrsprobleme eingesetzt.⁵ Ein wesentliches Ergebnis der Kommissionsarbeit war, daß Nachfrage und Kapazität (Angebot verfügbarer Rollbahnnutzungen (Bodenkapazität)) einige Zeit vor der tatsächlichen Inanspruchnahme (also nicht kurz vor dem Start- oder Landewunsch) auszugleichen seien. Dazu wurde das Amt des Flugplankoordinators geschaffen.

Bezüglich der Nachfrageseite wurden nun beim Flugplankoordinator alle Nachfragewünsche ca. acht bis neun Monate vor der tatsächlichen Inanspruchnahme eingereicht.⁶ Um festzustellen, wievielen Nachfragewünschen entsprochen werden konnte, mußte bezüglich der Angebotsseite die maximal mögliche Anzahl Flugbewegungen definiert werden. Diese exogene Kapazitätsbestimmung barg eine Reihe von Problemen, die hier genauer dargestellt werden sollen.

Bei der Kapazitätsbestimmung sollen alle Parameter berücksichtigt werden, die für das reibungslose Funktionieren des Luftverkehrs von Bedeutung sind. Zu beachten sind im wesentlichen drei Bereiche: die Anzahl der Standplätze auf dem Flughafen, die Kapazität der Abfertigungsanlagen und die Flugsicherung am Boden, das heißt wieviele Bewegungen kann die Rollbahn unter Berücksichtigung der relevanten Sicherheitsabstände maximal verkraften?⁷ Zur Planungsgrundlage dient jeweils der Engpaß der drei Bereiche.⁸

⁴ Wir teilen die Qualität unregelter Rollbahn-Nutzungen in zwei Parameter ein zwischen denen ein trade-off besteht. Ein Qualitätsparameter ist die Wartezeit, soll diese verringert werden, wird das Sicherheitsrisiko als zweiter Qualitätsparameter erhöht und umgekehrt.

⁵ Vgl. dazu genauer Flughafen Frankfurt am Main AG (Hrsg.) (1983), woran sich auch die folgende Darstellung orientiert. Vgl. auch Mensen (1986).

⁶ Mindestens zwei Wochen vor der IATA Flugplankonferenz, vgl. Flughafen Frankfurt am Main AG (Hrsg.) (1983), S. 6.

⁷ Hier wird zunächst davon ausgegangen, daß jeder Nachfrager die Infrastruktur gleich lang in Anspruch nimmt. D.h., jeder Start und jede Landung dauert gleich lang.

⁸ Laut einem Telefonat vom 10.7.96 mit Herrn Obert von der Flugplankoordination Frankfurt am Main.

Der wesentliche Punkt hierbei ist die Verteilung der Bewegungen über die Zeit. Zur Erläuterung kann ein Fehler dienen, der in den USA gemacht wurde, als dieses Verfahren (Bestimmung einer exakten Kapazität und „Buchung“ der Nutzungswünsche) erstmalig angewendet wurde. Es wurde festgelegt, wieviele Flugzeugbewegungen pro Tagesstunde (also von 8-9 Uhr, 9-10 Uhr, usw.) auf dem fraglichen Flughafen maximal möglich sind. Dies wurde als Bodenkapazität bezeichnet. Dieser Kapazität entsprechend wurden Nachfragewünsche entgegengenommen, ohne auf die zeitliche Verteilung innerhalb der Stunde zu achten. Die Gesellschaften hatten damit das Recht, irgendwann in dieser Stunde zu starten oder zu landen. Waren z.B. 75 Bewegungen in der Stunde von 10 bis 11 Uhr möglich, so konnte es passieren, daß diese sich zwischen 10.45 Uhr und 11.00 Uhr konzentrierten. Zwangsläufig kam es in dieser Viertelstunde zu Warteschleifen, während die Rollbahnen in der restlichen Dreiviertelstunde unausgelastet waren. Ballten sich darüber hinaus in der ersten Viertelstunde des nächsten Zeitintervall wiederum alle 75 Nutzungswünsche, so wurde in einer halben Stunde das Doppelte einer Stundenkapazität nachgefragt.

Solchen Schwierigkeiten trägt das Konzept der „gleitenden Stunde“ Rechnung, wobei die Kapazität nie überschritten wird, unabhängig davon, wann man die Stunde beginnen läßt. Das heißt es dürfen nur 75 Bewegungen stattfinden zwischen 10 und 11 Uhr und zwischen 10.15 und 11.15 und 10.45 und 11.45 usw. Mit diesem Verfahren wird die Überlast im obigen Beispiel (150 Bewegungen zwischen 10.45 und 11.45) vermieden. Um auch die Ballung innerhalb einer Viertelstunde zu vermeiden, wurden neben den maximal möglichen Bewegungen innerhalb der gleitenden Stunde auch diejenigen innerhalb gleitender 30 und 10 Minuten festgesetzt. Auf Basis dieser Berechnungen werden Slots definiert,⁹ die zur Benutzung einer Start- oder Landebahn zu einem bestimmten Zeitpunkt berechtigen.¹⁰

Obwohl häufig die Nutzung der Rollbahnen in den Mittelpunkt der Betrachtungen gestellt wird, kann z.B. auch die Abfertigungsanlage der Engpaß sein, aufgrund dessen Flüge von der Wunschzeit aus verlegt werden müssen, obwohl die Kapazität der Rollbahnen ausgereicht hätte. Vgl. Flughafen Frankfurt am Main AG (Hrsg.) (1983), S. 8.

⁹ In der Praxis kommen noch einige Parameter hinzu, die die Kapazität des Luftweges betreffen. Darauf soll hier nur der Vollständigkeit halber hingewiesen werden. Die Flugsicherung der Eurocontroll in Brüssel koordiniert die Kapazität der Luftwege. Damit wird vermieden, daß die Flugzeuge sich am Himmel auf gleicher Route in gleicher Höhe gegenseitig behindern. (Dies wäre auch wieder eine Ausprägung der partiellen Rivalität.) Die Eurocontroll gibt den Flughäfen vor, wieviele Slots sie beispielsweise pro gleitender Stunde in welche grobe Richtung vergeben dürfen. Z.B. dürfen in Frankfurt pro Stunde nur vier Flugzeuge in Richtung Nordatlantik starten. Dieses ist ein weiterer Parameter, den die Flugplankoordination bei der Slotzuweisung beachten muß. Auskunft gemäß Telefonat vom 10.7.96 mit Herrn Obert von der Flugplankoordination Frankfurt am Main.

¹⁰ Vgl. zur Slotdefinition z.B. Meyer (1991), S. 24; Knieps (1996), S. 7.

Diese Vorgehensweise gewährleistet, daß bis zur Kapazitätsgrenze aus Sicht der Nutzer tatsächlich Nichtrivalität bzgl. der Nutzung vorliegt. Ein Flugzeug, das einen Slot um 11 Uhr zugewiesen bekommen hat, behindert kein weiteres Flugzeug, das um 11.15 Uhr landen darf. Die Vergabe einer fixen Anzahl zeitpunktbezogener Rechte führt dazu, daß die Qualität unabhängig von der tatsächlichen Nutzungsmenge ist. Würden z.B. weniger Slots nachgefragt, wäre die Qualität nicht besser (z.B. das Landen nicht sicherer), da den Gesellschaften unabhängig von der Gesamtzahl der Nutzer die gleiche Zeit für die Rollbahnnutzung zur Verfügung steht. Eine die definierte Kapazität überschreitende Nutzerzahl wird nicht zugelassen; damit herrscht direkte Rivalität an der Kapazitätsgrenze.¹¹ Mit der zeitlich vorgezogenen Vergabe von Nutzungsrechten als Nutzungszeitpunkte ist die nutzungsmengenabhängige Qualitätsminderung (z.B. in Form von Warteschlangen) sozusagen „wegdefiniert“ worden.

Nachdem die Begriffe Nachfrage und Kapazität für unser Slotbeispiel illustriert wurden, muß die jeweils zu betrachtende Menge sinnvoll abgegrenzt werden. In Abbildung 3 sind wir davon ausgegangen, daß X^* die in einem Zeitintervall maximal verfügbare Menge an Slots beschreibt. Da solche Angebots-Nachfragediagramme nur dann verwendet werden können, wenn es sich bei den auf der Abzisse abgetragenen Einheiten um homogene Güter oder Rechte handelt, sind die zugrundeliegenden Zeitintervalle korrekt zu definieren.

Die Zeitintervalle dürfen nur solche Slots enthalten, die von den Gesellschaften (den Nachfragern) als Substitute, also als gleichwertig, empfunden werden. Die in diesem Zeitintervall maximal möglichen, als homogen eingeschätzten Bewegungen stellen die Kapazität dar. Wie zu Anfang dargestellt, häufen sich die Nachfragewünsche zu bestimmten Tageszeiten, während zu anderen Zeiten weniger Nachfrage besteht. Es gibt also eindeutige zeitliche Präferenzen bezüglich der Nutzung, die dazu führen, daß beispielsweise ein Slot zwischen sechs und acht Uhr morgens kein Substitut für einen Slot zwischen zwei und drei Uhr nachts darstellt.

Da sich stets kleinere Unpünktlichkeiten ergeben, besteht in der Praxis eine Toleranz von plus und minus einer Viertelstunde. Auskunft gemäß Telefonat vom 10.7.96 mit Herrn Obert von der Flugplankoordination Frankfurt am Main. Darauf soll aber hier noch nicht eingegangen werden. Wir definieren den Slot als Recht zur Nutzung zu einem bestimmten Zeitpunkt und gehen in diesem Kapitel von pünktlichen Bewegungen aus.

¹¹ Wenn mehr Nutzer nachfragen, als Nutzungsrechte vorhanden sind, gäbe es einen Rückstau am Boden oder in der Luft, wenn die „überschüssigen“ Nutzer nicht schon eine hinreichende Zeit vorher aufgrund der institutionell vorgezogenen Vergabemodalitäten darüber informiert wären, daß sie nicht zum Zuge kommen. Natürlich ergeben sich in der Praxis häufig Rückstaus aufgrund von z.B. witterungsbedingten Störfällen. Diese betrachten wir erst in Kapitel D. und schließen sie in diesem Kapitel aus.

Der Zeitbezug spielt bei Infrastrukturnutzungen eine wesentliche Rolle. Der Grund dafür ist zum einen, daß sie nicht lagerfähig sind¹², und zum anderen, daß der Zeitpunkt der Nutzung einen wesentlichen Qualitätsparameter darstellt.

Folgendes Beispiel soll die Relevanz des Zeitbezugs verdeutlichen. Nehmen wir an, daß auf einem Flughafen pro Stunde maximal 10 Flugzeuge starten können und daß die Nachfrager Starts an einem Tag als gleichwertig betrachten, egal zu welchem Zeitpunkt sie stattfinden. In diesem Fall beträgt die Kapazität $24 \times 10 = 240$ Starts. Das relevante Zeitintervall erstreckt sich über den ganzen Tag.

Werden nun innerhalb einer Stunde (8-9 Uhr) 50 Starts/Landungen und innerhalb der restlichen 23 Stunden 190 nachgefragt, so reicht die Kapazität aus, da die Nachfrager die Nutzungen innerhalb der 24 Stunden als homogen betrachten. Die Nachfrager, die von 8-9 Uhr starten wollten, sind bereit, auf einen anderen Zeitpunkt innerhalb des 24 Stunden Intervalls auszuweichen. Die zeitlich vorgezogene Rationierung ermöglicht einen reibungslosen Ablauf dieser Verschiebungen, ohne daß es bei der tatsächlichen Nutzung zu Wartezeiten kommt.

Wenn aber z.B. die Nutzung zwischen 8 und 9 Uhr als höherwertig angesehen wird, können Verschiebungen auf einen anderen Zeitpunkt nicht als vollkommene Substitute dienen. In diesem Fall bezieht sich die Kapazität nicht auf das Zeitintervall 0 bis 24 Uhr, sondern nur auf den Zeitraum zwischen 8 und 9 Uhr. Da innerhalb dieses Zeitintervalls die Kapazität nur 10 Starts beträgt und 190 nachgefragt werden, reicht die Kapazität nicht aus, obwohl die Starts im Tagesdurchschnitt bewältigt werden könnten.

Der im folgenden verwendete Kapazitätsbegriff beschreibt die in einem korrekt abgegrenzten Zeitintervall maximal verfügbare Anzahl homogener Slots. In diesem Sinne müssen wir alle Slots an einem Tag (0-24 Uhr) zu homogenen Gruppen zusammenfassen.

II. Rationierung von Nutzungsrechten bei Entgelten und Gratisvergabe

1. Flughafengebühr und Knappheiten

Als Ausgangspunkt für die anschließende Bewertung der derzeit praktizierten Vergabeverfahren betrachten wir die Rationierung von Slots unter folgen-

¹² Sind Güter lagerfähig, so spielt i.d.R. die Gleichzeitigkeit von Nachfrage und Angebot keine wesentliche Rolle für die Anwendung des üblichen Angebots- und Nachfragemodells.

den vereinfachenden Annahmen. Die Bildung homogener Slotgruppen ergibt zwei gleich lange Zeitintervalle mit jeweils der maximalen Anzahl von X^* Slots in Abbildung 5. In den Zeitintervallen ist die Nachfrage unterschiedlich hoch, N_2 ist die Spitzenlastnachfrage nach Slots zu attraktiveren Zeiten, N_1 stellt die Schwachlastnachfrage dar.

Derzeit entrichten die Fluggesellschaften für die Nutzung der Rollbahnen eine Flughafengebühr¹³ (P_1 in Abbildung 5). Wir nehmen der Einfachheit halber an, daß diese Gebühr den kurzfristigen Grenzkosten (KGK) der Nutzung entspricht, die wir nun in die Analyse einbeziehen.¹⁴ Damit ergibt sich die kurzfristige relevante Angebotsfunktion KA_1 als Kurvenzug $P_1C \rightarrow +\infty$.¹⁵

Mit der Flughafengebühr als Nutzungspreis¹⁶ ergibt sich im hier gewählten Schwachlastintervall die effiziente Situation, da alle Nachfrager, deren Wert-

¹³ Der Begriff Gebühr ist in diesem Zusammenhang strittig. Vgl. Holz (1991), S. 244, Fußnote 33. Da dieser Begriff jedoch einschlägig ist, verwenden wir ihn in Übereinstimmung mit dem allgemeinen Sprachgebrauch.

¹⁴ Die Gebühr richtet sich im wesentlichen nach dem Gewicht des Flugzeuges; vgl. z.B. Knieps (1990), S. 197; Knieps (1992a), S. 644. Da große Flugzeuge die Bahnen i.d.R. stärker abnutzen als kleinere, spiegeln sie damit annäherungsweise die marginalen Abnutzungskosten der Bahnen wider. Es wird häufig angeführt, daß die Flughafengebühren der verursachergerechten Deckung der Wegekosten dienen. Vgl. dazu z.B. Willeke / Holz (1991), S. 84. Dies trifft jedoch allenfalls näherungsweise zu. Neben dem Gewicht gibt es weitere Faktoren, die dem Anbieter von Rollbahnnutzungen (dem Flughafenbetreiber) Kosten verursachen, sind z.B. die Anzahl der Fahrwerke, der Druck, den diese auf den Boden ausüben, (die Boeing 747 hat z.B. ein Fahrwerk, das weniger Druck verursacht als übliche Fahrwerke von i.d.R. leichteren Flugzeugen. In diesem Fall nutzt das schwerere Flugzeug die Bahn weniger ab als das leichtere) sowie die Länge des Rollfeldes, die ein Flugzeug zum Starten/Landen braucht. Vgl. Doganis (1992), S. 81-82. Von anderen Kosten für z.B. Towerdienste, Gepäckabfertigung und Reinigung der Terminals wird der Einfachheit halber abgesehen, da sie den Verlauf der Kostenfunktion prinzipiell nicht verändern.

¹⁵ Dies ist der um die Grenzkosten der Nutzung erweiterte Verlauf von GO_2 aus Abbildung 1. Die Angebotsfunktion kann man gedanklich in zwei Teile zerlegen. Der horizontale Teil (P_1C) setzt sich aus marginalen Produktions- bzw. Betriebskosten zusammen. Dieser bildet den realen Ressourcenverzehr ab, der pro zusätzliche Nutzung anfällt. An der Kapazitätsgrenze X^* ist die zusätzliche Nutzung unmöglich ($\partial X=0$). Daher sind hier die kurzfristigen Grenzkosten der Nutzung mathematisch nicht definiert, d.h., an der Stelle X^* (in Abb. 5) gibt es keinen eindeutigen Wert auf der Grenzkostenfunktion. Der vertikale Ast stellt die Opportunitätskosten dar, denen kein realer Ressourcenverzehr zugrundeliegt.

¹⁶ Die synonyme Verwendung der Begriffe Gebühr und (Nutzungs)preis vereinfacht die Terminologie im folgenden, da ausgehend von der sogenannten Flughafengebühr eine effiziente Bepreisung analysiert wird und in diesem Zusammenhang verschiedene „Preise“, u.a. auch die „Flughafengebühr“, gegenübergestellt werden. Diese Vereinfachung erscheint auch vor dem Hintergrund finanzwissenschaftlicher Definitionen des Begriffes „Gebühr“ zulässig, da eine Gebühr durchaus Entgeltcharakter hat. In der finanzwissenschaftlichen Literatur findet sich u.a. eine solche Definition des Begriffes Gebühr, die die Gebühr als Entgelt für die unmittelbare Inanspruchnahme einer staatlichen Leistung sieht. Über die Zahlung einer Gebühr soll nach dieser Ansicht der un-

schätzung den kurzfristigen Ressourcenverzehr rechtfertigt, zum Zuge kommen. P_1 entspricht den hier relevanten Grenzkosten. Anders stellt sich die Situation im Spitzenlastzeitintervall dar. Gilt die Nachfragefunktion N_2 , ergibt sich bei P_1 ein Nachfrageüberschuß in Höhe von $X_2 - X^*$.

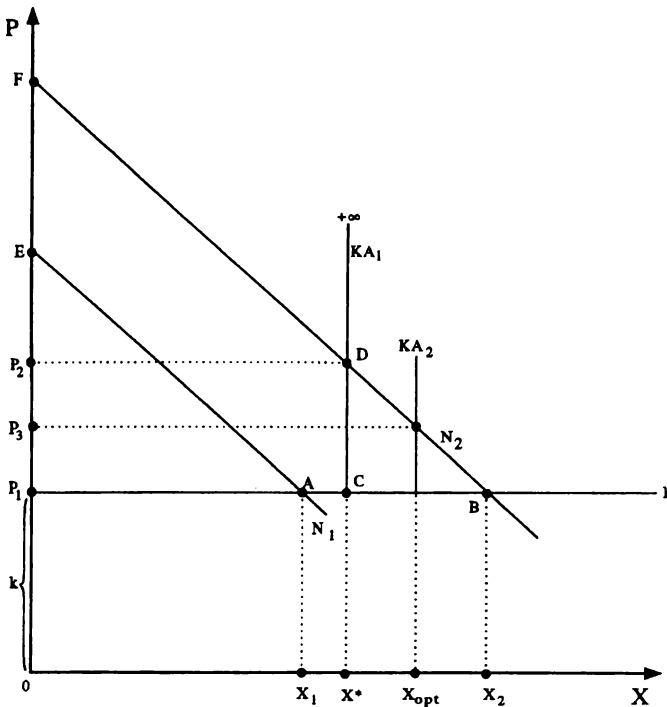


Abb. 5: Spitzenlast- und Schwachlastnachfrage nach Slots

mittelbare Nutznießer der Leistung des öffentlichen Sektors seine Inanspruchnahme finanzieren. Vgl. Bohley (1980), S. 921; Brümmerhoff (1990), S. 222. In diesem Zusammenhang erwähnt Bohley sogar den im Englischen verwendeten Begriff „Public Price“, der auf eine Analogie zwischen der Inanspruchnahme einer Leistung des Staates durch ein Wirtschaftssubjekt und einer marktlichen Transaktion hinweist. Vgl. Bohley (1980), S. 924.

2. Der effiziente Preis

In der Realität werden auf den meisten Flughäfen zu attraktiven Zeiten mehr Slots beantragt, als verfügbar sind.¹⁷ Daher werden bestimmte Vergabemethoden als Rationierungsverfahren zusätzlich zu dem „Preis“ in Höhe der Flughafengebühr verwendet. Im wesentlichen sind dies die Prioritäten-Regeln und die Newcomer-Regeln. Die Methoden lösen dieses Problem auf nicht pretiale Weise. Bevor wir die ökonomisch interessantesten Aspekte dieser Vergabe-Praxis darstellen und bewerten, wollen wir die ökonomisch effiziente Standard-Lehrbuch-Lösung präsentieren. Diese dient uns bei der Bewertung als Referenzgröße.

Die ökonomische Logik verlangt einen den relevanten Grenzkosten entsprechenden Preis. In Abbildung 5 ergibt sich der Preis P_2 als Schnittpunkt der Nachfragefunktion N_2 mit dem vertikalen Ast der Angebotsfunktion, der die in diesem Fall relevanten Grenzkosten repräsentiert. P_2 entspricht den im Spitzenlastzeitintervall auftretenden Opportunitätskosten.¹⁸ Bei unterschiedlichen Nachfrageintensitäten liefert der Preismechanismus eine Peak-Load-Pricing Struktur (P_1 für die Schwachlastnachfrage N_1 und P_2 für die Spitzenlastnachfrage N_2).

Der Preis hat drei wichtige Funktionen:

1. Er gleicht Angebot und Nachfrage aus.
2. Er teilt die knappe Angebotsmenge den Nachfragern mit der höchsten Zahlungsbereitschaft zu. Damit wird *ceteris paribus* das effiziente Ergebnis erreicht, das heißt die Summe aus Konsumenten- und Produzentenrente wird maximiert.¹⁹
3. Der Knappheitszuschlag auf die kurzfristigen Grenzkosten gibt ein Investitionssignal.²⁰

¹⁷ Vgl. z.B. Knieps (1996), S. 5; Europäische Gemeinschaften (1990), S. 1.

¹⁸ Diese stehen für den monetär bewerteten Verzicht auf alternative Nutzungen bzw. nächstbeste Verwendungen. Der Punkt D auf der Nachfragefunktion N_2 bezeichnet die maximale Zahlungsbereitschaft für das „letzte verfügbare“ Recht bzw. bei einer, wie hier angenommenen, stetigen Nachfragefunktion den monetär bewerteten Nutzenentgang desjenigen Nachfragers, der als erster nicht zum Zuge kommt. Letzteres sind genau die Kosten des Verzichts auf die nächstbeste Verwendung.

¹⁹ Als Wohlfahrtsmaß wird üblicherweise die Summe aus Konsumenten- und Produzentenrente verwendet. Effizienz liegt vor, wenn die Wohlfahrt maximal ist. Die maximale Wohlfahrt beträgt bei der Nachfragefunktion N_2 und der Kapazität $X^* P_1 CDF$; diese wird bei P_2 realisiert.

²⁰ Wird Preissetzung praktiziert, besteht prinzipiell die Möglichkeit, Kostendeckung zu erreichen. Vgl. z.B. Doganis, R. (1992), S. 81. Die Zusammenhänge von effizienter Preissetzung für die Infrastrukturnutzung und Kostendeckung werden in Abschnitt C.III. erläutert.

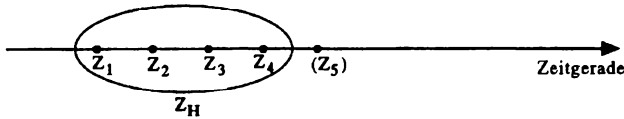


Abb. 6: Zeitliche Struktur des Kaufprozesses/
Handlungsprozesses im idealtypischen Fall

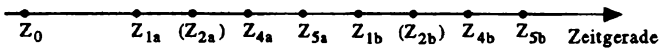


Abb. 7: Zeitliche Struktur eines Kaufprozesses
für den realistischen Fall einzelner, zeitlich verteilter Transaktionen

3. Der Preismechanismus

In der Standardökonomie wird normalerweise ein funktionierender Preismechanismus unterstellt. In unserem Beispiel (Abbildung 5) ergibt sich dann der Anstieg von P_1 auf P_2 als automatische Folge der höheren Nachfrage N_2 . In der Realität erfolgt jedoch diese Anpassung oft unzureichend.

Die Diskrepanz zwischen der theoretischen, idealtypischen Situation und der Situation in der Realität kann man sich leicht verdeutlichen, indem man die Interaktionen zwischen Anbieter und Nachfrager im Rahmen des Nachfrage- und Preissetzungsprozesses (im folgenden als Handlungsprozeß bezeichnet) genauer betrachtet. Dabei werden die relevanten Schritte innerhalb des Handlungsprozesses explizit benannt und in eine zeitliche Reihenfolge gebracht (zur graphischen Darstellung siehe Abbildung 6 und 7). Ein Vergleich der einzelnen Schritte in der Theorie mit der Realität soll Aufschluß über die Ursachen der beobachteten Diskrepanz geben.

Der Anbieter benötigt für die Ermittlung des Gleichgewichtspreises Informationen über die Nachfragewünsche inklusive der Zahlungsbereitschaften. Im theoretischen Idealfall erhält der Anbieter diese Informationen von allen Interessenten gleichzeitig (siehe Abbildung 6). Die Nachfrager sind alle zu einem bestimmten Zeitpunkt (Z_1) präsent und geben an, welche Menge sie erwerben möchten. Stellt sich daraufhin heraus, daß die Nachfrage zum Grenzkostenpreis P_1 das Angebot übersteigt, beginnt ein Interaktionsprozeß zwischen Anbieter und Nachfragern, in dem schrittweise die Zahlungsbereitschaften ermittelt wer-

den.²¹ Das Ergebnis dieses Interaktionsprozesses ist die Information über die Höhe des markträumenden Preises. Den Zeitpunkt, zu dem das Ergebnis vorliegt, bezeichnen wir als Z_2 . Graphisch interpretiert bedeutet dies, daß der Anbieter nach Z_2 über die Punkte zwischen B und D auf N_2 informiert ist und daraufhin den Gleichgewichtspreis P_2 setzen kann (siehe Abbildung 5). Dies erfolgt im Zeitpunkt Z_3 . Die Preissetzung zieht in diesem Fall eine „automatische“ pretiale Zuweisung der Güter nach sich (Zeitpunkt Z_4).

Diese Aktionen erfolgen in der ökonomischen Theorie nahezu simultan, so daß wir die Zeitpunkte Z_1 - Z_4 als Zeitpunkt Z_H gedanklich zusammenfassen können. Die in der Theorie unterstellte gleichzeitige Bekanntgabe aller relevanten Nachfragewünsche inklusive Zahlungsbereitschaften gewährleistet, daß sich die Nachfrage nach der Preissetzung nicht verändert. Träten zwischen Preissetzung Z_3 und Zuweisung der Güter Z_4 mehr Nachfrager auf, so ergäbe sich bei dem gesetzten Preis ein Nachfrageüberschuß, bei weniger Nachfragern ein Angebotsüberschuß. Verändern sich also Zahlungsbereitschaften und die Nachfragemenge zwischen den Zeitpunkten Z_3 und Z_4 , entsteht ein Ungleichgewicht. In der idealen Situation erfolgt also eine zeitnahe Evaluierung der Zahlungsbereitschaften und nachgefragten Mengen in dem Sinne, daß diese so kurz vor der Preissetzung und der Transaktion ermittelt werden, daß sie sich bis zum Zeitpunkt der Transaktion nicht mehr verändern.²²

Die in der Theorie als nahezu simultan erfolgenden Handlungsschritte behalten in der Praxis jedoch i.d.R. zeitliche Aufeinanderfolgen. Aus Praktikabilitätsgründen wartet der Anbieter in den meisten Fällen nicht, bis alle Nachfrager präsent sind und ein Verhandlungsprozeß beginnen kann. Er setzt einen Preis auf Basis einer von ihm prognostizierten Nachfrage, bevor die tatsächlichen Nachfragewünsche vorliegen.²³ Diese „ex-ante“ Preissetzung erfolgt damit zum Zeitpunkt Z_0 (Abbildung 7) und nicht zum Zeitpunkt Z_3 . Zwischen Z_0 und der Zuweisung Z_4 liegt i.d.R. soviel Zeit, daß die Wahrscheinlichkeit des Abweichens der tatsächlichen von der prognostizierten Nachfrage recht groß ist.

Der nächste wesentliche Unterschied zur idealtypischen Situation besteht darin, daß die Nachfrager ihre Nachfragewünsche samt Zahlungsbereitschaften i.d.R. nacheinander und nicht alle zum selben Zeitpunkt äußern. Damit sind die Informationen, die zuvor zu Z_1 und Z_2 vorlagen, auf mehrere Zeitpunkte verteilt. Abbildung 7 stellt eine Zeitgerade mit verschiedenen Zeitpunkten (Z_{1i} ,

²¹ In Lehrbüchern zur Mikroökonomie wird dieser oft anhand einer Börse erklärt, auf der Anbieter und Nachfrager ihre Verkaufs- bzw. Kaufpreise und -mengen gegenüber einem Börsenmakler angeben. Vgl. z.B. Schumann (1992), S. 23 ff.

²² Vgl. zur Relevanz des Zeitpunktes der Preissetzung Vickrey (1971).

²³ Erwartet er beispielsweise die Nachfragefunktion N_1 , so setzt er den Preis P_1 (siehe Abbildung 5).

Z_{2i} , etc.) dar, zu denen die Nachfragemengen und, wenn der Anbieter diese evaluiert, die Zahlungsbereitschaften einzelner Nachfrager i (i steht für Nachfrager a bis n) bekannt sind.

Die zeitliche Aufeinanderfolge führt i.d.R. dazu, daß die Güter oder Rechte denjenigen Nachfragern, die den geltenden Preis zu zahlen bereit sind, gemäß der zeitlichen Reihenfolge ihrer Nachfrageäußerung zugewiesen werden (in Abbildung 7 erfolgt die Zuweisung Z_{4i} direkt im Anschluß an die Nachfrageäußerung). Ein Nachfrageüberschuß wird dann also nicht über den Preis, sondern über das first-come-first-serve Verfahren rationiert. Dies kann zu ineffizienten Ergebnissen führen, weil ein Nachfrager, der aufgrund seiner früheren Nachfrageäußerung zum Zuge kommt, nicht unbedingt eine höhere Zahlungsbereitschaft als ein später kommender Nachfrager hat, der ausgeschlossen wird.²⁴

In unserem Slotbeispiel ist zwar eine, den exogen definierten Start- oder Landezeitpunkten entsprechende, zeitliche Reihenfolge der Nachfrager optimal,²⁵ diese wird sich aber ohne die institutionellen Eingriffe der Flugplankoordination allenfalls zufällig ergeben. Die Flugzeuge werden i.d.R. weder alle gleichzeitig noch den definierten Zeitpunkten entsprechend eintreffen, so daß eine zufällige first-come-first-serve Rationierung mit dem genannten Problem plausibel erscheint.²⁶

Um das Problem der zeitlich aufeinanderfolgenden Nachfragewünsche zu lösen und die praktische Situation der idealen anzunähern, muß ein Zeitpunkt definiert werden, bis zu dem alle definitiven Nachfragewünsche inklusive Zahlungsbereitschaft vorzuliegen haben. Damit führen wir die Zeitpunkte Z_{1i} wieder zu einem Zeitpunkt Z_1 zusammen. Dies stellt an die Nachfrager allerdings die Aufgabe, ihre Nutzungswünsche zu planen.²⁷ Anschließend können wie im Idealfall Preisverhandlungen stattfinden (Z_2), der Gleichgewichtspreis gesetzt (Z_3) und die Rechte zugewiesen werden (Z_4). Damit ist sowohl der Markt geräumt als auch eine pretiale Allokation erreicht. Änderungen von Zahlungsbereitschaft oder Nachfragemenge nach dem Zeitpunkt Z_1 werden nicht mehr berücksichtigt.

Obwohl der Kauf mit den Schritten zu den Zeitpunkten Z_1 - Z_4 abgeschlossen ist, ist jedoch gerade bei nicht lagerfähigen Gütern wie Verkehrsinfrastruktur-

²⁴ Ein detaillierte Analyse verschiedener nicht pretialer Rationierungsverfahren erfolgt in Kapitel D.

²⁵ Wenn es keinen Nachfrageüberschuß gibt, könnten diese jeweils sofort nutzen.

²⁶ So wurde früher verfahren. Vgl. Flughafen Frankfurt am Main AG (Hrsg.) (1983), S. 2.

²⁷ Das Planungserfordernis verursacht je nach Gut oder Recht bei den Nachfragern unterschiedlich hohe Nutzeneinbußen. Siehe dazu Kapitel D., insbesondere Abschnitt D.III.2.

nutzungen die Zeitspanne zwischen Zuweisung des Rechts (Z_4) und der Nutzung (Z_5) als letzter Schritt des Handlungsprozesses von besonderem Interesse.²⁸ Soll die Nutzung unmittelbar im Anschluß an die Zuweisung erfolgen, so kann dies Probleme verursachen. Diese Probleme können sich zum einen in zu diesem Zeitpunkt vergebenen Handlungsoptionen äußern²⁹, zum anderen können diese Umstände andere Zahlungsbereitschaften bestimmen als für das eigentliche Nutzungsrecht bestehen.³⁰

4. Die Transaktionsbedingungen bei der Slotzuweisung

In Kenntnis dieser praktischen Probleme solcher Handlungsprozesse wird nun die in Abschnitt B.I. kurz angerissene, in Deutschland praktizierte Vorgehensweise bei der Slotzuweisung näher betrachtet.

Spätestens zwei Wochen vor einer IATA-Flugplankonferenz³¹ müssen die Fluggesellschaften ihre Nachfragewünsche (Start- und Landezeiten sowie Orte) beim Flugplankoordinator einreichen. Die hierfür erforderliche Planbarkeit stellt bei fahrplangebundenen Dienstleistungen, wie Flügen, normalerweise kein Problem dar. Der erste Schritt besteht also in der Bekanntgabe definitiver Nachfragewünsche. Der Flugplankoordinator kennt damit für jeden Flughafen und für jedes Zeitintervall Angebot und Nachfrage.

Auf Basis dieser Daten bzw. Funktionen erarbeitet der Koordinator eine vorläufige Zuweisung der Slots. Ist (wie in unserem Beispiel) eine Rationierung erforderlich, werden nicht-pretiale Verfahren verwendet, um die verfügbare Menge X^* bestimmten Nachfragern zuzuteilen. Für die nicht berücksichtigten Nachfrager sollen möglichst dicht an den Wunschzeiten liegende Alternativen gefunden werden. Diese Zuteilung ist ein Zwischenergebnis, das die Basis für die Verhandlungen auf der IATA-Konferenz darstellt.

²⁸ Die Bedeutung dieser Zeitspanne wird in Kapitel D. genauer erklärt.

²⁹ Sind Zuweisung und Nutzung getrennt, ermöglicht dies den Nachfragern umzudisponieren. Nachfrager, die nicht zum Zuge kommen, können z.B. andere Rechte erwerben. Siehe dazu genauer Kapitel F. Außerdem haben die Gesellschaften die Möglichkeit, ihre Kapazität anzupassen (z.B. Kauf/Verkauf oder Vermietung/Anmietung von Flugzeugen).

³⁰ Dies wäre z.B. der Fall, wenn einem Charterflugzeug, dessen Pünktlichkeit nicht so wichtig und damit die Zahlungsbereitschaft für die Rollbahnnutzung zu einer bestimmten Zeit normalerweise niedrig ist, der Sprit ausgeht und aufgrund dessen eine hohe Zahlungsbereitschaft besteht.

³¹ IATA (International Air Transport Association) ist die Dachorganisation der im internationalen Linienverkehr tätigen Luftverkehrsgesellschaften. Auf den Flugplankonferenzen haben sich die Fluggesellschaften früher über eine für sie auskömmliche (im Sinne von wenig wettbewerbsintensiver) Bedienung des Marktes für Flugdienstleistungen geeinigt. Vgl. Flughafen Frankfurt am Main AG (Hrsg.) (1983), S. 3. Heute steht das Problem der Zuweisung knapper Slots im Vordergrund.

In einem zweiten Schritt erfolgen auf der IATA-Konferenz Abstimmungen zwischen den Gesellschaften und den Koordinatoren der einzelnen Länder, die gerade für die auf Alternativ-Zeiten verschobenen Flüge erforderlich sind. Am Ende der Konferenz werden die Slots auf Basis der Verhandlungsergebnisse zugewiesen.³² Die Nutzung der Slots erfolgt in einem dritten Schritt.

Dieses Procedere entspricht genau dem fünfteiligen Handlungsprozeß und ermöglicht damit in nahezu idealer Weise die Preissetzung. Nach dem ersten Schritt kennt der Koordinator (stellvertretend für den Anbieter) die Nachfragewünsche (Z_1). Eine Modifikation des Verfahrens würde es problemlos ermöglichen, daß mit dem Nachfragewunsch auch die maximale Zahlungsbereitschaft angegeben wird. Damit kennt der Anbieter nicht nur die Pseudo-Nachfragefunktion³³ (bei N_2 die Strecke zwischen P_1 und B in (Abb. 5)), sondern zum Zeitpunkt Z_2 auch den relevanten Teil der tatsächlichen Nachfragefunktion (Strecke FB). Da die Kapazität aufgrund der exogenen Kapazitätsbestimmung ebenso bekannt ist, kann nun für jedes Zeitintervall und für jeden Flughafen ein Angebots-Nachfragediagramm (wie in Abbildung 5) erstellt werden.³⁴ Daran anschließend werden der Gleichgewichtspreis P_2 (siehe Abbildung 6) gesetzt (Z_3) und die Slots zugewiesen (Z_4). Die tatsächliche Inanspruchnahme erfolgt dann, wie heute praktiziert, als fünfter, zeitlich von den anderen beiden entfernter Schritt.

Die theoretisch bestehenden Gegebenheiten auf dem Slotmarkt, nämlich

- Definition und Zuteilung von Nutzungsrechten,
- hinreichender Zeitraum zwischen den Schritten des skizzierten Handlungsprozesses,
- dichte zeitliche Aufeinanderfolge von Ermittlung des GGW-Preises und Verkauf der Rechte

ermöglichen die Rationierung der knappen Slots über den Geldpreis in geradezu idealer Weise. Probleme infolge von Prognoseunsicherheiten und kurzfristigen Preisinflexibilitäten, die auf vielen anderen Märkten auftreten, können hier aufgrund der idealen Rahmenbedingungen vermieden werden.

³² Vgl. Wenglorz (1992), S. 115.

³³ Wir bezeichnen diese Nachfragefunktion als Pseudo-Nachfragefunktion, da sie nur aussagt, wieviele Slots zum Preis P_1 nachgefragt werden, und nicht die wahren Zahlungsbereitschaften widerspiegelt.

³⁴ Von strategischen Verhaltensweisen der Nachfrager bei der Bekanntgabe der Zahlungsbereitschaften und slotspezifischen Besonderheiten sehen wir an dieser Stelle der Arbeit ab. Eine Diskussion dieser Probleme erfolgt in Kapitel E. und F.

5. Die Vergabe-Praxis

Um so erstaunlicher ist es, daß die Slotvergabe in Europa nicht durch einen Preismechanismus geregelt ist. Die Zuweisung der Slots im Knappheitsfall erfolgt im wesentlichen gemäß der Prioritäten- und Newcomer-Regeln, die die Selektion der Nachfrager in Begünstigte und Nicht-Begünstigte anhand diskriminierender Kriterien und nicht gemäß der Zahlungsbereitschaft vornehmen.³⁵ Von Interesse ist hier eine wohlfahrtsökonomische Analyse der Rationierung durch Diskriminierung, zu der wir die Newcomer-Regeln und exemplarisch für die Prioritäten-Regeln die Großvaterrechte betrachten.

a) Großvaterrechte

Überschreitet die Anzahl der nachgefragten Slots die Kapazität, erhält diejenige Fluggesellschaft den Slot, die ihn bereits in der Vorperiode hatte, sofern sie ihn wieder beantragt hat (Großvaterrecht).³⁶

Die Kritik an den Großvaterrechten bezieht sich auf ihre wettbewerbsbeschränkende Wirkung, deren Folgen sich auf dem Markt für Flugdienstleistungen äußern. Die Großvaterrechte schützen die Besitzstände etablierter Fluggesellschaften, die aufgrund ihrer historischen Präsenz am Markt seit langer Zeit die attraktivsten Slots (d.h. Slots zu den aus der Sicht der Fluggäste beliebtesten Zeiten) nutzen. Da diese Slots i.d.R. vollständig über die Großvaterrechte zugewiesen werden³⁷ und angesichts der Kapazitätsengpässe zumindest kurzfristig keine gleichwertigen zusätzlichen Slots geschaffen werden können, bleiben

³⁵ Die Vergabe von Slots ist in Deutschland im 10. Änderungsgesetz des Luftverkehrsgesetzes bzw. durch den Code of Conduct (vgl. EG/EU Rat (1993)) geregelt. Das 10. Änderungsgesetz sowie der Code of Conduct bauen im wesentlichen auf dem Vergabeverfahren der IATA (International Air Transport Association) auf. Vgl. Wendlik (1993), S. 273. Die Anwendung der IATA-Regeln in Deutschland wurde durch eine Arbeitsrichtlinie des Bundesministeriums für Verkehr festgelegt. Vgl. Holz (1991), S. 232.

³⁶ Vgl. EG/EU Rat (1993), Art. 8 Abs. 1. Bleiben nach dieser Verteilung noch Slots übrig, werden diese nach weiteren Prioritäts-Kriterien zugeteilt. Zweite Priorität besteht für in einer Flugperiode häufige Flüge gegenüber weniger häufigen (z.B. tägliche Flüge während der gesamten Flugperiode vor nicht-täglichen Flügen (Häufigkeitsprinzip)). Sollten dann noch Slots frei sein, werden gemäß der dritten Priorität (Intervallprinzip) Flüge, die während der gesamten Flugperiode durchgeführt werden sollen, Flügen, die nur während eines Teils der Periode beabsichtigt sind, vorgezogen. Reichen diese Kriterien nicht aus, gelten zusätzliche Regeln: Anflug vor Abflug, Langstreckenflug vor Kurzstreckenflug, schweres Flugzeug vor leichtem, Transitflug vor Umkehrflug, Flug einer Gesellschaft, die eine Basis auf dem Flughafen hat, vor dem Flug anderer Gesellschaften. Vgl. z.B. Holz (1991), S. 232; Borrmann (1991), S. 680; Meyer (1991), S. 25.

³⁷ Ca. 95% aller Slots sind durch Großvaterrechte gebunden, vgl. Holz (1991), S. 234.

für neue Konkurrenten im wesentlichen nur Slots zu wenig nachgefragten Zeiten übrig. Damit stellen die Großvaterrechte Markteintrittsbarrieren dar, die neuen Konkurrenten den Zugang zum Markt für Flugdienstleistungen gravierend erschweren.³⁸

Die EU-Kommission erkannte diese Problematik und realisierte die Inkonsistenz zwischen der Wirkung der Großvaterrechte und dem Ziel des Ministerrats, die Entwicklung des Luftverkehrs in der Gemeinschaft durch verbesserten Marktzugang zu fördern.³⁹ Dieser Problematik sollte ein Vorschlag der EU-Kommission zur Zuweisung von Zeitnischen (Slots) auf Flughäfen der Gemeinschaft Rechnung tragen. Insbesondere sollte der Marktzugang erleichtert und damit der Wettbewerb gefördert werden.⁴⁰

b) Newcomerregeln

Diese Regeln beziehen sich im wesentlichen darauf, Newcomern im Flugverkehr eine Chance bei der Slotzuteilung einzuräumen, ohne jedoch die bisherigen Prinzipien der Vergabe grundsätzlich zu verändern.⁴¹ Dazu wird auf jedem koordinierten⁴² Flughafen der EU ein Slot-Pool, bestehend aus neu geschaffenen, zurückgegebenen und entzogenen Slots, eingerichtet.⁴³

Die Bestimmungen zur Erleichterung des Marktzugangs sehen vor, daß Newcomern⁴⁴ 50% der in dem Pool enthaltenen Slots zur Verfügung stehen,

³⁸ Vgl. zu einer detaillierten Analyse der wettbewerblichen Wirkung von Großvaterrechten z.B. Holz (1991); Wolf (1991); Bormann (1991); von Rohr / Stoetzer (1991).

³⁹ Vgl. EG/EU Rat (1990).

⁴⁰ Vgl. EG/EU Rat (1993), S. 1.

⁴¹ Newcomer werden von den Prioritätenregeln tendenziell benachteiligt. Vgl. z.B. Wolf (1991), S. 189.

⁴² Koordiniert werden überlastete Flughäfen. Zu den genauen Kriterien, wann ein Flughafen als koordiniert zu erklären ist, vgl. EG/EU Rat (1993), Art. 3.

⁴³ Entzogen werden Slots, deren Nutzung 80% unterschreitet, wenn dies nicht durch besondere Gründe gerechtfertigt ist. Vgl. EG/EU Rat (1993), Art. 10. Reichen die Slots dann noch nicht aus, um alle Anträge von Newcomern zu bedienen, werden anderen Fluggesellschaften nach weiteren Kriterien Slots entzogen.

⁴⁴ Als Newcomer gelten Unternehmen, die an einem Tag auf dem Flughafen nicht mehr als vier Zeitnischen haben und für diesen Tag zusätzliche Slots beantragen oder weniger als vier Slots für Flüge zwischen zwei Flughäfen der Gemeinschaft haben und weitere beantragen. Dabei dürfen diese Flüge höchstens von zwei anderen Unternehmen durchgeführt werden. Nicht als Newcomer gilt ein Unternehmen, das über mehr als 3% aller Slots an dem betreffenden Tag auf dem betreffenden Flughafen oder über mehr als 2% aller Slots an dem betreffenden Tag auf dem betreffenden Flughafensystem (vgl. EG/EU Rat (1993), Art. 2. Abs. h) vorhandenen Slots verfügt. Vgl. EG/EU Rat (1993), Art. 2.

auch wenn andere Fluggesellschaften mehr als 50% von diesen Slots nachfragen.⁴⁵

Aus wettbewerbsspolitischer Sicht angreifbar erscheinen diese Regeln auf jeden Fall im Hinblick auf die im Pool enthaltenen Slots (bei diesen handelt es sich zum Großteil um geringerwertige Slots, die den Newcomern keinen ernsthaften Marktzutritt ermöglichen) und die recht willkürliche administrative Bestimmung, wer als Newcomer in Frage kommt. Zwar erreichen die Newcomer-Regeln eine geringfügige Verbesserung der Situation, lösen aber das grundsätzliche Problem des diskriminierenden Marktzugangs nicht.⁴⁶

Hier soll darauf hingewiesen werden, daß sich die wettbewerbsspolitische Problematik auf den Markt für Flugdienstleistungen (Anbieter: Fluggesellschaften, Gut: Flugreisen, Nachfrager: Fluggäste) bezieht, für die Slots, die wir als Beispiel für geregelte Nutzungen verwenden, einen Input-Faktor darstellen. Ziel dieser Arbeit ist jedoch keine ausführliche wettbewerbsspolitische Diskussion dieses Marktes⁴⁷, sondern die Ermittlung eines Allokationssystems, das eine wohlfahrtsmaximierende Nutzung der jeweiligen Infrastruktur gewährleistet.

Da aber Wettbewerbsbeschränkungen auf dem Markt für Flugdienstleistungen für die wohlfahrtsmaximierende Nutzung der Infrastruktur problematisch sind, darf ein Hinweis darauf nicht fehlen, zumal dieser auch für das Verständnis der gerade dargestellten Regeln erforderlich ist. Die wettbewerbsspolitischen Aspekte werden im folgenden immer dann einbezogen, wenn sie durch das Allokationssystem beeinflußt werden.

Betrachten wir nun die Allokations-Wirkungen der Rationierung über die Personen-Diskriminierung durch Großvaterrechte und Newcomer-Regeln.⁴⁸ Kern beider Regeln ist, daß Nachfrager die Rechte aufgrund der Zugehörigkeit zu einer bestimmten Gruppe erhalten. Dies führt nur dann zur optimalen Allokation, wenn die Rechte bei diesen Personen (oder hier Gesellschaften) am effizientesten verwendet werden. Als Indikator für die Effizienz der Verwendung dient die Höhe der Zahlungsbereitschaft. Daher wird nun untersucht, ob die Kriterien so ausgestaltet sind, daß sie diejenigen Nachfrager auswählen, deren Zahlungsbereitschaft am höchsten ist.

Zur Operationalisierung des Begriffes Zahlungsbereitschaft für unser Beispiel „Slot“ gehen wir davon aus, daß der maximale Betrag, den die Gesell-

⁴⁵ Vgl. EG/EU Rat (1993), Art. 10.

⁴⁶ Vgl. z.B. Borrmann (1991), S. 683-686; Koran / Ogur (1985), S.1.

⁴⁷ Diese ist in der einschlägigen Literatur detailliert geführt worden. Vgl. z.B. Borrmann (1991), S. 683-686; Beesley (1986), Levine (1987); Beane (1980); Joskow (1988), Peteraf (1995); Morrison / Winston (1995).

⁴⁸ Zu einer modelltheoretischen Effizienzbetrachtung alternativer Verfahren der Slotallokation vgl. Wolf (1994).

schaften für einen Slot zu zahlen bereit sind, den erwarteten Erlösen aus der mit dem Slot als Input-Faktor durchzuführenden Transportdienstleistung abzüglich der übrigen Kosten, die die Erbringung dieser Dienstleistung verursacht, entspricht.⁴⁹ Konkret ist also zu fragen, ob zum einen die Newcomer die höchste Zahlungsbereitschaft für den ihnen zugewiesenen Anteil aus dem Slotpool und zum anderen die Inhaber historischer Rechte die höchste Zahlungsbereitschaft für diese haben.

Wir können annehmen, daß an den Pool-Slots interessierte Newcomer zumindest für die zurückgegebenen Slots die höchste Zahlungsbereitschaft haben. Diese These beruht auf der Überlegung, daß Fluggesellschaften dann Slots zurückgeben, wenn der Ertrag, der mit ihnen erwirtschaftet wird, niedriger ist als ihr Preis (hier die Flughafengebühr).⁵⁰ Beantragen die Newcomer nun diese Slots, ist ihre Zahlungsbereitschaft größer oder gleich dem Preis entsprechend der Flughafengebühr. Die Rückgabe dieser Slots und der Erwerb durch Newcomer ist eine Effizienzverbesserung, da ihre Zahlungsbereitschaft für diese Slots höher ist, als die der Etablierten.⁵¹ Eine absolute Aussage über die Effizienz läßt sich hier nicht treffen, da Gesellschaften, die weder als Etablierte noch als Newcomer klassifiziert sind, bei dieser Zuweisungs-Regel nicht berücksichtigt werden. Dies stellt auch einen Kritikpunkt an der administrativen Bestimmung des Newcomer-Status dar.

Für die restlichen Slots (entzogene und neu geschaffene) kann eine solche Aussage nicht getroffen werden, da die Zugehörigkeit zur Gruppe der Newcomer nichts über die Zahlungsbereitschaft aussagt.

Die Großvaterrechte ermöglichen den etablierten Gesellschaften, kontinuierliche Flugpläne aufzustellen. Unter Umständen verhalten sich die Fluggäste habituell und sind bereit, mehr für einen Flug zu bezahlen, weil die Fluggesellschaft etabliert ist und die kontinuierliche Bedienung einer Relation aus ihrer Sicht ein relevantes Qualitätskriterium darstellt. Daraus abgeleitet kann zwar der Etablierte *ceteris paribus* mehr für einen Slot zahlen als der Newcomer,⁵²

⁴⁹ Vgl. Koran / Ogur (1983), S 7; Meyer (1991), S. 27. Um diese Analyse von der wettbewerbsspolitischen Problematik zu trennen, gehen wir hier nur von Erträgen aus, in denen keine Rente durch Monopolisierung des Folgemarktes enthalten ist. Die Monopolisierungs-Problematik wird in Kapitel F. aufgegriffen.

⁵⁰ Eine Slot-Hortung ohne Nutzung ist nicht erlaubt. Vgl. EG/EU Rat (1993), Art. 10.

⁵¹ Die gleiche Slotallokation wäre zustandegekommen, wenn die Slots zwischen Etablierten und den administrativ als Newcomer klassifizierten Gesellschaften frei handelbar wären.

⁵² Da die Zahlungsbereitschaft der Fluggäste ein Bestimmungsfaktor des Erlöses aus der Transportdienstleistung ist, bestimmt sie auch die Zahlungsbereitschaft der Gesellschaft für einen Slot.

jedoch ist dies in erster Linie auf das habituelle Kundenverhalten zurückzuführen und nicht zwangsläufig auf Effizienzvorteile.⁵³

Habituelles Kundenverhalten stellt insofern eine strukturelle Markteintrittsbarriere dar, als es dem Newcomer beim Markteintritt irreversible Kosten verursacht. Er muß in der Anfangsphase seine gleich guten Produkte zu niedrigeren Preisen als der Etablierte verkaufen, um überhaupt Nachfrage von diesem abziehen und bzw. oder hohe Werbe-Aufwendungen tätigen, um die Produkte bekannt zu machen. Die dabei entstehenden Aufwendungen stellen irreversible Kosten dar, weil sie im Falle eines fehlgeschlagenen Markteintritts verloren sind.

Für den Markt der Flugdienstleistungen bedeutet dies, daß Etablierte von dem habituellen Kundenverhalten über höhere Flugpreise profitieren können, während die Newcomer ihre Flüge zumindest in der Einführungsphase günstiger anbieten müßten. Zahlt der Etablierte aufgrund dessen mehr für die Slots als Newcomer, entspricht die Verteilung gemäß der Großvater-Rechte der pretialen Allokation. Selbst wenn dieses Ergebnis bei einem Zuweisungstermin herauskäme, ist die Zuweisung über die Diskriminierung zu kritisieren, da sie den Newcomern keine Chance läßt, die Markteintrittsbarriere zu überwinden.

Ist der Newcomer effizienter als der Etablierte, kann ersterer bei einem diskriminierungsfreien, pretialen Verfahren zumindest einige Slots erwerben, indem er den Etablierten überbietet. Somit kann er in den Markt für Flugdienstleistungen eintreten, was bei dem Diskriminierungsverfahren nicht der Fall ist. Konkurriert er auf dem Markt für Flugdienstleistungen gegen etablierten Anbieter und liegt habituelles Kundenverhalten vor, so müßte er die Flüge im Extremfall zwar zunächst zu Unterkosten-Preisen anbieten, hat aber damit die Möglichkeit, in Reputation bei den Kunden zu investieren. Ist dieses gelungen, kann er durch entsprechend höhere Preise einen „Return on Investment“ erwirtschaften.

Natürlich ist es auch möglich, daß die Etablierten effizienter sind als die Newcomer und aufgrund dessen unabhängig vom habituellen Kundenverhalten eine höhere Zahlungsbereitschaft für Slots haben. In diesem Fall würde die Diskriminierungsregel die Slots tatsächlich in die effizienteste Verwendung lenken und das Ergebnis entspricht der pretialen Allokation.⁵⁴

Diese Überlegungen sollten zeigen, daß die Diskriminierungsregeln nicht in der Lage sind, die effizientesten Verwender der Slots zu identifizieren und

⁵³ Habituelles Kundenverhalten tritt insbesondere auf Märkten mit asymmetrischen Informationen zugunsten der Anbieterseite auf. Vgl. Kantzenbach / Kruse (1989), S. 84-87.

⁵⁴ Jedoch fehlt bei der Diskriminierung die Information über den Gleichgewichtspreis. Somit wird auf den Investitionsindikator verzichtet.

somit ein optimales Allokations-Ergebnis zwar zufällig möglich, aber keinesfalls garantiert ist.

Der Vorteil eines pretialen, diskriminierungsfreien Verfahrens ist dagegen, daß es im Prinzip effizient alloziert, da die Nachfrager mit den höchsten Zahlungsbereitschaften die Güter erhalten. Die markteintrittsbehindernden Auswirkungen möglichen habituellen Kundenverhaltens auf dem Markt für Flugdienstleistungen kann es zwar nicht vermeiden, es gibt aber dem Newcomer eine Chance, diese zu überwinden, während das diskriminierende Verfahren selber eine unüberwindbare Markteintrittsbarriere darstellt.

Graphisch können sowohl mögliche Ineffizienzen als auch die Zufälligkeit veranschaulicht werden, mit der diese willkürliche Zuteilung der knappen Rechte die effiziente Allokation erreichen kann.⁵⁵ Dazu nehmen wir an, daß wir die aggregierten Nachfragefunktionen der Gruppe der Begünstigten (N_B) und der Nicht-Begünstigten (N_N) kennen und abstrahieren der Einfachheit halber von habituellem Kundenverhalten (siehe Abbildung 8).

Die Strecke AZ auf der Abzisse stellt die verfügbare Menge Slots dar, die wir als homogen annehmen. In dieser Abbildung wird N_B in der üblichen Weise (ansteigende Mengen vom Nullpunkt 0_B nach rechts), N_N wird von dem anderen Nullpunkt 0_N nach links abgetragen. Zum „Preis“ P_1 in Höhe der Flughafengebühr, die annahmegemäß die kurzfristigen Grenzkosten deckt, fragen die Begünstigten die gesamte Menge AZ nach. Nun gehen wir davon aus, daß das Diskriminierungskriterium den Begünstigten die gesamte Menge AZ zuweist. Die in diesem Fall der Wohlfahrt entsprechende Konsumentenrente der Begünstigten beträgt P_1CD .

Die Ineffizienz dieser Zuweisung läßt sich zeigen, indem der Wert jedes einzelnen Slots in beiden Verwendungsrichtungen (bei den Begünstigten und bei den Nicht-Begünstigten) verglichen wird. Dabei ergibt sich, daß die Nutzungswerte der Slots, die zwischen Z und F abgetragen sind, bei den Nicht-Begünstigten höher sind als bei den Begünstigten. Beispielsweise ist der Wert des Slots an der Stelle Z auf der Abzisse in der Verwendung bei den Nicht-Begünstigten um den Betrag EC höher als bei den Begünstigten. Die effiziente Allokation der Slots ist erreicht, wenn die Menge links von F den Begünstigten und die Menge rechts von F den Nicht-Begünstigten zugewiesen wird.⁵⁶ In diesem Fall (bei Beibehaltung des Preises in Höhe der Flughafengebühr) ergibt sich für die Begünstigten die Konsumentenrente im Umfang P_1GHD und für die Nicht-Begünstigten im Umfang CEHG. Die Summe dieser Konsumenten-

⁵⁵ Vgl. zu dem Grundprinzip dieser Darstellungsweise Kruse (1993), S. 178-181.

⁵⁶ Dieses Ergebnis wird z.B. durch den Knappheits-Preis in Höhe P^* erreicht. Für die wohlfahrtsökonomische Darstellung ist jedoch hier nur die effiziente Zuweisung entscheidend.

renten stellt die Wohlfahrt dar. Vergleicht man die nun realisierte Wohlfahrt mit derjenigen bei der Zuweisung aufgrund der Diskriminierungsregel, so ergibt sich ein Wohlfahrtsgewinn im Umfang der Fläche HCE.

Die Diskriminierungsregel bringt in unserem Beispiel (Abbildung 8) nur dann das effiziente Ergebnis hervor, wenn die maximale Zahlungsbereitschaft der Nicht-Begünstigten niedriger als P_1 ist.⁵⁷ Bei allen anderen möglichen Nachfragefunktionen ist das Ergebnis ineffizient. Das zeigt, wie zufällig eine willkürliche Diskriminierung ein effizientes Ergebnis realisiert.⁵⁸

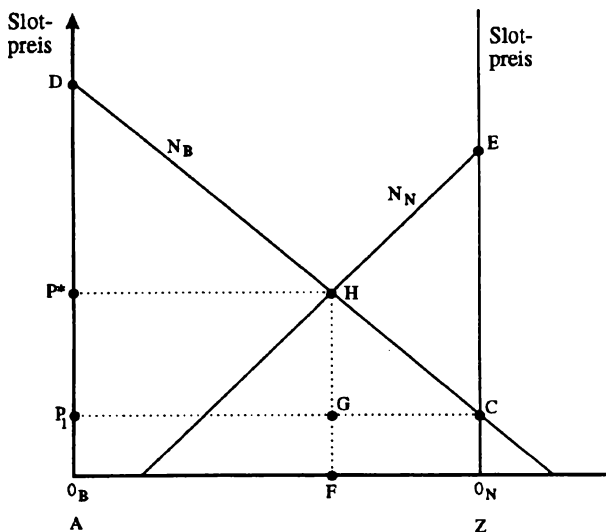


Abb. 8: Konkurrenz um Slots

6. Bewertung des derzeitigen Umgangs mit Kapazitäts-Knappheiten auf Flughäfen

Das in der Realität praktizierte Handling von Überlasten bei der Flughafen-nutzung weist aus ökonomischer Sicht sowohl adäquate als auch inadäquate Aspekte auf.

Die Definition von Nutzungsrechten sowie die Transaktionsbedingungen ihrer Vergabe stellen eine geeignete Grundlage für eine effiziente Allokation dar.

⁵⁷ Wenn also eine Nachfragefunktion N_N gilt, deren maximaler Wert niedriger als P_1 ist und die damit unterhalb des Punktes C beginnt.

⁵⁸ Vgl. dazu auch Grether / Isaac / Plott (1981), S. 168.

Die Ermittlung der maximalen Anzahl von Nutzungsrechten beruht im wesentlichen auf dem qualitätsbestimmenden Kalkül ausreichender Sicherheitsabstände und realisiert in der praktischen Umsetzung das Ausschlußprinzip in Form einer physischen Mengenbeschränkung. Diese institutionellen Bedingungen sorgen dafür, daß aus den prinzipiell partiell rivalen (ungeregelten) Nutzungen aus Sicht der Nachfrager bis zur Kapazitätsgrenze nicht rivale Nutzungen eines bestimmten Qualitätsniveaus werden, während sich, wenn die maximale Anzahl der Rechte zugewiesen ist, eine direkte Rivalität einstellt. Die Transaktionsbedingungen der Vergabe ermöglichen über die zeitliche Trennung der relevanten Handlungsschritte eine idealtypische Operationalisierung des theoretischen Preissetzungsprozesses in der Realität.

Der ökonomisch unbefriedigende Teil des praktizierten Handlings sind die nicht-pretialen Vergabeverfahren. Diese Verfahren weisen die knappen Slots über diskriminierende Kriterien zu, hinter denen ein komplexes administratives Regelwerk steht. Neben dem Ergebnis, daß auf diese Weise mit großer Wahrscheinlichkeit ineffizient alloziiert wird, haben diese Regelungen eine marktzutrittsbeschränkende Wirkung auf den Markt für Flugdienstleistungen, da sie beim Zugang zu den notwendigen Input-Faktoren (Slots) diskriminieren. Somit beeinflussen sie die Wettbewerbsintensität auf dem nachgelagerten Markt für Flugdienstleistungen negativ, insbesondere dann, wenn es sich dabei um einen engen Markt handelt.

Die Nutzung des Preismechanismus kann hingegen den diskriminierungsfreien Zugang zum Markt für Slots ermöglichen. Wesentlich an dieser Stelle ist die Eignung des Preismechanismus, die Slots optimal auf Verwendungen zu allozieren, in denen sie den höchsten gesamtwirtschaftlichen Wert aufweisen.

Es ist anzunehmen, daß die Ermittlung von Preisen für jede Gruppe zeitlich differenzierter homogener Slots eine Art Peak-Load-Pricing Struktur ergibt, die die unterschiedlichen Werte der Slots zu verschiedenen Uhrzeiten widerspiegelt. Eine plausible Reaktion auf eine solche differenzierte Preisstruktur ist die teilweise Verlagerung der Nachfrage in nutzungsärmere und damit billigere Zeitintervalle.⁵⁹ Dies führt zu einer effizienteren Auslastung der Infrastruktur, zu der das bisherige Verfahren keinen Anreiz bietet.

Dieser Aspekt ist für die im nächsten Abschnitt folgende langfristige Betrachtung von großer Bedeutung, da erst die ökonomisch effiziente Nutzung der Infrastruktur mit den unterschiedlich hohen Preisen die relevanten Engpässe für Investitionen aufzeigt. Wird kein Preis gesetzt, kann eine Ballung von

⁵⁹ Dafür ist außerdem erforderlich, daß die Tarife auf dem Markt für Flugdienstleistungen frei zu setzen sind, damit über niedrigere Flugpreise entsprechende Nachfrage für Flüge in diesen Zeiten attrahiert werden kann.

Nachfragewünschen in einem attraktiven Zeitintervall nicht allein auf die Notwendigkeit einer Infrastruktur-Erweiterung hinweisen. Dies ist erst dann der Fall, wenn die Zahlungsbereitschaft für eine Kapazitätserweiterung, über die der Knappheitspreis informiert, die Investition rechtfertigt.⁶⁰

Aufgrund dieser Vorteile des Preismechanismus und der idealen institutionellen Bedingungen, die seine uneingeschränkte Anwendbarkeit und Funktionsweise ermöglichen, besteht der grundsätzliche ordnungspolitische Vorschlag zur Allokation von geregelten Nutzungen in der Anwendung des Preismechanismus.⁶¹

III. Optimale Kapazität

1. Vorbemerkung

In diesem Abschnitt wird gezeigt, wie die langfristig optimale Kapazität für Flughäfen bei prognostizierbaren Nachfrageschwankungen ermittelt wird. Die Darstellung schließt an die kurzfristige Analyse effizienter Preise und Mengen aus Abschnitt B.II. (Abbildung 5) an.

Hier wird unterstellt, daß ein effizientes Vergabeverfahren bereits implementiert ist, das über die Zahlungsbereitschaften in jedem Zeitintervall informiert und damit die Nachfragefunktionen (die Spitzenlastnachfragefunktion N_2 und die Schwachlastnachfragefunktion N_1) bekannt sind.⁶² Ausgangspunkt unserer Analyse sind die optimalen Nutzungsniveaus X^* bei N_2 mit P_2 und X_1 bei N_1 und P_1 , die die relevanten Engpässe der Infrastruktur aufzeigen.

2. Peak-Load-Pricing Modell mit vereinfachenden Annahmen

Wir stellen zunächst das Peak-Load-Pricing Modell für Slots unter folgenden Annahmen dar. Die für jedes Zeitintervall bekannten Nachfragefunktionen nach Slots sind voneinander unabhängig, die Kreuzpreiselastizitäten betragen

⁶⁰ Siehe den folgenden Abschnitt B.III.

⁶¹ Vgl. zu Vorschlägen für die Implementation von Preisen für die Schienennutzung Aberle / Weber (1987), Aberle (1987), Schwanhäußner (1993), für die heute geltenden Preise die Preisbücher für den Personen- und für den Güterverkehr sowie zu deren kritischer Beurteilung Aberle / Brenner (1994). Vgl. als Überblick für die Preissetzung für Rollbahnnutzungen Wolf (1995); Grether / Isaac / Plott (1989).

⁶² Das Verfahren als solches ist Gegenstand der Kapitel E. und F.

also Null.⁶³ Weiter gehen wir von einer beliebig teilbaren Kapazität und von konstanten Skalenerträgen aus.⁶⁴ Für die Vereinfachung der graphischen Darstellung empfiehlt es sich, lediglich von zwei Zeitintervallen unterschiedlicher Nachfrage auszugehen.⁶⁵ Wir nehmen an, daß die Nachfrage nach Slots zwischen 6 und 22 Uhr höher ist als zwischen 22 und 6 Uhr, innerhalb dieser Intervalle sei die Nachfrage konstant. Abbildung 5 stellt für das erste Zeitintervall die Spitzenlastnachfragefunktion N_2 und für das zweite die Schwachlastnachfrage N_1 dar.⁶⁶

Da diese Zeitintervalle verschieden lang sind, bietet es sich an, das Peak-Load-Pricing Modell zur Ermittlung der optimalen Kapazität anhand des Ansatzes von Williamson⁶⁷ darzustellen, der in Abgrenzung zu dem grundlegenden Modell von Steiner⁶⁸ eine Umrechnung der Zeitintervalle auf einen vergleichbaren Maßstab ermöglicht.

In dem Ansatz von Williamson werden Kapazitätsnachfrage- und Angebotsfunktionen für ein Zeitintervall von 24 Stunden angenommen. Für die Kapazitätsangebotsfunktion müssen wir somit ermitteln, welche Kosten eine marginale Kapazitätserweiterung umgerechnet auf das 24-stündige Zeitintervall verursacht. Für unser Problem der Flughafen-Erweiterung muß bekannt sein, wieviel der für eine weitere Nutzung bzw. Flugbewegung in diesem Intervall erforderliche Ausbau der Infrastruktur kostet. Die Kapazitätskosten pro Nutzung werden in Abbildung 9 durch den konstanten Kostenverlauf KK dargestellt.

⁶³ Wir legen der Betrachtung Kreuzpreiselastizitäten von Null zugrunde, da dieses die Analyse vereinfacht, wenn wir wie zuvor die Summe von Konsumenten- und Produzentenrente als Wohlfahrtsmaß verwenden. So wird ebenfalls in der grundlegenden Literatur zum Peak-Load-Pricing verfahren. Vgl. Williamson (1966); Steiner (1957). Diese Wohlfahrtsmessung liefert nur dann eindeutige Ergebnisse, wenn die Nachfragefunktionen in den verschiedenen Perioden voneinander unabhängig sind und damit auch die in Periode 1 nachgefragten Mengen nicht von den Preisen in Periode 2 und umgekehrt abhängen, was bei positiven Kreuzpreiselastizitäten der Fall wäre. Allerdings sind positive Kreuzpreiselastizitäten realistischer und im Sinne einer besseren Auslastung der Infrastruktur durch teilweise Verlagerung der Nachfrage in nutzungsärmere Zeiten auch erwünscht. Vgl. zur Analyse des Peak-Load-Pricing Problems mit abhängigen Nachfragefunktionen Berg / Tschirhart (1988), S. 176-179.

⁶⁴ In der Realität kann man natürlich bei physischen Kapazitätserweiterungen der Rollbahnen nicht von beliebiger Teilbarkeit ausgehen. Obwohl die Länge der Bahnen graduell variierbar ist, ist der Bau zusätzlicher Bahnen die wesentliche Möglichkeit, die Kapazität zu vergrößern. Vgl. Walters (1978), S. 136.

⁶⁵ Natürlich muß dies für jeden Flughafen separat ermittelt werden, i.d.R. ist es erforderlich, mehrere Zeitintervalle abzugrenzen, um innerhalb der Intervalle die Nachfrage als konstant annehmen zu können.

⁶⁶ Siehe dazu die Darstellung von Schellhaaß (1978).

⁶⁷ Vgl. Williamson (1966).

⁶⁸ Vgl. Steiner (1957).

Um nun die effektive Nachfragefunktion nach Kapazität zu ermitteln, müssen wir als ersten Schritt die Deckungsbeiträge der beiden für die Dauer von 24 Stunden gezeichneten Nachfragefunktionen mit ihrem Anteil an dem 24-stündigen Gesamtzeitintervall gewichten. Die potentiellen Deckungsbeiträge der Spitzenlastnachfrager sind in Abbildung 5 dargestellt durch die Werte der Zahlungsbereitschaften zwischen F und B, die der Schwachlastnachfrager durch die Werte zwischen E und A. Dies sind jeweils die Beträge der marginalen Zahlungsbereitschaften, die marginalen Betriebskosten k übersteigen.

Diese Werte übernehmen wir in Abbildung 9. Daraus ergibt sich die Nachfragefunktion nach Kapazität NK_2 für die Spitzenlastnachfrager und NK_1 für die Schwachlastnachfrager. Nun gewichten wir jeden Wert dieser Nachfragefunktionen mit dem Anteil der jeweiligen Nachfragefunktion an dem Gesamtzeitintervall. Die Nachfragefunktion NK_2 gilt für 16 Stunden, also für $2/3$ des gesamten Zeitintervalls. Somit multiplizieren wir jeden Wert mit $2/3$, z.B. $0F \cdot 2/3 = 0G$, $0F$ für 16 Stunden entspricht $0G$ für 24 Stunden. Daraus ergibt sich GB als zeitlich gewichtete Nachfragefunktion nach Kapazität der Spitzenlastnachfrager. Ebenso wird mit NK_1 verfahren, HA stellt die zeitlich gewichtete Kapazitätsnachfragefunktion der Schwachlastnachfrager dar.

Als zweiter Schritt müssen die Nachfragefunktionen nach Kapazität beider Perioden aggregiert werden. Da die Nachfragefunktionen in verschiedenen, sich nicht überschneidenden Perioden gelten, rivalisiert die Nachfrage der einen Periode bezüglich der Kapazitätsnutzung nicht mit der der anderen Periode.⁶⁹ Das heißt die Inanspruchnahme der Kapazität durch einen Spitzenlastnachfrager verhindert nicht die Nutzung der Kapazität durch einen Nachfrager in der Schwachlastperiode.

Die sich hieraus ergebende vertikale Aggregation der Nachfragefunktionen nach Kapazität ist in Abbildung 9 durch die dick gezeichnete Funktion dargestellt. Die so aggregierte Nachfragefunktion nach Kapazität schneidet die Kapazitäts-Grenzkosten KK im Punkt I. Im gleichen Punkt schneidet auch die zeitlich gewichtete Spitzenlast-Kapazitäts-Nachfragefunktion (Strecke GB in Abbildung 9), das heißt die Schwachlast-Nachfrager beeinflussen in diesem Fall die Kapazitätserweiterung nicht.⁷⁰

Somit wird die optimale Kapazität in diesem Fall allein durch die Spitzenlastnachfrager bestimmt, und zwar über den Schnittpunkt I von der gewichteten Spitzenlast-Kapazitäts-Nachfragefunktion und den Kapazitäts-Grenzkosten. Daraus ergibt sich die Kapazität X_{opt} mit der neuen kurzfristigen Angebots-

⁶⁹ Diese Eigenschaft führt dazu, daß die individuellen Nachfragefunktionen nicht horizontal, wie für rivalisierende Güter, sondern vertikal aggregiert werden.

⁷⁰ Für unser Beispiel wurde die Situation der festen Spitze (firm peak) unterstellt. Zur Analyse der wechselnden Spitze (shifting peak) vgl. Schellhaaß (1978).

funktion KA_2 . Die effizienten Preise erhält man wieder über die Schnittpunkte der Nachfragefunktionen N_1 und N_2 mit der kurzfristigen Angebotsfunktion. Dazu übertragen wir die optimale Kapazität in Abbildung 5. Die Spitzenlastnachfrager zahlen den Preis P_3 , der die marginalen Betriebskosten für diese Nutzergruppe und die gesamten Kapazitätskosten deckt.⁷¹ Die Deckung der gesamten Kapazitätskosten durch die Zahlungsbereitschaft der Spitzenlastnachfrager ergibt sich daraus, daß nur in dem Spitzenlastintervall ein Engpaß auftrat, der für die Kapazitätserweiterung maßgeblich war. Somit erfolgt die Bestimmung der optimalen Kapazität allein über die Zahlungsbereitschaft der Spitzenlastnachfrager. Für die Schwachlastnachfrager ändert sich nichts, sie zahlen wie zuvor den Preis P_1 in Höhe der marginalen Betriebskosten.

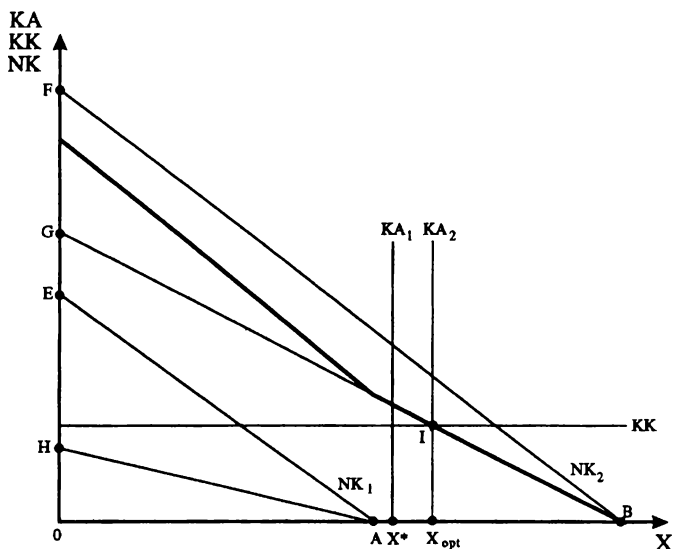


Abb. 9: Optimale Kapazität

3. Unteilbarkeiten

Bei der Darstellung des Peak-Load-Pricing Modells sind wir von beliebiger Teilbarkeit der Infrastruktur ausgegangen, haben aber bereits darauf hingewiesen, daß dieses auf die meisten Infrastruktur-Veränderungen nicht zutrifft.⁷² Gewisse Unteilbarkeiten sind für Infrastruktur-Investitionen typisch. Einige

⁷¹ Bei konstanten Skalenerträgen und beliebiger Teilbarkeit der Kapazität wird bei Grenzkostenpreisen und optimaler Dimension Eigenwirtschaftlichkeit erreicht.

⁷² Vgl. Walters (1978), S. 136.

Autoren bezeichnen die Erweiterung einer Infrastruktur als All-or-Nothing Expansion. Darunter kann man sich eine Situation vorstellen, in der entschieden werden muß, ob z.B. eine zusätzliche Rollbahn gebaut wird oder nicht.⁷³ Zwar kann die Kapazität (maximal mögliche Starts und Landungen im Zeitintervall) durch effizientere Nutzung der vorhandenen Rollbahnen, Terminals etc. durch bessere Flugsicherung erweitert werden, die wesentliche Erweiterungsmöglichkeit besteht jedoch im Bau einer zusätzlichen Rollbahn.⁷⁴

Hier sollen nun die Implikationen solcher Unteilbarkeiten am Beispiel der Kapazitätserweiterung von Rollbahnen dargestellt werden. Der Einfachheit halber gehen wir nun wieder von einer Nachfragefunktion (Nachfragefunktion N in Abbildung 10) nach Nutzungsrechten aus, die für alle Zeitintervalle gilt. Wir nehmen konstante Skalenerträge des Infrastruktur-Baus (konstante Kapazitätsgrenzkosten KK) und konstante marginale Betriebskosten k an.⁷⁵

In der Ausgangssituation besteht die Kapazität X_1 mit der kurzfristigen Angebotsfunktion KA_1 . Hier besteht Nachfrage nach zusätzlicher Kapazität, die Zahlungsbereitschaft des marginalen Nutzers übersteigt die langfristigen Grenzkosten. Die effiziente Kapazität bei beliebiger Teilbarkeit wäre X_2 , der effiziente, in diesem Fall kostendeckende Preis beträgt P_2 , ermittelt aus dem Schnittpunkt der Nachfragefunktion mit den langfristigen Grenzkosten LGK.

Stellen wir uns nun vor, daß aufgrund der Unteilbarkeit einer Landebahn entweder nur die Kapazität X_1 oder X_3 angeboten werden kann. Dann entspricht die beim Punkt A beginnende horizontale Funktion nicht mehr den langfristigen Grenzkosten⁷⁶, sondern der Addition der Kapazitätserweiterungskosten pro fiktiver Einheit zu den marginalen Betriebskosten. Nun ist zu überlegen, ob die Erweiterung der Kapazität auf X_3 gesamtwirtschaftlich effizient ist, das heißt, ob sie die Wohlfahrt gegenüber der Situation mit Kapazität X_1 erhöht.

⁷³ Das gleiche gilt für das Beispiel Straße, welches Walters zur Veranschaulichung der All-or-Nothing Expansion verwendet. Die hier auftretende Unteilbarkeit besteht darin, daß die Straße mindestens so breit wie ein Fahrzeug sein muß, sonst ist sie nicht nutzbar, d.h. die kleinste Einheit der Straße ist eine Spur. Erweiterungen unterliegen auch Unteilbarkeiten. Zwar kann die eine Spur etwas verbreitert werden, damit sicheres und schnelleres Fahren möglich ist, die eigentliche Erweiterung besteht aber im Bau einer zweiten Spur. Vgl. Walters (1968), S. 41.

⁷⁴ Vgl. Walters (1978), S. 136. Hier werden die eher teilbaren Erweiterungsmöglichkeiten dargestellt.

⁷⁵ Vgl. zu der folgenden Darstellung Starkie (1982).

⁷⁶ Die langfristigen Grenzkosten stellen die minimalen Kosten jeder zusätzlichen Mengeneinheit dar. Z.B. stellt der Punkt G auf der bei A beginnenden horizontalen Funktion nur bei vollständiger Teilbarkeit die gesellschaftlich minimalen Grenzkosten für die Mengenerweiterung auf X_2 dar. Bei den hier unterstellten Unteilbarkeiten kann dieser Punkt nicht realisiert werden.

Bei der Kapazität X_1 und dem hier effizienten Preis P_1 ergab sich eine Wohlfahrt im Umfang der Fläche ABCD (zusammengesetzt aus der Konsumentenrente P_1CD und der Produzentenrente P_1ABC). Die Wohlfahrt bei der Kapazität X_3 und dem bei KA_3 effizienten Einheitspreis P_3 ergibt sich aus der Konsumentenrente (DP_3E) abzüglich des bei P_3 auftretenden Defizits (P_3EFA). Daraus ergibt sich die Wohlfahrt im Umfang der Fläche $AF'E'D$ ⁷⁷. Der Wohlfahrtsgewinn dieser Kapazitätserweiterung beträgt $CBF'E'$. Somit ist die Kapazitätserweiterung von X_1 auf X_3 effizient.⁷⁸

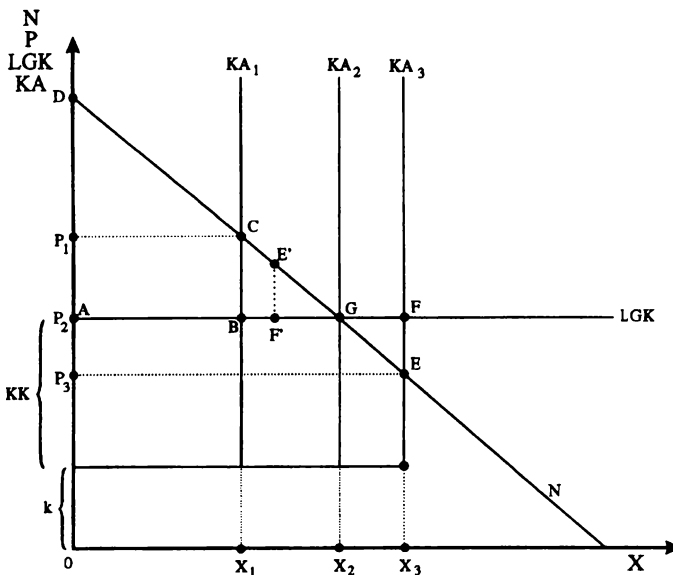


Abb. 10: Optimale Kapazität bei Unteilbarkeiten

Daraus ergibt sich erstens, daß der effiziente Einheitspreis bei unteilbarkeitsbedingter Überkapazität auch bei konstanten Skalenerträgen die Kosten nicht deckt und zweitens, daß zumindest aus theoretischer Sicht nicht das Defi-

⁷⁷ Zur besseren Illustration der Wohlfahrtssituation sind die Punkte E' und F' so eingezeichnet worden, daß sich die Dreiecke GEF und $GE'F'$ entsprechen.

⁷⁸ Natürlich muß eine adäquate Methode gefunden werden, das Defizit zu decken. Ideal wäre eine allokationsneutrale Finanzierung. Vgl. z.B. Coase (1970), S. 118. Dies ist aber nicht Thema dieses Abschnitts.

zit, sondern die gesamte Wohlfahrt der Beurteilungsmaßstab für die Effizienz des Ausbau-Vorhabens sein muß.⁷⁹

In diesem Abschnitt wurde dargestellt, welche Bedeutung die Anwendung des Preismechanismus über die kurzfristige Rationierung von geregelten Nutzungen hinaus hat. Zum einen zeigt sie aufgrund der effizienten kurzfristigen Rationierung die relevanten Infrastrukturengpässe auf. Zum anderen kann die optimale Dimension der Infrastruktur theoretisch leicht ermittelt werden, wenn ein geeignetes, pretiales Vergabeverfahren implementiert ist, das die Rechte sowohl kurzfristig effizient alloziert als auch den Anbieter im Idealfall über die gesamten Nachfragefunktionen informiert. Mit dieser langfristigen Betrachtung schließen wir zunächst die Analyse geregelter Nutzungen ab und widmen uns im nächsten Kapitel der Analyse ungeregelter Nutzungen, die die Basis der effizienten Definition der den geregelten Nutzungen zugrundeliegenden Standards darstellt.

⁷⁹ Allerdings gibt es eine Reihe von ökonomischen Argumenten, die die Relevanz sowohl der intra- als auch intersektoralen Eigenwirtschaftlichkeit betonen. Vgl. als Überblick Laffont / Tirole (1993), S. 24ff.

Wie die Analyse gezeigt hat, ist die theoretische Bestimmung der optimalen Kapazität recht einfach herzuleiten. Die praktische Umsetzung solcher Kapazitätserweiterungen ist jedoch zumeist sehr schwierig. Ein Grund dafür sind politökonomische Probleme bei dem Versuch, häufig unpopuläre Investitionsmaßnahmen der Öffentlichkeit „verkaufen“ zu müssen.

C. Infrastrukturnutzung bei variabler Qualität und partieller Rivalität

I. Zusammenhang von Nutzungsmenge, Dimension und Qualität

Die grundsätzliche Interdependenz zwischen Nutzeranzahl und Qualität der Nutzung wurde in der Einführung anhand des Beispiels der Straßennutzung dargestellt. Es wurde auch darauf hingewiesen, daß diese, als partielle Rivalität bezeichnete, graduell steigende Beeinträchtigung typisch für alle Infrastrukturnutzungen ist, jedoch bei einigen Infrastrukturnutzungen durch die Setzung exogener Standards für die konkrete Praxis „wegdefiniert“ wird. Ebenso wurde aufgezeigt, daß eine Erweiterung der Infrastrukturdimension (z.B. mehr Rollbahnen auf Flughäfen oder Spuren bei Straßen) ceteris paribus mehr Nachfragern Nutzungen zur gleichen Qualität oder der gleichen Anzahl Nachfrager Nutzungen von höherer Qualität ermöglicht.

Im vorigen Kapitel haben wir einen exogen gesetzten Standard zugrundegelegt, der die Qualität und die maximale Anzahl Nutzungen vorgab. Wie in Abschnitt B.I. dargestellt wurde, liegt diesem Standard im wesentlichen eine Entscheidung für ein bestimmtes Sicherheitslevel für Rollbahnnutzungen zugrunde. Die Flugsicherung kann z.B. entweder mehr Slots mit engeren Zeitabständen innerhalb eines Zeitintervalls zulassen, wobei sie ceteris paribus das slotbedingte Sicherheitsrisiko erhöht, oder weniger Slots zuweisen und damit das slotbedingte Risiko senken. In diesem Fall stellt das Risiko den qualitätsrelevanten Parameter dar.

Hier wollen wir zunächst die Setzung alternativer Standards (maximale Nutzungsmengen) und deren Auswirkung auf Qualität und Zahlungsbereitschaft betrachten, bevor analysiert wird, wie der effiziente Standard zu bestimmen ist.

Wir gehen davon aus, daß in einem Zeitintervall nur eine bestimmte Anzahl Fahrten durch einen Tunnel zugelassen werden. Die Anzahl der Fahrten bestimmt die Qualität der Tunneldurchfahrt.

Betrachten wir dazu Abbildung 11. Die Dimension des Tunnels erlaubt X_3 beeinträchtigungsfreie Nutzungen, die wir als Nutzungen höchster Qualität definieren. Diese verursachen einen „normalen“ Aufwand an Zeit, Streß, etc., der beim Fahren unvermeidbar ist. Bis zu der Menge X_3 liegt Nicht-Rivalität vor. Ab der Nutzungsmenge X_3 rivalisieren die Nutzungen partiell. Es treten zunehmende Beeinträchtigungen auf, die sich im wesentlichen als zunehmender Streß, höheres Risiko und Mehraufwand an Zeit konkretisieren. Dabei wird in

dieser Arbeit vornehmlich der Zeitaufwand betrachtet.¹ Die Beeinträchtigungen bewerten wir monetär² und stellen sie als Beeinträchtigungs- oder Staukosten pro Nutzung (BKN) in Abbildung 11 dar. Das sind die Beeinträchtigungen, die jeder Nutzer selber spürt. Aufgrund der mit der Anzahl der Nutzer zunehmenden Beeinträchtigungen weist diese Funktion einen steigenden Verlauf auf. Die Beeinträchtigungskosten pro Nutzer entsprechen der monetär bewerteten Differenz zwischen der höchsten (das heißt ohne jegliche Staubeinträchtigung) und der aktuellen Nutzungsqualität.³ N^* stellt die Nachfragefunktion (Strecke zwischen Z und X_9) nach beeinträchtigungsfreien Tunneldurchquerungen dar.

Zur Vereinfachung wird üblicherweise angenommen, daß der Verkehr homogen ist.⁴ Dies bedeutet, daß die Geschwindigkeiten, das Fahrerverhalten, die Zeitverluste, sowie Opportunitätskosten von Zeitverlusten, Unfallgefahren, Verkehrsstreß etc. für alle Autofahrer gleich sind. Weiter gehen wir davon aus, daß jeder Nutzer in einem Zeitintervall nur eine Tunneldurchquerung nachfragt,⁵ die Nachfragefunktionen bekannt sind und daß eine physische Mengenbeschränkung (z.B. in Form einer Zufahrtssperre, Ampel) praktiziert wird, was bei einem Tunnel gut vorstellbar ist.

Um die Analyse der grundsätzlichen Zusammenhänge zu vereinfachen, abstrahieren wir hier von Abnutzungskosten der Fahrbahn und Ausschlußkosten.⁶ Damit sind die kurzfristigen Grenzkosten eines (fiktiven) Straßenanbieters null.

Betrachten wir nun die Situation, bei der X_3 Nutzungen pro Zeitintervall zugelassen werden. Die exogene Festlegung dieser maximalen Nutzerzahl be-

¹ Dies geschieht hier zur Vereinfachung der Darstellung insbesondere der Nichttrivialität geregelter Nutzungen. Auch konzentrieren sich zahlreiche empirische Studien auf den Zeitaufwand, da dieser zwar ebenfalls schwierig, aber dennoch einfacher zu bewerten ist als die subjektiven Streß- und Risikofaktoren. Wohl / Martin zitieren eine Reihe von Studien (Greenshields (1934), Greenberg (1959), Guerin (1961)), in denen so verfahren wird. Vgl. Wohl / Martin (1967), S. 329ff. Keinesfalls soll hier jedoch der Eindruck erweckt werden, daß Streßfaktoren und erhöhtes Risiko keine relevanten Beeinträchtigungen hervorrufen. Die Bedeutung solcher Beeinträchtigungen betont auch Bobinger, der deren monetäre Bewertung als Komfortkosten bezeichnet. Vgl. Bobinger (1993), S. 17-18.

² Vgl. zu solchen monetären Bewertungen Dewees (1979); die in Button (1993), S. 115, 116 zitierten Studien (Hanks / Lomax (1990); Newberry, (1990), S. 22-28; UK Department of the Environment (1976)); sowie zu einer kritischen Auseinandersetzung mit solchen Schätzungen Button (1993), S. 114ff; Willeke / Baum (1972).

³ Vgl. Freeman III / Haveman (1977), S. 226; Berger / Kruse (1994), S. 223-226.

⁴ Von dieser Annahme wird üblicherweise in Modellen ausgegangen, die partiell rivalere Nutzungen analysieren. Vgl. z.B. Walters (1961), S. 677; HMSO (1964); Knieps (1992b), S. 320.

⁵ Diese Annahme vereinfacht die folgende Analyse und entspricht der Realität, wenn das betrachtete Zeitintervall kurz genug ist. Vgl. z.B. auch Freeman III / Haveman (1977), S. 226.

⁶ Die Implikationen von Ausschlußkosten werden in Kapitel D. diskutiert.

deutet, daß Nutzungen höchster Qualität gewährleistet werden.⁷ Der X_3+1 -ste Nachfrager, ab dem Beeinträchtigungen auftreten, und alle weiteren werden durch die physische Mengenbeschränkung ausgeschlossen. Das heißt im fraglichen Zeitintervall ist diesen Nachfragern die Einfahrt in den Tunnel nicht möglich. Durch diese fiktive institutionelle Ausschlußregelung fallen die Tunneldurchfahrten ebenso wie die Rollbahnnutzungen in die Kategorie der geregelten Nutzungen.

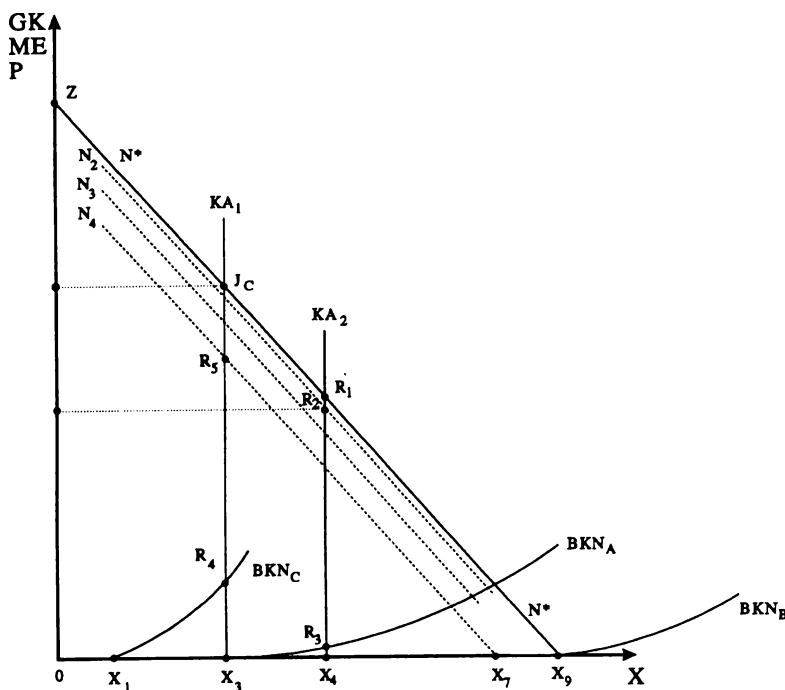


Abb. 11: Zusammenhang von Nutzungsmenge, Dimension und Qualität

Die relevante kurzfristige Angebotsfunktion KA_1 besteht aus dem vertikalen Ast, beginnend bei X_3 . Die einzigen Kosten, die hier anfallen, sind die Opportunitätskosten als monetär bewerteter Nutzenentgang des ersten Nutzers, der nicht zum Zuge kommt. Diese betragen $X_3 J_C$, ermittelt aus dem Schnittpunkt

⁷ Zusätzlich müssen die X_3 Nutzer gleichmäßig über das Zeitintervall verteilt werden. Diese Problematik wurde bei der Slotnutzung durch die für jedes Flugzeug definierten Nutzungszeitpunkte innerhalb des betrachteten Zeitintervalls gelöst. Wir unterstellen im folgenden, daß die korrekte Abgrenzung des Zeitintervalls auch die gleichmäßige Verteilung der Nutzungen gewährleistet.

von KA_1 , der relevanten kurzfristigen Angebotsfunktion, und der Nachfragefunktion N^* .

Gehen wir davon aus, daß die physische Mengenbeschränkung aufgehoben wird und weitere Nutzer (bis zur Menge X_4) hinzukommen. Bei dieser Nutzungsmenge beeinträchtigen sich die einzelnen Fahrer, die Nutzungen sind partiell rival. Dadurch sinkt die Qualität (der Wert) der Nutzung für die potentiellen Nutzer und folglich deren Zahlungsbereitschaft. Da wir als einzigen Qualitätsparameter das Beeinträchtigungsniveau betrachten, welches durch die gesamte Nutzungsmenge verursacht wird, ist der einzelne bei seiner Nachfrageentscheidung abhängig von den Entscheidungen der anderen Nutzer. Bei der Entscheidung, die Fahrt durch den Tunnel anzutreten, wird er sich überlegen, ob und wenn ja, wie viele andere Fahrer außer ihm selber den Tunnel durchfahren. Damit ist die Qualität der Nutzung modellendogen, und die Nachfrageentscheidungen sind interdependent.⁸

Setzen wir jetzt einen Standard in Höhe von X_4 geregelten Nutzungen, so wird die endogene Qualität analog zu dem Vorgehen in Kapitel zwei als exogener Parameter handhabbar gemacht. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, daß die Qualität nach Setzung des Standards nicht mehr nutzungsmengenabhängig variiert und damit wieder eine Nichtrivalität aus Sicht der Nutzer hergestellt wird. Wir nehmen an, daß mit der Erweiterung der Nutzungsmenge entsprechende Geschwindigkeitssenkungen vorgeschrieben werden, so daß analog zu der Betrachtung der Nutzungsrechte in Abschnitt B.I. eine geringere Nachfrage als X_4 die Qualität nicht verbessert, also hier z.B. der Tunnel auch bei geringerer Nachfrage nicht schneller durchquert werden kann.

Für alternative Qualitätsstufen eines Produktes bestehen i.d.R. unterschiedliche Nachfragefunktionen. Diese verlaufen um so weiter links unten, je niedriger die Qualität ist. Dieser Zusammenhang ist in Abbildung 11 durch die ausgehend von N^* nach links unten verschobenen Nachfragekurven N_2 , N_3 , N_4 dargestellt.⁹ Diese Nachfragefunktionen bilden die Zahlungsbereitschaften für jeweils gegebene Qualitätsstufen ab und werden im folgenden als constant-quality Nachfragefunktionen (CQD) bezeichnet.¹⁰

Der Abstand zwischen den Nachfragefunktionen bestimmt sich durch den Nutzenentgang aufgrund niedrigerer Qualität, verursacht durch Streß, Zeitverluste, etc. Diesen Nutzenentgang können wir in unserem Modell über die Funktion der Beeinträchtigungskosten pro Nutzung (BKN_A in Abbildung 11)

⁸ Vgl. Arnold (1992), S. 237.

⁹ N_2 stellt hier die Nachfragefunktion nach Infrastrukturnutzungen bei einer geringen Qualitätsverschlechterung, N_3 bei einer etwas größeren und N_4 bei der hier betrachteten größten Qualitätsverschlechterung dar.

¹⁰ Diese Bezeichnung wird von Freeman/Haveman (1977) übernommen.

exakt bestimmen. Bei X_4 Nutzungen stellt der mit der Menge X_4 korrespondierende Punkt R_3 auf der durchschnittlichen Staukostenfunktion die monetäre Bewertung der die Qualität mindernden Beeinträchtigungen dar. Um diesen Betrag verschiebt sich die für Nutzungen dieser schlechteren Qualität relevante Nachfragefunktion N_2 ausgehend von N^* nach unten.¹¹

Für die Nutzungsmenge X_4 gelten nun die von KA_1 betrachtet nach rechts verschobene Angebotsfunktion KA_2 und die nach unten links verschobene Nachfragefunktion N_2 . Das heißt es sind mehr Nutzungen möglich, die aber eine schlechtere Qualität aufweisen. Die Opportunitätskosten als Nutzenentgang des ersten Nachfragers, der nicht zum Zuge kommt, betragen in diesem Fall X_4R_2 . Gegenüber der besten Qualität entgeht jedem Fahrer, der den Tunnel durchquert, der monetär bewertete Nutzen in Höhe von $R_2R_1=X_4R_3$.

So kann für alle Nutzungsmengen bis maximal X_7 verfahren werden. Die Qualitätsminderung durch steigende Nutzerzahl führt dazu, daß nicht maximal X_9 Fahrten (Sättigungsmenge bei Tunneldurchquerungen höchster Qualität) nachgefragt werden, sondern nur X_7 Fahrten. N_4 repräsentiert die in diesem Fall relevante Nachfragefunktion. Für Nutzungen über X_7 hinaus besteht keine positive Wertschätzung. Würde der Standard X_9 Nutzungen vorsehen, käme keine Nachfrage zustande.

Bei der Festlegung von Nutzungsmengen gilt generell: je niedriger die Anzahl der Nutzungen, desto höher die Qualität, aber auch die Kosten des Nutzenentgangs für den ersten Nutzer, der nicht mehr zum Zuge kommt. Nun stellt sich die wohlfahrtsökonomische Frage, welches Qualitätsniveau das effiziente ist. Ist es effizienter, mehr Nutzungen von schlechterer Qualität zuzulassen, oder verzichtet man auf eine Reihe Nutzungen, kann aber den zum Zuge kommenden Nachfragern ein höheres Qualitätsniveau anbieten?

Diese Frage nach der effizienten Qualität wird im nächsten Abschnitt (C.II.) in kurzfristiger Sicht, das heißt bei gegebener Kapazität, untersucht. Kurzfristig ist die Qualität bei der Homogenitätsannahme nur durch die Nutzerzahl variierbar; die Analyse konzentriert sich also auf die Frage wieviele Nutzer zugelassen werden sollen.

Langfristig ist die Qualität der Nutzung auch durch die Dimensionierung der Infrastruktur veränderbar.¹² Die Dimension der Infrastruktur bezeichnen wir als Y , die Dimension unserer Ausgangsinfrastruktur mit X_3 staufreien Nutzungen sei Y_A .¹³ Ein schmalerer Tunnel mit der Dimension $Y_C < Y_A$ würde beispiels-

¹¹ Die Strecken X_4R_3 und R_1R_2 sind gleich lang.

¹² Vgl. zu einer anschaulichen Betrachtung des Zusammenhangs zwischen Nutzerzahl, Dimension und Staukosten z.B. Knieps (1992b), S. 322; Oakland (1972), S. 342.

¹³ Verschieden hohe Werte der Infrastruktur-Dimension werden durch die tiefgestellten Buchstaben A, B, C, etc. benannt. Die Infrastrukturdimension Y ist in der gra-

weise nur X_1 statt X_3 beeinträchtigungsfreie Nutzungen ermöglichen. Graphisch ist dies durch die bei X_1 beginnenden Beeinträchtigungskosten pro Nutzer BKN_C dargestellt. Würden bei dieser kleineren Dimension der Infrastruktur X_3 Nutzungen zugelassen, gilt wieder KA_1 als Angebotsfunktion, die relevante Nachfragefunktion ist aber nicht mehr N^* , sondern eine links darunter liegende Nachfragefunktion. In unserem Beispiel ist dies Nachfragefunktion N_4 ($X_3R_4=J_C R_5$), die um die bei der Nutzungsmenge X_3 der Infrastruktur-Dimension Y_C auftretenden durchschnittlichen Beeinträchtigungskosten in Höhe X_3R_4 nach unten verschoben ist.¹⁴ In dem Fall wird also die gleiche Anzahl Nutzungen wie bei der größeren Dimension Y_A , jedoch zu einer schlechteren Qualität, angeboten. Würde z.B. die Infrastruktur so groß dimensioniert (der Tunnel also derart verbreitert, $Y_B > Y_A$), daß Beeinträchtigungen erst ab der Menge X_9 auftreten (BKN_B), so kann ein Standard von X_9 Nutzungen höchster Qualität angeboten werden. Für diese Menge gilt dann die Nachfragefunktion N^* .

In Abschnitt C.III. ist zu analysieren, welche Infrastruktur-Dimension effizient ist. Soll beispielsweise durch eine sehr große, damit auch höhere Erstellungskosten verursachende Dimension beeinträchtigungsfreie Nutzung für alle Nachfrager garantiert werden, oder ist es effizienter, eine kleinere Dimension zu wählen, die weniger Baukosten verursacht, dafür aber Nutzungen von schlechterer Qualität oder erheblich weniger Nutzungen zuläßt? Aufgrund der Interdependenz zwischen Nutzerzahl, Dimension der Infrastruktur und Qualität der Nutzungen ist das volkswirtschaftlich optimale Investitionsniveau simultan mit der effizienten Nutzeranzahl zu bestimmen.

II. Stauexternalitäten und effiziente Nutzungsanzahl: optimaler Preis und optimale Qualität

Die grundsätzlichen Zusammenhänge zwischen Nutzungsmenge, Qualität und Zahlungsbereitschaft wurden der Einfachheit halber für geregelte Nutzungen mit unterschiedlichen Standards dargestellt. Wie wir eingangs ausgeführt haben, verändert jedoch die Setzung eines mengenbeschränkenden Standards die ökonomischen Eigenschaften der Infrastrukturnutzungen. Wenn wir ermit-

phischen Darstellung der Abbildung 11 nur implizit über die bei unterschiedlichen Nutzungsmengen beginnenden Beeinträchtigungskosten pro Nutzer enthalten. Die verschiedenen BKN-Verläufe werden mit dem Buchstaben der sie determinierenden Infrastruktur-Dimension gekennzeichnet. Z.B. stellt BKN_A den Verlauf der Beeinträchtigungskosten bei der Infrastruktur-Dimension Y_A dar. Die Dimensionsoptimierung wird in Abschnitt C.III. sowohl graphisch als auch mathematisch dargestellt.

¹⁴ Der Wert X_3R_4 ist auf der von der Dimension Y_C determinierten Beeinträchtigungskostenfunktion BKN_C abzulesen.

teilen wollen, welche Nutzungsmenge und damit welcher Standard effizient ist, müssen wir wieder von dem grundsätzlichen ökonomischen Charakteristikum dieser Nutzungen, der partiellen Rivalität, ausgehen. Nur dann können wir die relevanten Kosten und Nutzen der Inanspruchnahmen der Infrastruktur in den ökonomischen Optimierungskalkülen adäquat berücksichtigen. Daher werden wir die Infrastrukturnutzungen ohne Setzung eines bestimmten Standards betrachten. Die Analyse der optimalen Nutzerzahl erfolgt am Beispiel von Autofahrten auf einem bestimmten Straßenabschnitt. Dabei wird, wie in der Realität üblich, kein physischer Mengenausschluß praktiziert.¹⁵

Diese Analyse ist in der Literatur unter dem Begriff der Staumodelle etabliert. I.d.R. bestimmen die Staumodelle neben der effizienten Nutzungsmenge den diese Menge realisierenden Preis. Dieser Straßennutzungspreis wird in der Literatur als Road Price bezeichnet.¹⁶ Die grundlegenden Schritte der Staumodell-Analyse werden in Anlehnung an das von den meisten Autoren gewählte Modell dargestellt, das hier als traditionelles Staumodell bezeichnet wird (Abschnitt C.II.1.).¹⁷ Um das Grundprinzip des Modells deutlich zu machen, konzentrieren wir uns auf die relevanten Funktionen. Analytische Feinheiten, die Anlaß zur kritischen Diskussion bieten, werden in Abschnitt C.II.2. dargestellt. Zum Schluß (Abschnitt C.II.3.) wird ein alternatives Modell mit qualitätsangepaßter Nachfragefunktion vorgestellt, das die Zusammenhänge transparenter abbildet.¹⁸

1. Grundzüge des traditionellen Staumodells

Wie wir bereits erläutert haben, geht die Qualität der Nutzung in das individuelle Kalkül, eine Fahrt anzutreten, ein. Der Einzelne überlegt z.B. vor der Wahl einer bestimmten Route, ob die Fahrt ihm unter Berücksichtigung der

¹⁵ Straßennutzungen sind ein typisches Beispiel für partiell rivale Nutzungen und werden auch in der einschlägigen Literatur als Beispiel verwendet. Damit wird jedoch die Übertragbarkeit auf andere partiell rivale Nutzungen wie z.B. die Rollbahnnutzung aus Kapitel B. nicht eingeschränkt.

¹⁶ Unter Road Pricing wird die stauabhängige, räumlich und zeitlich differenzierte Preissetzung für Straßennutzungen verstanden. Vgl. als übersichtliche Einführung zu dieser Thematik Eisenkopf (1992); Rothengatter (1991), als Überblick Morrison (1986) und zu einer eher praxisorientierten Darstellung, die auch Ausbau und Finanzierung der Infrastruktur umfaßt, Rothengatter (1990). Vgl. zu einer Erklärung des Grundprinzips des Road Pricing Thompson (1970), S. 312.

¹⁷ Grundlegende Darstellungen dieses Modells finden sich in Mohring / Harwitz (1962); Walters (1961) und (1968); HMSO (1964); Beckman / Mc Guire / Winsten (1956), insb. S. 80-101.

¹⁸ Die beiden Modelle unterscheiden sich im wesentlichen durch die analytische Behandlung der in das individuelle Kalkül einfließenden Opportunitätskosten.

Betrachten wir dazu Abbildung 12, die die grundsätzlichen Zusammenhänge zwischen Nutzerzahl und Kosten der Beeinträchtigung pro Nutzer analog zu Abbildung 11 enthält.

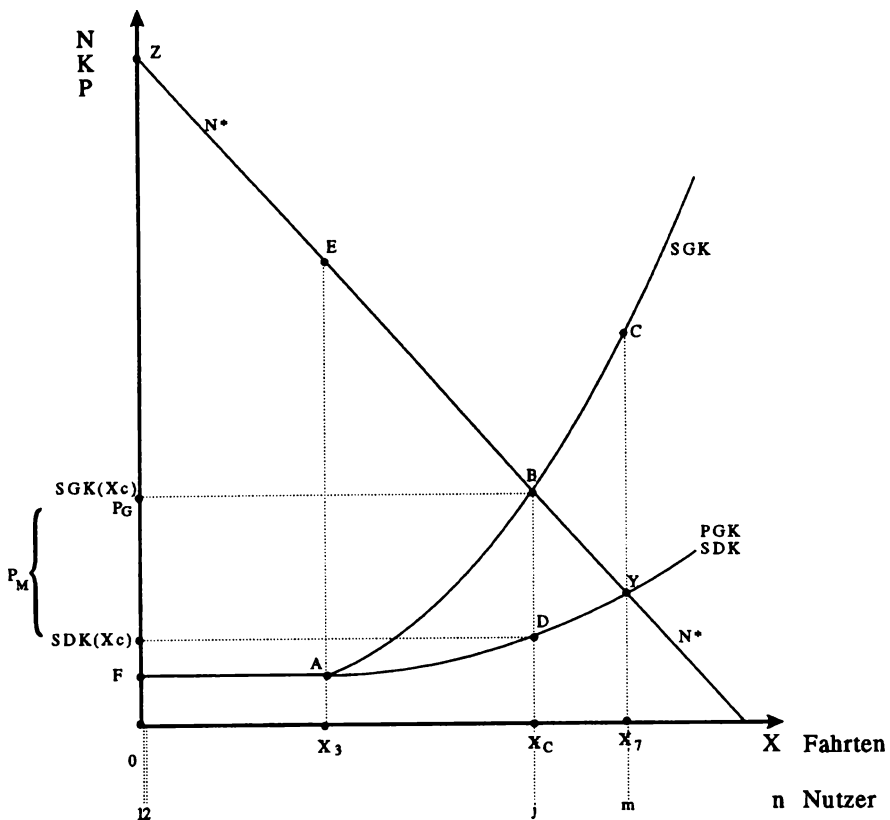


Abb. 12: Das traditionelle Staumodell:
Negative Stauexternalitäten und optimale Nutzungsmenge

Abweichend von Abbildung 11 wird der beim Fahren unvermeidbare „normale“ Aufwand (z.B. Sprit- und Zeitkosten, die dem Nutzer bei staufreiem Befahren des Straßenabschnitts entstehen) als Kostenbestandteil erfaßt. Diese

Änderung führen wir ein, da wir uns hier an den traditionellen Staumodellen orientieren, die häufig diese Kosten in der dargestellten Weise berücksichtigen.¹⁹ Die Kosten, die dem einzelnen Nutzer entstehen, werden im folgenden analog zu der Terminologie in den traditionellen Staumodellen als soziale Durchschnittskosten (SDK) bezeichnet. Das sind für den einzelnen Nutzer spürbaren Kosten. Die Terminologie der traditionellen Staumodelle enthält für die gleiche Funktion auch den Begriff „private Grenzkosten“, weshalb die SDK Funktionen in den hier verwendeten Abbildung zusätzlich mit PGK (private Grenzkosten) bezeichnet sind. Bei der Verwendung dieses Begriffes muß allerdings beachtet werden, daß es sich nur aus Sicht des einzelnen Autofahrers um private Grenzkosten handelt, da diese die für ihn bei der Entscheidung, eine Fahrt zu unternehmen, relevanten Kosten sind.

Aufgrund der stauunabhängigen Kostenbestandteile treten im Bereich nicht rivaler Nutzungen zwischen 0 und X_3 konstante soziale Durchschnittskosten auf.²⁰ Der ab der Menge X_3 steigende Verlauf der SDK ergibt sich, wie die in der Darstellung in Abschnitt C.I. als einziger Kostenbestandteil erfaßten durchschnittlichen Staukosten, aus den mit zunehmender Nutzerzahl steigenden monetär bewerteten Beeinträchtigungen.

Die traditionellen Staumodelle arbeiten nicht, wie wir in Abschnitt C.I., mit den explizit als Nachfragefunktionen behandelten Zahlungsbereitschaften für einzelne Qualitätsstufen, sondern verwenden die Netto-Zahlungsbereitschaft (bzw. den marginalen Nettonutzen²¹) als Differenz zwischen N^* (marginale Bruttowertschätzung oder Bruttonutzen einer Fahrt ohne jegliche Kosten für den Nutzer) und den beim jeweiligen qualitätsbestimmenden Stauniveau auftretenden sozialen Durchschnittskosten. Daher fehlen die verschiedenen Nachfragefunktionen $N_1, \dots, N_4$ in Abbildung 12. Die Nachfrage- und die Kostenfunktion werden als bekannt angenommen. Weiter gelten die gleichen Annahmen bzgl. der Homogenität der Nutzer, der Abgrenzung des Zeitintervalls, der Häufigkeit der Fahrten pro Nutzer wie in Abschnitt C.I.

¹⁹ Häufig findet sich in der Literatur die Berücksichtigung der Zeitkosten des Fahrers, vgl. z.B. Dewees (1979), S. 1500 und der Betriebskosten des Fahrzeugs. Vgl. zu der Berücksichtigung beider Kosten z.B. Walters (1968); Mohring (1976); Knieps (1992b); Brenck (1992), S. 8. Vickrey bezieht beispielsweise auch die mit zunehmenden Behinderungen steigenden Unfallkosten ein; vgl. Vickrey (1969), S. 253.

²⁰ Der Betrag 0F in Abbildung 12 stellt die variablen Kosten pro staufreier Fahrt dar.

²¹ Mit dem Begriff Nutzen ist hier immer der monetär bewertete Nutzen gemeint. Im folgenden wird davon ausgegangen, daß sich der Nutzen direkt in der Zahlungsbereitschaft widerspiegelt.

Da jeder Nachfrager die Strecke in dem betrachteten Zeitintervall nur einmal in Anspruch nehmen möchte, kann man sich die X Fahrten,²² die auf der Abzisse abgetragen sind, auch als einzelne Nutzer 1,..., n vorstellen. Damit repräsentiert jeder Punkt auf N^* die marginale Bruttowertschätzung eines Nachfragers für eine Fahrt. Die Anordnung der Nutzer auf der Abzisse erfolgt nach der Höhe der Zahlungsbereitschaft, das heißt Nutzer 1 (als erster Punkt auf der Abzisse, siehe Abbildung 12) hat die höchste Zahlungsbereitschaft für eine Fahrt, ihm spendet also die Fahrt den höchsten Nutzen. Nutzer n hat die niedrigste Zahlungsbereitschaft.

Das Modell unterstellt die gleiche Simultanität wie die in Kapitel B. dargestellten Angebots- Nachfrage-Modelle, das heißt alle Nutzer befahren die Strecke in dem Zeitintervall gleichzeitig.²³ Somit treten auch von Beginn des Zeitintervalls die mit dem Nutzungsniveau korrespondierenden Beeinträchtigungskosten auf. Die Reihenfolge der Nutzer auf der Abzisse impliziert damit keine zeitliche Reihenfolge in dem Sinne, daß Nutzer 1 als erster fährt und alle weiteren folgen. Der individuelle Nettonutzen einer Fahrt ergibt sich aus der Differenz zwischen marginaler Bruttowertschätzung des fraglichen Fahrers und den durchschnittlichen Staukosten.

Wie eingangs dargestellt, fahren diejenigen Nachfrager, deren individueller Nettonutzen positiv ist. Damit ergibt sich bei N^* in Abbildung 12 ein Nutzungsniveau von X_7 Fahrten. Die marginale Wertschätzung der X_7 -ten Fahrt entspricht den sozialen Durchschnittskosten. Es fahren also alle Nachfrager mit Zahlungsbereitschaften zwischen den Punkten Z und Y auf N^* . Für Nutzer, deren Zahlungsbereitschaft durch Punkte auf N^* rechts von Y abgebildet ist, übersteigen die sozialen Durchschnittskosten (die individuellen Kosten) den Nutzen, somit unterlassen sie die Fahrt.²⁴

Nun stellt sich die Frage, ob mit den individuellen Kosten alle relevanten Kosten berücksichtigt sind. Bei der Erklärung des Begriffs partielle Rivalität wurde ausgeführt, daß ab einer gewissen Nutzungsmenge die Qualität der Nutzungen *aller* Nutzer verschlechtert wird. Jeder Nutzer verursacht ab dieser Menge (in Abbildung 12 X_3) für die anderen Beeinträchtigungen bzw. Kosten, die nicht in der Funktion der individuellen Kosten enthalten sind. Diese öko-

²² Zur Problematisierung und Präzision der Mengenbezeichnung siehe Abschnitt C.II.2. Die Bezeichnungen X_3 , X_C usw. stehen für die Nutzungsmengen, die darunter abgetragenen Bezeichnungen 1, 2, ..., j , ..., m usw. stehen für die einzelnen Nutzer $i=1, \dots, n$.

²³ Das bedeutet, daß sie sich alle auf einmal auf der Strecke befinden, wenn sie auch hintereinander herfahren.

²⁴ Vgl. zu graphischen Darstellungen dieser Art z.B. HMSO (1964), S. 46; Mohring / Harwitz (1962), S. 83; Mohring (1976), S. 19; Büttler (1982), S. 188; Foster (1963), S. 213; Knieps (1992a), der diese Graphik für Rollbahnnutzungen verwendet, S. 647, 648.

nomisch relevanten Nutzenminderungen gehen also nicht in die individuellen Fahrtenentscheidungen ein. Damit handelt es sich bei den individuell nicht berücksichtigten Nutzenminderungen um negative externe Effekte, die die anderen Verkehrsteilnehmer zu tragen haben. Dieses Phänomen wird als Stauexternalität bezeichnet.²⁵

Um diese Stauexternalitäten im ökonomischen Analysekontext zu erfassen, müssen wir ermitteln, wie sich die gesamten Kosten durch eine zusätzliche Fahrt verändern. Die Funktion, die diese Veränderung abbildet, bezeichnen wir als soziale Grenzkostenfunktion. Die Veränderung der Kosten durch eine zusätzliche Fahrt stellt, analog zu der Kostenveränderung durch eine zusätzliche Outputeneinheit, in mikroökonomischen Angebots-Nachfragemodellen die relevante Kostenkategorie dar.²⁶

Da die sozialen Durchschnittskosten einen steigenden Verlauf aufweisen, liegt die soziale Grenzkostenfunktion oberhalb dieser Kosten.²⁷ Die Differenz zwischen Grenz- und Durchschnittskosten zeigt den nicht berücksichtigten Teil der jeweils relevanten Kosten und stellt damit die bei dem jeweiligen Nutzungsniveau auftretenden marginalen externen Staukosten dar.²⁸

²⁵ Vgl. dazu grundlegend Pigou (1918), Knight (1952), und später z.B. Knieps (1992b); Büttler (1982), Dewees (1979); Eisenkopf (1992), S. 318.

²⁶ Diese Zusammenhänge werden durch die formale Darstellung im Anhang 1 zu Abschnitt C.II. präzisiert. Vgl. zu einer übersichtlichen formalen Darstellung auch Knieps (1992b), (1994).

²⁷ Das Verhältnis dieser Kostenverläufe zueinander entspricht dem Verhältnis von Grenz- und Durchschnittskosten für Produkte, deren Kostenfunktionen sinkende Skalenerträge aufweisen. Vgl. zur Vergleichbarkeit der Kostenbestandteile des traditionellen Staumodells mit Kostenfunktionen für „normal“ produzierte Güter Mohring (1976), S. 15-21.

²⁸ Die Existenz externer Effekte bei partiell rivalen Nutzungen wird in der Literatur teilweise angezweifelt. Vgl. beispielsweise Laaser (1991), S. 98; Planco Consulting GmbH (1990), S. 19.

In diesem Zusammenhang äußert sich z.B. Laaser: „Staukosten sind bei näherer Betrachtung keine externen Effekte, die das Verkehrswesen anderen Sektoren ... aufbürdet, weil die Kosten aus Zeitverlusten von allen Verkehrsteilnehmern gemeinsam getragen werden. ... zwar bürdet ein marginaler Straßenbenutzer den intramarginalen zusätzlichen Zeitverluste auf, weil er die Straßen weiter verstopft. Auf der anderen Seite erleidet er selbst zusätzliche Zeitverluste durch die Existenz der anderen Benutzer. Dadurch, daß sich die Benutzer gegenseitig Zeitverluste auferlegen, werden die externen Kosten sofort internalisiert.“ Laaser (1991), S. 98.

Die Staubeeinträchtigungen im Rahmen unserer Analyse partiell rivaler Nutzungen betreffen nur die jeweils relevanten Nutzer (negative Umwelteffekte, die auch andere Wirtschaftssubjekte betreffen, werden nicht betrachtet). Damit ist Laasers Aussage, daß die Staukosten keinem anderen Sektor aufgebürdet werden, zutreffend. Daß aber damit die Klassifizierung der hier als externen Staukosten bezeichneten Effekte als Externalitäten abgelehnt wird, ist aus ökonomischer Sicht nicht nachvollziehbar. Da die Effekte nur die relevanten Nutzer betreffen, werden sie zwar gruppenintern getragen, sie sind

Analog zu mikroökonomischen Marginalbetrachtungen ist das optimale Nutzungsniveau eines Streckenabschnitts dann gegeben, wenn die Kosten einer zusätzlichen Fahrt ihrem Grenznutzen (marginale Zahlungsbereitschaft) entsprechen. Dies gilt in Abbildung 12 für das Nutzungsniveau X_C (ermittelt über den Schnittpunkt B von N^* und der sozialen Grenzkostenfunktion SGK). Zur Vereinfachung der wohlfahrtsökonomischen Betrachtung unterstellen wir hier zunächst eine effiziente Allokation der Nutzungsmöglichkeiten, so daß die Nachfrager, denen diese die höchsten Nutzen spenden, zum Zuge kommen.²⁹

Beim Nutzungsniveau X_7 , das sich aus dem individuellen Entscheidungskalkül ergibt, übersteigen die sozialen Grenzkosten die individuell berücksichtigten Kosten um einen Betrag in Höhe der Strecke YC. Oder anders formuliert spendet die Fahrt dem X_7 -ten Nutzer m einen Bruttonutzen von X_7Y , er verursacht aber Kosten in Höhe von X_7C . Die Nutzungen über die Menge X_C hinaus verursachen Kosten im Umfang der Fläche X_CX_7CB , während ihr Bruttonutzen nur der Fläche X_CX_7YB entspricht. Die Differenz der beiden Flächen YCB stellt den Wohlfahrtsverlust infolge der Übernutzung dar.³⁰

Soll nun ein effizienter Standard in Form einer Mengenbegrenzung implementiert werden, so ist diese bei X_C Nutzungen zu setzen. Jeder andere Standard führt zu Wohlfahrtsverlusten gegenüber dieser Lösung.³¹

Ein Fazit des vorigen Kapitels war die für Ökonomen wenig erstaunliche Erkenntnis, daß die optimale Allokation durch die Implementierung des effizienten Preises gewährleistet ist, da er die knappen Güter wie Start-/Landerechte oder in diesem Abschnitt Straßennutzungen den effizientesten Verwendern zuweist. Daher wird im folgenden dargestellt, wie der effiziente Preis ermittelt wird. Damit wir uns darauf konzentrieren können, abstrahieren wir an dieser Stelle von möglichen Anwendungsproblemen beim Preismechanismus.³²

jedoch extern für das individuelle Entscheidungskalkül. Dies läßt sich einfach anhand der jeweils relevanten Kostenfunktionen verdeutlichen. Der Einzelne orientiert sich an den Durchschnittskosten, die relevanten Opportunitätskosten sind aber die Grenzkosten. Damit ist die zusätzliche Zeitverzögerung infolge einer weiteren Nutzung gemäß der üblichen Definition ein externer Effekt.

²⁹ Das sind in Abbildung 12 die Nutzer 1 bis j.

³⁰ Vgl. Button (1993), S. 114.

³¹ Die Wohlfahrtsverluste bei einem Standard, der zu viele Nutzungen ermöglicht, sind für die Übernutzung in Höhe von X_7 bereits dargestellt worden. Als Beispiel für einen Standard, der die Nutzungen auf ein zu geringes Niveau begrenzt, sehen wir uns die Mengenbeschränkung auf X_3 Nutzungen an. Bei X_3 Nutzungen wird, verglichen mit der Menge X_C , auf Wohlfahrt im Umfang der Fläche ABE verzichtet.

³² Mit Anwendungsproblemen sind im wesentlichen die Ausschlußkosten und die in Abschnitt B.II. dargestellten Informations- und Flexibilitätsprobleme gemeint. Diese Problematik wird ausführlich in Kapitel D. diskutiert.

Der effiziente Preis entspricht nach der ökonomischen Logik den relevanten Grenzkosten. In unserem Fall sind dies die sozialen Grenzkosten. Beim effizienten Nutzungsniveau X_C betragen diese BX_C (siehe Abbildung 12), daraus ergibt sich P_G als effizienter Preis für eine Fahrt. Zur Verdeutlichung wird der bei der Nutzungsmenge X_C relevante Wert der sozialen Grenzkostenfunktion als $SGK(X_C)$ auf der Ordinate bezeichnet.

Der Unterschied zu einer Grenzkostenpreissetzung für im üblichen Sinne produzierte Güter besteht darin, daß P_G zwar den gesamten Aufwand darstellt, den die Nachfrager für eine Fahrt aufbringen müssen, der Teil in Höhe der sozialen Durchschnittskosten aber bereits von jedem Fahrer in Form von stauunabhängigen Kosten pro Fahrt und monetär bewerteten Beeinträchtigungen gezahlt ist.³³ Somit verbleibt als Geldpreis P_M für eine Fahrt die Differenz zwischen P_G und den sozialen Durchschnittskosten. P_M entspricht in unserem Beispiel der Differenz zwischen $SGK(X_C)$ und $SDK(X_C)$, siehe Abbildung 12.

Diese Vorgehensweise entspricht der Internalisierung negativer externer Effekte über eine Pigou-Steuer.³⁴ Pigou schlug eine Besteuerung der diese externen Effekte hervorrufenden Aktivität vor.³⁵ Die Höhe der Steuer bemißt sich nach dem Ausmaß des monetär bewerteten externen Effektes beim optimalen Niveau der verursachenden Aktivität. Dieses entspricht in Abbildung 12 der Strecke BD. Die in dieser Höhe veranschlagte Pigou-Steuer konfrontiert den Verursacher mit den „wahren“ relevanten Kosten seiner Aktivität und führt dazu, daß der zuvor externe Effekt im individuellen Entscheidungskalkül berücksichtigt wird.

Eine solche Steuer bzw. ein solcher Straßennutzungspreis hat gegenüber der reinen Mengenbeschränkung den Vorteil, daß tatsächlich nur die Nachfrager fahren, denen die Fahrt den höchsten Nutzen spendet.³⁶ Das sind in Abbildung 12 die Nachfrager mit Zahlungsbereitschaften zwischen den Punkten Z und B auf der Nachfragefunktion. Bei einer reinen Mengenbeschränkung können sich dagegen die X_C Nutzer aus der gesamten Gruppe derjenigen Nachfrager, die aus individuellem Kalkül fahren (Gruppe der Nachfrager, deren Zahlungsbereitschaften zwischen Z und Y liegen) rekrutieren. Damit ist es möglich, daß Nachfrager mit niedrigerer Zahlungsbereitschaft die Infrastruktur in Anspruch

³³ Aufgrund der Homogenitätsannahme trägt jeder Fahrer diese Kosten in exakt gleicher Höhe. Siehe zur Problematisierung dieser Annahme Abschnitt C.IV.

³⁴ Vgl. als prägnante Zusammenfassung des Aussagegehalts der traditionellen Staumodelle Winston (1985), S. 78-81, der auch auf die diesen Modellen zugrundeliegende Literatur (Ellet (1840), Dupuit (1849), Pigou (1918), Knight (1924)) hinweist.

³⁵ Vgl. Pigou (1918).

³⁶ Bei der effizienten Nutzungsmenge sind dies alle Nachfrager, deren Wertschätzung die gesamten relevanten Opportunitätskosten rechtfertigt.

nehmen (Nachfrager mit den Zahlungsbereitschaften zwischen B und Y)³⁷, während andere mit höherer Zahlungsbereitschaft nicht zum Zuge kommen.³⁸

Bei der Analyse der geregelten Nutzungen haben wir bereits darauf hingewiesen, daß eine im Zeitablauf schwankende Nachfrage nach Infrastrukturnutzungen typisch ist. Dies ist gerade auch bei Straßennutzungen relevant.³⁹ In der Realität werden Straßennutzungs-Preissysteme zeitabhängige Preisstaffeln enthalten, die nach der erwarteten Nachfrage bestimmt werden (analog zu Peak-Load-Preisstrukturen). Voraussetzung dafür ist, daß die Nachfrage zu bestimmten Zeitpunkten rechtzeitig prognostizierbar ist. Dies ist relativ gut möglich, wenn die Verkehrsnachfrage zyklischen Mustern (z.B. tägliche Rush Hour, Wochenend-Rhythmus, saisonale Schwankungen) folgt.⁴⁰

Gehen wir davon aus, daß die Nachfrage prognostizierbar ist und sich drei Zeitintervalle mit den Nachfragefunktionen N^* , N_1 und N_2 bilden (siehe Abbildung 13). Die effizienten Nutzungsmengen sind jeweils X_C , X_1 und X_2 . Da N_2 im Bereich nicht-rivaler Nutzungen verläuft, also keine Beeinträchtigungen und somit keine Stauexternalitäten entstehen, ist der effiziente Preis Null. Je höher die Nachfrage ist, desto höher sind die individuellen Beeinträchtigungen, die Stauexternalitäten und damit die Preise. Bei der höchsten Nachfrage N_1 beträgt der Geldpreis P_{M1} , bei der niedrigeren Nachfrage N^* P_M .

Die bisherige Analyse hat ergeben, daß Stauphänomene bei Nutzungen von Infrastrukturen durch die Eigenschaft der partiellen Nutzungs-Rivalität begründet werden und daß das effizienzrelevante Problem als negativer externer Effekt zu kategorisieren ist. Der aus der Literatur referierte Lösungsansatz wendet das Instrument der Pigou-Steuer auf das Problem der Stauexternalitäten an. Die Pigou-Steuer stellt eine theoretische Legitimation der Anwendung des Ausschlußprinzips und der pretialen Rationierung bei Infrastruktur-Nutzungen dar. Im folgenden soll analysiert werden, ob das in der Literatur gängige Modell den tatsächlichen Gegebenheiten der Infrastruktur-Nutzungen Rechnung trägt. Hier wird zunächst die Darstellung von Angebots- und Nachfragefunktionen überprüft (C.II.2.). Anschließend wird eine alternative Modellierung des Stau-modells vorgeschlagen (C.II.3.).

³⁷ Bei der effizienten Nutzungsmenge sind dies alle Nachfrager, deren Wertschätzung die gesamten relevanten Opportunitätskosten nicht rechtfertigt.

³⁸ Diese Problematik bestand in gleicher Weise bei den willkürlichen Vergabeverfahren für geregelte Nutzungen und ist Gegenstand von Abschnitt D.II.

³⁹ Erhöhte Verkehrsaufkommen z.B. zu Rush-hour Zeiten oder zu Beginn der Ferien sind bekannte Beispiele aus der Realität.

⁴⁰ Wesentlich problematischer sind die nicht-prognostizierbaren Nachfrageschwankungen. Sofern keine zusätzlichen Möglichkeiten zur Mengenrationierung geschaffen werden, führt die Anwendung des Preis-Ausschluß-Prinzips nicht notwendigerweise zur Effizienz. Vgl. zu verschiedenen Rationierungsverfahren Berger (1994). Die Implikationen stochastischer Nachfrageschwankungen werden in Kapitel D. analysiert.

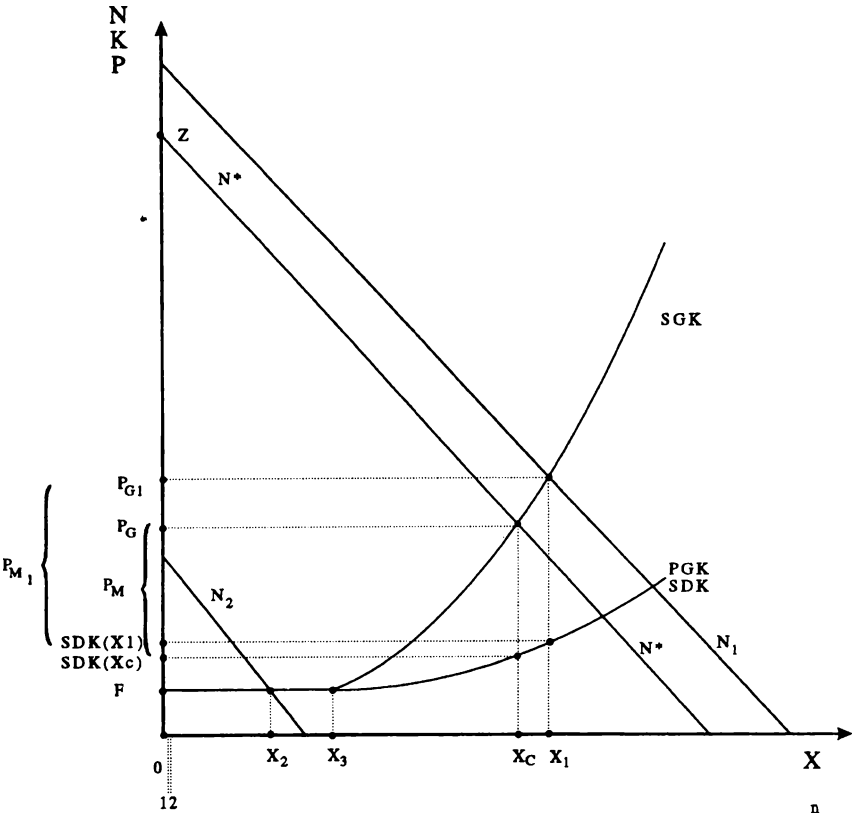


Abb. 13: Straßennutzungspreise bei schwankender Nachfrage

2. Reflexion des traditionellen Staumodells

Die ökonomische Analyse von Stauphänomenen unterstellt, zumindest implizit, eine Analogie zwischen der Produktion privater Güter mit sinkenden Skalenerträgen und der Realisierung von Fahrten oder, allgemeiner gesprochen, Nutzungen. Besteht diese Analogie, legitimiert sie die Anwendung der üblichen ökonomischen Konstrukte der Nachfrage- und Kostenfunktionen. Ohne die Übertragbarkeit der ökonomischen Modelle auf die Analyse von Nutzungen in Frage stellen zu wollen, sollen hier zwei u.U. kritische Punkte der analytischen Vorgehensweise bei traditionellen Staumodellen diskutiert werden. Der eine Punkt bezieht sich auf die Wahl der Mengenbezeichnung, der

andere auf die analytische Erfassung der Beeinträchtigungen als Kostenfunktion.

Die meisten Autoren verwenden bei der Analyse von Straßennutzungen den Verkehrsfluß F als Mengenbezeichnung.⁴¹ Der Verkehrsfluß bezeichnet die Anzahl Fahrzeuge pro Zeitintervall, die einen Streckenabschnitt durchqueren.⁴² Dies ist eine verkehrstechnische Größe, die sich mathematisch aus dem Produkt von Verkehrsdichte D (Fahrzeuge pro Kilometer)⁴³ und Geschwindigkeit V (Kilometer pro Stunde) ergibt.⁴⁴ Die Eignung dieser Variablen als Mengenbezeichnung wird in der Literatur kontrovers diskutiert,⁴⁵ weshalb hier eine kritische Würdigung angebracht erscheint.⁴⁶

Der Hauptkritikpunkt an dieser Bezeichnung besteht darin, daß den einzelnen Mengeneinheiten keine eindeutigen Werte der relevanten Nachfrage- und Kostenkurven zugeordnet werden können.⁴⁷ Damit können diese Kurven, die einen funktionalen Zusammenhang zwischen Menge und Zahlungsbereitschaft bzw. Kosten abbilden, nicht im Rahmen üblicher mikroökonomischer Modelle verwendet werden.

Dies wollen wir kurz anhand einfacher verkehrstechnischer Zusammenhänge erklären. Wie wir bereits wissen, kommt es mit zunehmender Anzahl der Fahrzeuge zu Beeinträchtigungen. Die Beeinträchtigungen werden in der Verkehrstechnik auf den erhöhten Zeitaufwand reduziert, welcher in zahlreichen empirischen Studien über den Zusammenhang zwischen der Verkehrsdichte und der Geschwindigkeit ermittelt wird.⁴⁸

⁴¹ Vgl. z.B. Walters (1961), Walters (1968), Mohring / Harwitz (1962), HMSO (1964), Johnson (1964), Mohring (1976), Keeler / Small (1977), Dewees (1979), Knieps (1992b).

⁴² Vgl. Walters (1961), S. 679; Knieps (1992b), S. 320.

⁴³ Wir nehmen an, daß die Dichte auf jedem Kilometer der Strecke gleich ist. Diese Annahme wird üblicherweise in der Literatur gemacht. Vgl. z.B. Johnson (1964), S. 138; Walters (1961), S. 679.

⁴⁴ Vgl. als verkehrstechnische Literatur zu mathematisch-physikalischen Zusammenhängen z.B. Kühne (1991), S. 201; Wohl / Martin (1967), S. 325.

⁴⁵ Vgl. Else (1981); Else (1982), Nash (1982), Neuburger (1971).

⁴⁶ Bei der vorausgehenden Darstellung der Grundzüge des traditionellen Staumodells wurde in dieser Arbeit bewußt auf technische Größen als Modell-Variablen verzichtet, um die grundsätzlichen Zusammenhänge nicht durch damit verbundene Schwierigkeiten zu komplizieren.

⁴⁷ Vgl. Guria (1986).

⁴⁸ In Wohl / Martin (1967), S. 329 ff. werden dazu einige Studien zitiert. B. D. Greenshields ermittelte z. B. eine lineare Beziehung zwischen Geschwindigkeit und Dichte, die wir der Einfachheit halber in folgenden unterstellen. Anhang 2 zum Abschnitt C.II. präsentiert die wichtigsten Gleichungen und Werte dieser Studie von Greenshields, die in Abbildung 14 verwendet werden. Vgl. Greenshields (1934), zitiert aus Wohl / Martin (1967), S. 329 ff.

Der erste Quadrant in Abbildung 14 stellt eine lineare Geschwindigkeitsfunktion ($V=V(D)$) dar, in der außer der Dichte keine weiteren geschwindigkeitsbeeinflussenden Faktoren enthalten sind.⁴⁹ Diese vereinfachende lineare Beziehung unterstellt, kann nur ein (marginaler) Verkehrsteilnehmer die Strecke mit der freien (maximalen Wunsch-) Geschwindigkeit V_{frei} befahren. Kommen weitere Fahrzeuge hinzu, sinkt die Geschwindigkeit, bis sie bei der maximalen Dichte D_{max} („Stoßstange an Stoßstange“ stehende Fahrzeuge) den Wert Null annimmt.

Mit der Geschwindigkeitsfunktion wird die Fluß-Dichte-Beziehung in Quadrant II aufgestellt ($F=D \cdot V(D)$). Steigt die Anzahl der Fahrzeuge pro km an, so vergrößert sich zunächst trotz allmählich sinkender Geschwindigkeit der Verkehrsfluß (in Abb. 14 Quadrant II bis $0,5 D_{\text{max}}$), bei dieser Verkehrsdichte ergibt sich der maximale Verkehrsfluß F_{max} . Kommen weitere Fahrzeuge hinzu, sinkt der Verkehrsfluß, da die Zunahme der Fahrzeuge von der Geschwindigkeitsreduktion überkompensiert wird.⁵⁰ Bei der Geschwindigkeit von Null und der Verkehrsdichte D_{max} kommt es zum Stillstand, das heißt zum Verkehrsfluß von Null, niemand kann in diesem Zeitintervall den Abschnitt durchfahren.⁵¹

Als Zwischenergebnis können wir festhalten, daß die Fluß-Dichte-Beziehung nicht eindeutig ist. Jeder Wert für den Fluß (bis auf das Maximum) ist durch zwei verschiedene Mengen an Fahrzeugen realisierbar. Wissen wir beispielsweise nur, daß der Fluß F_1 beträgt, so können wir keine Aussage darüber treffen, ob sich nur wenige Fahrzeuge (D_1) auf der Strecke befinden und deshalb nicht mehr Fahrzeuge den Abschnitt durchqueren können, oder ob die Menge an Fahrzeugen so groß (D_2) und damit die Zeitverluste so hoch sind, daß nur F_1 Fahrzeuge die Fahrt durch den Abschnitt in dem Zeitintervall beenden können.

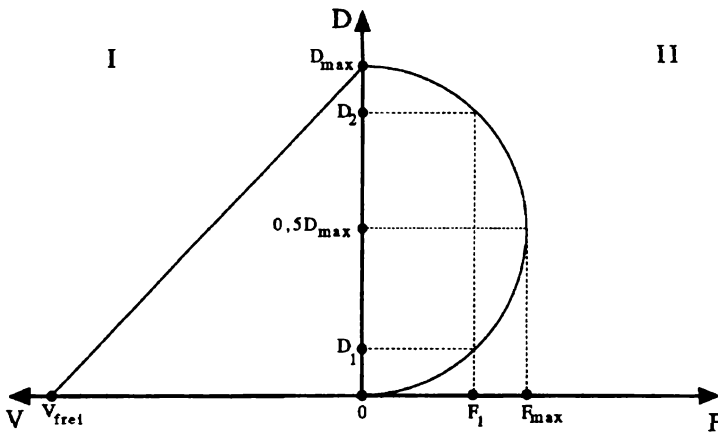
Greenberg unterstellt eine Exponentialfunktion. Vgl. Greenberg. (1959). Vgl. auch Guerin (1961), beide zitiert aus Wohl / Martin (1967). S. 329ff.

⁴⁹ Die lineare Beziehung zwischen Dichte und Geschwindigkeit hat den Vorteil, daß einige Beziehungen einfach ausgerechnet und gezeichnet werden können.

Die Vernachlässigung anderer die Geschwindigkeit beeinflussender Faktoren, wie z.B. technische Ausstattung des Fahrzeugs oder Witterungsverhältnisse, ändert nichts am Aussagegehalt der Studien, da sie nicht zur Erklärung des zugrundeliegenden Problems beitragen.

⁵⁰ Der sinkende Fluß aufgrund einer F_{max} übersteigenden Nachfrage wird in Abgrenzung zur „congestion“ (Stauphänomen bei einer Fahrzeugmenge bis zu der Anzahl, die zu F_{max} führt) in der Literatur auch als „ingression“ bezeichnet. Vgl. Wingo (1965), S. 43 ff., S. 121ff.

⁵¹ *Durchfahren* bedeutet, daß der Fahrer innerhalb des Zeitintervalls am Ende des Streckenabschnitts ankommt, dies ist nur möglich bis zu dem Dichtewert $0,5 D_{\text{max}}$. Dagegen kann der Streckenabschnitt solange *befahren* werden, bis die maximale Dichte erreicht ist.



Quelle: in Anlehnung an Wohl / Martin (1967), S. 330, Knauth / Lux (1989), S. 584

Abb. 14: Funktionale Beziehungen zwischen Geschwindigkeit und Dichte sowie zwischen Dichte und Fluß

Genau diese Problematik liegt der kritisierten Doppeldeutigkeit der Kostenfunktion zugrunde. Da bei jedem Wert von F (außer $F_{\max}$) sowohl hohe als auch niedrige Zeitverluste auftreten können, ergibt sich zu jedem Wert ein hoher und ein niedriger Wert für die Funktion der sozialen Durchschnittskosten (SDK) (siehe Abb. 15). Damit können wir keine aussagekräftige funktionale Beziehung zwischen dem Fluß und den SDK herstellen. Bei F_1 wissen wir z.B. nicht, ob die sozialen Durchschnittskosten SDK_1 oder SDK_2 betragen.

Damit kann natürlich auch kein eindeutiger Wert für die Nettozahlungsbereitschaft ermittelt werden, da nicht klar ist, welcher Wert der SDK z.B. von dem mit F_1 korrespondierenden Wert der Nachfragefunktion abzuziehen ist.

Die sozialen Grenzkosten sind dagegen nur bis zum Verkehrsfluß in der Höhe $F_{\max}$ definiert, da ab diesem Wert keine Zunahme des Flusses möglich ist. Üblicherweise wird dann eine vertikal verlaufende Grenzkostenfunktion verwendet.⁵² Es ist jedoch fraglich, ob diese den tatsächlichen Kostenanstieg durch einen zusätzlichen Verkehrsteilnehmer korrekt abbildet⁵³, da die Nutzung lediglich höhere Zeitverluste verursacht, aber nicht unmöglich ist.

⁵² Vgl. z.B. Walters (1961), S. 680.

⁵³ Dies bezweifelt auch Nash, vgl. Nash (1982), S. 296-297.

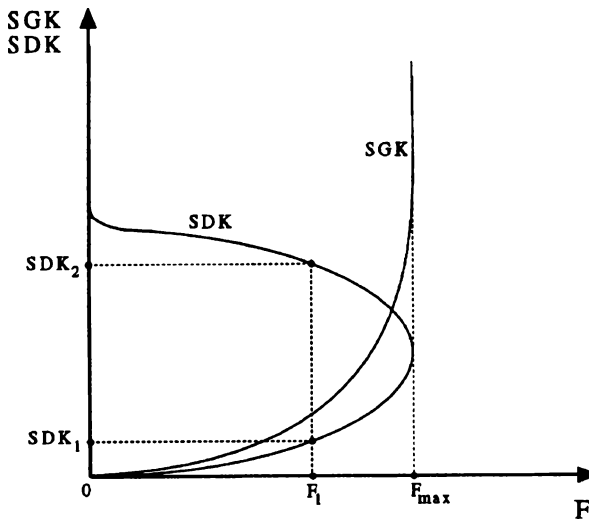


Abb. 15: Soziale Grenzkosten und nicht eindeutig definierbare soziale Durchschnittskosten

Die Befürworter der Abzissenbezeichnung Verkehrsfluß umgehen dieses Problem, indem sie nur Kostenfunktionen in Abhängigkeit von den Werten für F betrachten, die sich über die Dichtewerte von 0 bis $0,5 D_{\max}$ und den damit korrespondierenden Geschwindigkeiten ergeben (siehe Abbildung 14).⁵⁴ Kritiker der Bezeichnung legen bei der Betrachtung von Spitzenlastzeitintervallen dagegen nur Mengen an Fahrzeugen zugrunde, die höher als der maximale Verkehrsfluß sind.⁵⁵

Wie wir an diesem kontroversen Vorgehen sehen können, ist die Mengenbezeichnung bei Analysen von ungeregelten Nutzungen nicht unproblematisch. Die analytische Schwierigkeit kann in der Wahl einer verkehrstechnischen Größe als Mengeneinheit begründet sein, die mit der Anzahl der Nutzungsver-

⁵⁴ Vgl. z.B. Walters (1961), S. 680; Büttler (1982), S. 186-187. Büttler bezeichnet die sich aus höheren als $0,5 D_{\max}$ Dichtewerten ergebenden Verkehrsflüsse (die „in-gression“ Phänomene) als verkehrstechnisch ineffizient und betrachtet die „effizienten“ Verkehrsflüsse, also diejenigen, die sich aus Dichtewerten zwischen 0 und $0,5 D_{\max}$ ergeben.

⁵⁵ Vgl. Guria (1986), S. 339. Guria verwendet die Mengeneinheit „Ankunftsrate“ der Fahrzeuge am Streckenbeginn. Da aber die Nutzer Fahrten nachfragen, ist es unklar, ob diese Bezeichnung mit dem ökonomischen Aussagegehalt einer Nachfragefunktion (die Nachfragefunktion beschreibt die funktionale Beziehung zwischen Preis und Menge des relevanten Gutes, welches in unserem Kontext der Nutzung entspricht) kompatibel ist. Vgl. kritisch dazu Nash (1982), S. 297.

suche variiert. Dies beeinträchtigt die Modellierung eindeutiger Kosten- und Nachfragefunktionen, die aber für die Verwendung der üblichen ökonomischen Instrumente notwendig ist.

Um das Problem zu vermeiden, benötigen wir eine Mengenbezeichnung, der eindeutige Werte dieser Funktionen zuzuordnen sind. Die Eindeutigkeit der zuzuordnenden Werte ist auch bei der Analyse von unregelmäßigen Flughafenutzungen zu beachten, wenn auch die Mengenbezeichnung in diesem Kontext nicht derart fokussiert und kontrovers diskutiert wird.⁵⁶

Wir wollen daher unter unserer Abzissenbezeichnung X die Menge an Nutzungen (Anzahl der Fahrzeuge, die die Strecke pro Zeitintervall befahren, sich also im Nutzungsprozeß befinden⁵⁷ oder Anzahl der Rollbahnnutzungen) verstehen, wobei wir diese kontinuierlich von links nach rechts auf der Abzisse abtragen und die Beeinträchtigungen bei steigender Menge über eine stetig steigende Kostenfunktion erfassen.

Damit kann jedem Punkt auf der Abzisse ein eindeutiger Wert der marginalen Zahlungsbereitschaft und der Kosten zugeordnet werden, was die Modellierung dieser Funktionen und ihre Anwendung im üblichen ökonomischen Analysekontext grundsätzlich ermöglicht.

Betrachten wir nun als zweiten Punkt die analytische Behandlung der individuellen Kosten als Kostenfunktion genauer.⁵⁸ Wie in Anhang 1 zu C.II. ausgeführt wird, interpretieren viele Autoren die individuellen Kosten der Nutzer als private Grenzkosten. Damit betonen die traditionellen Staumodelle eine aus ihrer Sicht bestehende Besonderheit der Infrastrukturnutzungen. In dem Analysekontext dieser Modelle spielen die Nutzer eine Doppelrolle. Zum einen sind sie Nachfrager einer Nutzung, zum anderen sind die zum Zuge kommenden Nutzer auch Produzenten des „Gutes“ Fahrt.⁵⁹ Die Kostenfunktion der traditionellen Staumodelle enthält i.d.R. als Input-Faktoren die Reisezeit und teilweise

⁵⁶ Die natürlichen Umstände einer Rollbahnananspruchnahme als punktuelle Nutzung lassen die problematischen Beziehungen zwischen Nutzungsversuchen und erfolgreichen Nutzungen in dem Sinne, daß z.B. infolge einer höheren Anzahl Anflüge weniger Landungen möglich sind, weniger relevant erscheinen.

⁵⁷ Da wir die Anzahl der befahrenden Fahrzeuge verwenden, haben wir die problematische Beziehung zwischen Nutzungsversuchen und erfolgreichen Nutzungen vermieden, die uns die Modellierung der Funktionen erschwerte. Siehe Else (1982), S. 301 zu einem ähnlichen Ergebnis bezüglich der Mengenbezeichnung in Abhängigkeit derer die Funktionen abgebildet werden können.

⁵⁸ Kosten, die dem einzelnen Nutzer beim Befahren eines Streckenabschnitts entstehen.

⁵⁹ Vgl. Mohring (1976), S. 15-16.

auch die variablen Betriebskosten des Fahrzeugs, die die Nutzer in ihrer Rolle als Produzenten selber bereitstellen.⁶⁰

Normalerweise werden solche Kosten in der Ökonomie aber als Aufwendungen interpretiert, die dem Nachfrager bei der Nachfragetransaktion entstehen.⁶¹ Eine Nachfragefunktion repräsentiert die Zahlungsbereitschaft, in die alle anderen relevanten Entscheidungseinflüsse bereits eingegangen sind. In den traditionellen Staumodellen werden entscheidungsbeeinflussende Nutzelemente (Zeitverluste) in Form der dort so bezeichneten „privaten Grenzkosten“ aus der Nachfragefunktion separiert und scheinbar wie eine Angebotsfunktion behandelt.⁶² Tatsächlich drückt eine Angebotsfunktion jedoch den zusätzlichen Ressourcenverzehr (bzw. die Opportunitätskosten) aus, der durch das Angebot einer zusätzlichen Mengeneinheit entsteht. Da wir von dem realen Ressourcenverzehr des kurzfristigen Nutzungsangebots abstrahiert haben, bleiben als Angebotsfunktion in diesem Sinne nur die marginalen externen Kosten übrig.⁶³

Die in den traditionellen Modellen verwendete Nachfragefunktion beinhaltet die marginale Zahlungsbereitschaft für staufreie Fahrten.⁶⁴ Über eine solche Nachfragefunktion läßt sich aber die tatsächliche marginale Wertschätzung für eine Fahrt bei endogener Qualität und die interdependente Nachfrage nicht erfassen.⁶⁵

⁶⁰ Vgl. Mohring (1976), S. 16; Walters (1968), S. 22ff.

⁶¹ Stellt man sich eine Nachfragefunktion nach einem bestimmten Produkt vor, so werden z.B. auch nicht die Kosten der Fahrt zu dem Laden als separate Kostenfunktion betrachtet, sondern mindern implizit die Zahlungsbereitschaft für das Produkt. So wird das gleiche Produkt eher in dem näher gelegenen als im weiter entfernten Geschäft nachgefragt.

⁶² Auf die Tatsache, daß es sich bei der „privaten Grenzkostenfunktion“ nicht um eine Angebotsfunktion im üblichen Sinne handelt, weisen Wohl / Martin (1967), S. 118-120, hin. Sie bezeichnen diese Kurve als „price-volume-curve“ und meinen damit ebenfalls die Beziehung zwischen Nutzeranzahl und nutzungsabhängigen Kosten, die dem einzelnen Fahrer entstehen. Auch hier bleibt anzumerken, daß es sich um entscheidungsbeeinflussende Nutzelemente handelt.

⁶³ Unter dem realen Ressourcenverzehr des Angebots an Nutzungen haben wir z.B. die nutzungsabhängigen Kosten des Verschleißes der Teerdecke verstanden. Siehe Kapitel A. Wenn wir diese einbeziehen, besteht die relevante Angebotsfunktion aus diesem realen Ressourcenverzehr und den marginalen externen Kosten.

⁶⁴ Darin ist auch nicht der monetär bewertete normale Zeitaufwand für eine Fahrt enthalten.

⁶⁵ Zur Erklärung der endogenen Qualität und interdependenten Nachfrage vgl. Arnold (1992), S. 237; sowie Abschnitt C.I.

Berglas / Pines betrachten das Stauprobblem als Erweiterung der Club-Theorie. Sie weisen darauf hin, daß die „Stauvariable“ entweder in der Kosten- oder in der Nutzenfunktion enthalten sein muß und sind der Meinung, daß unter bestimmten Bedingungen

Die traditionellen Modelle lösen dieses Problem, indem sie die tatsächliche Zahlungsbereitschaft, die sonst durch die Nachfragefunktion dargestellt wird, in Form der Differenz von Nachfragefunktion und privaten Grenzkosten der Nachfrager präsentieren. Insofern enthält die Darstellungsweise zwar die richtigen „Nettozahlungsbereitschaften“, stellt sie aber auf eine etwas ungewöhnliche Weise dar. Dennoch ist diese Darstellung für die Erklärung einiger praxisnaher Probleme hilfreich, weshalb wir in einigen folgenden Abschnitten wieder auf sie zurückgreifen.

Soll die Analyse jedoch innerhalb gängiger mikroökonomischer Kategorien erfolgen, müssen Angebots- und Nachfragefunktionen jedoch anders modelliert werden. Abschnitt C.II.3. stellt einen Vorschlag dazu dar.

3. Staumodell mit qualitätsangepaßter Nachfragefunktion

Der wesentliche Unterschied gegenüber dem vorgenannten Modellansatz besteht darin, daß die individuellen staubedingten Beeinträchtigungen nicht explizit als separate Kostenfunktion, sondern als verminderte Qualität der Straßennutzung interpretiert werden, woraus sich nach links unten verschobene Nachfragefunktionen ergeben.⁶⁶

So wurde bereits bei der Darstellung des Zusammenhangs von Nutzungsmenge und Qualität in Abschnitt C.I. (Abbildung 11) vorgegangen. Die geringeren Zahlungsbereitschaften für Nutzungen schlechterer Qualität wurden durch die monetäre Bewertung der individuellen Beeinträchtigungen (diese wurde nur hilfsweise als BKN Funktion verwendet) bei dem jeweiligen Nutzungsniveau bestimmt.

Daraus ergab sich für Nutzungen jedes durch die Nutzungsmengenbeschränkung exogen definierten Qualitätsniveaus eine constant-quality-Nachfragefunktion. Für einen Standard der Menge X_3 war dies N^* , für einen Standard der Menge X_4 war dies N_2 (siehe Abbildung 11).⁶⁷

die „Stauvariable“ in der Nutzenfunktion enthalten sein sollte. Vgl. Berglas / Pines (1981), S. 159-160.

⁶⁶ Siehe grundlegend zu diesem Modell Freeman III / Haveman (1977), an denen sich die folgende Darstellung orientiert. Vgl. auch Kruse / Berger (1995).

⁶⁷ Z.B. beträgt die Zahlungsbereitschaft für eine Menge von X_4 Fahrten nicht X_4R_1 , abzulesen auf N^* , sondern X_4R_2 (siehe Abbildung 11). Die Differenz zwischen den beiden Zahlungsbereitschaften bestimmt sich aus der Höhe der individuellen Beeinträchtigungskosten (BKN) bei der Nutzungsmenge X_4 ($BKN_A(X_4) \equiv X_4R_3$). Um diesen Betrag verschiebt sich die für Nutzungen dieser Qualität relevante Nachfragefunktion N_2 ausgehend von N^* nach unten (die Strecken R_1R_2 und R_3X_4 entsprechen sich). N_2 stellt die constant-quality-Nachfragefunktion für diese Qualität dar.

lungsbereitschaft besteht als auf N_2 abzulesen ist. Beträgt das Nutzungsniveau beispielsweise nur X_3 , sind die Zahlungsbereitschaften auf N^* relevant.⁶⁸ Demgegenüber kommt bei einem Mengenstandard, wie in Kapitel B. beschrieben wurde, eine geringere als dem Standard entsprechende Anzahl Nutzer nicht in den Genuß einer mit der geringeren Nutzerzahl eigentlich einhergehenden Qualitätsverbesserung. Der Grund dafür ist, daß der Mengenstandard die Qualität unabhängig von der tatsächlichen Nutzungsmenge macht.⁶⁹ Damit sind beim Standard im Umfang der Menge X_4 auch für X_3 Nutzungen die Zahlungsbereitschaften auf N_2 relevant.

Genauso können wir im Falle ohne Mengenstandard rechts von X_4 keine Zahlungsbereitschaft für die durch X_4 bestimmte Qualität beobachten, da weitere Nutzer die Qualität verschlechtern und damit die Zahlungsbereitschaften niedriger sind als die durch N_2 repräsentierten. Diese endogene Qualitätsverschlechterung berücksichtigen wir über eine Bewegung nach rechts unten zu der Nachfragefunktion, die für das durch die zusätzlichen Nutzungen verschlechterte Qualitätsniveau gilt.

Dies wird in der Ausschnittsvergrößerung von Abbildung 16 (Abbildung 17) deutlich. Die mit der Zunahme der Menge von X_4 beispielsweise auf X_5 korrespondierende sinkende Zahlungsbereitschaft wird durch die Bewegung auf N_2 erfaßt (Pfeil a von R_2 zu R_4), der durch die Mengenerweiterung verursachten Qualitätsverschlechterung trägt die Bewegung nach unten zu N_5 Rechnung (Pfeil b von R_4 zu R_5).

Aufgrund der endogenen Qualität ist von jeder constant-quality-Nachfragefunktion nur der Punkt beobachtbar, der mit der die jeweilige Nutzungsqualität determinierenden Menge korrespondiert. Dies ist z.B. R_2 auf N_2 für X_4 Nutzungen, R_5 auf N_5 für X_5 Nutzungen und E_C auf N_3 für X_C Nutzungen. Der geometrische Ort aller relevanten Punkte wird als „Qualitätsangepaßte Nachfragekurve“ NQ (im folgenden auch als QAD [quality adjusted demand curve]⁷⁰) bezeichnet. In Abbildung 16 hat die qualitätsangepaßte Nachfragefunktion NQ den Verlauf $ZJ_C X_7$. Diese Funktion zeigt, wie eine normale Nachfragefunktion, den markträumenden Preis als Funktion der Menge.

Die qualitätsangepaßte Nachfragefunktion enthält die zu jeder Nutzerzahl gehörenden durchschnittlichen Staukosten und repräsentiert damit, wie in der Ökonomie üblich, die Zahlungsbereitschaften, in die alle relevanten Entscheidungseinflüsse eingegangen sind. Um die analytische Beziehung zu den tradi-

⁶⁸ Bei X_3 nimmt die Funktion der individuellen Staukosten pro Nutzer (SDK) den Wert Null an.

⁶⁹ Siehe dazu Abschnitt B.I. „Das Nutzungsrecht“ und C.I. „Zusammenhang von Nutzungsmenge, Dimension und Qualität“.

⁷⁰ Diese Bezeichnung wird von Freeman III / Haveman (1977) verwendet.

tionellen Staumodellen aufzuzeigen, kann die qualitätsangepaßte Nachfragefunktion als graphische Darstellung der jeweiligen Nettozahlungsbereitschaften interpretiert werden.

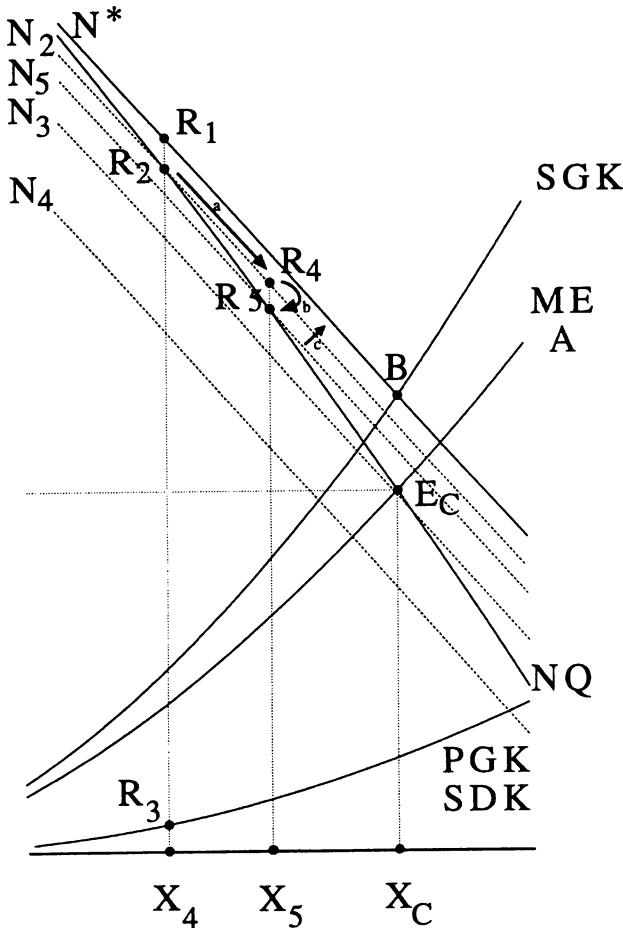


Abb. 17: Ausschnittsvergrößerung aus Abb. 16

Da wir nun die individuellen Beeinträchtigungskosten in die Nachfragefunktion integriert haben, sind sie im Gegensatz zur Betrachtungsweise der traditionellen Staumodelle kein Teil der Angebotsfunktion mehr. In der Diskussion der analytischen Behandlung in Abschnitt C.II.2. haben wir bereits explizit darauf hingewiesen, daß eine Angebotsfunktion die Opportunitätskosten repräsentiert, die eine zusätzliche Mengeneinheit verursacht. Dies sind hier die marginalen externen Kosten bzw. die marginale Externalität ME. Die Funktion der marginalen Stauexternalitäten (ME) wird graphisch durch die vertikalen Diffe-

renzen zwischen den Kurven der sozialen (SGK) und der privaten (PGK) Staugrenzkosten bzw. der sozialen Durchschnittskosten (SDK) abgebildet und in Abbildung 16 als A (Angebotsfunktion) bezeichnet.

Im Schnittpunkt von NQ mit der Angebotsfunktion entsprechen sich Grenznutzen und Grenzkosten einer zusätzlichen Fahrt (Punkt E_C). Dieser Schnittpunkt bestimmt die optimale Nutzungsmenge X_C .⁷¹ Dieses Optimum kann mittels eines Nutzungs-Preises in Höhe der marginalen Externalitäten, die bei der optimalen Anzahl der Fahrzeuge entstehen, realisiert werden.⁷² Es gilt hier also der optimale Preis in Höhe von P_C .⁷³

Anhang 1 zu C. II.

Ausgangspunkt der formalen Darstellung des traditionellen Staumodells ist, daß bei der Anzahl X Fahrzeuge jedes die Zeit T (h/km) benötigt, um mit der Geschwindigkeit V (km/h) einen Streckenabschnitt von einem Kilometer zu durchfahren.⁷⁴ Als Determinante der Geschwindigkeit wird ausschließlich die Anzahl der Fahrzeuge, die gleichzeitig den Streckenabschnitt befahren, betrachtet, also gilt

$$V = V(X)^{75}$$

Die Beeinträchtigungen werden in diesem Modell auf den mit zunehmender Nutzerzahl erhöhten Zeitaufwand reduziert.⁷⁶

⁷¹ Diese Menge entspricht logischerweise der optimalen Menge, die beim traditionellen Stauniveau über den Schnittpunkt B von N^* mit den sozialen Grenzkosten ermittelt wurde (siehe Abbildung 12), da insgesamt die gleichen Kosten und Nutzen relevant sind, sie lediglich analytisch unterschiedlich behandelt werden.

⁷² Vgl. z.B. Mohring / Harwitz (1962), S. 82-83; und vgl. Freeman III / Haveman (1977), S. 226-229.

⁷³ Dieser entspricht als Differenz zwischen sozialen und privaten Grenzkosten P_M aus dem traditionellen Staumodell (siehe Abbildung 12). Dieser Preis kann auch über den Schnittpunkt der Funktion der marginalen Externalitäten mit der für das Nutzungsniveau X_C relevanten constant-quality-Nachfragefunktion N_3 bestimmt werden, da der Schnittpunkt E_C gerade der für dieses Nutzungsniveau beobachtbare Wert dieser constant-quality-Nachfragefunktion ist.

⁷⁴ Hier wird die gängige Modellbildung referiert, bei der die Mengenbezeichnung X für den Verkehrsfluß steht. Diese Bezeichnung wurde in Abschnitt C.II.2. problematisiert.

⁷⁵ Die Geschwindigkeit als Funktion des Verkehrsflusses nehmen z.B. Knieps (1992b), S. 320 und Dewees (1979), S. 1500, an.

⁷⁶ Damit spielen Streßfaktoren und Risiko z.B. keine Rolle.

$$\frac{\partial V(X)}{\partial X} \leq 0$$

stellt den Zusammenhang zwischen steigender Anzahl Fahrzeuge und sinkender Geschwindigkeit dar.

$$\frac{\partial T(X)}{\partial X} \geq 0$$

stellt entsprechend den zunehmenden Zeitaufwand dar.

Für die Funktion der individuellen Kosten benötigen wir den monetär bewerteten Zeitaufwand $cT(X)$, wobei c für die Opportunitätskosten der Zeit steht.⁷⁷ $c_i T_i(X)$ sind die individuellen Zeitkosten eines einzelnen Autofahrers i ($i=1, \dots, n$).

Diese werden im Rahmen der traditionellen Staumodelle als private Grenzkosten $PGK_i(X)$ einer Fahrt für Verkehrsteilnehmer i bezeichnet. Diese Bezeichnung erscheint dann sinnvoll, wenn die Stauproblematik im Kontext des Pigou-Modells betrachtet werden soll. Damit kann die in diesem Modell gebräuchliche Terminologie der privaten und sozialen Grenzkosten verwendet werden. Es ist allerdings zu beachten, daß es sich hier nur aus Sicht des einzelnen Autofahrers um private Grenzkosten handelt, da dies die für ihn relevanten Kosten bei der Entscheidung, eine Fahrt zu machen, sind. Bei der Betrachtung der gesamten Fahrtenanzahl sind dies Kosten pro Fahrer, die wir bisher als individuelle Beeinträchtigungskosten oder als durchschnittliche Staukosten bezeichnet haben.⁷⁸

Wegen

$$\frac{\partial T_i(F)}{\partial F} \geq 0$$

gilt auch

$$\frac{\partial PGK_i(X)}{\partial X} > 0$$

⁷⁷ Zu der Zeitbewertung vgl. Dewees (1979); Decon / Sonstelie (1985b), die in Button (1993), S. 115, 116 zitierten Quellen (Hanks / Lomax (1990); Newberry, (1990), S. 22-28; UK Department of the Environment (1976)); sowie zu einer kritischen Auseinandersetzung mit solchen Schätzungen Button (1993), S. 114ff; Willeke / Baum (1972); Willeke (1993).

⁷⁸ Vgl. Walters (1961), S. 678. Daher ist die Bestimmung der gesamten Zeitkosten über die Addition der privaten Grenzkosten zulässig. Siehe unten Gleichung (2).

Es wird weiterhin angenommen, daß jeder Autofahrer in dem betrachteten Zeitintervall nur eine einzige Fahrt macht, so daß $n=X$ gilt.

Die gesamten Zeitkosten $SK(X)$, die wir über die Summierung

$$(2) \quad \sum_{i=1}^n PGK_i(X) = SK(X),$$

dies ist gleichbedeutend mit

$$\sum_{i=1}^n c_i T_i(X) = SK(X)$$

erhalten, werden als soziale Zeitkosten bezeichnet.⁷⁹

Wegen der Homogenitätsannahme sind die privaten Grenzkosten für alle Verkehrsteilnehmer gleich, so daß auf den Index i verzichtet werden kann. Es gilt dann

$$(3) \quad SK(X) = PGK(X) \cdot n,$$

oder

$$SK(X) = cT(X) \cdot n$$

wegen $n = X$

$$(4) \quad SK(X) = PGK(X)X,^{80}$$

oder

$$SK(X) = cT(X)X$$

sowie

$$(5) \quad \begin{aligned} \frac{SK(X)}{X} &= PGK(X) \\ &= PGK_i(X) \\ &= c_i T_i(X), \end{aligned}$$

für alle $i=1, \dots, n$.

Die sozialen Durchschnittskosten

$$\frac{SK(X)}{X}$$

⁷⁹ Vgl. für die folgende Herleitung Freeman III und Haveman (1977).

⁸⁰ $PGK(F) \cdot F$ ergibt z. B. gemäß Walters und Knieps die gesamten Kosten des Verkehrsflusses F . Vgl. Knieps (1992a), S. 321; Walters (1961), S. 681, Fn. 5.

entsprechen also den privaten Grenzkosten (oder individuellen Beeinträchtigungskosten) eines repräsentativen Verkehrsteilnehmers.

Die sozialen Grenzkosten SGK, also den Anstieg der sozialen Kosten durch eine zusätzliche Fahrt, erhält man durch

$$(6) \quad \text{SGK}(X) = \frac{\partial \text{SK}(X)}{\partial X} = \text{PGK}(X) + \frac{\partial \text{PGK}(X)}{\partial X} X.$$

Diese Gleichung zeigt die Bestandteile der sozialen Grenzkosten, anhand derer wir genau den individuell berücksichtigten, die privaten Grenzkosten $\text{PGK}(X)$ und den unberücksichtigten Teil, die marginale Stauexternalität

$$\frac{\partial \text{PGK}(X)}{\partial X} X,$$

dieser Kosten ausmachen können.

Außerdem zeigt diese Gleichung die modellmäßige Analogie der Staukostenfunktionen mit Kostenfunktionen für „normal“ zu produzierende Güter.

Marginale externe Staukosten

$$\frac{\partial \text{PGK}(X)}{\partial X} X$$

treten ab der Nutzungsmenge auf, bei der die sozialen Grenzkosten größer als die privaten Grenzkosten sind.⁸¹

Gemäß der effizienten Preisregel (Schnittpunkt von Nachfragekurve $P(X)$ mit den relevanten Grenzkosten $\text{SGK}(X)$) ergibt sich:

$$(7) \quad P(X) = \text{PGK}(X) + \frac{\partial \text{PGK}(X)}{\partial X} X.$$

Die rechten beiden Terme stellen den Gesamtpreis dar (Preis P_G in Abbildung 12). Da der Nutzer $\text{PGK}(X)$ bereits in Form eines erhöhten Zeitaufwandes entrichtet, wird der Geldpreis bzw. die Pigou-Steuer in Höhe der marginalen Externalität

$$\frac{\partial \text{PGK}(X)}{\partial X} X$$

festgelegt. Damit werden die für die einzelne Fahrt entscheidungsrelevanten Kosten von den privaten Grenzkosten auf die Höhe der sozialen Grenzkosten angehoben.

⁸¹ In Abb. 12 also ab X_3 .

Anhang 2 zu C. II.

Mathematische Formulierung einer linearen Beziehung zwischen Dichte (D) und Geschwindigkeit (V):⁸²

$$(I) \quad V = V_f - \left(\frac{V_f}{D_{\max}}\right)D$$

stellt den Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Dichte dar, V_f = freie Geschwindigkeit, $D_{\max}$ = maximale Dichte, F = Verkehrsfluß,

da

$$V = \frac{F}{D},$$

gilt:

$$(II) \quad F = DV_f - \left(\frac{V_f}{D_{\max}}\right)D^2,$$

stellt den Zusammenhang zwischen Dichte und Fluß dar,

da

$$D = \frac{F}{V},$$

ergibt sich:

$$(III) \quad F = D_{\max} V - \frac{D_{\max}}{V_f} V^2,$$

für Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Fluß.

Ermittlung der Werte für V und D, die den Fluß maximieren:

$$(IV) \quad F = VD, \text{ (I) eingesetzt in (IV)}$$

$$(V) \quad F = \left(V_f - \left(\frac{V_f}{D_{\max}}\right)D\right)D$$

$$(VI) \quad \frac{\partial F}{\partial D} = V_f - \frac{2V_f D}{D_{\max}} \stackrel{!}{=} 0 \Leftrightarrow D = \frac{D_{\max}}{2},$$

eingesetzt in (I) ergibt:

$$(VI') \quad V = \frac{V_f}{2}.$$

⁸² Vgl. Greenshields (1934), zitiert aus Wohl / Martin (1967).

Im folgenden werden diese Werte für D und V , die den Fluß maximieren als D_{Fmax} und V_{Fmax} bezeichnet. Diese beiden Werte eingesetzt in (IV) ergeben:

$$(IV') \quad F_{\text{max}} = \frac{D_{\text{max}} V_f}{4}.$$

III. Effiziente Dimension für homogene Nutzer

1. Kapazitätsdefinition

Unter der Kapazität wird üblicherweise der maximale Output pro Zeiteinheit, erfaßt als Stückzahl, verstanden. In Abbildung 18 ist dieser Sachverhalt dargestellt.

Die kurzfristigen Grenzkosten werden durch den Kurvenzug $ABC \rightarrow +\infty$ dargestellt und bilden, wie üblich, die kurzfristige Angebotsfunktion KA_1 . Maximal ist eine Produktion der Menge X_1 möglich, somit beträgt die Kapazität X_1 . An der Kapazitätsgrenze sind die kurzfristigen Grenzkosten nicht definiert ($\partial X=0$), graphisch wird dies durch den vertikalen Verlauf dargestellt. Um die verschiedenen Arten von Kosten deutlich zu machen, unterscheiden wir bei der kurzfristigen Angebotsfunktion zwischen den Kosten einer zusätzlich produzierten Einheit - diese werden als marginale Betriebskosten k bezeichnet - und den marginalen Opportunitätskosten (dem vertikalen Ast). Der vertikale Ast der Kostenfunktion ist nicht auf einen realen Ressourcenverzehr, wie die Kosten der Produktion, zurückzuführen, sondern stellt erst im Zusammenhang mit der Nachfragefunktion die nachfragedeterminierten Opportunitätskosten dar. Der Schnittpunkt mit der Nachfragefunktion (N_1) gibt an, wie hoch die für diesen Fall relevanten Opportunitätskosten sind. Dies ist der monetär bewertete Nutzenentgang des ersten Nachfragers, der nicht mehr zum Zuge kommt.

Im Abschnitt B.III. wurde das Prinzip dieser Kapazitätsdefinition auf die Ermöglichung von Starts und Landungen auf Flughäfen angewendet. Die Kapazität war definiert als maximal mögliche Anzahl Starts- bzw. Landungen im relevanten Zeitintervall, die marginalen Betriebskosten bestanden aus den marginalen Abnutzungskosten der Rollbahnen durch Flugzeugbewegungen. Die Betrachtung der Kapazitätserweiterung ist in diesem Zusammenhang einfach. Die Kapazität muß solange erweitert werden, bis die Kosten einer weiteren Rollbahnnutzung ihrem Nutzen entsprechen. Die Kosten einer weiteren Rollbahnnutzung bestehen aus den Grenzkapazitätskosten (Kosten des für eine weitere Rollbahnnutzung erforderlichen Ausbaus der Infrastruktur KK in Abbildung 18) und den konstanten Abnutzungskosten (k). Der Nutzen wird durch die marginale Zahlungsbereitschaft für einen weiteren Slot ausgedrückt. Da

Menge und damit Qualität der Slots durch exogene Standards definiert wurden, war die Qualität der Nutzung weder nutzungsmengenabhängig noch über die Veränderung der Infrastruktur-Dimension beeinflussbar.⁸³ Über die exogenen Standards wurde die für Infrastruktur-Nutzungen typische Interdependenz zwischen Nutzerzahl, Dimension der Infrastruktur und Qualität der Nutzung „wegdefiniert“. In den Termini des Staumodell mit qualitätsangepaßter Nachfragefunktion (QAD-Modell) bedeutet dies, daß für geregelte Nutzungen nur die für die exogen definierte Qualität relevante constant-quality-Nachfragefunktion zu betrachten ist.

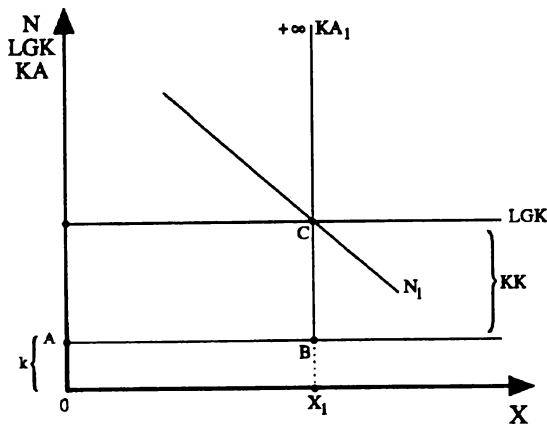


Abb. 18: Die optimale Kapazität

Bei einer Erweiterung der Dimension ist demnach nur der Nutzen durch zusätzlich mögliche Starts oder Landungen (also Bewegungen auf der constant-quality-Nachfragefunktion (CQD), Pfeil a in Abbildung 16 A) und nicht durch Qualitätsverbesserungen (also keine Bewegungen zwischen den Kurven) zu berücksichtigen. Dies vereinfacht die Analyse der Kapazitätserweiterung, da die Nutzendimension der Erweiterung nur durch die Werte der relevanten constant-quality-Nachfragefunktion dargestellt wird.⁸⁴ Bei der langfristigen Analyse für unregelte Nutzungen besteht die Nutzendimension dagegen aufgrund der

⁸³ Die Infrastruktur-Dimension verstehen wir als physische Größe, z.B. Anzahl der Rollbahnen. Zum Qualitätseffekt von Infrastruktur-Veränderungen siehe Abschnitt C.I.

⁸⁴ Die Nachfragefunktion N_1 in Abbildung 18 kann zum einen eine Nachfragefunktion nach Gütern von gleicher Qualität abbilden (für die meisten Güter ist eine mengenunabhängige Qualität typisch, die Qualität hängt i.d.R. von den Inputfaktoren und der Produktionstechnologie ab). Zum anderen kann man sich diese Nachfragefunktion als für den gesetzten Standard relevante constant-quality-Nachfragefunktion vorstellen. Da sich bei der Menge X_1 Grenznutzen und langfristige Grenzkosten entsprechen (Schnittpunkt C), stellt X_1 die optimale Kapazität dar.

Interdependenz zwischen Nutzungsmenge, Dimension und Qualität aus zwei Komponenten. Dies sind der Nutzen infolge zusätzlicher Inanspruchnahme (Bewegungen auf der CQD, Pfeil a in Abbildung 16 A) und der Nutzen der Qualitätsverbesserung (Bewegungen zwischen den CQD's, z.B. Pfeil c in Abbildung 16 A).

Die Analyse der effizienten Kapazität für Flughafennutzungen unter deren institutionellen Regelungen eignete sich gut als Einstieg in die Problematik. Da aber auch diese Nutzungen ohne Standardsetzung partiell rival sind (siehe Abschnitt B.I.), ist die folgende Bestimmung der optimalen Dimension für unregelte (partielle rivale) Nutzungen am Beispiel der Straßennutzung prinzipiell auch für die Flughafennutzungen relevant.⁸⁵

Bei geregelten Nutzungen ist die Kapazitätsdefinition intuitiv einleuchtend, da über die die Kapazität definierende maximale Menge hinaus kurzfristig kein weiterer Absatz oder keine weitere Nutzung möglich ist. Wenden wir diese Definition auf unregelte Nutzungen (Beispiel Straßennutzungen) an, müssen wir uns fragen, bei welcher Menge an Fahrten keine zusätzliche Nutzung mehr möglich ist. Zur Beantwortung dieser Frage erinnern wir uns an die Diskussion der Mengenbezeichnung in Abschnitt C.II.2. Dabei wurde zwischen „Durchfahren“ und „Befahren“ eines Streckenabschnitts im bestimmten Zeitintervall unterschieden. „Durchfahren“ bedeutet, daß der Fahrer innerhalb des Zeitintervalls am Ende des Streckenabschnitts ankommt, während die Bezeichnung „Befahren“ dafür steht, daß sich der Fahrer im Nutzungsprozeß befindet und unabhängig davon ist, ob die Nutzung im Zeitintervall beendet wird. Das Durchfahren eines Abschnitts ist maximal möglich bis zu einem Dichtewert von $0,5D_{\max}$, Befahren werden kann der Abschnitt dagegen bis zur maximalen Dichte $D_{\max}$ (siehe Abbildung 14). Um zu entscheiden, welcher dieser Werte als Kapazität zugrundegelegt werden soll, müssen wir uns überlegen, was in diesem Zusammenhang das nachgefragte Gut ist. Wir wollen annehmen, daß die Interessenten Fahrten im Sinne eines Transports von A nach B, also abgeschlossene Nutzungen, und nicht einen irgendwann beendeten Nutzungsprozeß nachfragen. Dann definieren wir die Ermöglichung derjenigen Nutzerzahl als Kapazität, die zum maximalen Fluß führt⁸⁶, und schließen uns damit der in der Literatur gebräuchlichen Definition an.

Eine Erweiterung um eine marginale Kapazitätseinheit bedeutet daher die Erhöhung des maximalen Flusses (maximaler Output) um eine Fahrt. Dazu müssen die physischen Gegebenheiten der Straße verändert werden, die nötig sind, um eine Kapazitätseinheit zu produzieren. Dies kann z.B. erreicht werden

⁸⁵ Vgl. z.B. Knieps (1992a), der die gleiche Analyse für Rollbahnnutzungen macht.

⁸⁶ Vgl. z.B. Walters (1961), S. 680; vgl. Wohl / Martin (1967), S. 376. Der Fluß bezeichnet die Anzahl Fahrzeuge pro Zeitintervall, die einen Streckenabschnitt durchfahren, siehe Abschnitt C.II.2.

durch zusätzliche Fahrspuren, breitere Fahrstreifen, verbesserte Kreuzungseinrichtungen, Sicherheitseinrichtungen, bessere Fahrbahnbeläge, Verkehrsleitmaßnahmen etc.⁸⁷ Als Oberbegriff werden diese Veränderungen als Ausbaustrategie bezeichnet. Die Umsetzung der Ausbaustrategie bedeutet eine Erweiterung der physischen Dimension einer Straße.⁸⁸

2. Wohlfahrtsoptimale Dimension

Für die folgenden Überlegungen sind analog zur Analyse geregelter Nutzungen die Kosten- und Nutzen-Implikationen marginaler Infrastruktureinheiten (marginaler Veränderungen der Dimension) relevant. Zunächst werden die Auswirkungen marginaler Infrastrukturveränderungen auf den Nutzen für die Autofahrer erläutert. Dabei gehen wir davon aus, daß Kosten und Nutzen bekannt sind, die Infrastruktur beliebig teilbar ist und abstrahieren von den Abnutzungskosten k der Straße. Wir verwenden im folgenden wieder die graphische Darstellungsweise der traditionellen Staumodelle, da diese Graphiken weniger komplex sind. Dabei gehen wir davon aus, daß die individuellen stauunabhängigen Kosten der Fahrt in der Nachfragefunktion N^* berücksichtigt sind, so daß wir als SDK nur die Beeinträchtigungs- oder Staukosten betrachten. Anschließend werden die marginalen Kosten für Infrastruktureinheiten einbezogen.

Abbildung 19 stellt verschiedene soziale Grenz- und Durchschnittskosten für verschiedene Infrastrukturdimensionen Y dar. Die Infrastrukturdimensionen werden durch die tiefgestellten Buchstaben A, B und C bezeichnet. Die Infrastrukturdimensionen Y sind in der graphischen Darstellung der Abbildung 19 nur implizit über die bei unterschiedlichen Nutzungsmengen beginnenden sozialen Grenz- und Durchschnittskosten enthalten. Die verschiedenen Verläufe der sozialen Grenz- und Durchschnittskosten werden mit dem Buchstaben der sie determinierenden Infrastrukturdimension gekennzeichnet.⁸⁹

Die Infrastrukturdimension, die der im kurzfristigen Zusammenhang verwendeten Abbildung 16 zugrundeliegt, bezeichnen wir als Y_C , die sich bei dieser Dimension ergebenden sozialen Grenz- und Durchschnittskosten erhalten in

⁸⁷ Vgl. Mohring (1976), S. 20, Fußnote e; vgl. Wohl / Martin (1967), S. 376, die ebenfalls eine Reihe kapazitätsbeeinflussender Faktoren nennen.

⁸⁸ Zu einer sehr detaillierten Definition der Infrastrukturerstellungskosten vgl. Keeler / Small (1977), S. 2-10. Keeler / Small betrachten Infrastrukturerweiterungskosten als Summe aus Baukosten, Instandhaltungskosten und Grunderwerbskosten in Abhängigkeit von der Breite der Straße.

⁸⁹ Vgl. dazu auch die Erläuterung zu Abbildung 11 in Abschnitt C.I.

Abbildung 19 folglich den Index C, also SGK_C und SDK_C .⁹⁰ Bei Y_A als Beispiel für eine kleinere Dimension als Y_C treten Beeinträchtigungen bereits ab X_1 auf. Es gilt die soziale Grenzkostenfunktion SGK_A . Deren Schnittpunkt E_A mit N^* ergibt die optimale Fahrtenanzahl X_A und den Geldpreis P_{MA} . Hier sind im Optimum der Preis höher, die Nutzungsmenge geringer und die Qualität schlechter als in der Ausgangs-Situation mit der Dimension Y_C . Umgekehrt entstehen bei der größeren Dimension Y_D Nutzungsrivalitäten erst ab X_4 , es gilt SGK_D , und es ergeben sich im Optimalpunkt E_D (Menge X_D und Preis P_{MD}) eine größere Menge, ein niedrigerer Preis und eine bessere Qualität.

Jeder Wert für Y hat dann entsprechend der vorher erläuterten Preissetzung nach marginalen Externalitäten einen bestimmten Preis und eine bestimmte (Nutzungs- bzw. Fahrten-) Menge, eine bestimmte Qualität und damit ein bestimmtes Nutzenniveau zur Folge. Der Begriff Nutzen steht hier für den Nutzen der bei der jeweiligen Dimension optimalen Menge an Fahrten auf dem betreffenden Streckenabschnitt im betrachteten Zeitintervall bei gegebener Dimension.

Graphisch werden die Nutzenniveaus durch die Flächen zwischen N^* und den für die jeweilige Dimension geltenden sozialen Grenzkosten dargestellt.⁹¹

Der Nutzen der Dimension Y_A wird dann wie folgt ermittelt. Die Bruttowertschätzung der Konsumenten ergibt sich im Umfang $0X_AE_AZ$ (Fläche unter der Nachfragekurve N^* bis zur realisierten Menge X_A). Diese ist um die bei der Menge X_A entstehenden Kosten im Umfang der Fläche $X_1X_AE_A$ (die Fläche unter den hier relevanten kurzfristigen Grenzkosten bis zur realisierten Menge X_A) zu reduzieren. Daraus ergibt sich in Abbildung 19 bei der Dimension Y_A ein Nutzen im Umfang der Fläche $0X_1E_AZ$. Bei der größeren Dimension Y_C ergibt sich analog ein Nutzen von $0X_3E_CZ$ und bei der Dimension Y_D beträgt der Nutzen $0X_4E_DZ$.

Wie in Abb. 19 zu sehen ist, steigt bei größerer Dimension der Nutzen. Zum Beispiel ergibt sich bei einer Infrastrukturerweiterung von Y_A auf Y_C ein zusätzlicher Nutzen im Umfang der schattierten Fläche $X_1X_3E_CE_A$. Dies folgt daraus, daß die Infrastrukturerweiterung die sozialen Kosten senkt. Die Sen-

⁹⁰ Analog verfahren wir für die größere Dimension Y_D und die kleinere Dimension Y_A : $Y_A < Y_C < Y_D$.

⁹¹ Eine Nachfragefunktion setzt sich zusammen aus den marginalen Zahlungsbereitschaften für unterschiedliche Mengen. Die marginale Zahlungsbereitschaft repräsentiert den monetär bewerteten Nutzen einer zusätzlichen Einheit des Gutes. Daher bezeichnet die Fläche unter der Nachfragekurve den Brutto-Nutzen des Gutes für die Konsumenten. Die kurzfristig relevanten Kosten werden durch die Fläche unter den relevanten Marginalkosten dargestellt. Die in diesem Zusammenhang relevanten kurzfristigen Grenzkosten sind die aus den marginalen Beeinträchtigungskosten bestehenden marginalen sozialen Kosten, da von den fahrtabhängigen Abnutzungen der Straße abstrahiert wurde.

kung der sozialen Kosten umfaßt eine Senkung sowohl der privaten als auch der externen Kosten. Der aus der Senkung der sozialen Kosten entstehende Brutto-Wohlfahrtsgewinn⁹² kann auch so interpretiert werden: Zum einen wird die Qualität der Fahrten für die bisherigen Nutzer⁹³ verbessert (das heißt es gibt weniger Stau), und zum anderen werden zusätzliche Fahrten ermöglicht. Der Unterschied zu der Kapazitätsbestimmung bei geregelten Nutzungen besteht darin, daß hier bei der Erweiterung der Dimension dem zusätzlichen Nutzen sowohl aus der zusätzlichen Inanspruchnahme als auch aus der Qualitätsverbesserung Rechnung getragen werden muß.

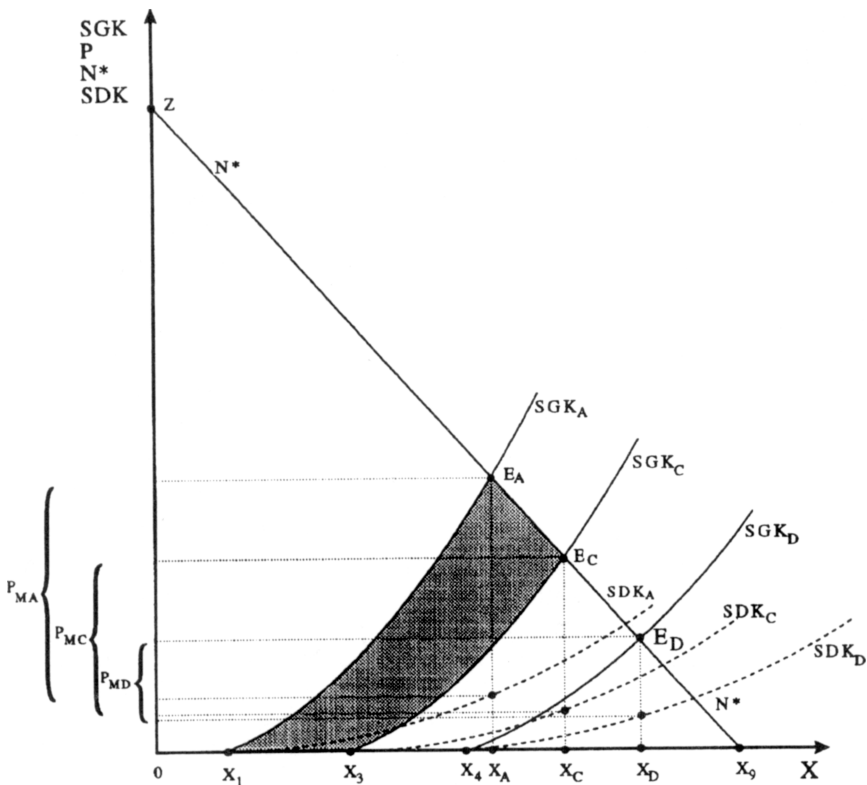


Abb. 19: Variable Infrastruktur-Dimension und Veränderungen der Brutto-Wohlfahrt

⁹² Dieser Gewinn wird als Brutto-Wohlfahrtsgewinn bezeichnet, da die Infrastruktur-Erstellungskosten nicht berücksichtigt sind.

⁹³ Mit den „bisherigen“ Nutzern sind diejenigen gemeint, die bereits bei der kleineren Dimension (und der damit einhergehenden schlechteren Qualität und dem höheren Preis) die Straße genutzt hätten.

Der Vergrößerung des Nutzens steht bei einer Infrastrukturerweiterung eine Erhöhung der Infrastrukturerstellungskosten gegenüber. Darunter kann man sich die Kosten für den Bau weiterer oder breiterer Spuren, eines besseren Straßenbelages, verbesserter Kreuzungsanlagen, Verkehrsleitsystemen und Grunderwerbskosten vorstellen.⁹⁴

Das langfristige Optimierungsproblem besteht nun darin, diejenige Dimension auszuwählen, bei der der gesellschaftliche Nettonutzen der Infrastruktur maximiert wird. Als gesellschaftlicher Nettonutzen wird der Nutzen aller Fahrten (die Fläche zwischen N^* und SGK) abzüglich der Infrastrukturerweiterungskosten bezeichnet.⁹⁵

Jede Dimension, die in der Darstellung der Abbildung 19 für die Nachfragefunktion N^* eine soziale Grenzkostenfunktion erzeugt, wird durch einen Punkt auf der Abszisse in der Abbildung 20 repräsentiert.

Die Kurve $U(Y)$ zeigt den Zusammenhang zwischen der Dimensionsveränderung und dem Nutzen (Nutzenfunktion). Dieser ist dann maximal, wenn bis zur Verkehrsmenge X_0 in Abbildung 19 keine Rivalität besteht. Die kleinsten den Nutzen maximierende Kapazität bezeichnen wir als Y_M . Der Nutzen $U(Y_M)$ in Abbildung 20 entspricht dort der Fläche $0X_0Z$.⁹⁶ Die Ableitung der Nutzenfunktion $U(Y)$ nach der Dimension ergibt die Grenznutzenkurve $MU(Y)$.⁹⁷ Sie zeigt also den Nutzen einer zusätzlichen Infrastruktureinheit. Die Grenzkosten einer zusätzlichen Infrastruktureinheit Y ($GK(Y)$ in Abb. 20) werden zur Vereinfachung im folgenden als konstant angenommen, so daß die „Angebotsfunktion für Infrastruktur-Dimension“ einen waagerechten Verlauf hat.⁹⁸

Der Schnittpunkt der Grenznutzenkurve $MU(Y)$ mit der Kurve der marginalen Dimensionskosten $GK(Y)$ ergibt die optimale Dimension Y_{opt} . Bis zu diesem Punkt sind die Kosten einer weiteren Infrastruktureinheit niedriger als der zusätzliche Nutzen. Eine Erweiterung ist bis zum Punkt Y_{opt} effizient, rechts davon ist der zusätzliche Ressourcenverzehr höher als der zusätzliche Nutzen.

⁹⁴ Vgl. Keeler / Small (1977) S. 2-10; Vgl. Wohl / Martin (1967), S. 376.

⁹⁵ Vgl. Mohring / Harwitz (1962), S. 84.

⁹⁶ Der Nutzen entspricht in diesem Fall der Brutto-Wertschätzung der Konsumenten. Allgemein entsprechen die Werte $U(Y)$ den Flächen zwischen den für die jeweilige Dimension geltenden sozialen Grenzkosten und N^* in Abbildung 19. Z.B. entspricht der Wert $U(Y_A)$ in Abb. 20 (Nutzen durch Fahrten bei Kapazität A) der Fläche $0X_1E_AZ$ in Abb. 19.

⁹⁷ $\frac{\partial U(Y)}{\partial Y} \Leftrightarrow MU(Y)$

⁹⁸ Diese Annahme wird in dem Abschnitt „Eigenwirtschaftlichkeit“ problematisiert.

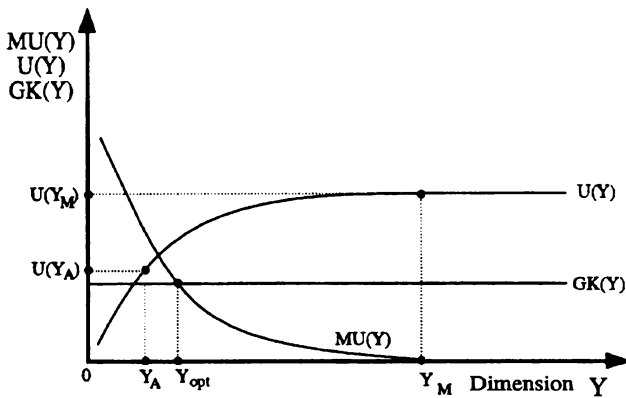


Abb. 20: Optimale Infrastruktur-Dimension

Die so ermittelte optimale Dimension Y_{opt} bestimmt eine soziale Grenzkostenfunktion. Daraus ergibt sich ein optimaler Straßennutzungspreis, der ebenfalls größer als Null ist. Für partiell rivale Nutzungen gilt mit anderen Worten: Solange die marginalen Infrastrukturerstellungskosten positiv sind (was in der Realität immer der Fall sein wird), ist die wohlfahrtsoptimale Dimension kleiner als diejenige, die zum Maximum der Brutto-Wertschätzung (in Abbildung 19 entspricht dies der Fläche $0X_0Z$) führt. Im Optimum bestehen also noch Nutzungsrivalität und Stauexternalitäten, das heißt das effiziente Stauniveau ist größer als Null.⁹⁹

Da die Dimension der Infrastruktur, das langfristig optimale Nutzungsniveau, die damit einhergehende Qualität und der effiziente Nutzungspreis zusammenhängen, muß diese Interdependenz bei der Bestimmung der optimalen Dimension berücksichtigt werden. Dies ist der Grund für die, verglichen mit der Bestimmung der optimalen Kapazität für exogen definierte Nutzungsrechte, aufwendigere Vorgehensweise. Bestimmt man erst die optimale Anzahl und damit die Qualität der Nutzungen bei gegebener Dimension und ermittelt dann, wie hoch die Zahlungsbereitschaft für weitere Nutzungen dieser Qualität ist, wird vernachlässigt, daß der Nutzen der Infrastrukturerweiterung nicht nur in Form zusätzlicher Nutzungsmöglichkeiten, sondern als Qualitätsverbesserung¹⁰⁰ realisiert wird.¹⁰¹ Deshalb ist eine simultane Betrachtung beider Nut-

⁹⁹ Vgl. auch Knieps (1993), S. 10.

¹⁰⁰ Das kurzfristige Qualitätsoptimum muß nicht dem langfristigen entsprechen.

¹⁰¹ Das heißt zwischen Erweiterung der Infrastruktur und zusätzlichem Nutzen besteht kein eindimensionaler Zusammenhang wie bei den exogen definierten Nutzungsmöglichkeiten, bei denen der Nutzen in dem QAD-Modell durch eine Bewegung auf der constant-quality-Nachfragefunktion dargestellt wurde. Die zweidimensionalen Nutzen-erhöhungen bei Nutzungen variabler Qualität verändern die relevanten Angebots- und

zenparameter erforderlich, deren Ergebnis die optimale Nutzerzahl, damit die optimale Qualität und die optimale Dimension der Infrastruktur enthält. Graphisch wurde dies durch die Übertragung der Nutzenfunktion in das Dimensionsschaubild geleistet.¹⁰²

3. Eigenwirtschaftlichkeit der Infrastruktur

Gerade im Hinblick auf das praxisrelevante Finanzierungs-Problem von Infrastruktur-Erweiterungen interessiert die Frage, inwieweit die optimalen Nutzungspreise die Kosten des Ausbaus decken. Zur Beantwortung dieser Frage wird in der einschlägigen Literatur auf das algebraische Modell von Mohring und Harwitz¹⁰³ verwiesen, das in Anhang 1 zu C.III. referiert und erläutert wird.

Das Ergebnis von Mohring und Harwitz besteht darin, daß die effizienten Grenzkosten-Preise die Kosten des Infrastruktur-Baus decken, wenn diese konstante Skalenerträge aufweisen. Im Fall steigender Skalenerträge entsteht bei effizienten Grenzkosten-Preisen ein Defizit. Bei sinkenden Skalenerträgen ergibt sich ein Überschuß.

Dieses Ergebnis, daß Grenzkostenpreise bei konstanten Skalenerträgen die Kosten decken, klingt auf den ersten Blick trivial. Bei genauerer Betrachtung ist es das aber nicht, da die Grenzkostenfunktion, die der Preisermittlung zugrundeliegt, von einer anderen Mengeneinheit abhängt, als die Kostenfunktion, deren Skalenerträge wir betrachten. Die Grenzkostenpreise hängen von der Anzahl der Nutzer X ab und entsprechen der marginalen Externalität. Die Kosten des Infrastrukturbaus hängen von der Dimension Y der Infrastruktur ab und repräsentieren den beim Ausbau entstehenden realen Ressourcenverzehr.

Wir können hier nicht, wie bei den üblichen Modellen zur optimalen Kapazitätsbestimmung, eine sinnvolle Kostenfunktion konstruieren, die den Zusammenhang zwischen der Erweiterung der Dimension (Kapazität) und einer zusätzlichen Nutzung (Menge) beschreibt. Dies stellt sich abweichend von üblichen Betrachtungen der Kapazitätserweiterung so dar, weil kein eindimensio-

Nachfragefunktionen, so daß die Nutzenerhöhungen durch Bewegungen zwischen den constant-quality-Nachfragefunktionen und den korrespondierenden Angebotsfunktionen dargestellt werden.

¹⁰² Dies konnte die wesentlich einfachere Darstellung zur Bestimmung der optimalen Dimension für geregelte Nutzungen aus Abschnitt B.III. nicht leisten. Dort wurde eine konstante Qualität der Nutzung zugrundegelegt und nur der Nutzen aus der Mengenerweiterung abzüglich der Kapazitätskosten einer weiteren Nutzung dieser Qualität betrachtet.

¹⁰³ Vgl. dazu Mohring / Harwitz (1962), Kapitel II, insbesondere S. 84-86.

naler Zusammenhang zwischen Größe der Infrastruktur (Kapazität) und Nutzungsmenge (Ausbringungsmenge) besteht.

Somit besteht zwischen den Erlösen, die sich aus der marginalen Externalität multipliziert mit der Nutzungsmenge ergeben, und den Kosten des Infrastruktur-Ausbaus kein offensichtlicher mathematischer Zusammenhang wie in den üblichen Modellen (siehe Gleichung (4), in Anhang 1 zu C.III.). Um diesen Zusammenhang dennoch herzustellen, nutzen Mohring und Harwitz die Eulerische Homogenitätsbeziehung.

Mohring und Harwitz stellen in diesem Modell die grundsätzlichen Zusammenhänge zwischen effizientem Preis der Nutzung, Bestimmung der optimalen Dimension der Infrastruktur und Kostendeckung dar. Ob die Kosten der Infrastrukturerstellung tatsächlich über den effizienten Preis gedeckt werden, hängt von den Skalenerträgen der jeweiligen Erstellungskostenfunktion ab. Damit kann die Frage nach der Eigenwirtschaftlichkeit nur für den jeweiligen Einzelfall beantwortet werden.¹⁰⁴

Darüber hinaus treffen die zuvor getätigten Aussagen über die Zusammenhänge zwischen Kostendeckung und optimaler Infrastruktur-Dimension nur unter der Annahme der beliebigen Teilbarkeit der Infrastruktur zu. Ist z.B. die optimale Dimension bei Unteilbarkeit größer als die bei Teilbarkeit, so kann auch bei konstanten Skalenerträgen und effizientem Preis keine Kostendeckung erreicht werden.¹⁰⁵

4. Im Zeitablauf schwankende Nachfrage - Peak-Load-Pricing

Bei Bestimmung der Dimension der Infrastruktur müssen wir natürlich den typischen Nachfrageschwankungen Rechnung tragen.¹⁰⁶ Diese Nachfrageschwankungen werden bei der Bestimmung der optimalen Dimension berücksichtigt, indem die Nutzen einer zusätzlichen Infrastruktureinheit mit ihrem Anteil an der Gesamtperiode gewichtet werden. Die optimale Dimension ist er-

¹⁰⁴ Welche Art von Skalenerträgen vorliegt ist z.B. von der Infrastrukturkomponente und der Besiedlungsdichte abhängig. Für die Erweiterung der Dimension von Flughäfen werden bspw. sinkende Skalenerträge und für die als weitere Infrastrukturkomponente dazugehörige Flugüberwachung werden steigende Skalenerträge erwartet. Vgl. Knieps (1992a), S. 652. Mohring stellt fest, daß bei der Highway-Erstellung steigende Skalenerträge bzgl. der Anzahl der Spuren vorliegen. Vgl. Mohring (1963), S. 248-253. Keeler / Small zeigen in ihrem Beitrag verschiedene Variablen auf, die dazu führen, daß die Kosten pro Spur-Meile für verschiedene Abschnitte einer Straße unterschiedlich hoch sind und präsentieren eine Reihe widersprüchlicher Ergebnisse aus der Literatur. Vgl. Keeler / Small (1977), S. 5-10.

¹⁰⁵ Vgl. zu dem Problem der Unteilbarkeit die Ausführungen in dem Abschnitt B.III.

¹⁰⁶ Vgl. Abschnitt C.II.

reicht, wenn sich die Grenzkosten des Ausbaus und die Summe der gewichteten Grenznutzen entsprechen.¹⁰⁷

Anhang 1 zu C. III.

Das Modell von Mohring und Harwitz basiert auf dem Ansatz der traditionellen Staumodelle, es enthält also als Nachfragefunktion nach Fahrten die Bruttozahlungsbereitschaft, aus der die entscheidungsrelevanten Nutzelemente in Form privater Stau-Grenzkosten separiert und als Kostenfunktion (PGK(X,Y)) betrachtet werden.

Ausgangspunkt des Modells ist die Formulierung der Wohlfahrt S (mit S als sozialem Nettonutzen, S=Nutzen aller Fahrten - Kapazitätskosten) aus Infrastrukturnutzungen (Gleichung (1)). Aus dieser Gleichung werden simultan die optimale Dimension der Infrastruktur, die optimale Anzahl der Nutzer und damit einhergehend der optimale Preis ermittelt.¹⁰⁸

$$(1) \quad \max S = \left[\int_0^X P(X) dX - X \cdot \text{PGK}(X, Y) \right] - \rho(Y)$$

Hier steht P(X) für die Bruttozahlungsbereitschaft für Fahrten, X wie üblich für die Anzahl Nutzungen, bzw. Fahrten in einem Zeitintervall, Y für die Dimension der Infrastruktur, PGK(X,Y) für die privaten Kosten einer zusätzlichen Fahrt und $\rho(Y)$ für die Kosten der Investition für eine Infrastruktur der Dimension Y.

Die optimale Investitionsregel ergibt sich aus der Ableitung der Gleichung (1) nach Y

$$(2) \quad \frac{\partial \rho(Y)}{\partial Y} = -X \frac{\partial \text{PGK}(X, Y)}{\partial Y}$$

Das optimale Investitionsniveau ist erreicht, wenn der Nutzen der zusätzlichen Investitionseinheit ihren Kosten entspricht. Der rechte Term stellt den Nutzen durch die Erweiterung dar. Dies ist die algebraische Präsentation des Nutzens, der zuvor graphisch durch die Flächen zwischen N* und den jeweiligen sozialen Grenzkosten (Abbildung 19) dargestellt wurde.¹⁰⁹ Die marginalen

¹⁰⁷ Zum Prinzip der Kapazitätsbestimmung bei schwankender Nachfrage siehe Abschnitt B.III.

¹⁰⁸ Diese Gleichung entspricht der algebraischen Formulierung unserer graphischen Darstellung.

¹⁰⁹ In den Termini des QAD-Modells führt die Senkung der Staukosten dazu, daß sich erstens die qualitätsangepaßte Nachfragefunktion nach oben und zweitens die relevante Angebotsfunktion nach rechts unten verschiebt.

Kosten der Investition (der linke Term) wurden graphisch durch die Funktion $GK(Y)$ in Abbildung 20 dargestellt.

Nun soll überprüft werden, ob die Erlöse aus der Preissetzung in Höhe der marginalen Externalität, die sich bei der optimalen Fahrtenanzahl X_{opt} auf der optimal dimensionierten Infrastruktur (Y_{opt}) ergeben, die Kosten des Infrastrukturbaus decken. Die Erlöse (R) werden durch die Multiplikation des effizienten Preises¹¹⁰ mit der optimalen Nutzerzahl ermittelt, also

$$(3) \quad R = \frac{\partial PGK(X_{opt}, Y_{opt})}{\partial X} \cdot X_{opt} \cdot X_{opt}.$$

Mindestens Kostendeckung ist erreicht, wenn die Erlöse den Kosten der Infrastrukturerstellung entsprechen, also folgende Gleichung gilt:

$$(4) \quad \frac{\partial PGK(X_{opt}, Y_{opt})}{\partial X} \cdot X_{opt} \cdot X_{opt} = p(Y)$$

Um eine Aussage darüber treffen zu können, ob diese Gleichung erfüllt ist, wird die Eulersche Homogenitätsbeziehung auf die Funktion $PGK(X, Y)$ angewendet. Die Eulersche Homogenitätsbeziehung ermöglicht es, die ersten partiellen Ableitungen einer Funktion $f(x, y)$ zueinander in Beziehung zu setzen.¹¹¹

In der Literatur wird die Annahme gemacht, daß die Funktion $PGK(X, Y)$ homogen vom Grade 0 ist.¹¹² Das bedeutet, daß z.B. eine Verdoppelung der Fahrtenanzahl und eine Verdoppelung der Dimension der Infrastruktur die privaten Grenzkosten einer Fahrt unverändert lassen, das heißt die privaten Staukosten hängen von dem Verhältnis zwischen Anzahl der Fahrten und der Dimension der Infrastruktur und nicht von den absoluten Größen ab.¹¹³

¹¹⁰ Der effiziente Preis ergibt sich aus der durch die erste Ableitung der Gleichung (1) nach X erhaltenen Gleichung. Diese stellt sich wie folgt dar:

$$P(X) = PGK(X, Y) + X \cdot \frac{\partial (PGK(X, Y))}{\partial X},$$

da $PGK(X, Y)$ bereits als private Grenzkosten berücksichtigt werden, verbleibt der zweite Ausdruck auf der rechten Seite als effizienter Preis.

¹¹¹ Die Eulersche Homogenitätsbeziehung sagt aus, daß für eine Funktion $f(x, y)$, homogen vom Grade r mit stetigen partiellen Ableitungen, folgendes gilt:

$$r \cdot f(x, y) = x \cdot \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} + y \cdot \frac{\partial f(x, y)}{\partial y}.$$

¹¹² Vgl. Mohring / Harwitz (1962), S. 65; Keeler / Small (1977), S. 3.

¹¹³ Diese Annahme ist empirisch überprüft worden. Für Straßen sind die Ergebnisse nicht einheitlich. Mohring und Harwitz stellen die Ergebnisse einer unveröffentlichten Studie von Michael Beesley von der London School of Economics dar. Gemäß dieser

Dann ergibt sich aus der Anwendung der Eulerschen Homogenitätsbeziehung

$$(5) \quad 0 \cdot \text{PGK}(X, Y) = X \cdot \frac{\partial \text{PGK}(X, Y)}{\partial X} + Y \cdot \frac{\partial \text{PGK}(X, Y)}{\partial Y} \Leftrightarrow$$

$$(6) \quad X \cdot \frac{\partial \text{PGK}(X, Y)}{\partial X} = -Y \cdot \frac{\partial \text{PGK}(X, Y)}{\partial Y}$$

Der linke Term entspricht dem optimalen Preis der Straßennutzung. Multiplizieren wir Gleichung (6) mit der optimalen Anzahl der Fahrten, erhalten wir auf der linken Seite der Gleichung die Erlöse R (entsprechend des linken Terms aus Gleichung (4)). Daraus ergibt sich

$$(7) \quad X \cdot \frac{\partial \text{PGK}(X, Y)}{\partial X} \cdot X = Y \cdot \left(-\frac{\partial \text{PGK}(X, Y)}{\partial Y} \cdot X \right).$$

Beim optimalen Investitionsniveau entspricht der Term in der Klammer (der Grenznutzen der Investition) den Grenzkosten der Infrastrukturerstellung (siehe Gleichung (2)). Damit entsprechen die Erlöse den mit Y_{opt} multiplizierten Grenzkosten der Erstellung. Entspricht letzteres wiederum mindestens den totalen Kosten des Infrastruktur-Ausbaus $\rho(Y_{\text{opt}})$, ist Eigenwirtschaftlichkeit erreicht (siehe Gleichung (8)).

$$(8) \quad Y_{\text{opt}} \cdot \frac{\partial \rho(Y_{\text{opt}})}{\partial Y} \geq \rho(Y_{\text{opt}}) \Leftrightarrow \frac{\partial \rho(Y_{\text{opt}})}{\partial Y} \geq \frac{\rho(Y_{\text{opt}})}{Y_{\text{opt}}}$$

Die Betrachtung reduziert sich nun auf die grundlegenden Zusammenhänge zwischen Grenz-, Durchschnitts- und totalen Kosten. Bei konstanten Skalenerträgen der Infrastrukturerstellung entsprechen die Grenzkosten den Durchschnittskosten. Somit ist Gleichung (8) erfüllt, die Einnahmen decken die Kosten. Im Fall steigender Skalenerträge sind die Grenzkosten niedriger als die Durchschnittskosten, somit entsteht beim effizienten Preis ein Defizit. Bei sinkenden Skalenerträgen übersteigen die Grenzkosten die Durchschnittskosten, somit ergibt sich ein Überschuß.

Studie läßt nur eine Erweiterung einer Straße von vier auf sechs Spuren die Anzahl der Fahrten pro Spur unverändert, dies bedeutet, daß eine Erweiterung der Dimension um 50% auch 50% mehr Fahrten ermöglicht. Eine Erweiterung von zwei auf vier Spuren kann bei entsprechender Nachfrage zu mehr als doppelt so vielen Fahrten führen, eine Erweiterung von 6 auf 8 Spuren verringert hingegen die Anzahl der Fahrten pro Spur. Vgl. Mohring / Harwitz (1962), S. 87. Eine Analyse des Highway Research Boards ergab, daß die Homogenitätsannahme für Straßen mit mehr als 4 Spuren plausibel ist. Vgl. Highway Research Board (1965), S. 76; zitiert aus Keeler / Small (1977), S. 3.

IV. Modifikation der Homogenitätsannahme

1. Einführung

In der Analyse partiell rivaler Nutzungen wurde das effiziente Nutzungsniveau über den Schnittpunkt von N^* mit den sozialen Grenzkosten bestimmt (in Abbildung 21, die die gleichen Zusammenhänge enthält wie Abbildung 16, stellt X_C das effiziente Nutzungsniveau dar, ermittelt über den Schnittpunkt B von N^* und SGK). Das effiziente Nutzungsniveau ist dadurch gekennzeichnet, daß die Wertschätzung der marginalen Bewegung den durch sie verursachten zusätzlichen Kosten entspricht.

Der effiziente Preis P_M , zu dem die effiziente Nutzungs-Menge X_C nachgefragt wird, wurde aus der Differenz zwischen sozialen Grenz- und Durchschnittskosten bei eben diesem effizienten Nutzungsniveau X_C bestimmt. Dies ist im Kontext der bisherigen Analyse homogener partiell rivaler Nutzungen ein ökonomisch adäquates Verfahren. P_M entspricht den relevanten Opportunitätskosten und konfrontiert jeden Nutzer mit den von ihm verursachten Kosten.¹¹⁴

Gravierende Einschränkungen erfährt diese Art der Preisermittlung, wenn die Homogenitätsannahme aufgehoben wird. Bevor wir diese Einschränkungen diskutieren, soll kurz dargestellt werden, welche Sachverhalte sich mit der Aufgabe der Homogenitätsannahme ändern. Wie wir in Abschnitt C.I. bereits erwähnt haben, bezieht sich die Homogenität auf verschiedene Charakteristika der Nutzer bzw. Nutzungen. Dieses sind im wesentlichen a) die individuelle Bewertung der Fahrteigenschaften, b) die Eigenschaften der Fortbewegungsmittel und Nutzer und c) die Anforderungen, die die einzelne Nutzung an die Infrastruktur stellt. Die Homogenitätsannahme unterstellt, daß diese Charakteristika für alle Nutzer gleich sind.

a) Die individuelle Bewertung der Fahrteigenschaften

Ein Aspekt der Homogenitätsannahme unterstellt die identische Bewertung der Fahrteigenschaften. Dies bedeutet z.B., daß jeder Nutzer die Zeitverluste gleich hoch bewertet und alle Nutzer Streß und Risikofaktoren gleichermaßen empfinden. Unter dieser Annahme war die soziale Durchschnittskostenkurve repräsentativ für die individuellen Beeinträchtigungskosten jedes Nutzers. Für

¹¹⁴ Dieser Preis führt dazu, daß der einzelne Nutzer die gesamten relevanten Kosten seiner Aktivität in sein Entscheidungskalkül einbezieht. Damit wird der Nettonutzen von Fahrern, deren Zahlungsbereitschaften durch Werte rechts von dem Punkt B auf N^* in Abbildung 21 abgebildet sind, negativ. Daher unterlassen die Fahrer die Nutzung, und die effiziente Menge X_C wird realisiert.

für alle Nutzer gleiche Beziehung zwischen der Aktivität und der Verursachung von Beeinträchtigungskosten herzustellen. Daher waren die Betrachtung *einer* Kostenkurve in Abhängigkeit von der Menge der Nutzer, die die relevanten Opportunitätskosten darstellte, und die daraus folgende Einheitspreissetzung in Höhe der marginalen externen Kostenverursachung adäquat.

Natürlich sind auch hier wieder unterschiedliche Fahrzeiten und unterschiedliches Fahrverhalten gegenüber gleichen Fahrzeiten, wie bei der Homogenitätsannahme unterstellt, sehr wahrscheinlich. Dies ergibt sich zum einem daraus, daß die Fahrer realistischerweise verschieden schnelle Fahrzeuge nutzen. Zum anderen fahren die Nutzer nicht alle gleich, das heißt die Reaktionen und die individuell gewählten Geschwindigkeiten sind unterschiedlich.¹¹⁵

Empirische Untersuchungen von Verkehrsflüssen haben ergeben, daß das Abweichen der Geschwindigkeiten voneinander neben der Anzahl der Nutzer und der Größe der Infrastruktur ein wesentlicher staubeeinflussender Faktor ist.¹¹⁶ Damit sinkt die Qualität nicht nur mit zunehmender Nutzerzahl, sondern auch mit steigender Heterogenität der Geschwindigkeiten.

Somit kann die gleiche Menge Fahrzeuge je nach Heterogenität der Geschwindigkeiten unterschiedlich gravierende Behinderungen und damit unterschiedlich hohe Staukosten verursachen. In Abbildung 21 können die durchschnittlichen Staukosten unter der Annahme heterogener Geschwindigkeiten bei der Menge X_4 beispielsweise X_4R_4 statt X_4R_3 betragen. Auch ist es möglich, daß die Beeinträchtigungen nicht erst bei der Menge X_3 , sondern bereits bei der Menge X_2 beginnen.¹¹⁷

Die Problematik für unser Modell besteht darin, daß verschiedene Nutzer in unterschiedlichem Ausmaß zu den Beeinträchtigungen beitragen.¹¹⁸ Dies ist zum einen durch die Abweichung und deren Ausmaß und zum anderen durch die längere Inanspruchnahme der Infrastruktur möglich.¹¹⁹

¹¹⁵ Eine Auswirkung dieses Aspekts der Heterogenität besteht darin, daß sich Beeinträchtigungen in unterschiedlicher Höhe ergeben können. Wirken sich die Stauungen auf verschieden schnelle Fahrer unterschiedlich aus, das heißt verlangsamt sich die Fahrt eines Fahrers in größerem Umfang durch den Stau als die eines anderen, ist dann auch aus diesem Grunde die soziale Durchschnittskostenfunktion nicht repräsentativ.

¹¹⁶ Vgl. dazu genauer Kühne (1991), S. 204; Walker (1989), S. 182 ff.

¹¹⁷ Unterschiedliche Geschwindigkeiten haben also Auswirkungen auf die Mengen-Kosten-Relation. Dieses allein erfordert keine Modifikation des Staumodells, da einfach andere Kosten- und Nachfragefunktionen verwendet werden.

¹¹⁸ Auch die unterschiedliche Beschaffenheit der Fahrzeuge kann von Fahrzeug zu Fahrzeug zu verschiedenen hohen Beeinträchtigungen führen. Beispielsweise mindert für viele Fahrer das Fahren hinter einem LKW den Nutzen in höherem Umfang als das Fahren hinter einem PKW.

¹¹⁹ Benötigen z.B. einige Flugzeuge doppelt solange für eine Landevorgang wie andere, so halbieren sie die Kapazität einer Landebahn.

c) Die Anforderungen der Nutzer an die Infrastruktur

Des weiteren unterstellt die Homogenitätsannahme Fortbewegungsmittel, die gleiche Anforderungen an die Infrastruktur stellen. Auch dies ist in Anbetracht der vielfältigen Fahrzeuge unrealistisch. Bei vielen Infrastrukturen (z.B. Straßen, Schienen und Rollbahnen) stellen verschiedenartige Fahrzeuge unterschiedliche Anforderungen an die Infrastruktur. Z.B. haben verschiedene Fahrzeuge unterschiedliche Achslasten. Daraus ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an die Dicke der Fahrbahn. Dadurch verursachen verschiedene Fahrzeugkategorien verschieden hohe Baukosten und haben demzufolge unterschiedliche Anteile an den gesamten Baukosten der Infrastruktur.¹²⁰ Genauso verhält es sich bei Rollbahnen, hier hängen Dicke, Länge und Breite ebenfalls vom jeweiligen Flugzeugtyp ab.¹²¹ Gleiches gilt beim Schienennetz, z.B. stellen ein Güterzug bezüglich Steigungen und ein ICE bezüglich der horizontalen Krümmungen jeweils andere Anforderungen an den Verlauf der Schiene, was sich in unterschiedlichen Baukosten niederschlägt.¹²²

Wir haben nun drei Sachverhalte dargestellt, die sich mit Aufgabe der Homogenitätsannahme ändern. Die Auswirkungen dieser Änderungen lassen sich in zwei logische Kategorien einteilen. Die differierende Bewertung von Nutzungseigenschaften und die Verhaltensunterschiede der Nutzer ergeben unterschiedlich hohe individuelle Beeinträchtigungskosten. Diese stellen die eine Kategorie dar. Die andere Kategorie besteht darin, daß die Nutzer durch Verhaltensunterschiede und verschiedene Anforderungen an die Infrastruktur in unterschiedlichem Maße zur Kostenverursachung beitragen. Im folgenden analysieren wir, ob das bisher dargestellte Vorgehen der Staumodelle unter diesen Veränderungen noch effiziente Ergebnisse liefert.

2. Kurzfristige Betrachtung

a) Unterschiedliche individuelle Beeinträchtigungskosten

Die Auswirkungen unterschiedlicher individueller Beeinträchtigungskosten werden unter Zuhilfenahme der constant-quality-Nachfragefunktionen aus dem Staumodell mit qualitätsangepaßter Nachfragefunktion (QAD-Modell) dargestellt, da sie die Zusammenhänge für dieses Problem transparenter abbilden.¹²³

¹²⁰ Vgl. Büttler (1982), S. 196-198.

¹²¹ Vgl. Jordan (1983) und (1985).

¹²² Vgl. Ilgmann / Miethner (1992), S. 209; vgl. zu einer Kostenstudie für Eisenbahnen Hasenkamp (1976).

¹²³ Die folgende Darstellung orientiert sich an Freeman III / Haveman (1977).

Um die Veränderungen infolge der Heterogenität deutlich zu machen, wird jeweils auf die Homogenität Bezug genommen.

Der Ausgangspunkt der Staumodelle (sowohl der traditionellen als auch der QAD-Modelle) ist die analytische Ermittlung der gesamten Beeinträchtigungskosten. Aufgrund der besseren Vergleichbarkeit gehen wir davon aus, daß die Höhe der *gesamten* Beeinträchtigungskosten bei Heterogenität derjenigen bei Homogenität entspricht. Damit ist für beide Fälle die soziale Grenzkostenfunktion SGK in Abbildung 22 relevant.¹²⁴ Ebenso wird die Zahlungsbereitschaft für staufreies Fahren nicht von den Opportunitätskosten der Qualitätsverschlechterung beeinflusst, so daß N^* auch für beide Fälle gilt. Aus SGK und N^* ergibt sich die gleiche optimale Nutzerzahl X_C , ermittelt durch den Schnittpunkt B. Hier entsprechen sich für beide Fälle der marginale Nutzen einer Fahrt und deren marginale Kosten.

Der einzige Unterschied zur Homogenität besteht darin, daß sich die gesamten Beeinträchtigungskosten aus unterschiedlich hohen individuellen Beeinträchtigungskosten pro Nutzung (BKN) zusammensetzen und sich damit nicht gleichmäßig auf alle Nutzer verteilen. Daher entsprechen die sozialen Durchschnittskosten nicht den individuellen Beeinträchtigungskosten jedes einzelnen Nutzers.¹²⁵

Bei Homogenität stellt N_{3ho} die relevante constant-quality-Nachfragefunktion dar, die die Zahlungsbereitschaft für Nutzungen der effizienten Qualität, determiniert durch die Nutzerzahl X_C , abbildet. Diese Qualität wird im folgenden als Q_C bezeichnet. Die Zahlungsbereitschaft für Nutzungen dieser Qualität ergibt sich, indem von jedem Punkt auf N^* (jeder Punkt repräsentiert die marginale Bruttowertschätzung des jeweils auf der Abzisse abgetragenen Nutzers $1, \dots, n$ ¹²⁶) die individuellen Beeinträchtigungskosten beim Nutzungsniveau X_C abgezogen werden. Da diese bei Homogenität für alle gleich sind (sie

¹²⁴ Die Höhe der gesamten Staukosten $SK(X)$ hängt nicht von den Eigenschaften Homogenität und Heterogenität bzgl. der individuellen Staukosten ab. Hier soll darauf hingewiesen werden, daß dies nur für diesen Aspekt der Heterogenität gilt. Heterogene Geschwindigkeiten führen z.B. durchaus zu höheren Staukosten.

¹²⁵ Daher gilt nicht mehr

$$\frac{SK(X)}{X} = SDK(X) = BKN_i(X),$$

für Nutzer $i=1, \dots, n$.

Bei Homogenität sind die Staukosten gleichmäßig auf alle Nachfrager verteilt, während bei Heterogenität einige Nachfrager einen größeren und andere einen kleineren Teil dieser Kosten tragen.

¹²⁶ Die Bezeichnungen X_3, X_4 , usw. stehen für die Nutzungsmengen. Die darunter abgetragenen Bezeichnungen $1, \dots, s, \dots, m, \dots, n$ stehen für einzelnen Nutzer $i=1, \dots, n$.

Nehmen wir an, daß die Aufteilung der gesamten Beeinträchtigungskosten positiv mit der Höhe der Zahlungsbereitschaft für staufreies Fahren korreliert.¹²⁷ In diesem Fall entstehen dem Nachfrager mit der höchsten Zahlungsbereitschaft für staufreies Fahren (Nachfrager 1) die höchsten Opportunitätskosten durch die Qualitätseinbuße; diese sind dargestellt durch die Funktion BKN_1 , die deutlich über den sozialen Durchschnittskosten liegt (siehe Abbildung 22). Die Opportunitätskosten beim Nutzungsniveau X_C betragen für Nachfrager 1 X_{CF} . Um den Anfangspunkt von N_{3he} zu ermitteln, ist nun dieser Betrag (statt $SDK(X_C)$) von N^* an der Stelle Z abzuziehen. Somit ergibt sich der Anfangspunkt Y (statt D von N_{3ho}) von N_{3he} (ZY entspricht X_{CF}). Y stellt die marginale Zahlungsbereitschaft des Nachfragers 1 für eine Nutzung der Qualität Q_C dar. Je niedriger nun die Zahlungsbereitschaft für staufreies Fahren ist, desto geringer sind auch die Opportunitätskosten durch Qualitätseinbußen. Für den Nachfrager, dessen Zahlungsbereitschaft für staufreies Fahren durch den Punkt T (Nachfrager s) gekennzeichnet ist, entsprechen sich die Opportunitätskosten bei Homogenität und bei Heterogenität. Für die folgenden Nachfrager ist der auf sie entfallende Anteil der Staukosten geringer, in diesem Bereich verläuft N_{3he} oberhalb von N_{3ho} .¹²⁸

Anhand von N_{3he} können wir erkennen, welches Ergebnis der bei Homogenität als Differenz zwischen sozialen Grenz- und Durchschnittskosten ermittelte Geldpreis P_{MC} liefert. P_{MC} führt zu einer Übernutzung im Ausmaß $X_5 - X_C$. Der durch diese Übernutzung verursachte Wohlfahrtsverlust ist durch die schattierte Fläche in Abbildung 22 dargestellt.¹²⁹

Soll das effiziente Nutzungsniveau X_C bei unterschiedlichen individuellen Beeinträchtigungskosten über den Preis realisiert werden, muß der *Gesamtpreis* der marginalen Bruttowertschätzung der letzten effizienten Nutzung, in Abbildung 22 der Zahlungsbereitschaft des Nutzers q für staufreies Fahren (Punkt B auf N^*),¹³⁰ und damit den sozialen Grenzkosten,¹³¹ entsprechen.

¹²⁷ Vgl. Freeman III / Haveman (1977), S. 230.

¹²⁸ Die Fläche $0X_CAI$ in Abbildung 22 zeigt den Umfang der sozialen Kosten ($SDK(X_C) - X_C$). Diese entspricht der Fläche ZDE_CB , dem Ausmaß der Verschiebung der constant-quality-Nachfragefunktion N_{3ho} bei Homogenität. Um eine Fläche gleichen Inhalts verschiebt sich die constant-quality-Nachfragefunktion N_{3he} bei Heterogenität, nämlich um die Fläche $ZYQB$. Das zeigt, daß sich die sozialen Kosten in beiden Fällen entsprechen.

¹²⁹ Die Bestimmung des Wohlfahrtsverlustes erfolgt analog zu der Darstellung in Abschnitt C.II.

¹³⁰ In unserer Abbildung ist Nutzer q der marginale „effiziente“ Nutzer.

¹³¹ Das effiziente Nutzungsniveau ergab sich aus dem Schnittpunkt von N^* und den sozialen Grenzkosten. Damit entspricht die Wertschätzung der marginalen Bewegung den durch sie verursachten zusätzlichen Kosten.

Da der Nutzer q (so wie alle anderen) bei Homogenität einen nicht-monetären Preis in Höhe der sozialen Durchschnittskosten ($\text{SDK}(X_C)$, Strecke X_{CA}) entrichtet, führt P_{MC} als Differenz zwischen SGK und SDK dazu, daß der Gesamtpreis seiner marginalen Bruttowertschätzung sowie den sozialen Grenzkosten entspricht.

Bei Heterogenität zahlt der Nutzer q jedoch einen nicht-monetären Preis, der niedriger ist als die sozialen Durchschnittskosten (X_{CA}). Nutzer q zahlt lediglich einen Preis in Höhe seiner individuellen Beeinträchtigungskosten ($\text{BKN}_q(X_C)$, Strecke X_{CG}). Damit führt der monetäre Preis P_{MC} zu einem Gesamtpreis, der niedriger ist als die marginale Bruttowertschätzung der letzten effizienten Nutzung. In unserem Fall (Opportunitätskosten korrelieren positiv mit der Zahlungsbereitschaft für staufreies Fahren) muß der effiziente Geldpreis also höher sein als die Differenz zwischen sozialen Grenz- und Durchschnittskosten.¹³² Diesen Preis erhalten wir über den mit X_C korrespondierenden Wert auf der relevanten constant-quality-Nachfragefunktion N_{3he} . Der effiziente Geldpreis beträgt P_{ML} . Er entspricht der Differenz zwischen den sozialen Grenzkosten ($\text{SGK}(X_C)$) und den individuell berücksichtigten Beeinträchtigungskosten $\text{BKN}_q(X_C)$ des marginalen (letzten effizienten) Nutzers q .¹³³

Wie wir gesehen haben, hängt die Höhe des effizienten Geldpreises von der Inzidenz der totalen Beeinträchtigungskosten ab. Der Durchschnittswert der individuellen Beeinträchtigungskosten liefert also keine brauchbare Information zur Preissetzung. Wir müssen wissen wie sich die totalen Beeinträchtigungskosten auf die Nutzer verteilen, damit wir den Preis setzen können, der der Differenz zwischen sozialen Grenzkosten und den individuellen Beeinträchtigungskosten des letzten effizienten Nutzers entspricht.¹³⁴

¹³² Der Preis muß niedriger sein, wenn die Opportunitätskosten negativ mit der Zahlungsbereitschaft für staufreies Fahren korrelieren. Vgl. Freeman III / Haveman (1977).

¹³³ Da hier der Einfachheit halber nur mit der constant-quality-Nachfragefunktion argumentiert wurde, soll noch darauf hingewiesen werden, wie sich die qualitätsangepaßte Nachfragefunktion verändert. Bis J_C (siehe bspw. Abbildung 21) gilt wie bei der Homogenität N^* , da es zu keinen Beeinträchtigungen kommt. Ab J_C verändert sich jedoch der Verlauf. Dem Nachfrager, dessen Zahlungsbereitschaft für staufreies Fahren durch J_C dargestellt wird, entstehen bereits geringere Opportunitätskosten als bei Homogenität, ebenso allen folgenden Nachfragern. Somit müssen die Zahlungsbereitschaften für staufreies Fahren um geringere Beträge als bei Homogenität reduziert werden, um die qualitätsangepaßte Nachfragefunktion als geometrischen Ort aller relevanten Punkte der constant-quality-Nachfragefunktionen zu erhalten. Daher verläuft die qualitätsangepaßte Nachfragefunktion in unserem Fall (positive Korrelation von Zahlungsbereitschaft für staufreies Fahren und Opportunitätskosten) elastischer als bei Homogenität der Nachfrager. Im umgekehrten Fall verläuft die qualitätsangepaßte Nachfragefunktion inelastischer.

¹³⁴ Die tatsächliche Verteilung der Beeinträchtigungskosten muß für jeden Einzelfall bekannt sein, was wahrscheinlich ein gravierendes Informationsproblem darstellt. Freeman / Haveman nehmen an, daß die Bruttowertschätzung der meisten partiell rivalen

b) *Unterschiedliche Kostenverursachung*

In Abschnitt C.IV.1. wurde erklärt, daß die Nachfrager zum einen aufgrund unterschiedlichen Nutzungsverhaltens und zum anderen wegen verschiedener Anforderungen an die Infrastruktur in unterschiedlichem Maße Kosten verursachen. Letzteres bezieht sich auf die Erstellungskosten der Infrastruktur und wird somit erst langfristig relevant, ersteres bezieht sich auf die Beeinträchtigungskosten und soll hier zuerst im kurzfristigen Zeithorizont diskutiert werden.

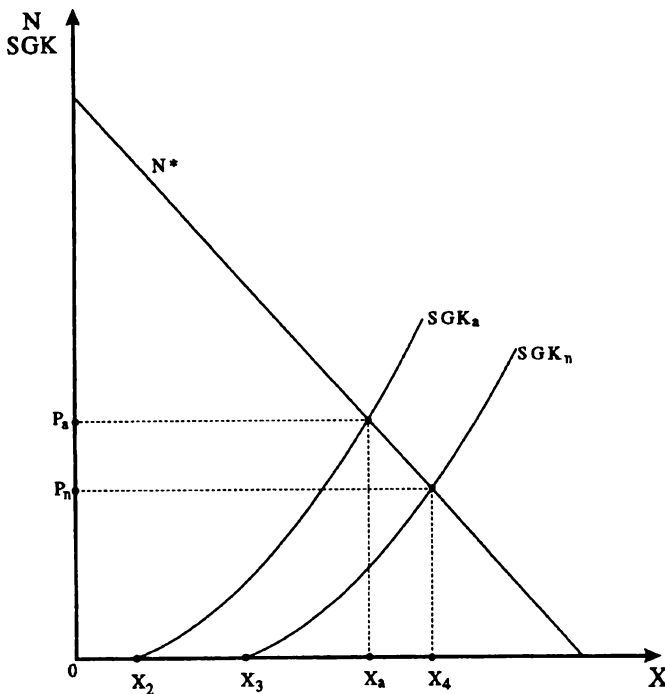


Abb. 23: Soziale Grenzkosten bei homogenen und heterogenen Geschwindigkeiten

Nutzungen, bei denen das Ausmaß der Beeinträchtigung eine entscheidungsbeeinflussende Variable darstellt, positiv mit dem Einkommen korreliert und daß die Einkommenselastizität für die Stauvermeidung größer als null ist. Damit korreliert die Höhe der individuellen Beeinträchtigungskosten positiv mit der Bruttowertschätzung, was der bei unserer Darstellung getroffenen Annahme entspricht. Vgl. Freeman III / Haveman (1977), S. 232.

Wir gehen hier davon aus, daß die voneinander abweichenden Geschwindigkeiten die wesentliche Ursache der Beeinträchtigungen darstellen.¹³⁵ Im Falle abweichender Geschwindigkeiten kann es, verglichen mit der Situation homogener Geschwindigkeiten, bereits bei einer geringeren Nutzungsmenge zu höheren Beeinträchtigungen kommen. Abbildung 23 enthält eine soziale Grenzkostenfunktion, die den Anstieg der Beeinträchtigungskosten durch zusätzliche Nutzer bei gleichen Geschwindigkeiten abbildet (SGK_n). Weichen einige Fahrzeuge von dieser Geschwindigkeit ab, ergibt sich die bei dem geringeren Nutzungsniveau beginnende Funktion SGK_a , die oberhalb von SGK_n verläuft.

Die ökonomische Logik verlangt, daß derjenige, der durch abweichendes Verhalten in höherem Maße an der Kostenverursachung beteiligt ist, auch einen höheren Preis zahlen sollte. Die Schwierigkeit besteht nun darin, den oder die „Stauverursacher“ und die durch das abweichende Verhalten erhöhten Beeinträchtigungskosten zu ermitteln. In Abbildung 23 können wir nur zwei unterschiedlich hohe Gesamtpreise ablesen, den höheren Preis P_a für die Nutzungen mit voneinander abweichenden Geschwindigkeiten und den niedrigeren Preis P_n für Nutzungen gleicher Geschwindigkeit. Diese Preise sind Einheitspreise, wenn man von unterschiedlichen individuellen Beeinträchtigungskosten absieht. Sie differenzieren also nicht nach unterschiedlichen Nutzern und konfrontieren somit den einzelnen nicht mit den speziell von ihm verursachten Kosten. Also liefert Abbildung 23 für unser Problem keine Lösung.¹³⁶

Ein Lösungsansatz wäre die Definition einer Normgeschwindigkeit, aufgrund derer eine soziale Grenzkostenfunktion ermittelt wird. Damit wäre zunächst einmal festgelegt, daß alle, die von dieser Geschwindigkeit abweichen, als „Stauverursacher“ zu klassifizieren sind. Dann müßte für jedes Ausmaß der Abweichung eine soziale Grenzkostenfunktion ermittelt werden, so daß man einen Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Abweichung und der Verursachung an zusätzlichem Stau erhält. Dieser Zusammenhang müßte einer verursachungsgerechten Preisermittlung zugrundegelegt werden.

Etwas einfacher stellt sich dieses Problem bei geregelten Nutzungen dar. Dies wollen wir kurz am Beispiel des Trassenmanagements von deutschen Eisenbahnstrecken verdeutlichen. Die Schienennutzung ist im Prinzip ebenso wie die Rollbahnnutzung aufgrund der institutionellen Rahmenbedingungen als ge-

¹³⁵ Vgl. Kühne (1991), S. 204; Walker (1989), S. 182 ff.

¹³⁶ In dem Bericht des Ministry of Transport, London wird vorgeschlagen, die Fahrzeuge in verschiedene Klassen unterschiedlicher Stauverursachung einzuordnen, z.B. Motorräder, Autos, Taxen, LKW's und je nach Klassenzugehörigkeit verschiedene Preise zu verlangen. Vgl. HMSO (1964), S. 47. Vgl. auch Büttler (1983), der zusätzlich je nach Fahrzeugklasse unterschiedliche Grenzkosten des Straßenunterhalts betrachtet.

regelte Nutzung zu bezeichnen, da eine bestimmte Anzahl von Nutzungsrechten (Trassen¹³⁷) pro Zeitintervall vergeben wird.

Zur Ermittlung der Anzahl dieser Rechte wird eine bestimmte Normgeschwindigkeit¹³⁸ (und Zuglänge) vorgegeben, auf Basis derer die kürzestmögliche Zugfolgezeit (alle x Minuten kann ein Zug fahren) ermittelt wird.¹³⁹ Um die maximale Anzahl von Nutzungsrechten innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls festzustellen, werden die Minuten, die das Zeitintervall enthält, durch die Zugfolgezeit dividiert. Die Anzahl der Nutzungsrechte bezeichnet die Kapazität.

Ein Zug, der mit der Normgeschwindigkeit fährt, benötigt ein einziges Nutzungsrecht. Ein langsamerer Zug nimmt mehr Kapazität in Anspruch als ein der Normgeschwindigkeit entsprechender Zug, da er die Strecke länger blockiert und nach ihm eine längere Zeit gewartet werden muß, bevor der nächste, der Normgeschwindigkeit entsprechende Zug, starten kann, wenn dieser die Strecke ungehindert durchfahren soll. Damit ist die tatsächliche Menge Züge in diesem Zeitintervall geringer als die zur Normgeschwindigkeit maximal mögliche Menge. Diese Verknappung ist eindeutig auf den abweichenden Zug zurückzuführen, der bei diesem *Procedere* als Verursacher der Beeinträchtigung identifiziert werden kann.¹⁴⁰ Der abweichende Nutzer muß entsprechend des Ausmaßes der durch ihn verursachten Verknappung mehr Trassen kaufen. Dieses Verfahren führt dazu, daß er die Opportunitätskosten der durch ihn verursachten Verknappung trägt.¹⁴¹

Auch bei der Nutzung von Rollbahnen beanspruchen einige Flugzeuge einen längeren, andere einen kürzeren Zeitraum, so daß hier die Anzahl der maximal möglichen Nutzungen von der Dauer der jeweiligen Inanspruchnahme abhängt.

¹³⁷ Eine Trasse berechtigt zur Nutzung einer bestimmten Strecke als Verbindung zwischen zwei Eisenbahnknotenpunkten in einer bestimmten Geschwindigkeit zu einer bestimmten Zeit mit bestimmten Zwischenhalten. Vgl. Hedderich (1994), S. 477-478 und detaillierter Ilgmann / Miethner (1992), S. 217.

¹³⁸ Diese Vorgabe ist nötig, damit „Stauverursacher“ „entdeckt“ werden können.

¹³⁹ Vgl. zu diesem *Procedere* Ilgmann / Miethner (1992), S. 223 f., an denen sich die folgende Darstellung der Trassenbestimmung und Kapazitätsbeanspruchung orientiert. Dieses Vorgehen ist vergleichbar mit der exogenen Kapazitätsdefinition bei Slots unter Berücksichtigung des Sicherheitsniveaus.

¹⁴⁰ Es bleibt jedoch die Frage zu beantworten, wie die Normgeschwindigkeit festzulegen ist. Bei der Schienenennutzung wird teilweise vorgeschlagen, die Normgeschwindigkeit an dem Hauptnutzer der Strecke auszurichten. Dieses Verfahren kann jedoch in gegenüber anderen Nutzern diskriminierender Weise ausgenutzt werden. Vgl. Aberle / Hedderich (1993), S. 23. Dieses Problem liegt auf der institutionellen Ebene und soll hier nicht vertieft werden. An dieser Stelle soll die ökonomisch effiziente Normgeschwindigkeit zugrunde gelegt werden.

¹⁴¹ Vgl. Ilgmann / Miethner (1992), S. 222-225.

Flugzeuge, deren Start- bzw. Landevorgang länger dauert, verursachen also höhere Opportunitätskosten als andere.

Ein weiterer Vorschlag, wie die jeweils verursachten Opportunitätskosten in das individuelle Kalkül integrierbar sind, basiert auf demselben Ansatz wie das zuvor dargestellte Vorgehen. Zur Umsetzung wird ein Auktionsverfahren vorgeschlagen.¹⁴² Die Auktionsregel sieht vor, daß als Gebote für Rollbahnnutzungen Preise pro Nutzungszeiteinheit abgegeben werden. Damit muß derjenige, der die Rollbahn länger in Anspruch nimmt, mehr „Zeiteinheiten“ kaufen und somit mehr bezahlen als ein Nutzer, der nur einen kürzeren Zeitraum benötigt. Überbieten kann der Nutzer diejenigen, die einen kürzeren Zeitraum benötigen, nur dann, wenn er ein Gebot abgibt, das die gesamten Opportunitätskosten reflektiert.¹⁴³

Die geregelten Nutzungen ermöglichen einen einfacheren Umgang mit der unterschiedlichen Kostenverursachung, da sie den recht komplizierten Zusammenhang zwischen Grad der Abweichung und Höhe der Beeinträchtigung darauf reduzieren, daß infolge von Abweichung weniger Fahrten als maximal möglich erfolgen. Das heißt wir müssen nur die Opportunitätskosten des Nutzentgangs betrachten und nicht die Verschiebung der Beeinträchtigungskosten wie bei den unregelmäßigen Nutzungen.

3. Langfristige Betrachtung: Effizienzverbesserungen durch getrennte Infrastrukturen?

In diesem Abschnitt ist zu prüfen, ob langfristig getrennte Infrastrukturen für jeweils homogene Nutzergruppen Effizienzverbesserungen bewirken. Es wurde dargestellt, daß sich die Nutzer in verschiedener Hinsicht unterscheiden können. Dies betrifft im wesentlichen verschiedene Präferenzen für Geschwindigkeiten, unterschiedliche Bewertung der Nutzeneinbußen und die Nutzung ver-

¹⁴² Vgl. zu diesem Vorschlag Wolf (1995), S. 56. Zu einer differenzierten Diskussion von Auktionen zur Allokation knapper Rechte siehe Kapitel E. und F.

¹⁴³ Stellen wir uns vor, daß ein Flugzeug 12 Minuten für einen Start benötigt, während drei andere je nur 4 Minuten beanspruchen. Die Gesellschaften aller Flugzeuge sind an der Nutzung im gleichen 12-minütigen Zeitintervall interessiert. Die Gesellschaften der drei Flugzeuge, die die Rollbahn je nur 4 Minuten beanspruchen, bieten je für eine Minute 2 Geldeinheiten. Jede dieser Gesellschaften ist also bereit, für die Nutzung 8 Geldeinheiten zu zahlen, d.h. es entstehen Opportunitätskosten in Höhe von 24, wenn diese nicht zum Zuge kommen. Bietet nun die Gesellschaft des die Rollbahn länger beanspruchenden Flugzeugs $2+\epsilon$ für jede Minute, so ist die Nutzung durch dieses Flugzeug effizient, da die Opportunitätskosten berücksichtigt sind. Vergleicht man dagegen nur die Gebote pro Nutzung, so würde das die Bahn länger beanspruchende Flugzeug bereits zum Zuge kommen, wenn es $8+\epsilon$ bietet. Diese Lösung ist ineffizient, da ein Teil der Opportunitätskosten ($16-\epsilon$) nicht berücksichtigt sind.

schiedener Fahrzeuge, die unterschiedliche Anforderungen an die Infrastruktur stellen.

a) Unterschiedliche individuelle Beeinträchtigungskosten

Für den Aspekt der unterschiedlichen individuellen Beeinträchtigungskosten wurde dargestellt, daß die Nutzer verschiedene Gesamtpreise zahlen. Der Gesamtpreis setzt sich aus dem für alle Nutzer gleichen Geldpreis und den für alle Nutzer verschiedenen Opportunitätskosten der Qualitätsverringerung zusammen. Diese Preise sind um so höher, je größer die individuellen Opportunitätskosten der Qualitätseinbuße sind. In unserem Beispiel (Abb. 22) zahlt der Nutzer 1, dies ist der Nutzer mit den höchsten individuellen Opportunitätskosten, den Gesamtpreis bestehend aus P_{ML} plus ZY, Nutzer q z.B. zahlt dagegen nur P_{ML} plus BQ, wobei für die individuellen Opportunitätskosten $ZY > BQ$ gilt.

Ausgangspunkt der Überlegung ist, daß die Nutzer mit den höheren individuellen Beeinträchtigungskosten¹⁴⁴ insgesamt mehr zahlen als diejenigen mit den niedrigeren individuellen Beeinträchtigungskosten. Zu analysieren ist, ob eine Teilung der Nutzer in homogenere Gruppen eine andere Aufteilung der Gesamtpreise zwischen Geldpreis und individuellen Opportunitätskosten erlaubt, die in der Summe zu niedrigeren Aufwendungen¹⁴⁵ führt. Da langfristig die gesamten Kosten minimiert bzw. die Wohlfahrt unter Berücksichtigung der Dimensionsveränderung maximiert werden soll, müssen die Einsparungen an sozialen Kosten den Erstellungskosten im einfachsten Fall zweier (bzw. der Gruppenanzahl entsprechender) Infrastrukturen gegenübergestellt werden.

Dazu betrachten wir nochmal das langfristige Maximierungskalkül aus Anhang 1 zu Abschnitt C.III., Gleichung (1):

$$(1) \quad \max S = \left[\int_0^X P(X) dX - X \cdot PGK(X, Y) \right] - \rho(Y).$$

Dort beschreibt $P(X)$ die Nachfragefunktion der gesamten Gruppe Nutzer nach staufreien Fahrten, $PGK(X, Y)$ die repräsentativen privaten Kosten (individuellen Beeinträchtigungskosten) einer zusätzlichen Fahrt in Abhängigkeit von der Dimension Y der gesamten Infrastruktur und der gesamten Anzahl Nutzer X , $\rho(Y)$ die Infrastrukturerstellungskosten und S die zu maximierende Wohlfahrt.

¹⁴⁴ Diese Nutzer empfinden die kurzfristig effiziente Qualität subjektiv schlechter als die Nutzer mit niedrigeren Opportunitätskosten.

¹⁴⁵ Die Aufwendungen stellen in der Summe die sozialen Kosten dar.

Nun teilen wir der Einfachheit halber die gesamte Gruppe Nutzer in zwei Nutzergruppen A und B. Nutzergruppe A ist die Gruppe mit den individuellen Beeinträchtigungskosten, die die sozialen Durchschnittskosten (SDK in Abbildung 22) bei gemeinsamer Nutzung übersteigen, Nutzergruppe B hat niedrigere Opportunitätskosten als der Durchschnitt. Mit dieser Einteilung soll Homogenität in der jeweiligen Gruppe angestrebt werden.

Für die Betrachtung getrennter Gruppen müssen wir das Maximierungskalkül folgendermaßen umformulieren:

$$(2) \quad \max S_{A+B} = \left[\int_0^X P_A(X_A) dX - X_A \cdot PGK_A(X_A, Y_A) \right] - \rho(Y_A) + \left[\int_0^X P_B(X_B) dX - X_B \cdot PGK_B(X_B, Y_B) \right] - \rho(Y_B)$$

Der erste Term enthält die relevanten Parameter für Gruppe A, die Zahlungsbereitschaft der Gruppe A, die für diese Gruppe repräsentativen privaten Grenzkosten (individuellen Beeinträchtigungskosten) in Abhängigkeit der Nutzerzahl der Gruppe A und der für diese Gruppe effizienten Infrastruktur-Dimension sowie die Erstellungskosten der Infrastruktur für Gruppe A. Der zweite Term enthält die analogen Parameter für Gruppe B. Um zu ermitteln, ob diese Aufteilung effizient ist, muß die daraus resultierende Wohlfahrt S_{A+B} mit der Wohlfahrt bei gemeinsamer Nutzung $S_{A,B}$ verglichen werden.

$$(3) \quad \max S_{A,B} = \left[\int_0^X P(X) dX - X \cdot PGK(X, Y) \right] - \rho(Y).$$

Sind die Einsparungen an sozialen Kosten aufgrund der präferenzadäquaten Aufteilung der Gesamtpreise bei getrennter Nutzung größer als die durch die Aufteilung möglicherweise zusätzlich entstehenden Erstellungskosten¹⁴⁶, so ist die getrennte Nutzung effizienter.¹⁴⁷

¹⁴⁶ Die Existenz bzw. die Höhe der zusätzlichen Erstellungskosten hängt von dem Ausmaß der Subadditivität des Infrastrukturbaus ab. Vgl. zur Subadditivität des Ausbaus die in Anhang 1 zu C.III. zitierten Quellen.

¹⁴⁷ Mohring erwähnt die Möglichkeit, daß bei heterogener Zeitbewertung eine Schnell- und eine Langsam-Fahrer-Straße effizienter als eine gemeinsame Straße sein können. Vgl. Mohring (1976), Kapitel 4. Auf der State Route 91 in der Nähe von Los Angeles haben Autofahrer die Möglichkeit, zwischen einem kostenlosen Fahrstreifen und einem road-bepreisten Expreß-Fahrstreifen zu wählen. Der Preis für die Nutzung der Expreß-Fahrstreifen orientiert sich am Stauniveau auf der kostenlosen Spur und wird automatisch während der Fahrt erhoben. Die Fahrer werden über elektronische Displays auf Verkehrsschildern über den aktuellen Preis informiert. Dieses Projekt kann

In diesem Fall bedeutet eine präferenzadäquatere Aufteilung der Gesamtpreise, daß die Nutzergruppe A einen höheren Geldpreis für eine bessere Nutzungsqualität als bei gemeinsamer Nutzung zahlt. Der Gesamtpreis für Gruppe A ist jedoch niedriger als zuvor, da der höhere Geldpreis von den niedrigeren individuellen Beeinträchtigungskosten überkompensiert wird. Ebenso ergibt sich für Gruppe B bei getrennter Nutzung ein niedrigerer Gesamtpreis, der sich aus höheren individuellen Beeinträchtigungskosten und einem diese überkompensierenden entsprechend niedrigeren Geldpreis zusammensetzt.

b) Unterschiedliche Anforderungen

Betrachten wir lediglich die Erstellungs- und nicht die Beeinträchtigungskosten, so ist der Bau einer gemeinsamen Infrastruktur für alle Nutzergruppen effizienter, wenn die gemeinsame Infrastruktur geringere Erstellungskosten verursacht als der Bau getrennter Infrastrukturen, die Bereitstellung einer gemeinsamen Infrastruktur also subadditiv ist.¹⁴⁸

Diese Aussage ist zu relativieren, wenn man zusätzlich zu den Erstellungskosten die sowohl unterschiedlich bewerteten als auch in unterschiedlichem Maße verursachten Beeinträchtigungskosten betrachtet.

c) Unterschiedliche Geschwindigkeiten

Effizienzverbesserungen müßten auch bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten durch getrennte Infrastrukturen möglich sein.¹⁴⁹ Der Ausgangspunkt der

als praktische Annäherung an das theoretisch vorgeschlagene Verfahren bei heterogenen individuellen Staukosten interpretiert werden, da die Fahrer die Möglichkeit haben, ihren Gesamt-Aufwand (Geldpreis + individuelle Staukosten) nach ihren individuellen Präferenzen zu optimieren. Fahrer mit hohen individuellen Beeinträchtigungskosten werden über die Zahlung eines Geldpreises den Stau und damit die staubedingten Beeinträchtigungskosten vermeiden, während Fahrer mit niedrigeren individuellen Beeinträchtigungskosten die Option Stau ohne Geldpreis wählen können. Das Projekt wird von einem gewinnorientierten privatwirtschaftlichen Investor (California Private Transportation Company (CPTC), die aus drei privatwirtschaftlichen Unternehmen besteht) getragen, der sowohl die Erstellung als auch den Betrieb für einen Zeitraum von 35 Jahren übernommen hat. Neben der bemerkenswerten Tatsache, daß dieses Projekt durch eine privatwirtschaftliche Initiative realisiert wurde, Gewinnaussichten also durchaus realistisch erscheinen, ist festzustellen, daß die derzeitigen Einnahmen die Erwartungen des Investors übertreffen. Vgl. Reinhold (1996). Vgl. zu einem ähnlichen Vorschlag, der die Akzeptanz eines Road-Pricing Systems erhöhen soll, Starkie (1986).

¹⁴⁸ Vgl. zu Verbundvorteilen durch eine gemeinsame Infrastruktur für Nutzer, die verschiedene Erstellungskosten verursachen, Büttler (1982).

¹⁴⁹ Vgl. Berglas / Pines (1981), S. 158-159; Lancaster (1975).

Überlegung ist, daß bei gleichartigen Geschwindigkeiten ein geringeres Maß an Beeinträchtigungen als bei voneinander abweichenden Geschwindigkeiten entsteht.¹⁵⁰ Hier ist zu ermitteln, ob die gesamten Staukosten bei Nutzer-Gruppen mit annähernd homogenen Geschwindigkeiten als Summe der Staukosten jeder Gruppe sinken, so daß sich für jede Gruppe eine Kosteneinsparung ergibt. Diese Wohlfahrtsbetrachtung erfolgt dann analog zu der bei unterschiedlicher Bewertung der Beeinträchtigungen.

V. Fazit

Das wesentliche Ergebnis des Kapitels C. besteht darin, daß bei partiell rivalen Nutzungen ohne Beschränkungen (Preis- oder Mengenbeschränkungen) Wohlfahrtsverluste infolge von Übernutzung auftreten, da ein Teil der insgesamt ökonomisch relevanten Kosten nicht im individuellen Entscheidungskalkül berücksichtigt wird.

Daher lautet der erste ordnungspolitische Vorschlag, daß die Nutzungsmenge auf das Niveau zu beschränken ist, bei dem sich marginale Wertschätzung und relevante Grenzkosten der Inanspruchnahme der Infrastruktur entsprechen. Sind Nutzungen regelbar (siehe Kapitel B.), so stellt dieses Niveau den effizienten Standard dar; bei Flughafenutzungen entspricht es z.B. der maximalen Anzahl Slots, die gleichzeitig die Kapazität bestimmt.¹⁵¹

Für die Umsetzung dieses Vorschlages sind Informationen über die marginale (Brutto-) Zahlungsbereitschaft N^* und über die soziale Grenzkostenfunktion (SGK) erforderlich. Sind diese Informationen vorhanden und ist der Ausschluß praktikabel, kann für die partiell rivalen Nutzungen sowohl kurzfristig die effiziente Menge als auch langfristig die effiziente Dimension der Infrastruktur realisiert werden.

Der zweite Vorschlag beinhaltet, daß die knappe Menge der Nutzungsmöglichkeiten pretial zu allozieren ist und entspricht dem Ergebnis aus Kapitel B. Unter der Homogenitätsannahme ergibt sich der Preis, der die effiziente Nutzungsmenge realisiert, aus der Differenz zwischen sozialen Grenz- und Durchschnittskosten bei genau dem effizienten Nutzungsniveau. Wenn wir bereits die Informationen über N^* und die sozialen Grenzkosten haben, kennen wir auch die Durchschnittskosten. Damit kann der Preis einfach ermittelt werden.¹⁵²

¹⁵⁰ Siehe Abschnitt C.IV.1.

¹⁵¹ Bei der Schienennutzung ergibt sich daraus die maximale Anzahl der Zugfahrten.

¹⁵² Damit der Preis auch die gewünschte exakte Rationierungswirkung entfaltet, müssen die Gegebenheiten auf dem fraglichen Markt in etwa denen in Kapitel B. (Unterabschnitt „Der Preismechanismus“) dargestellten entsprechen. Dies wird im folgen-

Unter realistischen Bedingungen gilt die Homogenitätsannahme allerdings nicht. Die Nutzer unterscheiden sich i.d.R. hinsichtlich der Kostenverursachung und -bewertung, was die effiziente Preissetzung verglichen mit dem Homogenitätsfall erschwert. Sind die Nutzer in verschiedenem Maße an der Kostenverursachung beteiligt, ist ein Einheitspreis nicht verursachungsgerecht. Empfinden und bewerten die Nutzer die Beeinträchtigungen bzw. die Qualität unterschiedlich, kann der ceteris paribus effiziente monetäre Einheitspreis nicht über die Differenz zwischen sozialen Grenz- und Durchschnittskosten ermittelt werden. Diese beiden Probleme sind für unsere beiden Nutzungskategorien (geregelter und unregelter Nutzungen) unterschiedlich gravierend.

Um im Falle der heterogenen Qualitätsbewertung den effizienten Preis setzen zu können, müssen wir die Inzidenz der Beeinträchtigungskosten kennen. Dieses Informationsproblem reduziert sich beträchtlich, wenn die idealtypischen Bedingungen, die wir in Kapitel B. dargestellt haben, für die Preissetzung auf dem fraglichen Markt vorhanden sind. Das heißt im wesentlichen, daß die Nachfragewünsche inklusive der Zahlungsbereitschaft bis zu einem bestimmten Zeitpunkt bekannt sind (in Kapitel B. wurde derjenige Zeitpunkt, zu dem die Nachfragewünsche bekannt sind, als Z_1 und derjenige, zu dem die Zahlungsbereitschaften offenbart werden, als Z_2 bezeichnet) und daß daran anschließend die Preissetzung (Z_3) und Zuweisung der Nutzungsrechte erfolgt (Z_4).

Die Nutzer müssen dazu veranlaßt werden, die Zahlungsbereitschaften und die Qualitätsbewertungen, also die individuellen Beeinträchtigungskosten für die Nutzung, anzugeben. Hat man mit diesen Informationen die effiziente Nutzungsmenge bestimmt und verändern sich die einzelnen Qualitätsbewertungen nicht mehr, so genügt im folgenden, daß die Nutzer ihre Nettopahlungsbereitschaften für die effiziente Qualität angeben. Diese Nettopahlungsbereitschaften bilden dann die relevante constant-quality-Nachfragefunktion, über die der effiziente Preis ermittelt wird.

Wenn die Nutzungen planbar sind, können die idealtypischen Rahmenbedingungen für die Preissetzung recht einfach geschaffen werden. In diesem Fall sind die Nutzer bereits zu einem bestimmten Zeitpunkt in der Lage, ihren Nachfragewunsch zu formulieren. Je nach dem, wie früh dieser Zeitpunkt gesetzt wird, also je länger die Zeitspanne zwischen Z_1 und Z_5 ist, sind die erforderlichen Transaktionen problemlos vor der Nutzung durchführbar. Von den in

den Kapitel D. problematisiert. Die Informationen müssen natürlich auch noch kurz vor der tatsächlichen Transaktion aktuell sein.

dieser Arbeit betrachteten Nutzungen erfüllen die geregelten, flugplangebundenen Flughafennutzungen diesen Anspruch.¹⁵³

Für die nicht planbaren, unregulierten Straßennutzungen¹⁵⁴ ist es fraglich, ob es sich um ein lösbares Informationsproblem handelt. Es ist schwer vorstellbar, daß Informationen über die individuellen Beeinträchtigungskosten des marginalen Nutzers in jedem Zeitintervall vorliegen. Bereits die Informationen über N^* und die totalen Beeinträchtigungskosten dürften schwierig zu ermitteln sein. Eine Preissetzung für Straßennutzungen wird wahrscheinlich einen Näherungspreis in der Höhe der ungefähren Differenz zwischen sozialen Grenz- und Durchschnittskosten ergeben.¹⁵⁵

Im Falle der unterschiedlichen Kostenverursachung müssen die Kosten verursachungsgerecht den jeweiligen Nutzern zugeordnet werden. Die Identifikation derjenigen Nutzer, die mehr zum Stau beitragen als andere, sowie des von ihnen verursachten Ausmaßes zusätzlicher Beeinträchtigungen stellt sich bei den unregulierten Straßennutzungen ebenfalls wesentlich schwieriger als bei geregelten Nutzungen dar.

Bei unregulierten Nutzungen hängt das Ausmaß der zusätzlichen Stauverursachung eines abweichenden Nutzers auch davon ab, wie sich die anderen Nutzer verhalten. Damit besteht eine Endogenität bei der Stauverursachung, die empirisch schwer zu erfassen ist. Auch in diesem Punkt scheinen Näherungen an eine verursachungsgerechte Lösung wahrscheinlich, indem die Nutzungen möglicherweise in Kategorien (im einfachsten Fall z.B. PKW, LKW) eingeteilt und entsprechend bepreist werden.

Bei den geregelten Schienennutzungen werden Rechte derart definiert, daß eines zu einer Fahrt mit genau der Normgeschwindigkeit berechtigt. Nutzer mit davon abweichender Geschwindigkeit sind somit sofort als „Stauverursacher“ identifizierbar. Sie müssen für eine solche Fahrt mehr Rechte erwerben und tragen damit die relevanten Opportunitätskosten.¹⁵⁶ Durch den Erwerb mehrerer Rechte für eine Inanspruchnahme sind weniger Nutzungen mit der Normgeschwindigkeit möglich, das heißt die Kapazität wird verknappt. Die getätigten Nutzungen sind aber aufgrund der für jede Nutzung festgelegten Zeitpunkte

¹⁵³ Das für Flughafennutzungen in der Realität praktizierte Vorgehen, welches die grundsätzlichen Voraussetzungen für die Informationsermittlung bietet, wurde bereits erklärt. Für Schienennutzungen können die gleichen Bedingungen geschaffen werden, da die durch die Fahrplanbindung bedingte Koordination auch die erforderlichen Zeitabstände benötigt.

¹⁵⁴ Die Planbarkeit wird in Kapitel D. ausführlich diskutiert.

¹⁵⁵ Dennoch ist davon auszugehen, daß die pretiale Allokation auch als pragmatisches Näherungsverfahren Effizienzverbesserungen gegenüber der heutigen Situation erreicht. Vgl. Baum (1971), S. 273.

¹⁵⁶ Vgl. zu einem Rechenbeispiel Ilgmann / Miethner (1992).

nicht, wie bei den unregelmäßigen Nutzungen, von der „Stauverursachung“ betroffen. Das heißt die abweichenden Nutzer kommen den anderen nicht, wie bei der Straßennutzung, „in die Quere“. Daher treten die Opportunitätskosten hier als Kosten des Nutzenentgangs und nicht als Kosten der Qualitätsverschlechterung (Nutzenbeeinträchtigung) auf.

Bei Rollbahnnutzungen kommt es infolge längerer Start- oder Landezeiten einzelner Flugzeuge auch zu einer Kapazitätsverknappung. In der Praxis wird diesem Problem bei der Slotdefinition durch bestimmte Toleranzzeiten begegnet. Dieses Verfahren ist aber nicht verursachungsgerecht und verknappt die Kapazität mehr als nötig, da jede Gesellschaft dann einen großzügig dimensionierten Slot erhält, unabhängig davon, ob sie diese Nutzungszeit vollständig benötigt oder nicht.¹⁵⁷

Ein Vorschlag, der die unterschiedliche Knappheitsverursachung berücksichtigt, besteht darin, daß die Flugzeuge einen Preis pro genutzter Zeiteinheit zahlen.¹⁵⁸ Dabei besteht die Kapazität aus der Summe der Zeiteinheiten, die mindestens für einen Nutzungsvorgang erforderlich sind. Dies Verfahren basiert auf dem gleichen Prinzip wie die Trassenzuweisung für Züge.

Wir können abschließend festhalten, daß präzise Informationen über die Zahlungsbereitschaften und die Höhe der Beeinträchtigungen notwendig sind, um effiziente Mengen und Preise zu implementieren. Diese Informationen machen auch die Kosten eines unterlassenen oder nicht optimalen Ausbaus der Infrastruktur (z.B. eine gemeinsame statt zwei oder mehr getrennter Infrastrukturen) transparent und sind somit sowohl kurz- als auch langfristig von höchster Relevanz.

Als Zwischenergebnis haben wir festgestellt, daß diese Informationen bei geregelten, planbaren Nutzungen einfacher zu generieren sind und der auf Basis dieser Informationen gesetzte Preis exakter ist als bei unregelmäßigen Nutzungen.¹⁵⁹

¹⁵⁷ Vgl. Flughafen Frankfurt/M. (1983); Wolf (1995), S. 54-57.

¹⁵⁸ Vgl. Wolf (1995), S. 55-56.

¹⁵⁹ Dies soll aber nicht darüber hinweg täuschen, daß die Informationsgenerierung auch bei geregelten, planbaren Nutzungen recht kompliziert ist. Dieser Problematik widmen sich Kapitel E. und F.

D. Reaktionen auf nicht prognostizierbare Überlast

I. Das Auftreten nicht pretialer Rationierungsmechanismen und deren Folgen im Überblick

1. Ursachen für stochastische Überlasten

Die bisherige Analyse ging von genau zu prognostizierender Nachfrage (deterministischer Nachfrage) nach Infrastrukturnutzungen aus. Dies erlaubte eine präzise Darstellung der grundsätzlichen Zusammenhänge für die beiden, aufgrund unterschiedlicher institutioneller Regelungen verschiedenen, Nutzungskategorien.¹ Auf Basis dieser Zusammenhänge wurde für jede Kategorie abweichend von den heute praktizierten Verfahren der Preis als effizientes Rationierungsverfahren² vorgeschlagen.

Nun sind aber gerade für Infrastrukturnutzungen nicht prognostizierbare Überlasten³ typisch und in ihren Auswirkungen i.d.R. problematischer als bei einer Reihe anderer Güter. Dies liegt im wesentlichen daran, daß Infrastrukturnutzungen nicht lagerfähig sind, man also nicht das Überangebot aus Zeiten niedrigerer als erwarteter Nachfrage lagern und im Falle von Engpässen absetzen kann.⁴

Das Problemfeld der nicht prognostizierbaren Überlast wird in nachfrageinduzierte und angebots- bzw. kapazitätsinduzierte Überlast gegliedert.

¹ Dabei handelt es sich zum einen um geregelte Nutzungen, bei denen Nutzungsrechte vergeben werden können und physischer Ausschluß praktiziert wird, und zum anderen um unregelte Nutzungen, bei denen die Menge nicht beschränkt wird und die spontan in Anspruch genommen werden.

² Ein Rationierungsverfahren definiert implizit oder explizit Regeln, gemäß derer das knappe Angebot auf die Nachfrager zugeteilt wird.

³ Die Begriffe nicht prognostizierbare, überraschende, spontane und stochastische Überlast werden synonym verwendet.

⁴ Der Sachverhalt unsicherer und kurzfristig schwankender Nachfrage ist als solcher nicht ungewöhnlich und besteht in ähnlicher Form auch auf anderen Märkten mit inelastischem Angebot und fehlender Speicherbarkeit der Produkte. Dies gilt z.B. auch bei Restaurantbesuchen, Elektrizitätsversorgung und Telefon. Die Transaktionsbedingungen, die sich auf solchen Märkten herausgebildet haben, regeln dieses Problem sehr unterschiedlich.

Zuerst werden Situationen nachfrageinduzierter Überlast betrachtet. Diese entstehen durch überraschend auftretende Rechtsverschiebungen der Nachfragefunktion.⁵

Bei Straßennutzungen (ungeregelte Nutzungen) sind tageszeitliche (Rush-hour) oder saisonale Schwankungen (z.B. Urlaubszeiten) im wesentlichen abschätzbar und stellen für eine pretiale (Peak-Load-Preis) Rationierung kein Problem dar. In Abgrenzung dazu interessieren uns hier die bei Straßennutzungen häufig auftretenden, unerwarteten Nachfrageanstiege. Diese folgen keinem Nachfragemuster und sind auch nicht auf einen bestimmten Grund zurückzuführen. Jeder kennt Situationen, in denen sich auf einer Strecke, die man sonst zur gleichen Zeit ungehindert befahren kann, plötzlich so viele Fahrzeuge befinden, daß sich der Verkehr staut. Graphisch dargestellt bedeutet dies in Abbildung 24, daß nicht, wie erwartet, die Nachfragefunktion N^*_0 , sondern z.B. die Nachfragefunktionen N^* oder N^*_s mit den entsprechenden Staukosten gelten und somit die tatsächliche Nachfrage in dem relevanten Zeitintervall von der erwarteten Nachfrage abweicht.

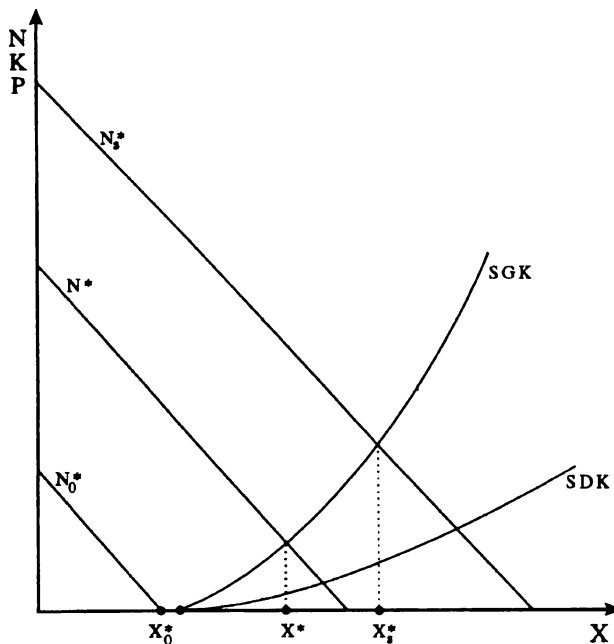


Abb. 24: Unerwartete Nachfrageschwankungen

⁵ Prognostizierbare Nachfrageerhöhungen, bei denen eine Überlastsituation durch eine zeitlich differenzierte (Peak-Load) Preisstruktur vermieden werden, sind hier nicht gemeint.

Auch bei institutionell durch die Vergabe von Rechten geregelten Nutzungen (Flughafen- und Schienennutzungen) können spontane Nachfrageanstiege auftreten. Die Hauptursache dafür sind Verspätungen. Diese führen dazu, daß der durch das Recht zugewiesene Zeitpunkt der Rollbahnnutzung nicht eingehalten wird. Das verspätete Flugzeug fragt nun die Nutzung zu einem Zeitpunkt in einem späteren Zeitintervall nach. Wenn das Recht für diesen Zeitpunkt anderweitig vergeben und das nun relevante Zeitintervall ausgebucht ist,⁶ kann das verspätete Flugzeug nicht auf ein anderes Recht in diesem Zeitintervall ausweichen. Dann kommt es aufgrund der Nachfrage-Verschiebung dazu, daß die tatsächliche Nachfrage die Kapazität im fraglichen Zeitintervall übersteigt.

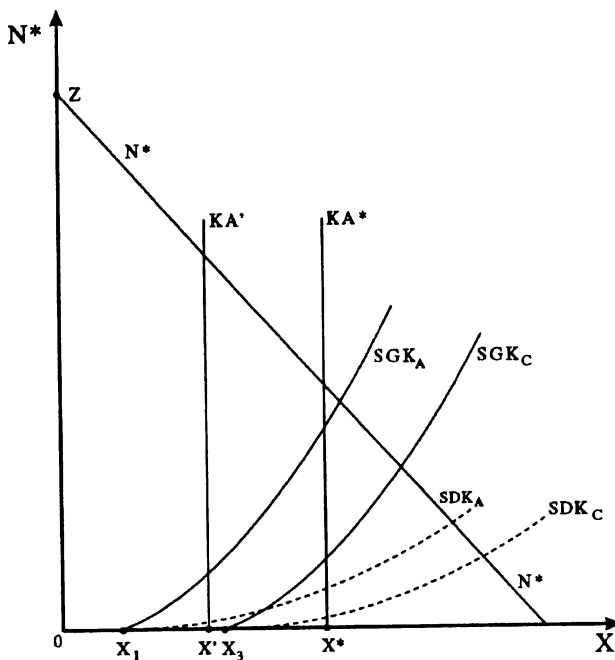


Abb. 25: Unerwartete Kapazitätsschwankungen

Als zweiten Fall der stochastischen Überlasten betrachten wir nun die kapazitätsinduzierten Überlasten. Hier wird die Normalkapazität, beispielsweise die Anzahl von X^* Landungen auf einem Flughafen (X^* mit der kurzfristigen Angebotsfunktion KA^* in Abbildung 25) durch einen unerwarteten Störfall, z.B. einen Unfall oder extreme Witterungsverhältnisse, reduziert, so daß in dem fraglichen Zeitintervall effektiv nur X' (X' mit der nach links verschobenen

⁶ Dies ist i.d.R. bei attraktiven Zeitintervallen der Fall.

kurzfristigen Angebotsfunktion KA') Landungen möglich sind. Aufgrund dessen führt die kapazitätsinduzierte Überlast auch bei der erwarteten Anzahl Nachfrager zu Komplikationen.

Im Falle kapazitätsinduzierter Überlasten bei unregelmäßigen Nutzungen treten entsprechend die Beeinträchtigungen (z.B. langsames Fahren) bereits bei einem niedrigeren Nutzungsniveau auf (siehe die in Abbildung 25 bereits bei X_1 statt bei X_3 beginnenden Funktionen der sozialen Grenz- und Durchschnittskosten). Können dadurch in diesem Zeitintervall nicht alle Nutzungen beendet werden, erhöhen diese die Nachfrage im Folge-Intervall über das erwartete Niveau hinaus. Eine Überlast wirkt sich also i.d.R. über das Zeitintervall, in dem sie aufgetreten ist, hinaus auch auf andere Zeitintervalle aus.

Bei geregelten Nutzungen wird die stochastische Überlast i.d.R. kapazitätsseitig hervorgerufen, da die Nachfrage durch das Vergabeprozess bekannt ist, während bei unregelmäßigen Nutzungen sowohl die Kapazität als auch die gesamte Nachfragemenge stochastischen Schwankungen unterliegen.

In welche der beiden Kategorien (kapazitäts- oder nachfrageinduziert) eine Überlast einzuordnen ist, kommt auf den Punkt der Betrachtung an. Ergeben sich beispielsweise auf einem Flughafen A witterungsbedingt Verzögerungen beim Start, so ist diese Überlast kapazitätsinduziert. In diesem Fall besteht die Überlast darin, daß die geplante Anzahl Flugzeuge nicht im vorgesehenen Zeitintervall starten kann und somit mehr Flugzeuge auf der Rollbahn stehen als im Normalfall abgefertigt werden können. Diese ursprünglich kapazitätsinduzierten Verspätungen treten dann auf dem Zielflughafen B als nachfrageinduzierte Überlast in Erscheinung, wenn sie die Nachfrage in einem späteren als für sie vorgesehenen Zeitintervall über das der Kapazität entsprechende Niveau erhöhen.

Für die Auswirkungen der Überlast macht es keinen Unterschied, ob die Überlast angebots- oder nachfrageinduziert ist. Daher sprechen wir bei der Diskussion dieser Auswirkungen nur von Nachfrageüberschüssen, ohne darauf einzugehen, ob sich diese nachfrage- oder kapazitätsseitig ergeben. Für die Ausgestaltung einiger Maßnahmen zum ökonomischen Handling von Überlasten ist es jedoch wichtig zu wissen, ob eine kapazitäts- oder nachfrageinduzierte Überlast vorliegt. Aus diesem Grunde wird die Kategorisierung der Überlasten in Abschnitt D.III. wieder aufgegriffen.

2. Auswirkungen

Hier sollen die Auswirkungen stochastischer Nachfrage anhand eines einfachen Angebots-Nachfrage-Diagramms (Abbildung 26, diese entspricht im

Prinzip der Darstellung von Angebot und Nachfrage geregelter Nutzungen) dargestellt werden.⁷

In Abbildung 26 gelten die Kapazität X_1 , die kurzfristige Angebotsfunktion KA_1 und der Preis P_1 . Wir gehen davon aus, daß die Nachfragefunktion N_1 prognostiziert wurde.

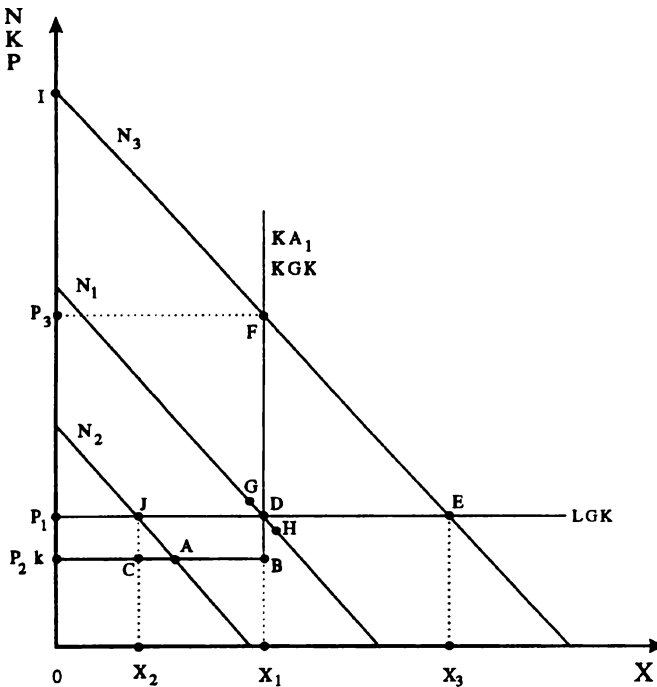


Abb. 26: Nachfrageschwankungen bei konstantem Preis und gegebener Kapazität

Der Preis P_1 führt zum Ausgleich von Angebot und Nachfrage, wenn die Nachfragefunktion N_1 gilt.⁸ Uns interessiert nun was passiert, wenn die tatsächliche Nachfrage nicht der erwarteten entspricht. In der ökonomischen Theorie wird unterstellt, daß Angebot und Nachfrage sofort über den Preis ausgeglichen werden, so daß gar keine Überlast entsteht. Wenn beispielsweise die Nachfrage von N_1 auf N_3 steigt (siehe Abbildung 26), würde sich der Preis idealerweise ad-hoc von P_1 auf den neuen Gleichgewichtspreis P_3 erhöhen. Im

⁷ Die Aussagen sind problemlos auf Nutzungen partieller Rivalität übertragbar.

⁸ In Abbildung 26 ist P_1 ebenfalls der allokativ effiziente Preis, da er den langfristigen Grenzkosten entspricht.

folgenden wird diskutiert, ob eine solche ad-hoc Preisreaktion auch in der Realität stattfindet. Hier geht es jetzt insbesondere darum, ob bei der „neuen“ Nachfragesituation zum einen die Zahlungsbereitschaften der Nachfrager überhaupt sinnvoll evaluiert werden und zum anderen die Nachfrager auf Preisänderungen reagieren können.

Nehmen wir an, es kommt bei der Inanspruchnahme von Rollbahnen aufgrund von Störfällen in einem Zeitintervall zu einer höheren (Nachfragefunktion N_3 in Abb. 26) als erwarteten Nachfrage im Folge-Intervall. Für eine pretiale Rationierung müßte ad-hoc mit den Nachfragern (Fluggesellschaften) verhandelt werden.⁹ Solche Verhandlungen sind nötig, da der Anbieter die Zahlungsbereitschaften während dieser Nachfrageüberschuß-Situation im relevanten Bereich der Nachfragefunktion (das heißt an der Kapazitätsgrenze) nicht kennt.¹⁰ Die geäußerten Nachfragewünsche informieren den Anbieter nur darüber, daß zum Preis P_1 X_3 Nutzungen nachgefragt werden, das heißt er kennt nur den Punkt E auf N_3 .¹¹ Im Rahmen dieser Interaktionen wird der Anbieter zeitnah über die Zahlungsbereitschaft der Nachfrager für die Nutzung informiert.

Eingeordnet in den Handlungsprozeß aus Kapitel zwei bedeutet das, daß sich im Zeitpunkt Z_1 herausstellt, daß zu dem in Z_0 gesetzten Preis P_1 nicht X_1 sondern X_3 Nachfrager auftreten (siehe Abbildung 27). Finden dann Preisver-

⁹ Für die kurzfristig stattfindenden Verhandlungen muß die Möglichkeit bestehen, daß Anbieter und Nachfrager sofort miteinander kommunizieren, was angesichts moderner Technologien theoretisch machbar ist.

¹⁰ Schwankt die Nachfrage z.B. zwischen N_1 und N_3 , sind Zeitpunkt und Ausmaß der Schwankungen bekannt, so daß die Reaktionsmöglichkeiten für Anbieter und Nachfrager gegeben sind, ergibt sich kein Rationierungsproblem. In diesem Fall werden die Peak-load-Preise P_1 und P_3 gesetzt.

¹¹ Die Strecke P_1E wurde in Kapitel B. als Pseudo-Nachfragefunktion bezeichnet. Sie sagt nur aus, wieviele Slots zu P_1 nachgefragt werden, spiegelt aber nicht alle jeweils maximalen Zahlungsbereitschaften (die Punkte zwischen E und I auf N_3) wider.

Man könnte einwenden, daß der Anbieter im Falle einer Nutzungsrechtsvergabe über eine Auktion alle Punkte auf N_1 und alle Zahlungsbereitschaften der Nachfrager aus der Vorperiode kennt (die neue Nachfragefunktion setzt sich aus beiden Nachfragergruppen zusammen) und er somit den Nachfragern mit den höchsten Zahlungsbereitschaften aus beiden Perioden die Rechte zuweisen kann. Diese Argumentation übersieht allerdings, daß das Nutzungsrecht in der Situation des Nachfrageüberschusses nicht identisch ist mit dem Recht, auf das sich die bekannten Zahlungsbereitschaften beziehen. Es ist nicht auszuschließen, daß die Zahlungsbereitschaft eines Nachfragers für das Recht in der Nachfrageüberschuß-Situation höher ist als die für das „normale“ Recht.

Bei Fällen, in denen die Nutzungen nicht versteigert werden, muß der Anbieter auch die normale Nachfragefunktion schätzen und wird i.d.R. nur den Bereich der erwarteten Nachfragefunktion um die Kapazitätsgrenze herum kennen (in Abbildung 26 etwa die Zahlungsbereitschaften zwischen den Punkten G und H auf N_1). Somit hat er ebenfalls keine Anhaltspunkte für die Schätzung von Zahlungsbereitschaften in der Überschußsituation.

handlungen statt, wird der Anbieter über die Zahlungsbereitschaften informiert. Das Verhandlungsergebnis liegt im Zeitpunkt Z_2 vor. Danach wird zum Zeitpunkt Z_3 der Gleichgewichts-Preis P_3 gesetzt.

Damit der auf Basis dieser Informationen ermittelte Preis auch seine Lenkungsfunction wahrnimmt und Angebot und Nachfrage ausgleicht, müssen die Nachfrager die Möglichkeit haben, auf die Preisänderung zu reagieren. Es muß denjenigen Fluggesellschaften mit niedrigerer Zahlungsbereitschaft möglich sein, eine Handlungsalternative zu der ursprünglich beabsichtigten Nutzung zu ergreifen, z.B. auf andere Flughäfen auszuweichen. Dies ist sicherlich nicht immer möglich, da viele der relevanten Entscheidungen zum Zeitpunkt der Preisänderung bereits gefallen sind und für die Nutzer eventuell keine akzeptablen Ausweichmöglichkeiten (z.B. bezüglich der Route) mehr bestehen.¹² Die Preiselastizität wird dann gering sein. Die Folge ist ein eventuell hoher Preis, ohne daß der gewünschte Mengeneffekt eintritt.¹³

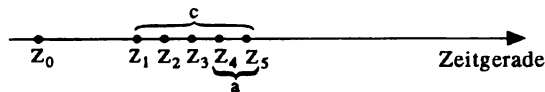


Abb. 27: Zeitliche Struktur eines Kaufprozesses bei ex-ante Preissetzung und nicht prognostizierbarer Überlast

Wie man sich leicht vorstellen kann, verursachen solche ad-hoc Verhandlungen i.d.R. hohe Transaktionskosten, haben wenig Aussicht auf Erfolg und werden daher wahrscheinlich nicht durchgeführt.¹⁴ Schon die Vorstellung, daß alle Flugzeuge, die eine Landebahn nutzen wollen, solange Warteschleifen fliegen, bis die Verhandlungen abgeschlossen sind und dann einige ihren Bestimmungsflyhafen ändern, läßt vermuten, daß der Aufwand dieses Vorgehens ihren Nutzen übersteigt. Noch aufwendiger stellt sich dieses Prozedere wahrscheinlich dar, wenn Autofahrer im Falle der Überlast während der Fahrt über den neuen Nutzungspreis verhandeln.¹⁵ Damit kann i.d.R. davon

¹² Vgl. Vickrey (1971), S. 345-346, der diese Problematik am Beispiel von Straßennutzungspreisen darstellt.

¹³ Bei Nutzungen partieller Rivalität wird dann für den Autofahrer die staumindernde und damit qualitätserhöhende Wirkung der Preisänderung nicht erkennbar. Ebenfalls verringert sich bei den geregelten Nutzungen die Wartezeit nicht. Vgl. Berger / Kruse (1994), S. 227-229.

¹⁴ Vgl. Wilson (1989), S. 1, der diesen Sachverhalt am Beispiel der Stromwirtschaft darstellt. Vgl. dazu auch Spulber (1992), S. 747; Marchand (1974), S. 263-264.

¹⁵ Auf diese Problematik wird in Abschnitt D.II.2. „Betriebskosten der Rationierung“ genauer eingegangen.

ausgegangen werden, daß der Ausgleich zwischen Angebot und Nachfrage über den flexiblen Preis bei stochastischer Nachfrage nicht funktioniert.

Die Kosten dieser spontanen Preisfindung sind insbesondere dann hoch, wenn zwischen Bekanntgabe der tatsächlichen Nachfrage und dem Nutzungswunsch eine kurze Zeitspanne (Zeitspanne c in Abbildung 27) liegt, also wenig Zeit für Verhandlungen und die Suche nach Handlungsalternativen verbleibt.

Es stellt sich also folgende Situation dar. Zum Preis P_1 werden bei der Nachfragefunktion N_3 und der kurzfristigen Angebotsfunktion KA_1 die Menge X_3 nachgefragt und die Menge X_1 angeboten, es ergibt sich also ein Nachfrageüberschuß in Höhe der Menge $X_3 - X_1$. Da nur die Menge X_1 verfügbar ist (es sei denn, die Kapazität kann kurzfristig erweitert werden), muß es ein anderes als ein pretiales Verfahren geben, das die knappe Menge bestimmten Nachfragern zuteilt und andere ausschließt.¹⁶ Das heißt an die Stelle des Gleichgewichts-Preises tritt eine Kombination aus dem (Nicht-Gleichgewichts-)Preis P_1 und einem nicht-pretialen Rationierungsverfahren.¹⁷

Eine nicht-pretiale Rationierung ergibt sich also dann, wenn erstens die Nachfrage und/oder die Kapazität nicht exakt prognostizierbar sind¹⁸, zweitens die Transaktionsbedingungen eine sinnvolle Preisänderung nicht ermöglichen und drittens die Kapazität nicht kurzfristig erweitert werden kann.

3. Folgen und Reaktionen bei Überlast

Übersteigt die Nachfrage die Kapazität, ergibt sich immer eine natürliche Reaktion auf die Überlast, die in verschiedenen Bereichen unterschiedlich effizient ist. Die natürliche Reaktion kann durch institutionelle (künstliche) Rationierungsverfahren beeinflussbar sein. Die natürlichen Reaktionen lassen sich in vier Kategorien systematisieren:¹⁹

¹⁶ In Kapitel B. wurde die Diskriminierung von Personengruppen als nicht pretiales Verfahren diskutiert.

¹⁷ Wir gehen davon aus, daß die Rationierung knapper Nutzungen grundsätzlich über den Preis erfolgt und nicht-pretiale Rationierungsverfahren nur dann zusätzlich zur Anwendung kommen, wenn der Preis nicht flexibel genug ist, um in der unerwarteten Überlast-Situation Angebot und Nachfrage auszugleichen, das pretiale Rationierungsverfahren also nicht funktioniert.

¹⁸ In diesem Zusammenhang wird in der Literatur die Nachfrage als stochastische Funktion des Preises modelliert. Vgl. dazu z.B. Kay (1979), S. 601; Visscher (1973), S. 224; Brown / Johnson (1969), S. 121.

¹⁹ Einige Autoren unterscheiden lediglich zwei Kategorien, nämlich Loss- und Delay-Systeme. Vgl. Kay (1979), S. 601.

- a) Black-out (Zusammenbruch des gesamten Angebots, was sich in der Nicht-Bedienung aller Kunden äußert)
- b) Loss (Nicht-Bedienung einzelner Kunden im Umfang des Nachfrageüberschusses)
- c) Delay (verzögerte Bedienung einzelner Kunden)
- d) Quality deterioration (Qualitätsminderung für alle Kunden).

Die natürliche Reaktion auf eine Überlast wird als spontane Rationierung interpretiert, da sie im Moment des Auftretens der Überlast eine natürliche Form der Zuweisung des knappen Angebots auf die Nachfrager darstellt. Lediglich den Black-out bezeichnen wir nicht als Rationierung, da in diesem Fall das gesamte Angebot ausfällt und somit niemandem zugewiesen werden kann. Die Qualitätsverschlechterung wollen wir dagegen als Rationierung verstehen, da sie eine Möglichkeit darstellt, die gesamte Angebotsmenge auf die Nachfrager aufzuteilen. Wir definieren als spontane Rationierung solche Zuweisungen, die erst kurz vor dem, z.B. bei der Slotnutzung, oder während des begonnenen Nutzungsversuchs, z.B. bei der Straßennutzung, stattfinden. Für die spontane Rationierung ist also charakteristisch, daß die Zeitpunkte Z_4 und Z_5 sehr eng beieinander liegen oder gar zusammenfallen, die Zeitspanne a in Abbildung 27 somit sehr kurz ist oder gar nicht existiert.

Im folgenden werden obige vier Kategorien je anhand eines Beispiels erläutert. Anschließend werden praktizierte künstliche Rationierungsverfahren als Verbesserungen der natürlichen Reaktion dargestellt.

a) Black-out

Der Begriff Black-out stammt aus der Stromwirtschaft und bezeichnet den temporären Zusammenbruch der gesamten Versorgung, verursacht durch eine Überlast.²⁰ Black-outs gibt es aber auch in anderen Bereichen, wenn eine Überlast das gesamte System derart überfordert, daß kein Angebot mehr zustande kommt. Extreme Überlasten führen beispielsweise bei Straßennutzungen zu völligem Stillstand, so daß hier ebenfalls alle Nutzungen zum Erliegen kommen. Es leuchtet intuitiv ein, daß diese Reaktion auf Überlast sehr ineffizient ist, da der Gesellschaft die gesamte Konsumenten- und Produzentenrente verlorenggeht.

²⁰ Vgl. Panzar / Sibley (1975), S. 887. Die bei der folgenden Analyse stochastischer Nachfrage verarbeitete Literatur stellt die Problematik überwiegend am Beispiel der Stromversorgung dar.

b) Loss

Loss bedeutet, daß der Bedienungsausfall lediglich im Umfang des Nachfrageüberschusses auftritt, während entsprechend der Kapazität Nachfrager zum Zuge kommen. Die Nichtbedienung im Überlastfall betrifft damit nur individuelle „überschüssige“ Nachfrager, das Angebot der der Kapazität entsprechenden Menge wird davon nicht tangiert. Charakteristisch für ein Loss-System ist, daß eine mögliche spätere Bedienung kein (auch kein entferntes) Substitut für die sofortige Bedienung darstellt, die Bedienung also „verloren“ ist. Als Loss ist z.B. zu bezeichnen, wenn ein Geschäftsreisender ein Flugzeug zu einer bestimmten Uhrzeit benötigt, um einen nicht zu verschiebenden Termin wahrzunehmen. Einen Platz im nächsten Flugzeug benötigt er nicht mehr, da sein Termin dann schon geplatzt ist. Ob das Loss-System effizient oder nicht rationiert, ist davon abhängig, welche Nachfrager vom Loss betroffen sind.²¹

c) Delay

Im Delay Fall werden die überschüssigen Nachfrager zwar auch von der sofortigen Bedienung ausgeschlossen, sie kommen allerdings später zum Zuge, wenn sie bereit sind zu warten. Die spontane Reaktion auf die Überlast beim Delay-System ist die Bildung von Warteschlangen. Diese spontane Rationierung ist für viele Bereiche typisch. Beispielsweise gibt es zu Überlastzeiten Warteschlangen an Taxiständen, vor Kinokassen und Flughafenschaltern. Diese Rationierung ergibt sich i.d.R. von selbst, weshalb wir sie auch in die Kategorie der natürlichen Mechanismen einordnen, obwohl sie in einigen Bereichen bewußt eingesetzt wird. Die Ineffizienzen dieses Verfahrens hängen davon ab, welche Nachfrager von wie langen Wartezeiten betroffen sind.²²

Ein Beispiel für ein bewußt eingesetztes Delay-System stellt die Regelung für den Überlastfall bei der Rollbahnnutzung dar. Die Rollbahnnutzung ist zusätzlich zu der Vergabe von Rechten durch auf die jeweilige Situation abgestimmte Anweisungen der Flugsicherung geregelt. Ballt sich beispielsweise die Nachfrage nach Landungen in einem Zeitintervall, so können die Flugzeuge nicht einfach nach eigenen Wünschen landen²³, sondern erhalten die eigentliche Landeerlaubnis von der Flugsicherung. Wenn verspätete Flugzeuge den vereinbarten Landezeitpunkt nicht mehr wahrnehmen können und dann die Nachfrage im Folge-Zeitintervall erhöhen, wird in der Praxis auf diese Überlast

²¹ Die mit dem Ausschluß verbundenen Kosten werden in Abschnitt D.II. diskutiert.

²² Siehe Abschnitt D.II.

²³ Demgegenüber ist bei der Straßen-Infrastruktur prinzipiell die jederzeitige Nutzung möglich.

durch das Fliegen von Warteschleifen reagiert. Die Flugsicherung läßt erst die pünktlichen Flugzeuge des Folgeintervalls landen und fertigt die verspäteten Flugzeuge zu Zeitpunkten ab, in denen Kapazität frei ist. Die Abfertigung erfolgt in der Reihenfolge ihres Eintreffens (first-come-first-serve).²⁴

d) Quality deterioration

Bei der Straßen-Infrastruktur, deren Nutzung nicht durch die Vergabe von Rechten geregelt ist, werden zusätzliche, unerwartete Nutzer nicht ausgeschlossen. Nutzungen über die bei der erwarteten Nachfragefunktion N^* effiziente Menge X^* hinaus (siehe Abbildung 24) finden einfach statt. Wie wir anhand der steigenden Kostenfunktionen sehen können, verursacht jede zusätzliche Nutzung weitere Beeinträchtigungen. Somit besteht die natürliche Reaktion auf die höhere Nachfrage in einer Qualitätsverschlechterung für alle. Bei der Analyse der Wohlfahrtsverluste aufgrund von unerwarteten Überlasten in Abschnitt D.II.1. müssen wir daher betrachten, wie hoch die Qualitätseinbuße verglichen mit der effizienten Allokation bei der Überlast ist.

Die aufgeführten Kategorien sind jedoch nicht immer eindeutig voneinander zu trennen. Der Unterschied zwischen Loss und Delay hängt ab von der individuellen Beurteilung des betroffenen Nachfragers. Wertet er die verspätete Bedienung als Substitut für die sofortige Bedienung, fällt dies in die Kategorie Delay, stellt sie für ihn kein Substitut dar, ist die Rationierung als Loss zu bezeichnen. Stellt die verzögerte Bedienung kein vollständiges, sondern nur ein weites Substitut der sofortigen Bedienung dar, so wird sie vom Betroffenen oft als Qualitätsminderung empfunden und kann dann zu beiden Kategorien gezählt werden.

4. Institutionelle Antworten auf Überlast

Das Ausmaß der negativen Folgen der Überlast läßt sich zum einen durch eine Verbesserung der Rationierungsverfahren verringern, sofern diese Verfahren dann effizientere Ergebnisse hervorbringen als die natürlichen.²⁵ Zum anderen sind solche Maßnahmen geeignet, die das Ziel haben, Überlasten seltener auftreten zu lassen. In diesem Abschnitt wird eine grundlegende Systematik solcher Handlungsoptionen dargestellt; eine detaillierte Diskussion erfolgt in Abschnitt D.III.

²⁴ Gemäß telefonischer Auskunft von Herrn Kolb, Flugplankoordination Frankfurt a.M., 3.9.96.

²⁵ Vgl. z.B. Blankart (1980), S. 101.

a) Bereitstellung einer Reserve-Kapazität

Generell gilt, daß sich ein Nachfrageanstieg über das erwartete Niveau hinaus *ceteris paribus* um so seltener als Überlast auswirkt, je größer die Kapazität ist. Die Häufigkeit von Überlasten kann also über die Kapazitätsvergrößerung verringert bzw. das Auftreten von Überlasten kann dadurch vermieden werden. Bei diesem Vorgehen sind natürlich die Kosten der Kapazitätserweiterung zu berücksichtigen. Neben der Bereitstellung einer größeren Kapazität können in einigen Bereichen auch Kapazitäten anderer Regionen in Anspruch genommen werden, ohne daß eine solche Umleitung nennenswerte Kosten verursacht.²⁶

b) Mengenpolitik und Mengenregulierung

Eine Mengenbeschränkung ist in einigen Fällen aufgrund der „Natur“ des fraglichen Gutes vorhanden, z.B. ist die Menge der Sitzplätze in einem Flugzeug „natürlich“ vorgegeben, in anderen Fällen muß sie extra implementiert werden. Bezüglich der künstlichen Implementierung unterscheiden wir die generelle Mengenbeschränkung, die auch im Normalfall erforderlich ist, die spontane Mengenbeschränkung, die nur im Überlastfall zur Wirkung kommt, und die vor dem Nutzungszeitpunkt für den Überlastfall geplante (*ex-ante*) Mengenpolitik.

Die *generelle Mengenbeschränkung* soll eine bestimmte Mindestqualität der Nutzung garantieren. Damit werden Netzzusammenbrüche oder Risikominderungen bei bestimmten Nutzungen vermieden. In Kapitel B. wurde dargestellt, daß aus diesem Grunde für Starts und Landungen auf Flughäfen Zeitpunkte als Nutzungsrechte definiert werden, zwischen denen bestimmte Sicherheitsabstände liegen. Die Einhaltung dieser Mengenbeschränkung wird von der Flugsicherung kontrolliert. Diese Mengenbeschränkung ersetzt Qualitätsminderungen bei der spezifischen Nutzung, z.B. Landung, durch Loss oder Delay, das heißt es muß vor der Inanspruchnahme gewartet werden. Die Inanspruchnahme selber erfolgt dann zur zugesicherten Qualität.

Die *spontane Mengenpolitik* beschränkt die Menge physisch, kurz bevor die Überlast unerwünschte Folgen zeigt. Ein Beispiel dafür ist das von den meisten Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVUs) praktizierte Lastmanagement. Das Lastmanagement bedeutet, daß an der Kapazitätsgrenze in Höhe der Über-

²⁶ Ein dafür geeigneter Bereich ist die Telekommunikation. Telekommunikations-Fernverkehre können statt direkt von A nach B über C nach B geroutet werden, ohne daß dies relevante Qualitätseinbußen oder Kostensteigerungen verursacht. Vgl. Kruse (1997); Kruse / Kiessling (1997).

schoßnachfrage spontan Nachfrager von der Nutzung ausgeschlossen werden.²⁷ Damit wird dem Netzzusammenbruch vorgebeugt. Die spontane Mengenpolitik ersetzt also die natürliche Reaktion auf Überlast, den Black-out, durch ein effizienteres Verfahren. Durch diese physische Mengenbegrenzung wird gewährleistet, daß die maximal möglichen Einheiten ausgebracht werden und überhaupt Konsumenten- und Produzentenrente realisiert werden können.

Bei der *Reservierung* als gängiges Beispiel einer für den Überlastfall geplanten Mengenpolitik kann der Nachfrager vor der tatsächlichen Nutzung ein Nutzungsrecht erwerben. Diese ex-ante Zuteilung von Rechten zieht den Rationierungsprozeß zeitlich vor und gibt damit dem Anbieter und den Nachfragern die Möglichkeit, zielgerichteter auf sich abzeichnende Überlasten zu reagieren.

c) Preispolitik

Die Preispolitik kann zum einem generell dazu verwendet werden, die Nachfrage zu verringern. Bei der *generellen Preispolitik* wird unabhängig von der tatsächlichen Überlast ein höherer als der für die erwartete Nachfrage zu setzende Gleichgewichtspreis gesetzt. Des weiteren gibt es preispolitische Instrumente, die auf die Rationierung beim tatsächlichen Eintritt der Überlast abstellen. Dabei entscheidet die Zahlungsbereitschaft darüber, wer nutzen darf oder wer vorrangig bedient wird.

Bei der *ad-hoc-Preissetzung* geben die Nachfrager ihre Zahlungsbereitschaft für die sofortige Bedienung beim Auftreten der Überlast bekannt. Das heißt die unter Umständen sehr kurze Zeitspanne c zwischen dem Zeitpunkt Z_1 und Z_5 muß für die Preisverhandlungen genutzt werden (siehe Abbildung 27).

Das *Priority Pricing* zieht diesen Verhandlungsprozeß zeitlich vor, indem die Nachfrager vor Eintritt des Überlastfalls und i.d.R. auch vor Nutzungsbeginn ihre Zahlungsbereitschaft für bevorzugte Bedienung nennen und Prioritäts-Rechte erwerben können. Damit wird sowohl die kritische Zeitspanne c als auch die Zeitspanne a verlängert (siehe Abbildung 27).

5. Zusammenfassung

Je nach den Transaktionsbedingungen (geregelter oder unregelter Nutzungen) in den einzelnen Bereichen bilden sich verschiedene natürliche Folgen der Überlast heraus. Im Falle von Nutzungen, bei denen physischer Mengenausschluß praktiziert wird, muß entweder ein Teil der Nachfrager auf die Inan-

²⁷ Vgl. z.B. Panzar / Sibley (1978), S. 888; Telson (1975), S. 683.

spruchnahme verzichten oder das Gut bzw. das Recht später als gewünscht in Anspruch nehmen. Bei unregelmäßigen Nutzungen ergibt sich infolge der Überlast eine schlechtere Qualität der Nutzung.²⁸ Dabei kann die verzögerte Nutzung ebenfalls als Nutzung schlechterer Qualität interpretiert werden, da eine spätere Nutzung i.d.R. kein perfektes Substitut für die sofortige Nutzung darstellt.

Nach der Darstellung der natürlichen Reaktionen auf Überlast folgte eine Systematisierung institutioneller Reaktionen und Maßnahmen. Die verschiedenen Maßnahmen haben das gleiche Ziel, nämlich die negativen Folgen der Überlast zu begrenzen. Dabei können die Maßnahmen einzeln oder kombiniert angewendet werden. Beispielsweise sind in einigen Bereichen, z.B. Rollbahnnutzungen, generelle Mengenbeschränkungen hauptsächlich zur Wahrung des Sicherheitsstandards üblich, während auf eine zusätzliche pretiale Rationierung, die darüber entscheidet, wer nutzen darf und wer nicht, verzichtet wird. Um für die einzelnen Bereiche bestimmen zu können, welche einzelnen oder welche Kombination von Maßnahmen geeignet sind, um die negativen Folgen der Überlast bestmöglich zu begrenzen, müssen die Kosten der institutionellen Maßnahmen sowie deren Nutzen in Form der Senkung der Kosten der natürlichen Rationierung bekannt sein. Mit diesem Aspekt beschäftigt sich der nächste Abschnitt.

II. Kosten der Rationierung

1. Überblick

In diesem Abschnitt gehen wir weiterhin davon aus, daß nicht prognostizierbare Überlasten bei der Inanspruchnahme der betrachteten Leistungen bzw. Rechte auftreten und die Wirkung des Preismechanismus zumindest eingeschränkt ist, der Preis also die tatsächliche Nachfrage und das tatsächliche Angebot nicht ausgleichen kann. Aufgabe dieses Abschnittes ist es, solche Gegebenheiten wohlfahrtsökonomisch zu analysieren, das heißt herauszufinden, ob und wenn ja, welche Wohlfahrtsverluste durch Rationierung bei stochastischer Nachfrage entstehen können.

Zuerst sehen wir uns an (Abschnitt D.II.2.) welche Konsumenten *nach* dem Verfahren die knappen Rechte bei geregelten Nutzungen erhalten. Für ungere-

²⁸ Der stochastische Nachfrageüberschuß führt gerade bei unregelmäßigen Nutzungen zu gravierenden, spezifischen Problemen, weil eine kurzfristige Überlast nicht nur die Qualität und damit auch die Sicherheit für alle verschlechtert, sondern außerdem in diesem Bereich (im Gegensatz zu vielen anderen Märkten) nur in sehr eingeschränktem Maße Rationierungs-Möglichkeiten bestehen.

Ob Sicherheitseinbußen bei geregelten Nutzungen auftreten, ist davon abhängig, wie die Warteschlangen organisiert sind.

gelte Nutzungen betrachten wir, in welchem Ausmaß sich die Qualität verschlechtert. Jeweils anschließend wird ermittelt, wie groß die Wohlfahrt (definiert als Summe aus Produzenten- und Konsumentenrente) beim jeweiligen Ergebnis ist. Schließlich wird diese mit der wohlfahrtsmaximalen Allokation als Referenzgröße verglichen.²⁹

Die gegenüber der wohlfahrtsoptimalen Allokation auftretenden Wohlfahrtsverluste nach Beendigung des Rationierungsverfahrens stellen einen Teil der volkswirtschaftlich relevanten Kosten von Rationierungsverfahren dar. Diese Kosten bezeichnen wir als ex-post Wohlfahrts-Minderungen (im folgenden abgekürzt als W-Kosten). Der Begriff ex-post wird verwendet, weil die fraglichen Kosten nach Ende des Rationierungsverfahrens bestimmt werden können. Die W-Kosten werden in Abschnitt D.II.2. systematisiert und, soweit möglich, bestimmten Standard-Rationierungsverfahren³⁰ zugeordnet.

Nachdem wir die Wohlfahrtsverluste aufgrund der Ergebnisse der Verfahren betrachtet haben, beschäftigen wir uns im Abschnitt D.II.3. damit, wie und warum diese Rationierungs-Ergebnisse zustande kommen. Einige dieser Verfahren sind natürliche Reaktionen auf Überlasten, wie z.B. Warteschlangen bei der Rollbahnnutzung (natürliche Rationierungsverfahren), andere werden extra implementiert und angewendet (künstliche Rationierungsverfahren). Sowohl natürliche als auch künstliche Rationierungsverfahren verursachen selber Kosten, die wir im folgenden als Betriebskosten des Rationierungsverfahrens bezeichnen. Unter solchen Betriebskosten sind bei künstlichen Verfahren beispielsweise die Kosten des Lastmanagements bei der Stromversorgung durch z.B. das Vorhalten und Nutzen entsprechender Abschaltvorkehrungen oder Durchführungskosten bei Reservierungssystemen zu verstehen. Warteschlangen als Beispiel für natürliche Verfahren verursachen in erster Linie Kosten beim Nachfrager in Form monetär bewerteten Zeitaufwands.

Betriebskosten als Kosten des Gebrauchs eines Rationierungsverfahrens entstehen natürlich grundsätzlich immer bei der Nutzung des Preismechanismus für die Allokation von Gütern und Rechten, z.B. in Form von Ausschlußkosten. Dies ist unabhängig davon, ob es sich um stochastische oder deterministische Nachfrage handelt. Bislang haben wir diese Kosten ausgespart, um

²⁹ Eine solche Betrachtung erfolgte sinngemäß bei der Darstellung der Effizienz einer Personen-Diskriminierung als nicht-pretiales Rationierungsverfahren bei deterministischer Nachfrage in Kapitel B.

Hier soll explizit darauf hingewiesen werden, daß die wohlfahrtsmaximale Allokation bei der tatsächlichen Nachfrage die Referenzgröße darstellt und nicht die maximale Wohlfahrt bei der erwarteten Nachfrage.

³⁰ Als Standardrationierungsverfahren werden die Zufallsrationierung (RAN=Random Rationing) und die Rationierung gemäß der niedrigsten Zahlungsbereitschaft (LWP=Lowest willingness to pay) bezeichnet. Vgl. Visscher (1973).

uns auf die reine Wirkungsweise des Preismechanismus und anderer Rationierungsverfahren zu konzentrieren. Da den Betriebskosten der Rationierungsverfahren bei stochastischer Nachfrage eine besondere Bedeutung zukommt, stellen wir diese Kosten erst in diesem Abschnitt dar.

Anschließend wollen wir in Abschnitt D.II.4. diskutieren, ob allein die Möglichkeit, daß Nachfrager im Falle eines Nachfrageüberschusses das fragliche Gut nicht erhalten, die Bedienung also unsicher ist, volkswirtschaftlich relevante Kosten verursacht.

a) Determinanten der Wohlfahrtsverluste im Überblick

Bevor wir uns dem für unser Thema relevanten nicht prognostizierbaren Nachfrageüberschuß widmen, gehen wir kurz auf Situationen ein, in denen die Nachfrage niedriger als erwartet ist.

Liegt die tatsächliche Nachfragefunktion links unten von N_1 in Abbildung 26, z.B. N_2 , wird zum gegebenen Preis P_1 weniger nachgefragt (Menge X_2) und es werden auch Nachfrager ausgeschlossen, deren Zahlungsbereitschaft über den kurzfristigen Grenzkosten liegt. Gilt z.B. die Nachfragefunktion N_2 , ergibt sich bei P_1 ein Wohlfahrtsverlust im Umfang der Fläche AJC.³¹ Ein von vornherein niedrigerer Preis als P_1 würde dazu führen, daß im Falle niedrigerer als erwarteter Nachfrage weniger Nachfrager ausgeschlossen würden. Somit stellt die Höhe des Preises eine Determinante der Wohlfahrt dar.³²

Auf der anderen Seite kann ein Wohlfahrtsverlust entstehen, wenn eine Nachfragefunktion gilt, die rechts oben von N_1 liegt, z.B. N_3 .

Bei N_3 entgeht der Gesellschaft auf jeden Fall eine potentielle Konsumentenrente im Umfang der Fläche DEF,³³ da Nachfrager ausgeschlossen werden, deren Zahlungsbereitschaft die langfristigen Grenzkosten übersteigt.³⁴ Dieser Wohlfahrtsverlust tritt kurzfristig auch bei effizienter Rationierung (z.B. preltialer Rationierung über den Preis P_3) auf. Daher ist er nur im Vergleich mit der

³¹ In diesem Umfang wird auf Konsumentenrente verzichtet, deren Realisierung ökonomisch effizient ist, da die Zahlungsbereitschaft den kurzfristigen Ressourcenverzehr rechtfertigt.

³² Natürlich darf dieser Preis auf keinen Fall P_2 (dieser entspricht den marginalen Betriebskosten und damit dem hier effizienten Preis) unterschreiten.

³³ Wäre die Kapazität groß genug, könnte bei P_1 eine Konsumentenrente im Umfang von IP_1E realisiert werden. Bei der Kapazität X_1 beträgt die Konsumentenrente maximal P_1DFI . Die Realisierung der potentiellen zusätzlichen Konsumentenrente DEF ist nur langfristig möglich.

³⁴ Um diesen Nutzenverlust einfach darstellen zu können, wurde P_1 in Höhe der langfristigen Grenzkosten gesetzt.

langfristig effizienten Situation relevant, da ihm nur durch eine Kapazitätserweiterung begegnet werden kann. Der Entgang potentieller Konsumentenrente, der kurzfristig nicht zu vermeiden ist, wird im folgenden auch als Verlust an Konsumentenrente beim effizienten Rationierungsverfahren bezeichnet. Langfristig ist also die Kapazität ebenso wie der Preis eine Determinante der Wohlfahrt.

Kurzfristig ist der Wohlfahrtsverlust davon abhängig, welche Nachfrager bedient werden. Eine *ceteris paribus* optimale Allokation wird nur dann erreicht, wenn diejenigen Nachfrager die Rechte erhalten, die sie am effizientesten verwenden bzw. denen sie den höchsten Nutzen spenden. Diese Nachfrager werden im folgenden als „richtige“ Nachfrager bezeichnet. Dies sind in der Ökonomie annahmegemäß diejenigen Nachfrager mit der höchsten Zahlungsbereitschaft. Je mehr sich der Preis ausgehend von P_1 an P_3 annähert, desto mehr Nachfrager mit höherer Zahlungsbereitschaft erhalten die knappen Rechte.

Bleibt der Preis bei P_1 oder entspricht er zumindest nicht P_3 , so entscheidet das nicht-pretiale, zusätzlich zum Preis wirkende Rationierungsverfahren darüber, in welchem Umfang die „richtigen“ Nachfrager ausgewählt werden. Damit ist auch das zusätzliche Rationierungsverfahren eine Determinante der Wohlfahrt und spielt eine wichtige Rolle bei der Problematik stochastischer Nachfrage.

b) Zwischenergebnis

Neben der vom Anbieter nicht beeinflussbaren zufälligen Lage der Nachfragefunktion ist die Höhe des Wohlfahrtsverlustes abhängig von der Höhe des Preises, der Kapazität und der Effizienz des nicht-pretialen Rationierungsverfahrens. Die Möglichkeiten, den Wohlfahrtsverlust über Änderungen dieser Parameter zu begrenzen, stellen sich je nach Zeithorizont unterschiedlich dar. Zu unterscheiden sind drei Zeithorizonte:

- der „sehr kurzfristige“,
- der „kurzfristige“ und
- der „langfristige“ Zeithorizont.

Als sehr kurzfristig wird hier ein Zeithorizont bezeichnet, in dem keiner der Parameter Preis, Rationierungsverfahren und Kapazität geändert werden kann bzw. eine Änderung wirkungslos ist. Sehr kurzfristig ist z.B. der Zeithorizont, in dem die Flugzeuge aufgrund von Störfällen Warteschleifen fliegen. Der sich bei einer anderen als der prognostizierten Nachfrage ergebende Wohlfahrtsverlust kann sehr kurzfristig nicht verringert werden.

Innerhalb des kurzfristigen Zeithorizonts kann sowohl der Preis³⁵ als auch das Rationierungsverfahren verändert werden. Die Entscheidungen über diese Veränderungen beruhen auf der Kenntnis des „sehr kurzfristig“ aufgetretenen Wohlfahrtsverlustes. Ziel dieser Veränderungen ist die Wohlfahrtsmaximierung innerhalb des kurzfristigen Zeithorizonts bzw. die bestmögliche Verringerung der im sehr kurzfristigen Zeithorizont auftretenden Wohlfahrtsverluste.

Langfristig wird in Kenntnis der kurz- und der sehr kurzfristigen Situation über die optimale Kapazität entschieden. Gleichzeitig mit der Kapazitätsentscheidung wird eine langfristig optimale Preisstruktur und ein optimales Rationierungsverfahren implementiert. Das langfristige Optimum ist die wohlfahrtsmaximale Situation unter Berücksichtigung aller relevanten Variablen (Preis, Kapazität und Effizienz des Rationierungsverfahrens).

2. Ex-post Wohlfahrtsminderungen (W-Kosten)

Bei der Darstellung dieser Wohlfahrtsverluste gehen wir davon aus, daß die Rationierung grundsätzlich pretial erfolgt und daß nicht-pretiale Verfahren nur bei nicht prognostizierbaren Überlasten zusätzlich zur Anwendung kommen. Werden nun die knappen Rechte nicht denjenigen Nachfragern zugewiesen, die sie der effizientesten Verwendung zuführen, entsteht ein Wohlfahrtsverlust verglichen mit der allokativ effizienten Situation. Dieser Wohlfahrtsverlust wird bestimmt aus der Differenz zwischen der maximalen Summe aus Konsumenten- und Produzentenrente und der bei der jeweiligen Rationierung erreichten Wohlfahrt. Dieser monetär bewertete Wohlfahrtsverlust wird als W-Kosten bezeichnet.

Die Rationierung gemäß der niedrigsten Zahlungsbereitschaft (LWP) und die Zufallsrationierung (RAN) werden anhand geregelter Nutzungen dargestellt.³⁶ Zuvor präsentieren wir die effiziente pretiale Allokation als Referenzgröße für die folgenden Betrachtungen. Anschließend erfolgt eine Darstellung von Wohlfahrtsminderungen in Form von Qualitätsverschlechterungen bei ungeregelten Nutzungen.

Ausgangspunkt der Betrachtungen für geregelte Nutzungen ist Abbildung 28. P_1 führt zum Ausgleich zwischen der erwarteten Nachfragefunktion N_1 und der Angebotsmenge X^* , K_A sei die kurzfristige Angebotsfunktion. P_1 entspricht den relevanten Grenzkosten, so daß bei dem hier unterstellten Grenzkosten

³⁵ Die Bezeichnung „kurzfristig“ steht für eine Entscheidung bei gegebener Kapazität, diese Entscheidung ist aber keine sofortige Reaktion auf den Nachfrageüberschuß. Eine solche ist dem sehr kurzfristigen Zeithorizont zuzuordnen.

³⁶ Vgl. zu einer vergleichenden Diskussion verschiedener Rationierungsverfahren Finsinger (1980).

stenverlauf die Produzentenrente den Wert Null annimmt und die Konsumentenrente die Wohlfahrt³⁷ repräsentiert. Die tatsächliche Nachfragefunktion sei N_1+u , wobei sich zu P_1 ein Nachfrageüberschuß im Umfang von X_1-X^* ergibt. Die Effizienzbetrachtung verschiedener Rationierungsverfahren erfolgt exemplarisch anhand nachfrageinduzierter Überlast.³⁸ Der Einfachheit halber nehmen wir an, daß jeder Nachfrager nur eine Mengeneinheit nachfragt. Dann können wir uns für jeden Wert auf der Abzisse auch einen Nachfrager vorstellen, dessen Zahlungsbereitschaft durch den korrespondierenden Punkt auf der jeweiligen Nachfragefunktion abgebildet ist.³⁹

Wir gehen in allen drei Fällen von Abbildung 28 aus, damit wir die jeweiligen Wohlfahrtsergebnisse graphisch exakt miteinander vergleichen können.

a) Pretiale Rationierung

Eine ökonomisch effiziente Rationierung soll das knappe Angebot so allozieren, daß es der „wertvollsten“ Verwendung zugeführt wird. Operationalisiert bedeutet das, daß diejenigen Nachfrager die Güter erhalten, die die höchste Zahlungsbereitschaft dafür haben. Die maximal mögliche Wohlfahrt erhalten wir über ein Rationierungsverfahren, das in der Lage ist, die Nachfrager mit den höchsten Zahlungsbereitschaften von denen mit den niedrigsten Zahlungsbereitschaften zu unterscheiden, daraufhin ersteren die Güter zuweist und letztere ausschließt.

Eine effiziente Rationierung ist in Abbildung 28 und 29 dargestellt. Die Nachfrager mit den höchsten Zahlungsbereitschaften, also die „richtigen Nachfrager“, erhalten im Überlastfall die Güter. In den Abbildungen sind dies diejenigen Nachfrager, deren Zahlungsbereitschaften durch die Punkte zwischen A und B auf der Nachfragekurve N_1+u dargestellt werden. Die Nachfrager mit den niedrigsten Zahlungsbereitschaften, die durch die Punkte zwischen B und C auf N_1+u abgebildet sind, werden als „falsche“ Nachfrager bezeichnet. Die bei der effizienten Rationierung realisierte maximale Wohlfahrt besteht in Abbildung 28 nur aus Konsumentenrente (die dunkel schraffierte Fläche). Normalerweise erreichen wir dieses Ergebnis über den funktionierenden Preisme-

³⁷ Als Wohlfahrtsmaß verwenden wir wieder die Summe aus Konsumentenrente und Produzentenrente.

³⁸ Die Ergebnisse gelten analog für kapazitätsinduzierte Überlast.

³⁹ Diese Annahme vereinfacht die Analyse ebenfalls dadurch, daß wir nur eine 0-1-Rationierung (also entweder Nicht-Bedienung oder komplette Bedienung) und keine marginale Rationierung jedes Nachfragewunsches betrachten müssen. Zu einer vergleichenden Analyse dieser beiden Rationierungsmöglichkeiten vgl. Rees (1976), S. 149 ff.

chanismus.⁴⁰ In diesem Fall ergibt sich die Wohlfahrt aus dem dunkel schraffierten Dreieck (Konsumentenrente) und dem Rechteck P_1DBP^* (Produzentenrente) in Abbildung 29.

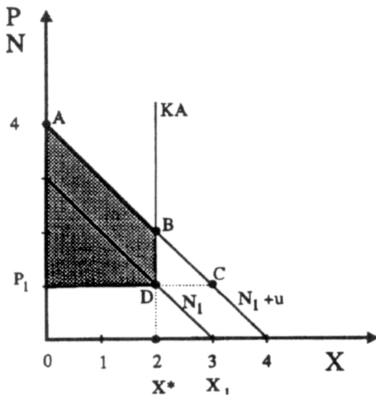


Abb. 28: Die effiziente Allokation

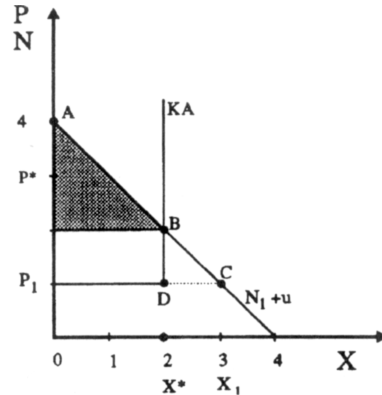


Abb. 29: Die effiziente Allokation, realisiert über den Preismechanismus

Die maximal zu realisierende Wohlfahrt (Fläche P_1DBA) ist unsere Referenzgröße, mit der die Ergebnisse der folgenden Rationierungsverfahren verglichen werden. I.d.R. ist diese eine fiktive Größe, da sehr kurzfristig oftmals aufgrund hoher Transaktionskosten und mangelnder Lenkungswirkung des Preises weder die Konsumenten mit höherer Zahlungsbereitschaft von denen mit niedrigerer Zahlungsbereitschaft zu separieren sind noch der Preismechanismus funktioniert.⁴¹

Ein in der Realität häufig vorkommender Mechanismus ist die Zuweisung von Gütern und Nutzungen nach dem Motto „wer zuerst kommt, mahlt zuerst“, im folgenden als first-come-first-serve bezeichnet. Damit tatsächlich eine derart geordnete Bedienung möglich ist und nicht alle Nachfrager auf einmal das Gut oder die Leistung tatsächlich in Anspruch nehmen (wie z.B. bei Straßennutzungen ohne Zugangsbeschränkungen), muß es eine Möglichkeit geben, Nachfrager physisch auszuschließen.⁴² Wie wir in Abschnitt D.I. einführend erwähnt

⁴⁰ Theoretisch wird auch ein nicht-pretialer Rationierungsmechanismus analysiert, der nach der höchsten Zahlungsbereitschaft rationiert. Vgl. Brown / Johnson (1969). Vgl. zur Kritik an der Annahme eines solchen Rationierungsverfahrens Crew / Kleindorfer (1979), S. 67; Turvey (1970), S. 485; Panzar / Sibley, S. 888; Visscher (1973), S. 224.

⁴¹ Siehe Abschnitt D.I.

⁴² Andernfalls ergibt sich eine Qualitätsreduzierung.

haben, wird dies beispielsweise in der Stromwirtschaft praktiziert, wenn das Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU) kurz vor Erreichen der Kapazitätsgrenze weitere, sich zufällig zuschaltende, Nutzer vom Netz abschaltet.⁴³

Eine Rationierung gemäß first-come-first-serve sagt allein noch nichts über die Höhe der W-Kosten aus. Es ist dabei immer zu untersuchen, welche Beziehung zwischen dem Zeitpunkt des Eintreffens des Nachfragers und dessen Zahlungsbereitschaft besteht. Je nach dieser Beziehung kann eine first-come-first-serve Rationierung eine Rationierung gemäß der niedrigsten Zahlungsbereitschaft (LWP), eine Zufallsrationierung (RAN) oder auch eine Rationierung gemäß der höchsten Zahlungsbereitschaft bewirken.

b) Rationierung gemäß der niedrigsten Zahlungsbereitschaft (LWP)

Stellen wir uns vor, der Kartenvorverkauf für eine Sonderaufführung einer weltberühmten Sopranistin beginnt zu einem bestimmten Termin. Dieser Termin ist den Interessenten bekannt, sie sind aber nicht über die gesamte Menge der Nachfrager informiert. Normalerweise werden die Interessenten in der Reihenfolge ihres Eintreffens bedient (first-come-first-serve).⁴⁴ Öffnet z.B. die Opernkasse um 8.00 Uhr morgens, werden sich eine Reihe von Nachfragern bereits sehr frühzeitig an der Kasse einfinden, um als einer der ersten bedient zu werden und so die Chance auf eine Eintrittskarte zu erhöhen. Die Folge davon sind nächtliche Warteschlangen. Somit wird hier zusätzlich zum Preis über die Wartezeit rationiert. Da die Interessenten den Termin der Kassenöffnung kennen, bestimmen sie bewußt durch den Zeitpunkt ihres Eintreffens den zusätzlich zum Geldpreis zu entrichtenden Zeitpreis.⁴⁵

Um eine Aussage darüber treffen zu können, wie effizient der Zeitpreis die knappen Rechte alloziiert, müssen wir wissen, in welcher Relation die individuellen Zeit-Opportunitätskosten und die monetäre Zahlungsbereitschaft für

⁴³ Andere Beispiele sind Fahrstühle, die eine physische Kapazitätsgrenze haben, und Ticketschalter. Vorstellbar ist dies auch bei der Straßennutzung z.B. durch Ampelanlagen an den Zufahrten wie bei unserem Tunnelbeispiel in Abschnitt C.I.; dann sind auch Straßennutzungen als geregelte Nutzungen zu kategorisieren.

⁴⁴ Wir nehmen der Einfachheit halber an, daß keine Reservierungen entgegen genommen werden.

⁴⁵ Eine solche Warteschlange ist mit einer verdeckten Auktion zum Höchstgebotspreis zu vergleichen, wobei die gewartete Zeit als Zeitpreis-Gebot anzusehen ist. Zur Erklärung dieses Auktionsverfahrens siehe Kapitel E. Verdeckt ist das Verfahren, weil keiner vor dem Anstellen an die Schlange weiß, welche Wartebereitschaften die übrigen Interessenten haben. Vgl. Holt / Sherman (1982), S. 289-290.

Um diesen Zeitpreis ökonomisch handhaben zu können, müssen wir die von jedem Nachfrager gewartete Zeit mit den jeweiligen Opportunitätskosten bewerten. So wurde in Kapitel C. sowohl für Zeitaufwand als auch für die Beeinträchtigungen verfahren.

das fragliche Gut oder Recht in Geld zueinander stehen. Nehmen wir an, daß die Opportunitätskosten der Zeit für die Nachfrager unterschiedlich hoch sind und sich diese umgekehrt zur Zahlungsbereitschaft in Geld für das fragliche Gut verhalten.⁴⁶

In diesem Fall führt eine Zeitratierung gemäß first-come-first-serve zu einer „Aufreihung“ der Nachfrager derart, daß derjenige mit der niedrigsten Zahlungsbereitschaft in Geld als erster bedient wird.⁴⁷ Das bedeutet für die graphische Darstellung, daß wir uns die Zuweisung des Gutes an die Nachfrager, statt wie üblich von links nach rechts (diejenigen mit der höchsten Zahlungsbereitschaft zuerst), hier von rechts nach links (die mit der niedrigsten Zahlungsbereitschaft zuerst) vorstellen müssen (siehe Abbildung 30). Dazu tragen wir ebenfalls die Kapazität von rechts nach links ab. Das heißt die Strecke OX^* entspricht der Strecke X_1X^* .

Damit ergibt sich eine Konsumentenrente im Umfang des dunkel schattierten Dreiecks (FCB') in Abbildung 30, die gleichzeitig die gesamte Wohlfahrt darstellt.⁴⁸ Die Wohlfahrt ist bei diesem Rationierungsverfahren um das hell schattierte Viereck $P_1FB'G$ kleiner als beim pretialen Rationierungsverfahren.

Dieser Wohlfahrtsverlust bezeichnet die W-Kosten des Rationierungsverfahrens gemäß der niedrigsten Zahlungsbereitschaft. Er entsteht dadurch, daß

⁴⁶ Häufig sind die Wirtschaftssubjekte, die lange Zeit in Warteschlangen verbringen können und wollen, nicht bereit, hohe Geldpreise zu zahlen.

⁴⁷ Dieses Rationierungsverfahren wird in der Literatur unter der Bezeichnung LWP diskutiert (LWP= Lowest willingness to pay). Vgl. dazu Visscher (1973), S. 225-227; an dem sich auch diese Darstellung orientiert.

Die Annahme über das Verhältnis der Zahlungsbereitschaften in Geld und Zeit ist unter bestimmten Umständen realistisch, muß aber nicht zutreffen. Es ist auch möglich, daß diejenigen mit den höheren Opportunitätskosten der Zeit eine so hohe Wertschätzung in Geld für das Gut haben, daß sie trotz der höheren Opportunitätskosten der Zeit früher kommen, somit das Gut erhalten, aber mehr dafür bezahlen als z.B. beim Preismechanismus. Auch können die Opportunitätskosten der Zeit überhaupt nicht zu den Zahlungsbereitschaften in Geld in Beziehung stehen. Vgl. Barzel (1974), S. 88-89.

Wenn das Gut z.B. handelbar ist, werden diejenigen, die sich in die Warteschlange einreihen und das Gut erhalten, dieses Gut an Nachfrager mit höherer Wertschätzung und höheren Opportunitätskosten der Zeit verkaufen, so daß letztlich diejenigen mit der höchsten Zahlungsbereitschaft das Gut erhalten. Vgl. Train (1992), S. 243.

Für den Fall, daß sich die Opportunitätskosten der Zeit für alle Nachfrager entsprechen, so sind diejenigen bereit den höchsten Zeitpreis zu zahlen, denen das Gut den höchsten Nutzen stiftet, da die Zeitpreise für alle Nachfrager gleich hoch sind. In diesem Fall wird eine Rationierung gemäß der höchsten Zahlungsbereitschaft realisiert.

⁴⁸ Eine Produzentenrente ist nicht vorhanden. Von dieser Konsumentenrente muß noch der insgesamt gezahlte „Preis“ in Form von monetär bewerteter Wartezeit in Abzug gebracht werden. Dies wird in dem folgenden Abschnitt D.II.2. „Betriebskosten des Rationierungsverfahrens“ erklärt. Hier interessiert uns nur das Ergebnis der Rationierung.

Abb. 30: Konsumentenrente und Wohlfahrtsverlust bei LWP

c) Zufallsrationierung (RAN)

Das Standardbeispiel für die Zufallsrationierung (RAN=Random rationing) ist die Verlosung von knappen Gütern oder Rechten.⁴⁹ Dabei wird angenommen, daß im Fall des Nachfrageüberschusses die vorhandene Menge X^* so rationiert wird, daß jeder Nachfrager, der mindestens P_1 zu zahlen bereit ist, unabhängig von der darüber hinausgehenden Zahlungsbereitschaft mit der gleichen Wahrscheinlichkeit bedient wird.

Es ist also weder davon auszugehen, daß nur die „richtigen“ Nachfrager mit den Zahlungsbereitschaften zwischen A und B auf N_1+u zum Zuge kommen, noch daß der gesamte Anteil „falscher“ Nachfrager mit den Zahlungsbereitschaften zwischen B und C zusätzlich zu denen mit den Zahlungsbereitschaften zwischen B' und B bedient werden, während diejenigen mit den höchsten Zahlungsbereitschaften zwischen A und B' unberücksichtigt bleiben (siehe Abbildung 30).

⁴⁹ Vgl. zur Effizienz von Lotterien z.B. Boyce (1994).

Damit liegt die bei diesem Verfahren erwartete Wohlfahrt⁵⁰ zwischen derjenigen bei pretialer und derjenigen bei LWP Rationierung. Da mit gleicher Wahrscheinlichkeit Nachfrager mit hoher und niedriger Zahlungsbereitschaft bedient werden, ist die erwartete Wohlfahrt niedriger als diejenige bei pretialer Rationierung. Es entsteht also auch bei diesem Verfahren ein Wohlfahrtsverlust durch „falsche“ Nutzer, dieser ist jedoch kleiner als bei dem Rationierungsverfahren LWP.

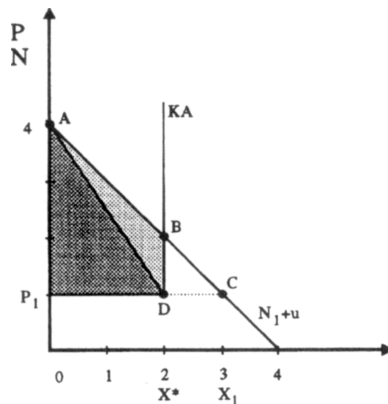


Abb. 31: Konsumentenrente und Wohlfahrtsverlust bei RAN

Für die graphische Darstellung müssen wir die erwartete Konsumentenrente (die dunkel schattierte Fläche P_1DA in Abbildung 31) ermitteln.⁵¹ Der Wohlfahrtsverlust gegenüber der effizienten Situation stellt sich somit im Umfang der hell schattierten Fläche ADB dar.

Zuvor haben wir darauf hingewiesen, daß das Ergebnis einer first-come-first-serve Rationierung sowohl dem bei LWP als auch dem bei der Zufalls-Rationierung entsprechen kann. Eine Zufallsrationierung ist anzunehmen, wenn die für die Zuweisung des Gutes maßgebliche Reihenfolge des Erscheinens

⁵⁰ Da bei einer Zufallsrationierung die zum Zuge kommenden Nachfrager vorher nicht mit Sicherheit bekannt sind, müssen wir die erwartete Wohlfahrt betrachten.

⁵¹ Zur besseren Veranschaulichung gehen wir von folgenden Werten aus: $X^*=2$, $P_1=1$, $X_1=3$ (X_1 stellt die bei N_1+u zu P_1 nachgefragte Menge dar), $N_1=P(X)=4-x$. Die für alle Nachfrager gleiche Wahrscheinlichkeit bedient zu werden beträgt folglich $2/3$. Der erwartete Wert der Konsumentenrente beträgt damit $2/3$ von derjenigen, wenn alle zum Preis P_1 bedient werden. Letztere nimmt in unserem Beispiel den Wert 4.5 an, erstere beträgt 3. Damit wir den bei RAN erwarteten Wert der Konsumentenrente mit dem maximalen Wert vergleichen können, tragen wir die erwartete Konsumentenrente als Fläche mit dem Inhalt 3 in Abbildung 31 ein. Dies ist die dunkel schattierte Fläche P_1DA . Vgl. dazu Visscher (1973), S. 227; Finsinger (1991), S. 78.

nicht vom Nachfrager beeinflussbar ist. Dies ist bei den aufgrund von Störfällen verspäteten Flugzeugen der Fall, weshalb wir das derzeitige *Procedere* (die first-come-first-serve Abfertigung) als RAN-Rationierung einordnen. Um eine Zufallsrationierung kann es sich auch handeln, wenn die Nachfrager nicht über eine Knappheitssituation, in der über first-come-first-serve rationiert wird, informiert sind, so daß sie die Bedeutung ihres Eintreffens für die Zuweisung nicht kennen.

In beiden Fällen sagt diese Reihenfolge nichts über die Wertschätzung des Gutes aus, und wir können annehmen, daß sich unter den bedienten Nachfragern sowohl „richtige“ als auch „falsche“ befinden. Wenn wir im folgenden von Zufallsrationierung sprechen, wollen wir uns jedoch nicht darauf festlegen, daß immer alle Nachfrager mit der gleichen Wahrscheinlichkeit bedient werden. Festzuhalten ist jedoch, daß bei Ungewißheit darüber, welche Nachfrager zum Zuge kommen, immer ein erwarteter Wohlfahrtsverlust einkalkuliert werden muß.

d) Qualitätsverschlechterung

Nehmen wir an, in Abbildung 32 stellt N^* die erwartete Nachfrage nach Straßennutzungen dar. Es wird der für diese Nachfragefunktion effiziente Preis P_M gesetzt. Bei der erwarteten effizienten Nutzungsmenge X^* zahlt jeder Nachfrager einen Gesamtpreis in der Höhe OA , der sich aus dem Geldpreis P_M (Strecke AC) und den sozialen Durchschnittskosten im Umfang OC ($SDK(X^*)$)⁵² zusammensetzt.

Nun ergibt sich die nicht prognostizierte Nachfragefunktion N^*_S . Zu einer Aussage darüber, welche Auswirkungen diese unerwartete Überlast auf die Nutzungsqualität haben kann, müssen wir uns überlegen, in welcher Höhe sich die Preisbestandteile darstellen und wie sie in die Entscheidungskalküle eingehen. Eine spontane Änderung des Geldpreises erscheint hier aus den zuvor genannten Gründen⁵³ weder möglich noch sinnvoll. Also gehen wir auch bei N^*_S von P_M aus.

Die sozialen Durchschnittskosten als zweiter Bestandteil des Gesamtpreises ändern sich aufgrund der endogenen Nutzungsqualität natürlich sofort. Die

⁵² Die sozialen Durchschnittskosten werden hier zur Vereinfachung als repräsentativ für alle Nachfrager angenommen.

⁵³ Ad-hoc Verhandlungen erfordern einen zu hohen Transaktionsaufwand; die Entscheidungen, die Strecke zu befahren, sind bereits gefallen, wodurch wenig Nachfrager von ihrer i.d.R. schon begonnenen Nutzung absehen werden und sich aufgrund dessen eine qualitätserhöhende Wirkung des Preises kaum einstellen würde.

Frage ist lediglich, ob dieses bei der Entscheidung die Strecke zu befahren bereits bekannt ist.

Tritt die Erhöhung unerwartet (wie die erhöhte Nachfrage) auf, so gehen die Nutzer von dem Gesamtpreis in Höhe von $P_M + \text{SDK}(X^*)$ (Strecke 0A) aus und fragen die Menge X_2 nach. Der tatsächliche Preis beträgt jedoch $P_M + \text{SDK}(X_2)$. Die Menge X_2 übersteigt die bei N_S^* effiziente Menge X_1 und senkt die Qualität unter die für diese Menge effiziente Qualität (die effiziente Qualität bei N_S^* weist eine monetär bewertete individuelle Nutzeneinbuße gegenüber der besten Qualität in Höhe von 0E auf, die Qualität bei der Nutzungsmenge X_2 dagegen die Nutzeneinbuße 0B). Bei der neuen Situation entsteht gegenüber der effizienten Lösung bei der Nachfragefunktion N_S^* ein Wohlfahrtsverlust im Umfang des gesamten schattierten Dreiecks.

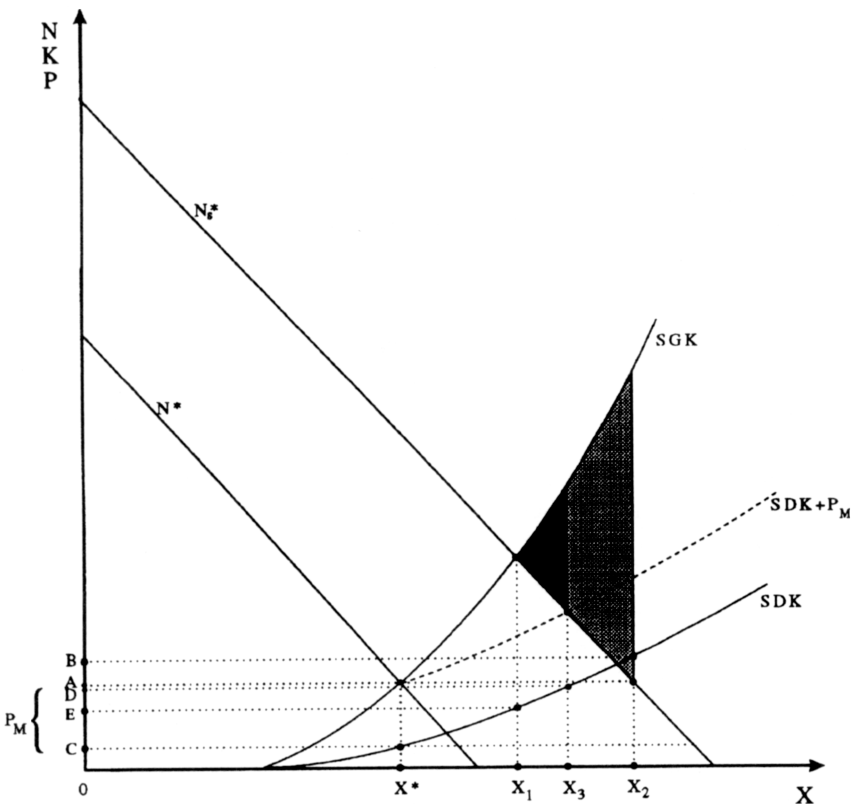


Abb. 32: Qualitätsverschlechterung bei unerwarteter Nachfrageschwankung

Werden die höheren Beeinträchtigungen berücksichtigt, so ist die um den Geldpreis P_M erhöhte Funktion der sozialen Durchschnittskosten (in Abbil-

dung 32 durch die gestrichelte Linie angedeutet) für das individuelle Entscheidungskalkül relevant. Dann wird die Menge X_3 nachgefragt und es ergibt sich ein Gesamtpreis in Höhe von $P_M + \text{SDK}(X_3)$. Diese Menge übersteigt die effiziente Menge um einen geringeren Betrag, folglich ist auch das Ausmaß der Qualitätsverschlechterung (0D) niedriger und der Wohlfahrtsverlust reduziert sich auf den dunkler schattierten Teil des Dreiecks.

3. Betriebskosten des Rationierungsverfahrens

Betriebskosten⁵⁴ als Kosten des Gebrauchs eines Rationierungsverfahrens entstehen natürlich auch bei der Nutzung des Preismechanismus für die Allokation üblicher privater Güter. Die pretiale Rationierung solcher Güter, wie sie z.B. in Läden praktiziert wird, verursacht Ausschlußkosten. Die Waren müssen z.B. vor unberechtigtem Zugriff gesichert (dabei entstehen Kontrollkosten) und der Preis muß kassiert werden (hierbei fällt z.B. das Gehalt eines Kassierers an). Gewinnmaximierende Anbieter wenden diese Kosten im eigenen Interesse auf, da sie in Relation zu dem Nutzen der Rationierung (in diesem Fall: Gewinnerzielung) recht gering sind. Aufgrund dessen werden diese Kosten oftmals nicht problematisiert und entziehen sich in diesem Zusammenhang häufig der gesonderten wohlfahrtsökonomischen Betrachtung.

a) Realer Ressourcenverzehr und Nutzenminderungen

In Kapitel B. und C. wurde dargestellt, daß der Preismechanismus das effiziente Rationierungsverfahren für Infrastruktur-Nutzungen ist. Da aber der Ausschluß die Voraussetzung für die tatsächliche Nutzung des pretialen Rationierungsverfahrens ist, hängt seine Anwendung maßgeblich davon ab, ob das Ausschlußprinzip funktioniert. Somit ist der Verzicht auf die Betrachtung von Ausschlußkosten bei diesem ökonomischen Problem nicht angemessen.⁵⁵

⁵⁴ Es wird hier absichtlich nicht der Begriff Transaktionskosten (unter Transaktionskosten werden im allgemeinen Kosten der Informationsgewinnung, der Vertragsverhandlung, der Vertragsüberwachung, der Anpassung, sowie der Vertragsdurchsetzung verstanden. Vgl. Picot (1982), S. 270) gewählt, da beim Gebrauch von Rationierungsverfahren auch Kosten entstehen, die normalerweise nicht als Transaktionskosten bezeichnet werden.

⁵⁵ Obwohl diese Kosten in vielen Publikationen zu den Themen Road-Pricing und Slot-Allokation nicht betrachtet werden. Vgl. Friedman / Waldfogel (1995), S. 217, 218. Friedman / Waldfogel nehmen diese Vernachlässigung der Ausschlußkosten zum Anlaß, eine Fallstudie zur Bestimmung von Ausschlußkosten zu erstellen.

Für die Betrachtung des Ausschlusses bei verschiedenen Infrastruktur-Nutzungen muß zunächst deutlich gemacht werden, was Ausschließbarkeit bzw. Nicht-Ausschließbarkeit bedeutet.

Viele gebräuchliche Definitionen beinhalten, daß Nicht-Ausschließbarkeit vorliegt, wenn kein Individuum von der Nutzung oder dem Konsum eines Gutes abgehalten werden kann. Oft wird dies dahingehend konkretisiert, daß die Zahlung eines Preises nicht zur Nutzungsvoraussetzung gemacht werden kann. Dazu werden technologische und institutionelle Gründe angeführt.⁵⁶

Die Unmöglichkeit des Ausschlusses ist jedoch kein präzises Kriterium, da der Ausschluß prinzipiell bei vielen Gütern möglich wäre, die aber allgemein als nicht-ausschließbar angesehen werden. Dazu kann man sich z.B. die Umzäunung des gesamten Alpen-Gebietes, welches als nicht ausschließbar gilt, vorstellen. Dies verursacht jedoch erhebliche Kosten in Form eines realen Ressourcenverzehr (in diesem Beispiel Kosten der Umzäunung). Für den Ausschluß von der Nutzung der Alpen ist z.B. neben der Umzäunung auch die Kontrolle notwendig, ob tatsächlich auch nur berechtigte Personen „nutzen“. Es ist anzunehmen, daß der gesamte reale Ressourcenverzehr, der dadurch verursacht wird, den Nutzen des Ausschlusses⁵⁷ übersteigt, somit also prohibitiv hoch ist. Wir verwenden daher in Ergänzung des nicht praktikierbaren Ausschluß folgende Definition von Nicht-Ausschließbarkeit: Nicht-Ausschließbarkeit liegt vor, wenn die Kosten des Ausschlusses seinen Nutzen übersteigen.⁵⁸

Die Transaktionsbedingungen und die institutionelle Ausgestaltung bei verschiedenen Gütern setzen den Ausschluß auf unterschiedliche Weise um. Wir unterscheiden zwischen dem Ausschluß, der es zwar ermöglicht, die Zahlung eines Preises zur Voraussetzung für die Nutzung zu machen, aber nicht die tatsächliche Anzahl der Nutzer direkt begrenzen kann, und dem Ausschluß, der eine physische Mengenbegrenzung darstellt.

Letzteres ist der Normalfall für die meisten Güter und ergibt sich aufgrund ihrer Eigenschaften von selber. Z.B. sind Zuschauerplätze für einen Kinofilm durch den dafür zur Verfügung stehenden Raum auf natürliche Weise begrenzt, genauso verhält es sich beispielsweise mit Flugzeugsitzen. Sind alle Plätze belegt, wird ein weiterer Nutzer physisch ausgeschlossen, auch wenn er den geltenden Preis zu zahlen bereit ist. Damit wird eine etwaige Qualitätsminderung

⁵⁶ Boudway / Bruce verstehen unter technologischen Gründen z.B. die Unmöglichkeit des Ausschlusses von der Landesverteidigung und unter institutionellen Gründen die Unmöglichkeit der Definition von Property-Rights. Vgl. Boudway / Bruce (1984), S. 129.

⁵⁷ Dieser bestünde hier im Fall partieller Rivalität („Überfüllung der Alpen“) in der Verhinderung wohlfahrtsmindernder Übernutzung.

⁵⁸ Vgl. in diesem Sinne auch Head / Shoup (1969).

infolge einer Übernutzung verhindert. Eine solche Mengenbeschränkung wirkt also auch im sehr kurzfristigen Zeithorizont, in dem die sonstigen Parameter Preis, Rationierungsverfahren und Kapazität nicht veränderbar sind und damit keinen geplanten Eingriff mehr ermöglichen. Diese Vorgehensweise bezeichnen wir als pretiale Rationierung mit Mengenbeschränkung. Hier soll darauf hingewiesen werden, daß die Mengenbeschränkung selber eine Rationierung darstellt, die nicht zwingend mit einem pretialen Verfahren einhergehen muß. Die Entscheidung darüber, wer zur Nutzung berechtigt ist, kann über verschiedene Rationierungsverfahren (z.B. Wartezeit, Personendiskriminierung) getroffen werden.

Der erste Fall, in dem die Zahlung eines Preises zwar zur Nutzungsvoraussetzung gemacht wird, nicht aber die tatsächliche Nutzungsmenge begrenzt werden kann, wird in Abgrenzung dazu als pretiale Rationierung ohne Mengenbeschränkung bezeichnet. Beispiele dafür sind die Stromversorgung (ohne Lastmanagement) und die Automatische Gebührenerhebung (AGE)⁵⁹ für Straßennutzungen (ohne Zufahrtssperren). Bei beiden Beispielen kann jeder, der den geltenden Preis zahlt, einen Nutzungsversuch starten. Dies gilt auch dann, wenn das effiziente Nutzungsniveau schon überschritten ist. Die negativen Folgen einer solchen Übernutzung wurden in Abschnitt D.I. dargestellt.

Die Realisierung (einschließlich der Kontrolle) des Ausschlusses ist also eine wesentliche Voraussetzung, um ein Rationierungsverfahren zu implementieren. Ob damit auch eine physische Mengenbeschränkung erforderlich ist, hängt von der jeweiligen Rationierungs-Situation ab. Wenn Angebot und Nachfrage präzise prognostizierbar sind, kann der Anbieter genau den Preis setzen, der zum Ausgleich von Angebot und Nachfrage führt. Ex definitione tritt zum Gleichgewichts-Preis kein weiterer Nachfrager auf, der physisch ausgeschlossen werden müßte. Damit spielt die Betrachtung der Mengenbeschränkung für Fälle von deterministischen Angebots- und Nachfragesituationen keine Rolle.

Relevant wird dieser Aspekt dagegen, wenn unvorhersehbare Überlasten auftreten. Wir haben gesehen, daß der Preis Angebot und Nachfrage in diesen Fällen nicht sinnvoll ad-hoc ausgleichen kann. Kann die Nutzungsmenge nicht beschränkt werden, kommt es zur zusätzlichen Inanspruchnahme aller derjenigen, die den geltenden Preis zahlen und die damit einhergehende Qualitätsminderung in Kauf nehmen müssen. Diese Qualitätsminderung kann bei Gütern, deren Transaktionsbedingungen keinen physischen Ausschluß vorsehen, nicht

⁵⁹ Unter „Automatischer Gebührenerfassung“ werden elektronische Maßnahmen der Gebührenerhebung verstanden, die den Verkehrsfluß nicht behindern, aber auch keine physische Begrenzung in Form z.B. einer Zufahrtsbeschränkung praktizieren. Vgl. zu einer detaillierten technischen Erläuterung Rittich / Zurmühl (1993). 1994/95 wurden auf der BAB 555 zwischen Köln und Bonn zehn solcher Systeme technisch getestet. Vgl. hierzu TÜV Rheinland (1995).

vermieden werden. Ohne Mengenbeschränkung ist es nicht möglich, im Überlastfall regulierend einzugreifen und dessen negative Folgen zu begrenzen. Damit stellt die Beschränkbarkeit der tatsächlichen Nutzungsmenge eine wesentliche Voraussetzung für die Implementierung künstlicher Rationierungsverfahren dar.

Eine Reihe künstlicher Verfahren (z.B. das Lastmanagement sowie die in D.III. noch darzustellenden Verfahren Reservierung und Priority Pricing) funktionieren auf diese Art und Weise. Sie begrenzen zunächst einmal die für partiell rivale Nutzungen typische, alle Nutzer betreffende, Qualitätsverschlechterung bei Überlast durch eine Mengenbeschränkung. Dann unterscheiden sie zwischen Nutzungsberechtigten und Nicht-Berechtigten. Die physische Mengenbegrenzung ermöglicht es, letztere auszuschließen und ersteren die Güter ohne Qualitätsminderung zuzuweisen.

Jede Variante des Ausschlusses, sei sie mit einer Mengenbeschränkung verbunden oder nicht, einschließlich der Kontrolle, ob tatsächlich nur die Berechtigten nutzen, verursacht Kosten in Form eines realen Ressourcenverzehr. Bei Straßennutzungen wären dies z.B. Investitions- und Betriebskosten für automatische Gebührenerfassungssysteme.

Diese Art von Kosten variiert je nach Gut oder Nutzung und Art des Ausschlusses. Soll beispielsweise bei einem Gut, dessen Transaktionsbedingungen keine physische Begrenzung vorsehen, eine derartige Begrenzung implementiert werden, verursacht dieses natürlich höhere Ausschlußkosten als bei einem Gut, bei dem die Mengenbeschränkung „natürlich“ gegeben ist. Bei den Straßennutzungen müßten zur Realisierung der Mengenbeschränkung Schranken errichtet werden, die ab dem effizienten Nutzungsniveau die Zufahrt zur fraglichen Straße schließen. Den realen Ressourcenverzehr, der durch die Realisierung und die Kontrolle des Ausschlusses verursacht wird, bezeichnen wir als Ausschluß- bzw. Kontrollkosten.

Einige künstliche Verfahren (z.B. die Reservierung und das Priority Pricing) legen bereits vor dem Überlast-Rationierungs-Fall fest welche Nachfrager dann die Nutzungsrechte erhalten. Damit diese Absprachen im Rationierungs-Fall auch umgesetzt werden können, müssen je nach Gut oder Recht bestimmte Vorkehrungen getroffen werden. Sollen beispielsweise bei Straßennutzungen diejenigen Nutzer, die reserviert haben, direkt nutzen dürfen, während andere zumindest temporär ausgeschlossen werden, müssen Verfahren zur Identifikation der Berechtigten implementiert und Warteplätze für die Nicht-Berechtigten eingerichtet werden.⁶⁰ Der für diese Umsetzung des Verfahrens erforderliche

⁶⁰ Die Warteplätze werden natürlich auch bei der Mengenbegrenzung ohne vorherige Bestimmung der berechtigten Nutzer benötigt.

physische Ressourcenverzehr wird im folgenden als Umsetzungskosten bezeichnet.

Weiterer realer Ressourcenverzehr entsteht bei der administrativen Durchführung der Rationierungen, z.B. bei der Preisermittlung oder der Buchung von Reservierungen (Durchführungskosten).

Damit können wir den realen Ressourcenverzehr als Teil der Betriebskosten in

1. Ausschlußkosten
2. Kontrollkosten
3. Durchführungskosten
4. Umsetzungskosten

gliedern.

Nachdem die dem Anbieter beim Einsatz von Rationierungsverfahren entstehenden Kosten betrachtet wurden, wenden wir uns jetzt den Aufwendungen zu, die bei den Nachfragern mittelbar von dem Rationierungsverfahren hervorgerufen werden. Solche Aufwendungen entstehen z.B. bei Zeitrationsierungen. Die in Warteschlangen verbrachte, monetär bewertete Zeit stellt eine Aufwendung dar, die die Nachfrager zu tragen haben. Aufwendungen dieser Art werden von den Nachfragern i.d.R. als Nutzenminderungen empfunden.⁶¹

Zur Verdeutlichung betrachten wir nochmals Abbildung 29. Diese Abbildung stellt die Wohlfahrtssituation dar, wenn der Preismechanismus funktioniert, das heißt der Preis von P_1 auf P^* steigt und seine Lenkungswirkung erfüllt. Die dabei entstehende Wohlfahrt (Summe aus Konsumenten- und Produzentenrente, Fläche P_1DBA) entspricht der maximal möglichen.

Nehmen wir nun an, daß alle Nachfrager ihre Zeit gleich bewerten und daß gemäß first-come-first-serve zu einem bekannten Zeitpunkt rationiert wird. In diesem Fall erhalten diejenigen Nachfrager mit der höchsten Wertschätzung (die „richtigen“ Nachfrager) das Gut. Dies stellt ceteris paribus das effiziente Ergebnis dar. P^* bezeichnet in diesem Fall den Gesamtpreis, bestehend aus Geld- und Zeitpreis. Die Konsumentenrente bleibt verglichen mit der pretialen Rationierung gleich, es entfällt aber die Produzentenrente, da der Zeitpreis im

⁶¹ Diese Nutzenminderungen können verschiedene Ausprägungen haben. Kleindorfer / Fernando (1993) behandeln dieses Problem für die Stromversorgung und weisen in diesem Zusammenhang auf sogenannte „disruption costs“ hin, die den Konsumenten bei der Mengenrationierung von Strom entstehen, beispielsweise durch verdorbene Ware.

Gegensatz zum Geldpreis nicht dem Anbieter zugute kommt. Daher können wir solche Aufwendungen auch als „verschwendete Kosten“ bezeichnen.⁶²

Bei einigen künstlichen Rationierungsverfahren, die die Entscheidung über die Allokation der Rechte im Überlast-Fall vor dessen Eintritt treffen, müssen sich die Nachfrager auf bestimmte Nutzungen im Hinblick auf Strecke und Nutzungszeit in gewisser Weise festlegen.⁶³ Dies schränkt die Freizügigkeit und Spontaneität der Nachfrager ein und kann ebenfalls als Nutzenminderung, die niemandem zugute kommt, interpretiert werden.

Im wesentlichen können wir damit zwei Kategorien der Betriebskosten von Rationierungsverfahren erfassen:

- *Kosten in Form des realen Ressourcenverzehr*s (Ausschluß-, Durchführungs-, Kontroll- und Umsetzungskosten)
- *Nutzenminderungen* für die Nachfrager, die niemandem zugute kommen.

Analog zu der Kosten-Nutzen-Betrachtung für den Ausschluß können wir hier folgendes Effizienzkriterium für die Anwendung eines Rationierungsverfahrens formulieren: Wohlfahrtsökonomisch adäquat ist ein Rationierungsverfahren nur, wenn seine „Betriebskosten“ nicht die durch das Verfahren zu erreichenden Wohlfahrtsgewinne übersteigen.⁶⁴

Da es in dieser Arbeit nicht um empirische Kosten-Nutzen-Rechnungen geht, sollen im folgenden lediglich die relevanten Kosten- und Nutzenbestandteile dargestellt werden. Dabei werden die Zusammenhänge dargestellt, die für die Entscheidung, ob das Effizienzkriterium bei der Anwendung des Ausschlusses auf die hier betrachteten Nutzungen (von Rollbahn und Straße) im Falle deterministischer Nachfrage erfüllt ist, bekannt sein müssen.

b) Das Ausschlußprinzip und pretiale Rationierung bei Rollbahn- und Straßennutzungen

Das Ausschlußprinzip wird bei der Rollbahnnutzung umgesetzt, indem eine bestimmte Anzahl Nutzungsrechte (Slots) definiert wird und zur Nutzung der

⁶² In diesem Zusammenhang wird die gewartete Zeit auch als dead weight loss bezeichnet. Vgl. Nichols / Smolensky / Tideman (1971), S. 312; Deacon / Sonstelie (1985a). Bei der Gesamt-Wohlfahrtsbetrachtung sind die verschwendeten Kosten neben den W-Kosten bei RAN und LWP zu beachten, wenn diese Ergebnisse über Zeitratierung zustande kommen.

⁶³ Dies wird bei der Diskussion der einzelnen Verfahren im Abschnitt D.III. präzisiert.

⁶⁴ Dieses Effizienzkriterium gilt unabhängig davon, ob die Nachfrage- und Kostenfunktionen deterministisch oder stochastisch sind.

Rollbahn nur Inhaber solcher Slots berechtigt sind.⁶⁵ Da in der Praxis so verfahren wird, gehen wir davon aus, daß die Kosten des Ausschlusses und der Kontrolle sowie der Umsetzung (z.B. für die Definition und Zuweisung der Slots und für Flugsicherung) durch den Nutzen⁶⁶ gerechtfertigt sind. „Verschwendete Kosten“ in obigem Sinne treten hier bei deterministischer Nachfrage nicht auf. In Abschnitt B.II. wurde bereits erläutert, daß die Transaktionsbedingungen der Slotvergabe eine pretiale Allokation dieser Nutzungsrechte nahezu ideal ermöglichen, somit ist diese prinzipiell realisierbar.

Der Ausschluß von der Straßennutzung war zwar theoretisch schon immer möglich⁶⁷, dennoch galten Straßen früher als nicht ausschließbar. Diese Aussage läßt sich damit erklären, daß der Ausschluß damals prohibitiv hohe Kosten verursachte. Derzeit wird in einigen Ländern auf Autobahnen ein Straßennutzungs-Preis manuell in Mautstationen erhoben.⁶⁸ Dabei entstehen Ausschlußkosten z.B. durch den Bau dieser Stationen und die Bezahlung des Personals. Ein wesentlicher Kostenbestandteil ergibt sich häufig in Form von „Verschwendungskosten“, da die umständliche manuelle Gebührenerhebung oftmals selbst zum Stau führt oder diesen verschärft, statt ihn effizient zu begrenzen. Der hierbei entstehende Zeitaufwand der Nachfrager kommt dem Anbieter nicht zugute und bedeutet somit eine Ressourcenverschwendung.

Heutzutage sind automatische Systeme (AGE) verfügbar, die den Verkehrsfluß bei der Preiserhebung nicht behindern.⁶⁹ Die Kosten setzen sich hier hauptsächlich aus den Kosten der Installation des Systems (Umsetzungs- und Ausschlußkosten: Errichtung entsprechender Infrastruktureinrichtungen, Abbuchungsgeräte für die Fahrzeuge) und des Betriebs (Kontrollkosten) zusammen. Die wesentliche Verbesserung dieser Systeme gegenüber dem manuellen Verfahren besteht darin, daß die verschwendeten Kosten vermieden werden.

⁶⁵ Wie bereits dargestellt, ist die Anwendung des Preismechanismus dabei nicht zwingend erforderlich. Derzeit wird mittels Personendiskriminierung über die Nutzungsberechtigung entschieden.

⁶⁶ Dieser äußert sich z.B. in der Gewährleistung eines möglichst reibungslosen Flugverkehrs zu einem bestimmten Sicherheitsniveau. Vgl. z.B. Mensen (1986), S. 356.

⁶⁷ Bereits 1962 wurden konkrete Überlegungen zur praktischen Umsetzung eines Road-Pricing Systems angestellt, die semi-manuelle Verfahren vorsahen. Vgl. HMSO (1964).

⁶⁸ Vgl. z.B. Bobinger (1993), S. 76; zu alternativen nicht elektronischen Erhebungsmethoden siehe das Vorgehen im Stadtgebiet von Singapur, vgl. dazu Gomez-Ibanez / Small (1994); Watson / Holland (1978).

⁶⁹ Diese werden bereits in einigen Ländern angewendet. Ein elektronisches Gebührenerfassungssystem wird z.B. in Oslo genutzt. Dort steht allerdings nicht das Allokationsziel, sondern die Finanzierung der Infrastruktur im Vordergrund. Vgl. o.V. (1990), S. 301-305. Vgl. zu weiteren praktischen Erfahrungen mit einem Road-Pricing System, insbesondere mit elektronischer Gebührenerfassung, Hau (1990); Fong (1986). Vgl. zur elektronischen Gebührenerhebung auf Expreßfahrstreifen in den USA Reinhold (1996).

Um eine Aussage darüber treffen zu können, ob die Preiserhebung bei Straßennutzungen und der dafür erforderliche Ausschluß dem Effizienzkriterium gerecht wird, müssen wir uns nochmals den Wohlfahrtsgewinn vergegenwärtigen, der durch die Preiserhebung realisiert werden kann. Der Wohlfahrtsgewinn besteht in der Vermeidung von volkswirtschaftlich relevanten Kosten, die nicht durch den Nutzen der Fahrten gerechtfertigt sind (siehe die schattierte Fläche in Abbildung 33).

Die relevante Nettowohlfahrt erhalten wir, indem wir diesen Wohlfahrtsgewinn (Bruttowohlfahrtsgewinn) jeweils um die Betriebskosten des Preismechanismus bei manueller und automatischer Erhebung reduzieren. Das effizientere von beiden Verfahren ist dasjenige, bei dem sich die höhere Nettowohlfahrt ergibt.

Generell müssen die Ergebnisse verschiedener Rationierungsverfahren miteinander verglichen werden, bevor ein Verfahren ausgewählt werden kann. Es soll dasjenige Verfahren angewendet werden, das zur höchsten Nettowohlfahrt führt. Hat ein Rationierungsverfahren, dessen Ergebnis bezüglich der W-Kosten schlecht ist, sehr niedrige Betriebskosten, so sollte es einem Verfahren, das bezüglich der Minimierung der W-Kosten besser abschneidet, aber diesen Vorteil überkompensierend hohe Betriebskosten verursacht, vorgezogen werden.⁷⁰

Falls der Wohlfahrtsgewinn eines künstlichen Rationierungsverfahrens von den Betriebskosten überkompensiert wird, so ist auf die Implementierung dieses Verfahrens zu verzichten.⁷¹ Das wäre bei unserem Beispiel der Fall, wenn die Ergebnisse aller künstlichen Rationierungsverfahren abzüglich ihrer Betriebskosten höhere Kosten verursachen als die jeweiligen durch sie verursachten (Brutto-)Wohlfahrtsgewinne, also kein positiver Saldo übrigbliebe.

In dieser Arbeit gehen wir davon aus, daß die Infrastruktur-Nutzungen bei der Kategorien pretial alloziiert werden und dieses Verfahren bei deterministischer Nachfrage das Effizienzkriterium für beide Kategorien erfüllt.⁷² Das heißt

⁷⁰ Z.B. eine Mengenbeschränkung ohne pretiales Verfahren mit Zufallsrationierung, die die RAN-Wohlfahrtsverluste verursacht.

⁷¹ In einigen Bereichen verursachen künstliche Rationierungsverfahren so hohe Wohlfahrtsgewinne, daß die Betriebskosten fast immer niedriger sind. Ein Beispiel dafür ist das Lastmanagement in der Stromwirtschaft. Da im Falle der Übernutzung das Netz zusammenbricht und somit die gesamte Konsumenten- und Produzentenrente verlorengeht, müssen die Betriebskosten des Rationierungsverfahrens nur geringer sein als dieser gesamte Verlust.

⁷² Die bereits erfolgte praktische Nutzung automatischer Erfassungssysteme weist darauf hin, daß die Kosten dieser Systeme nicht grundsätzlich prohibitiv hoch sind. Somit sind Straßennutzungen heute prinzipiell ausschließbar, jedoch muß die konkrete Anwendung für den Einzelfall überprüft werden. Es ist anzunehmen, daß sich kleine Stadtstraßen mit vielen Zu- und Abfahrten für ein solches Gebührensystem nicht eignen.

wir nehmen an, daß die Betriebskosten des pretialen Verfahrens geringer sind als die dadurch realisierbaren Wohlfahrtsgewinne. In Abschnitt D.III. wird analysiert, ob ein zusätzlich zum Preis wirkendes, ergänzendes Rationierungsverfahren für den Fall eines stochastischen Nachfrageüberschusses künstlich implementiert werden sollte und wenn ja, welches.

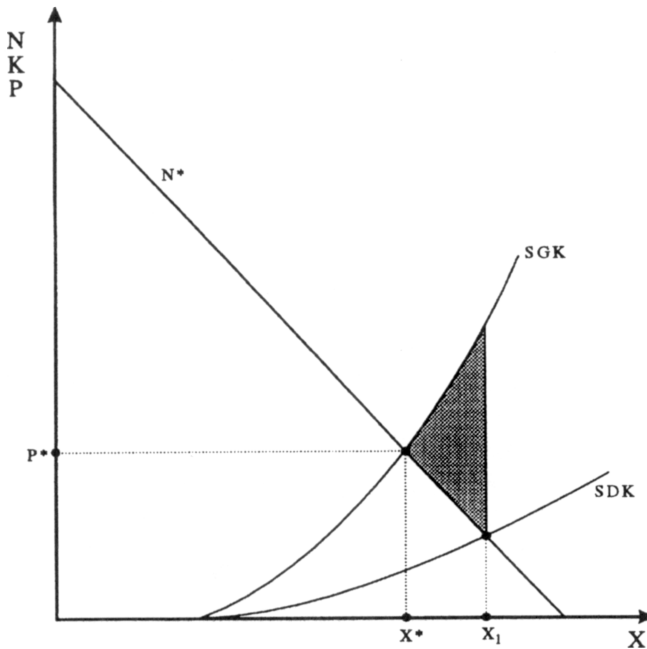


Abb. 33: Wohlfahrtsgewinn durch effiziente Preissetzung bei partieller Rivalität

Auf keinen Fall kann von der Kosten-Nutzen-Relation eines Rationierungsverfahrens bei deterministischer Nachfrage auf diejenige bei stochastischer Nachfrage geschlossen werden, da die Bedingungen für die Implementierung und den „Erfolg“ eines zusätzlichen künstlichen Rationierungsverfahrens bei stochastischer Nachfrage je nach Nutzungskategorie unterschiedlich sind. Bei stochastischer Nachfrage ist es durchaus möglich, daß die Betriebskosten einiger künstlicher, bezogen auf die W-Kosten effizienter, Rationierungsverfahren den Nutzen übersteigen, obwohl sie im Falle deterministischer Nachfrage das Effizienzkriterium erfüllen. Daher gewinnt dieses Kriterium bei der Analyse stochastischer Schwankungen besondere Bedeutung.

4. Kosten der unsicheren Bedienung

Anhand der drei Beispiele Rollbahn- und Straßennutzung sowie Stromversorgung wurde erklärt, daß eine stochastische Überlast dazu führt, daß nicht alle Nachfrager, die bereit sind, den geltenden Preis zu zahlen, zum gewünschten Zeitpunkt und in der gewünschten Qualität bedient werden. In diesem Fall tritt eine plötzliche, spontane Rationierung als Antwort auf den Nachfrageüberschuß ein. Die spontane Rationierung wurde in Abschnitt D.I. als eine solche Zuweisung definiert, die erst kurz vor oder während des Nutzungsversuchs stattfindet.

Die spontane natürliche Rationierung einer stochastischen Überlast bei Straßennutzungen präsentiert sich als Qualitätseinbuße in Form der bereits erwähnten Verlangsamung der Fahrt, des erhöhten Stresses und Risikos etc. und betrifft den Nachfrager i.d.R. erst dann, wenn er sich bereits auf der fraglichen Strecke befindet. Flugzeuge, die starten oder landen wollen, erfahren erst kurz vor der Nutzung, ob sie die tatsächliche Berechtigung von der Flugsicherung erhalten.⁷³ Die spontane Rationierung erfolgt dann über die Wartezeit. Bei der Stromversorgung wird spontan über das selektive Abschalten rationiert, was der Nutzer erst dann realisiert, wenn seinem Nachfragewunsch zum gewünschten Zeitpunkt nicht entsprochen wird.

Der Konsument kann also bei spontaner Rationierung stochastischer Nachfrageüberschüsse nicht sicher davon ausgehen, daß seiner Nachfrage in der gewünschten Qualität entsprochen wird. Dies wird als Bedienungsunsicherheit bezeichnet.

Im folgenden wird dargestellt, welche Arten von Kosten (im Sinne von monetär bewerteter Wohlfahrtsverluste) die unsichere Bedienung hervorrufen kann. Diese Kosten sind unabhängig von den W-Kosten und den Betriebskosten des Rationierungsverfahrens und bilden somit eine eigenständige Kostenart, die in ihrer volkswirtschaftlichen Relevanz und ihren Implikationen für Lösungsvorschläge von Problemen stochastischer Nachfrage nicht zu unterschätzen ist.

⁷³ Diese Berechtigung hängt von den aktuellen Bedingungen (z.B. unerwartete Häufung von Nutzungswünschen und/oder Kapazitätsverringerungen durch ungünstige Witterung) ab und erfolgt zusätzlich zu dem i.d.R. lange vor der Nutzung erworbenen Slot.

a) Die vergebene Option

Diese Kostenkategorie entsteht dadurch, daß der Nachfrager erst kurz vor oder während der Inanspruchnahme darüber informiert wird, ob er zur gewünschten Qualität nutzen kann.

Die Analyse in Kapitel B. und C. geht von deterministischer Nachfrage⁷⁴ aus und unterstellt Nachfrager⁷⁵, die über Preis und Qualität der jeweiligen Nutzung informiert sind. Die Parameter Preis und Qualität gehen in den Entscheidungsprozeß, ob die (geregelter oder ungeregelter) Nutzung nachgefragt wird, ein. Ist dem Nachfrager der Preis zu hoch und/oder die Qualität zu niedrig, so wird er normalerweise von der fraglichen Nutzung absehen. Er hat die Möglichkeit, entweder gar keine Fahrt anzutreten bzw. keine Slots zu kaufen (das heißt keinen Flug anzubieten) oder die Fahrt zu verschieben bzw. andere Slots zu kaufen, die seinen Präferenzen besser entsprechen.

Im Kontext dieses Abschnitts betrachten wir nun Nachfrager, die aufgrund der spontanen Rationierung erst dann von dem tatsächlichen Preis und der Qualität erfahren, wenn sie die Nutzungsentscheidung bereits getroffen haben. Damit steht diesen Nachfragern eine wichtige Option nicht mehr zur Verfügung. Sie können nicht mehr entscheiden, ob sie dieses oder lieber ein anderes Recht unter den aktuellen Bedingungen in Anspruch nehmen wollen.

Z.B. realisiert ein Stop-and-Go-fahrender Automobilist die Qualitätsverschlechterung erst, wenn er sich bereits auf der Strecke befindet. Dann sind Ausweich-Reaktionen i.d.R. nicht oder allenfalls in geringem Umfang möglich. Hätte der Fahrer früher von dem Stau oder allgemeiner von der Qualitätsverschlechterung gewußt, hätte er zwischen verschiedenen Alternativen (z.B. nicht fahren, ein anderes Verkehrsmittel benutzen, die Fahrt verschieben) entscheiden und die für ihn, nach der beabsichtigten Fahrt zur gewünschten Qualität, nächstbeste Option auswählen können.⁷⁶ Genauso verhält es sich bei wartenden Flugzeugen, die bei rechtzeitiger Information auf einen anderen Flughafen ausgewichen oder zu einer anderen Zeit geflogen wären.

Diese Nutzendifferenz zwischen der aktuellen Situation der Nicht- oder Schlechterbedienung und der nächstbesten Alternative bezeichnen wir als Kosten aufgrund der vergebenen Option.

Abbildung 34 stellt diesen Sachverhalt graphisch dar.

⁷⁴ Damit war die Bestimmung effizienter Preise und Qualitäten unproblematisch.

⁷⁵ Bei der Straßennutzung werden die einzelnen Fahrer als Nachfrager bezeichnet, bei der Slotnutzung sind es die Fluggesellschaften.

⁷⁶ Vgl. Ewers (1991), S. 75, der auf die Notwendigkeit derart rechtzeitiger Informationen hinweist, so daß den Nutzern noch Alternativen zur Verfügung stehen.

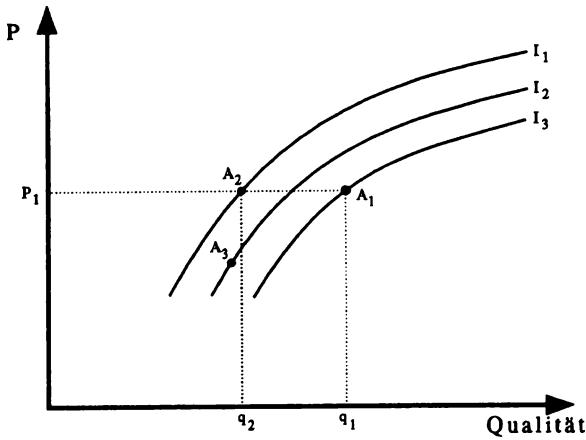


Abb. 34: Kosten aufgrund der vergebenen Option

Die Isonutzenschar I_1 stellt die Präferenzstruktur eines Nutzers dar. Die erwartete Nutzungsqualität ist q_1 , der Preis P_1 . Damit würde der Nutzer den Punkt A_1 auf der höchstmöglichen Isonutzenlinie I_3 realisieren. Wenn nun die tatsächliche Qualität aber nur q_2 beträgt, erreicht der Nutzer lediglich den Punkt A_2 auf I_1 . Wäre er rechtzeitig über die tatsächliche Qualität informiert gewesen, hätte er lieber die Alternative A_3 gewählt und damit die höhere Isonutzenlinie I_2 erreicht. Die Differenz zwischen den Isonutzenlinien I_2 und I_1 stellt die Kosten der vergebenen Option graphisch dar.⁷⁷

Die Ursache dieser Kosten ist ein Informationsproblem, welches auch in anderen Bereichen und bei deterministischer Nachfrage auftreten kann.

Die spontane Rationierung führt zu individuellen Nutzeneinbußen, deren Umfang über die Kosten der vergebenen Option hinausgehen. Nehmen wir an, für den Nachfrager ist der Preis P_M für die Qualität bei X^* Nutzungen präferenzadäquat und er entschließt sich, die Fahrt anzutreten (siehe Abbildung 35).⁷⁸ Damit ist er bereit, individuelle Beeinträchtigungskosten in Höhe von $SDK(X^*)$ zu tragen und den Gesamtpreis P_{G1} zu zahlen. Während der Fahrt, also nach der Entscheidung, stellt er fest, daß die Qualität der Fahrt auf der ausgewählten Strecke infolge eines unerwarteten Nutzeranstiegs auf X_2 (Nachfragefunktion N_S^*) wesentlich niedriger als die von ihm erwartete ist. Da der

⁷⁷ Vgl. zur Methodik der graphischen Darstellung Kruse / Berger (1996), S. 404.

⁷⁸ Abbildung 35 stellt den gleichen Sachverhalt wie Abbildung 32 dar: Die Qualitätsverschlechterung infolge von Übernutzung bei ungeregelten Nutzungen.

Nachfrager seine Entscheidung nun nicht mehr revidieren kann, wird er gezwungen, den höheren Gesamtpreis P_{G2} zu zahlen.⁷⁹

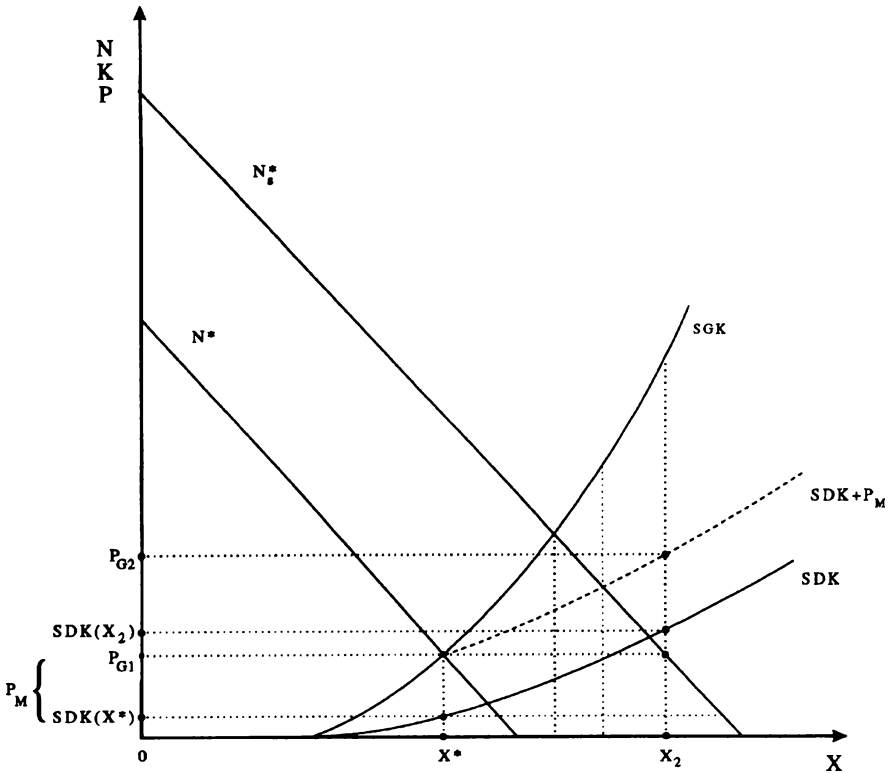


Abb. 35: Die gesamte individuelle Nutzeneinbuße bei Qualitätsverschlechterung aufgrund spontaner Rationierung

Die unzureichende Information verursacht eine individuelle Nutzeneinbuße, die sich als Differenz der Gesamtpreise P_{G1} und P_{G2} in Abbildung 35 sowie als Differenz zwischen den Isonutzenlinien I_3 und I_1 in Abbildung 34 ablesen läßt⁸⁰ und durch die höheren individuellen Beeinträchtigungskosten beim Nutzungsniveau X_2 ($SDK(X_2)$ statt $SDK(X^*)$) begründet ist.

⁷⁹ Der Einfachheit halber gehen wir von homogenen Nutzern aus, so daß die sozialen Durchschnittskosten für alle Nutzer repräsentativ sind.

⁸⁰ Der Teil dieser Nutzeneinbuße, der sich aus der Differenz zwischen I_1 und I_2 bestimmt, stellt die Kosten der vergebenen Option dar.

Bei geregelten Nutzungen müssen die Fluggesellschaften (als Beispiel für Nachfrager) Warteschleifen fliegen oder am Boden warten, was ebenfalls eine Nutzeneinbuße darstellt. Die monetär bewertete Wartezeit erhöht auch hier den Gesamtpreis (wie die Qualitätsverschlechterungen bei unregelmäßigen Nutzungen), den die Nachfrager zu zahlen gezwungen sind, wenn sie keine Alternative haben.

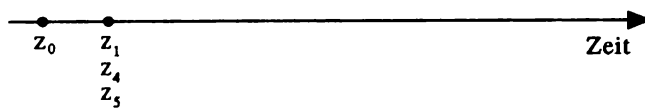
Die gesamten individuellen Nutzeneinbußen sind hier gesondert aufgeführt, weil sie sich bei rechtzeitiger Information über die Rationierung und angemessenen Handlungsalternativen um die Kosten der vergebenen Option reduzieren lassen.

Wenn die Informationen über die Rationierung eine ausreichende Zeitspanne vor der Nutzung bekannt sind, führen sie i.d.R. dazu, daß eine präferenzadäquate Entscheidung getroffen wird. Eingeordnet in den Handlungsprozeß aus Kapitel B. bedeutet dies, daß zwischen dem Eintritt der Rationierung und der Nutzung eine ausreichend lange Zeitspanne liegen sollte, das heißt die Zeitspanne a zwischen Z_4 und Z_5 muß hinreichend lang sein (siehe Abbildung 36C). Hinreichend bedeutet in diesem Zusammenhang, daß es während dieser Zeitspanne möglich ist, Handlungsoptionen zu ermitteln, zu prüfen und zu ergreifen.

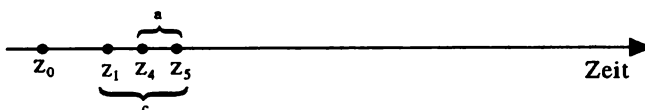
Das spezifische Problem der spontanen Rationierung ist aber, daß diese Informationen zu dem Zeitpunkt, zu dem sie etwa im Sinne einer Umentscheidung genutzt werden können, noch nicht zur Verfügung stehen. Dies ergibt sich immer dann, wenn erst der tatsächliche Nutzungsversuch die Information über die Nutzungsmenge und das Erfordernis der Rationierung generiert.⁸¹ Erst das tatsächliche Befahren der Straße (die Nutzung zum Zeitpunkt Z_5) gibt Auskunft über die Nutzungsmenge (Z_1), somit entsprechen sich die Zeitpunkte Z_1 und Z_5 (siehe Abbildung 36A). Bei der Slotnutzung informiert das Erscheinen der Flugzeuge kurz vor Z_5 über die tatsächliche Menge (Z_1) (siehe Abbildung 36B). Bei der Straßennutzung entfällt also die Zeitspanne c , bei der Slotnutzung ist sie sehr kurz. Infolgedessen kann keine (wie in Abbildung 36A) oder auf jeden Fall keine hinreichende Zeitspanne a (wie in Abbildung 36B) zwischen Rationierung und Nutzung mehr existieren.

Das heißt je weniger Zeit zwischen dem Zeitpunkt der Information des Nachfragers und seinem gewünschten Nutzungszeitpunkt liegt, desto wahrscheinlicher ist das Auftreten von Kosten der vergebenen Option.

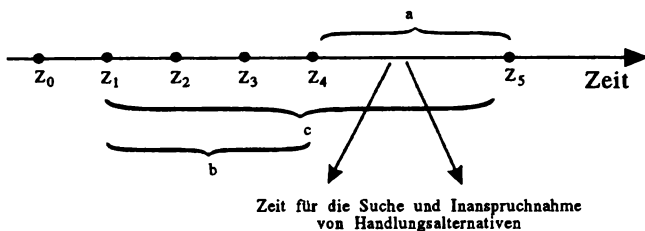
⁸¹ Vgl. dazu sinngemäß Kruse (1996), S. 198-202.



A: Spontane Rationierung bei der Straßennutzung



B: Spontane Rationierung bei der Slotnutzung



C: Idealtypische Situation

Abb. 36: Zeitliche Struktur von Kaufprozessen in verschiedenen Situationen

b) Unreliability Kosten

Weitere Kosten, hervorgerufen durch unsichere Bedienung, werden in der Literatur als Unreliability Kosten bezeichnet und betreffen Nutzenminderungen, die den Konsumenten durch die Ungewißheit entstehen, ob sie zum jeweiligen Zeitpunkt in der gewünschten Qualität nutzen können.

Bei Nutzungen von bestimmten Verkehrsinfrastrukturen ist sich der Nachfrager darüber im klaren, daß die Möglichkeit der spontanen Rationierung besteht. Er weiß also vor seinem Nutzungsversuch, daß die Inanspruchnahme nicht immer zur gewünschten Zeit und zur gewünschten Qualität realisierbar ist. Da ihm durch eine tatsächliche spontane Rationierung i.d.R. Kosten bzw. Nutzeneinbußen entstehen, wird er die Möglichkeit einer spontanen Rationierung in seinem Entscheidungsprozeß bezüglich der Nachfrage berücksichtigen.

Wir können davon ausgehen, daß die Nutzung dem Nachfrager ex-ante aufgrund der Bedienungsunsicherheit weniger wert ist, als bei Gewißheit über sichere Erfüllung seines Nachfragewunsches.⁸² In diesem Fall wird aufgrund der Möglichkeit der Nichtbedienung der Nutzen und damit die Zahlungsbereitschaft für das Gut gemindert, und zwar unabhängig davon, ob der Rationierungsfall eintritt oder nicht.⁸³ Das heißt die Wahrscheinlichkeit, ob man das Gut erhält, ist eine relevante Gutseigenschaft, die die Zahlungsbereitschaft beeinflußt.⁸⁴

Die Wahrscheinlichkeit, mit der die tatsächliche Nachfrage beim gegebenen Preis in der üblichen Qualität befriedigt wird, also kein Fall spontaner Rationierung eintritt, wird im folgenden als Versorgungssicherheit bezeichnet.⁸⁵ Die Versorgungssicherheit kann als Qualitätseigenschaft interpretiert werden, die sich i.d.R. genau wie die verschiedenen Qualitätsstufen auf die Lage der Nachfragefunktion auswirkt und damit die Wohlfahrt beeinflußt. Die Nachfragefunktionen liegen ceteris paribus um so weiter rechts oben, je höher die Versorgungssicherheit ist (siehe Abbildung 37).⁸⁶ Somit sind die ex-ante Nutzenminderungen für den Konsumenten aufgrund der Versorgungs-Unsicherheit ein weiterer wohlfahrtsrelevanter Kostenbestandteil.

Nehmen wir an, daß für eine (standardisierte) Nutzung der Preis P_1 erhoben wird und daß die Nachfragefunktionen N_2 , die die marginalen Zahlungsbereitschaften für die Nutzung mit 100%iger Versorgungssicherheit abbildet, und N_1 , die für 80%ige Versorgungssicherheit gilt, bekannt sind (siehe Abbildung 37). Dann stellt die schattierte Fläche den Verlust an Konsumentenrente aufgrund einer Senkung der Versorgungssicherheit von 100% auf 80% dar. Dieser Verlust an Konsumentenrente repräsentiert die Unreliability Kosten.

Unseren bisherigen Betrachtungen lag immer nur eine Nachfragefunktion zugrunde; damit bezog sich die Analyse nur auf eine bestimmte Versorgungssicherheit und vernachlässigte mögliche Wohlfahrtssteigerungen aufgrund einer Verringerung der Unreliability Kosten. Diese sollen im folgenden Abschnitt

⁸² Wenn man z.B. nicht weiß, ob noch Kinokarten vorhanden sind, entscheidet man sich möglicherweise gegen einen Kinobesuch, fragt also gar nicht nach. Oder wenn die Stromversorgung nicht zuverlässig ist, wird u.U. ein eigenes Aggregat errichtet.

⁸³ Vgl. Rees (1976), S. 160-165.

⁸⁴ Man kauft möglicherweise ein Produkt lieber in einem gut sortierten Fachgeschäft zu einem höheren Preis, als daß man versucht, das gleiche Produkt zu einem geringeren Preis im Supermarkt zu erwerben, wenn man damit rechnen muß, daß es dort zeitweilig ausverkauft ist und mehrere Versuche gestartet werden müssen, um es zu erhalten.

⁸⁵ Vgl. Berger (1994), S. 3.

⁸⁶ Bei dem Fachgeschäft-Supermarkt-Beispiel erreicht das Angebot des gleichen Gutes vom Fachgeschäft durch die höhere Versorgungssicherheit eine höhere Qualitätsstufe als das des Supermarktes in der Beurteilung einiger Konsumenten. Daher sind diese bereit, im Fachgeschäft einen höheren Preis zu zahlen.

D.III. „Möglichkeiten zur Verringerung der Wohlfahrtsverluste“ einbezogen werden.

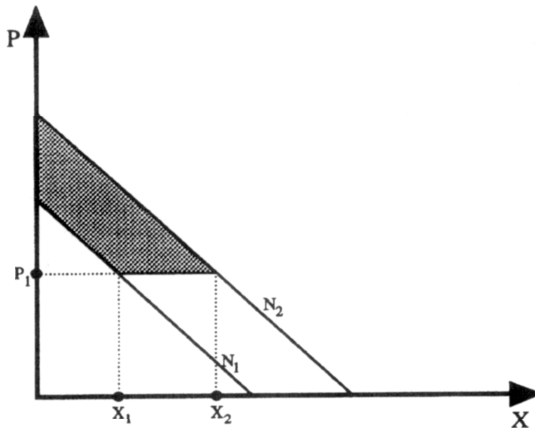


Abb. 37: Unreliability Kosten

5. Fazit

Fassen wir die die Wohlfahrt beeinflussenden Faktoren bei nicht prognostizierbarer Überlast zusammen:

- Minderungen der Wohlfahrt durch Ineffizienzen des zusätzlichen Rationierungsverfahrens (W-Kosten)
- Betriebskosten des zusätzlichen Rationierungsverfahrens (realer Ressourcenverzehr und Nutzenminderungen)
- Kosten für den Nachfrager aufgrund der vergebenen Option
- Ex-ante Nutzenminderungen für den Konsumenten aufgrund der Versorgungs-Unsicherheit (Unreliability Kosten).

Die Rationierung gemäß der Zahlungsbereitschaft verhindert immer das Auftreten der W-Kosten.⁸⁷ Jedoch können gerade im Falle nicht prognostizierbarer Überlast die Betriebskosten des Preismechanismus dazu führen, daß der Preis nicht in jedem Fall als alleiniges Rationierungsverfahren implementiert wird. Z.B. erscheint es schwierig, angesichts einer stochastischen Überlast ad hoc pretial zu rationieren, indem versucht wird, die einzelnen Zahlungsbereit-

⁸⁷ Aus Sicht der Nachfrager werden u.U. ineffizientere aber „fairere“ Allokationsmechanismen einem effizienteren Verfahren vorgezogen. Vgl. z.B. Kahnemann / Knetsch / Thaler (1986), Glass / More (1992).

schaften zu ermitteln, etwa in Form einer spontanen Auktion. Hier würden wahrscheinlich die Kosten der Durchführung der spontanen Auktion den Nutzen übersteigen.

Sowohl die Höhe der Betriebskosten der spontanen Rationierung als auch das Ausmaß der Nutzenminderung für den Nachfrager aufgrund der vergebenen Option wird maßgeblich bestimmt durch die zeitliche Nähe von Bekanntgabe der tatsächlichen Nachfrage (Z_1), Rationierung (Z_4) und Nutzung (Z_5). Diesem Aspekt wird bei den Lösungsvorschlägen in Abschnitt D.III.2. besondere Beachtung geschenkt.

III. Möglichkeiten zur Verringerung der Wohlfahrtsverluste

Die Möglichkeiten zur Verringerung der Wohlfahrtsverluste infolge nicht prognostizierbarer Überlasten setzen bei den Parametern an, die für die Höhe der Wohlfahrtsverluste verantwortlich und vom Anbieter beeinflussbar sind. Diese sind der Preis, die Kapazität sowie die Effizienz des zusätzlich zum im Zeitpunkt Z_0 gesetzten Preis wirkenden Rationierungsverfahrens. Wir haben gesehen, daß in den einzelnen Bereichen unterschiedlich effiziente natürliche Verfahren vorkommen, die der Anbieter durch institutionelle Verfahren beeinflussen kann. Die Wohlfahrtsmaximierung bei stochastischer Nachfrage erfordert langfristig eine simultane Bestimmung aller drei Parameter. Die Betrachtung in diesem Kapitel wird jedoch zunächst auf die Optimierung von Preis und Kapazität reduziert, um die grundsätzlichen Zusammenhänge zu verdeutlichen (Abschnitt D.III.1.a)). Danach wird die Qualität (als Versorgungssicherheit) einbezogen (Abschnitt D.III.1.b)) und schließlich werden Möglichkeiten präsentiert, die die Effizienz des nicht-pretialen Rationierungsverfahrens verbessern (Abschnitte D.III.2.a) und D.III.2.b)).

1. Preis und Kapazität

a) Crew/Kleindorfer

Crew/Kleindorfer präsentieren ein Modell, das Preis und Kapazität unter Berücksichtigung stochastischer Nachfrage optimiert. Die Effizienz des im Überlast zusätzlich zum Preis wirkenden Rationierungsverfahrens wird als gegeben angenommen.⁸⁸

⁸⁸ Vgl. Crew / Kleindorfer (1978a), S. 143-165; vgl. auch Crew / Kleindorfer (1978b).

Die Ergebnisse der Analyse sind ein effizienter Preis, der den wohlfahrtsrelevanten Implikationen stochastischer Nachfrage-Schwankungen Rechnung trägt, und eine über die „normale“ effiziente Kapazität bei deterministischer Nachfrage hinausgehende Reservekapazität. Diese Ergebnisse werden im folgenden erläutert.⁸⁹

Wenn die Effizienz des zusätzlichen Rationierungsverfahrens als gegeben angenommen wird, kann kurzfristig nur der Preis im Hinblick auf die Wohlfahrtsmaximierung bei stochastischer Nachfrage verändert werden. Crew/Kleindorfer gehen von den kurzfristigen Grenzkosten als Preisuntergrenze aus. Diese Preisuntergrenze wird gesetzt, weil für jede Produktion mindestens die kurzfristigen Grenzkosten gedeckt werden müssen. Eine höhere Preisuntergrenze würde, wenn keine Rationierung erforderlich ist, Nachfrager ausschließen, deren marginale Zahlungsbereitschaft den kurzfristigen Ressourcenverzehr rechtfertigt, und damit vermeidbare Wohlfahrtsverluste hervorrufen. Der Preis wird darüber hinaus um die marginalen Rationierungskosten, die mit der Versorgungssicherheit gewichtet werden, erhöht. Eine hohe Versorgungssicherheit ergibt einen geringen, eine niedrige Versorgungssicherheit einen hohen Gewichtungsfaktor.

Formal ergibt sich der Preis P aus

$$(1) \quad P = b + \frac{c(1-G)}{G},$$

wobei b für die kurzfristigen Grenzkosten, c für die marginalen Rationierungskosten und G für die Versorgungssicherheit stehen.⁹⁰

Unter den Rationierungskosten verstehen Crew/Kleindorfer die W -Kosten und die Ausschlußkosten, die sie als administrative Kosten bezeichnen. Von den Rationierungskosten wird angenommen, daß sie ausschließlich vom Nachfrageüberschuß abhängen.⁹¹ Dies ist jedoch nicht für alle Bestandteile dieser Kosten plausibel, z.B. wird beim Lastmanagement bei der Stromversorgung der Hauptteil administrativer Rationierungskosten sowohl unabhängig von der rationierten Menge als auch unabhängig von dem Eintritt des Rationierungsfalls sein. Es handelt sich dann um „fixe“ Rationierungskosten, z.B. die Vorhaltung der Anlage für das Abschalten einzelner Stromkunden.⁹²

Nehmen wir an, beim kurzfristigen Preis P_1 gilt

⁸⁹ Vgl. für eine ausführliche Herleitung Crew / Kleindorfer (1978a), S. 143-165.

⁹⁰ $G = \Pr(X(P)+u) \leq Z$. $X(P)+u$ bezeichnet die stochastische Nachfragefunktion und Z die Kapazität.

⁹¹ Vgl. Crew / Kleindorfer (1979b), S. 145-146.

⁹² Dies soll aber hier nicht weiter problematisiert werden, da es an dieser Stelle nicht um eine grundlegende Auseinandersetzung mit dem Crew/Kleindorfer-Modell, sondern um die Darstellung grundsätzlicher Zusammenhänge geht.

$$P_1 < b + \frac{c(1-G)}{G}.$$

Dann muß der Preis erhöht werden. Zu beachten ist dabei die Interdependenz zwischen P und G . Die Versorgungssicherheit ist hier eine endogene Größe, da sie neben der kurzfristig gegebenen Kapazität vom zu bestimmenden Preis abhängt. Für $P_1 < P_2$ gilt bei konstantem u :

$$(2) \quad X(P_1)+u > X(P_2)+u,$$

und damit:

$$(3) \quad \Pr(X(P_1)+u \leq Z) < \Pr(X(P_2)+u \leq Z).$$

Ein höherer Preis erhöht (neben einer höheren Kapazität) die Versorgungssicherheit, so daß nicht von der Versorgungsunsicherheit $1-G$ ausgegangen werden kann, die bei P_1 gegeben war.

Beim höheren Preis wird *ceteris paribus* weniger nachgefragt. Aufgrund dessen tritt der Rationierungsfall zum einen seltener auf, das heißt die Versorgungssicherheit steigt, und zum anderen ist das Ausmaß des Nachfrageüberschusses geringer als beim niedrigeren Preis, falls der Rationierungsfall dennoch auftritt. Damit betrifft eine möglicherweise ineffiziente zusätzliche Rationierung weniger Nachfrager. Dies führt dazu, daß die Höhe der Rationierungskosten⁹³ sinkt. Aufgrund der gestiegenen Versorgungssicherheit ist eine zusätzliche Rationierung weniger häufig erforderlich, was die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der Rationierungskosten senkt.

Auf der anderen Seite führt der höhere Preis bei geringeren Nachfragemengen dann zu Wohlfahrtsverlusten, wenn Nachfrager ausgeschlossen werden, deren Zahlungsbereitschaft größer oder gleich den kurzfristigen Grenzkosten ist. Die Preisformel trägt diesem Aspekt Rechnung, indem der Preis um so niedriger ist, je geringer die Rationierungskosten und die Häufigkeit ihres Auftretens ist, und berücksichtigt durch ihre beiden Komponenten b und

$$\frac{c(1-G)}{G}$$

den trade-off beider Wohlfahrtsverluste.

Je höher also die marginalen Rationierungskosten c und je niedriger die - im langfristigen Kontext effiziente - Versorgungssicherheit G ist, desto höher ist der effiziente Preis.

⁹³ Bei gegebenem Rationierungsverfahren können die Kosten der Rationierung in diesem Modell nur über die Verringerung der zu rationierenden Einheiten gesenkt werden.

Langfristig bietet die Optimierung der Kapazität eine weitere Möglichkeit zur Wohlfahrtsmaximierung. Dabei wird zunächst die optimale Normal-Kapazität für die durchschnittliche Nachfrage $X(P)$, analog zu der bei deterministischer Nachfrage, ermittelt. Da aber bei unserer Betrachtung der stochastischen Nachfrage die tatsächliche die durchschnittliche Nachfrage $X(P)$ übersteigen kann, stellt sich die Frage nach dem Wert einer Reservekapazität.

Bei der optimalen Reservekapazität entsprechen die marginalen Kapazitätskosten der Summe aus erwarteten marginalen Rationierungskosten (W-Kosten und Ausschlußkosten) und den kurzfristig im Falle des Nachfrageüberschusses auch bei effizienter Allokation auftretenden Verlusten an Konsumentenrente. Diese ergeben sich daraus, daß kurzfristig nicht alle Nachfrager mit einer die langfristigen Grenzkosten übersteigenden Zahlungsbereitschaft zum Zuge kommen.⁹⁴ Ist die Summe dieser Kosten größer als die Kosten einer zusätzlichen Kapazitätseinheit, ist die Erweiterung der Kapazität effizient, da die Erweiterungskosten geringer sind als der Nutzen der Erweiterung.

Solange die Kapazitätsausweitung einen Ressourcenverzehr erfordert, was in der Realität immer der Fall sein wird, ist es auch bei der wohlfahrtsoptimalen Kapazität möglich, daß ein Nachfrageüberschuß entsteht und sich somit Rationierungskosten und Verluste an Konsumentenrente ergeben.

Als Ergebnis dieses Modells kann festgehalten werden, daß Preis und Kapazität um so höher sind, je größer sich die Wohlfahrtsverluste (Höhe der Rationierungskosten und Häufigkeit ihres Auftretens) infolge der nicht-pretialen Rationierung darstellen.⁹⁵

b) Berücksichtigung der Qualitätskomponente: Versorgungssicherheit

In Abschnitt D.II.4.b) „Unreliability Kosten“ haben wir angenommen, daß der Nutzen einer Leistung und damit die Zahlungsbereitschaft sinkt, wenn nicht sicher ist, daß die Leistung zur gewünschten Zeit (und in der gewünschten Qualität) in Anspruch genommen werden kann, und zwar unabhängig davon, ob der Fall der Nicht-Bedienung tatsächlich auftritt.⁹⁶ Damit ist die Versor-

⁹⁴ Vgl. dazu die Erklärung in D.II.1.a), Abschnitt „Determinanten der Wohlfahrtsverluste im Überblick“.

⁹⁵ Zu den Auswirkungen verschiedener Rationierungsverfahren auf effiziente Preise und Kapazitäten vgl. Brown / Johnson (1969); Visscher (1973); Sherman / Visscher (1978); Sherman / Visscher (1977); Andersen (1974).

⁹⁶ Vgl. Rees (1976), S. 147 ff.; Coate / Panzar (1989), S. 306.

gungssicherheit⁹⁷ ein relevantes Entscheidungskriterium beim Erwerb des Rechtes und bestimmt als Qualitätsparameter die Lage der Nachfragefunktion.⁹⁸

Das zuvor dargestellte Crew/Kleindorfer-Modell maximiert die Wohlfahrt für eine gegebene Nachfragefunktion und verzichtet damit auf die Analyse der qualitativen Effizienz. Dieses erscheint im Hinblick auf die Darstellung der grundsätzlichen Zusammenhänge von Rationierungskosten, Preis und Kapazität hilfreich, muß aber insbesondere aufgrund der Interdependenzen von Preis, Kapazität und Versorgungssicherheit und deren Auswirkungen auf die Lage der Nachfragefunktion um die Betrachtung der qualitativen Effizienz erweitert werden. Ohne die Ermittlung der effizienten Qualität sind die beobachtbaren Zahlungsbereitschaften nicht repräsentativ für die Bestimmung einer wohlfahrtsmaximalen Lösung. Diese Zahlungsbereitschaften spiegeln nur die marginalen Wertschätzungen der Konsumenten für ein zufällig gegebenes Qualitätsniveau wider.

Hier soll ein allgemeiner Ansatz zur Bestimmung der optimalen Qualität⁹⁹ auf das Problem der optimalen Versorgungssicherheit angewendet werden. Dabei gehen wir der Einfachheit halber von geregelten Nutzungen aus, damit wir normale (keine qualitätsangepaßten) Nachfragefunktionen verwenden können.

Ausgangspunkte des Modells sind erstens, daß sich die Nachfragefunktionen mit zunehmender Qualität nach rechts oben verschieben, und zweitens, daß die Durchschnittskosten für jede Menge mit zunehmender Qualität steigen.

Die Versorgungssicherheit, die unsere Qualitätsdeterminante darstellt, steigt ceteris paribus mit größerer Infrastruktur-Dimension. Es geht darum, welche Größe der Infrastruktur für die erwartete Nutzungsmenge optimal ist. Zuneh-

⁹⁷ Die Versorgungssicherheit wurde in o.a. Abschnitt als die Wahrscheinlichkeit interpretiert, mit der kein spontaner Überlastfall eintritt. Mit dieser Wahrscheinlichkeit erhalten also alle Nachfrager, die bereit sind, den geltenden Preis zu zahlen, das Gut in der üblichen Qualität.

⁹⁸ Die nachgefragte Menge X ist eine Funktion des Preises P und der Versorgungssicherheit W bzw. der Qualität, $X=X(P, W)$. Hohe Versorgungssicherheit bei der Stromversorgung ist z.B. wichtig, wenn es infolge eines Stromausfalls zu Ausfällen im Produktionsprozeß kommt.

Die Bedeutung der Versorgungssicherheit wird in der Literatur insbesondere für die Stromversorgung analysiert. Vgl. z.B. Telson (1975); Panzar / Sibley (1978).

Rees (1976), S. 158-165, analysiert, welchen Wert die Versorgungssicherheit hat. Er stellt dar, welchen Einfluß die Versorgungssicherheit auf den Nutzen eines Nachfragers hat und ermittelt die Zahlungsbereitschaft für eine Erhöhung der Versorgungssicherheit. Diese Analysen berücksichtigen zum Großteil spezifische Bedingungen für die Stromversorgung.

⁹⁹ Vgl. für den grundlegenden Ansatz zur Bestimmung der effizienten Qualität Kruse (1985), S. 117-142.

mende Dimensionen der Infrastruktur verursachen für jede Nutzungsmenge höhere Kapazitätskosten, die wir als die einzigen Kosten der Qualitätsverbesserung berücksichtigen.¹⁰⁰ Wir nehmen der Einfachheit halber an, daß die sonstigen Kosten davon unabhängig und konstant sind.

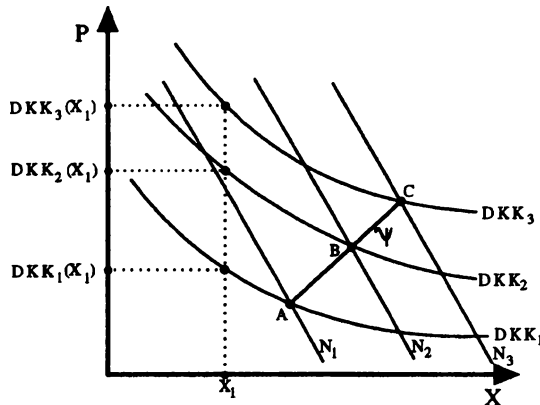


Abb. 38: Kapazitätskosten pro Nutzung für verschiedene Versorgungssicherheiten

Im Preis-Mengen-Diagramm (Abb. 38) sind exemplarisch drei Nachfragefunktionen für Kapazitäts-Nutzungen mit verschiedenen Versorgungssicherheiten eingezeichnet (N_1 stellt die Nachfragefunktion nach Nutzungen mit der geringsten, N_3 mit der höchsten Versorgungssicherheit dar).¹⁰¹ DKK_1 stellt den Verlauf der Kapazitätskosten pro Nutzung bei der geringsten Versorgungssicherheit dar. Da zur Steigerung der Versorgungssicherheit für das Angebot der gleichen Menge eine größere Kapazität erforderlich ist, werden die Kosten der Kapazitätserhöhung durch oberhalb von DKK_1 verlaufende Durchschnittskosten dargestellt. Beispielsweise fallen beim Angebot der Menge X_1 mit der niedrigsten Versorgungssicherheit Kapazitätskosten pro Mengeneinheit von $DKK_1(X_1)$ an, während das Angebot der gleichen Menge mit der höchsten Versorgungssicherheit Kapazitätskosten pro Einheit in Höhe von $DKK_3(X_1)$ verursacht.

¹⁰⁰ Dies verdeutlicht den hier zu analysierenden Aspekt der Reservekapazität. Es geht hier nicht um andere Qualitätsdeterminanten wie z.B. verbesserten Fahrbelag.

¹⁰¹ Die Berücksichtigung verschiedener Nachfragefunktionen zeigt nochmal die Erweiterung des Modells. Das Crew/Kleindorfer-Modell enthält zwar den zusätzlichen Nutzen einer Reservekapazität, dieser wird aber auf Basis der zu einer Versorgungssicherheit gehörenden Nachfragefunktion ermittelt, die aber nicht die Zahlungsbereitschaft für erhöhte Qualität adäquat ausdrückt.

Die Schnittpunkte der Nachfragefunktionen mit den jeweils relevanten durchschnittlichen Kapazitätskosten ergeben die kapazitätskostendeckenden Preise und Mengen für jede Versorgungssicherheit. In der Abbildung 38 sind dies die Punkte A, B, C. Wird die Versorgungssicherheit kontinuierlich variiert, so erhält man die Linie Ψ , die den geometrischen Ort aller ceteris paribus effizienten Schnittpunkte bei Kostendeckung darstellt.

Diese Linie wird vom Preis-Mengen-Diagramm in das Preis-Versorgungssicherheits-Diagramm (Abb. 39) übertragen und enthält dort als Transformationskurve T alle effizienten, kostendeckenden Kombinationen von Preis und Versorgungssicherheit. Nun stellt sich die Frage, welche Versorgungssicherheit die gesamtwirtschaftlich optimale ist.

Theoretisch erhalten wir die wohlfahrtsmaximierende Einheitsqualität über den Tangentialpunkt der Transformationskurve mit einer Indifferenzkurve I, die gleich große Konsumentenrenten für verschiedene Preis-Versorgungssicherheits-Kombinationen enthält. Dies ist in Abbildung 39 der Punkt D mit der wohlfahrtsoptimalen Versorgungssicherheit W_{opt} .¹⁰²

Diese effiziente Versorgungssicherheit ist dann die relevante Qualitätseigenschaft der zugrundeliegenden Nutzung. Aus Abbildung 38 erhalten wir nun die für diese Versorgungssicherheit relevanten Nachfrage- und Stückkostenfunktionen, die wir der Ermittlung von Preis und Kapazität bei stochastischer Nachfrage zugrunde legen.

Wie wir in Abschnitt C.IV. „Modifikation der Homogenitätsannahme“ gesehen haben, ist in der Realität eher von unterschiedlichen (heterogenen) als von homogenen Nutzern auszugehen. In diesem Zusammenhang wäre dementsprechend zu ermitteln, ob die Nutzer unterschiedliche Präferenzen und damit Zahlungsbereitschaften für sichere Bedienung haben. Einige Nutzer nehmen vielleicht lieber Qualitätsverschlechterungen und Wartezeiten im Fall der Überlast in Kauf, während andere Nutzer bereit sind, mehr für bevorrechtigte Bedienung zu zahlen. Ist es unter den jeweiligen Transaktionsbedingungen möglich, die Dienstleistung Nutzern mit unterschiedlichen Präferenzen in verschiedenen Qualitätsniveaus anzubieten, so stellt sich die Frage, ob eine derar-

¹⁰² Da aber die Konstruktion solcher Indifferenzkurven für die Praxis nicht operational erscheint, soll versucht werden, die Präferenzen der Nachfrager für verschiedene Preis-Versorgungssicherheits-Kombinationen (z.B. durch Umfragen) zu ermitteln. Für den einzelnen Nachfrager ist auf Basis dessen eine Isonutzenschar zu bilden. Der Tangentialpunkt einer Isonutzenlinie mit der Transformationskurve T stellt dann die für diesen Nachfrager die optimale Versorgungssicherheit dar. Für die Bestimmung der Einheits-Versorgungssicherheit muß ermittelt werden, wieviele Nachfrager welche individuell optimale Versorgungssicherheit bevorzugen. Für eine präzisere Erläuterung dieses Sachverhalts anhand einer Dichteverteilung über alle Preis-Qualitäts-Kombinationen vgl. Kruse (1985), S. 139-140.

tige Produktdifferenzierung effizient ist.¹⁰³ Die auf die Zuverlässigkeit der Bedienung des einzelnen bezogene Qualität der Dienstleistung nennen wir im folgenden Bedienungswahrscheinlichkeit. Die Bedienungswahrscheinlichkeit bezeichnet also die Wahrscheinlichkeit, mit der der einzelne zur gewünschten Zeit mit der gewünschten Qualität bedient wird. Produktdifferenzierung bedeutet in diesem Zusammenhang, daß Nutzungsrechte verkauft werden, die unterschiedliche Bedienungswahrscheinlichkeiten verbrieften.

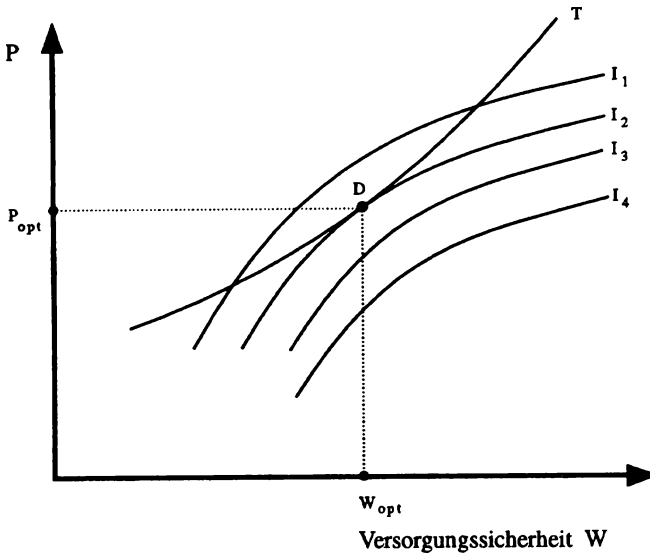


Abb. 39: Die optimale Versorgungssicherheit

2. Terminmärkte

Die vorherigen Ausführungen haben gezeigt, wie Preis, Kapazität und Einheits-Qualität für Nutzungsrechte bei stochastischer Nachfrage zu optimieren sind. Dabei wurde deutlich, daß das ceteris paribus effiziente Ergebnis bezüglich dieser Aktionsparameter keine hundertprozentige Bedienung garantiert und somit die in Abschnitt D.II. diskutierten Kosten auftreten können. Auch erscheint unter der praxisrelevanten Annahme heterogener Nutzer eine Einheits-Bedienungswahrscheinlichkeit nicht präferenzadäquat. In diesem Abschnitt wollen wir uns überlegen, auf welche Art und Weise weitere Effizienzverbesserungen erreicht werden können.

¹⁰³ Vgl. Wilson (1989); Chao / Wilson (1987); Viswanathan / Tse (1989).

Abschnitt D.II. stellte das für Ökonomen wenig erstaunliche Ergebnis dar, daß der Preismechanismus die auf das Zuweisungsergebnis bezogene maximal mögliche Wohlfahrt realisiert. Wie in D.I. und D.II. ausgeführt wurde, ist jedoch die Anwendung des Preismechanismusses bei nicht prognostizierbarer Überlast und spontaner Rationierung in Form einer ad-hoc Preisanpassung oft weder möglich noch ökonomisch adäquat. Als Kriterium für die ökonomisch adäquate Anwendung eines Rationierungsverfahrens wurde die Höhe des Sal-dos aus Nutzen und Betriebskosten im Vergleich zu alternativen Verfahren herangezogen. Aufgrund der zeitlichen Nähe von tatsächlicher Nutzung und Bekanntwerden der Rationierung kann erstens die Zahlungsbereitschaft, wenn überhaupt, häufig nur unter hohen Transaktionskosten evaluiert werden. Eine spontane Auktion z.B. ist in vielen Fällen kaum durchführbar. Zweitens verfehlt der Preis seine Lenkungs-funktion, wenn die Nachfragefunktion im relevanten Bereich aufgrund mangelnder Ausweichmöglichkeiten inelastisch wird. In diesem Fall müßte zusätzlich zum Preis rationiert werden. Spontane Rationierungen verursachen drittens Kosten aufgrund der vergebenen Option und viertens Unreliability Kosten.

Die Zeitknappheit als Hauptursache dieser Kosten weist auf den Ansatzpunkt für effizienzverbessernde Maßnahmen hin. Soll der Preismechanismus bei nicht prognostizierbarer Überlast ökonomisch adäquat implementiert werden, so ist an der zeitlichen Entzerrung der relevanten Handlungsschritte anzusetzen. Die Zeit zwischen Z_1 und Z_5 (Zeitspanne c) läßt sich in zwei wesentliche Zeitspannen unterteilen (siehe Abbildung 36C). Die Zeit zwischen Z_1 und Z_4 (Zeitspanne b) muß lang genug sein, damit eine „sinnvolle“ Rationierung implementiert werden kann, die nicht spontan auf irgendeine Weise das Angebot rationieren muß. Die Zeit zwischen Z_4 und Z_5 (Zeitspanne a) muß dem Nachfrager erlauben, eine andere Option zu ergreifen, nachdem er darüber informiert wird, daß er das Gut nicht erhält. Eine spontane Rationierung sollte also möglichst vermieden werden.

Die Rahmenbedingungen für eine adäquate Lösung dieses Problems kann ein Terminmarkt¹⁰⁴ herstellen.¹⁰⁵ Ein Terminmarkt zieht die Artikulation der Nachfragewünsche sowie den Ausgleich von Angebot und Nachfrage zeitlich vor und erreicht damit den erforderlichen zeitlichen Abstand zwischen Bekanntgabe der Nachfrage und der Nutzung. Sind die Nachfragewünsche rechtzeitig bekannt und übersteigen sie das erwartete Maß, kann zum einen effizient und zum anderen so rechtzeitig rationiert werden, daß nach der Rationierung noch ausreichend Zeit für die Auswahl von Alternativen besteht.

¹⁰⁴ Auf einem Terminmarkt wird Angebot und Nachfrage nach Gütern oder Rechten pretial ausgeglichen, deren Lieferung oder Inanspruchnahme zu einem vereinbarten Termin in der Zukunft erfolgt. Vgl. Schumann (1992), S. 232; Hensing (1994), S. 11ff.

¹⁰⁵ Vgl. z.B. Wilson (1989).

Es ist jedoch zu beachten, daß sich in der Zeit zwischen Rationierung und Nutzung weder die angebotene noch die nachgefragte Menge ändern darf, damit der Markt auch noch zum tatsächlichen Nutzungszeitpunkt ausgeglichen ist. Unerwünschte Folgen eines späteren Nachfrageanstiegs in Form spontaner Überlast können durch solche Transaktionsbedingungen vermieden werden, die zum einen das Angebot nur unter denjenigen Nachfragern zuteilen, die ihren Nutzungs-Wunsch derart frühzeitig äußern, und zum anderen alle später auftretenden Interessenten von der Nutzung ausschließen.

Probleme können jedoch entstehen, wenn sich zwischen den beiden Zeitpunkten (Rationierung Z_4 und Nutzung Z_5) die Kapazität verringert. Unerwartete Kapazitätsschwankungen verursachen Unsicherheiten bezüglich der Anzahl der auf dem Terminmarkt zu vergebenden Rechte. Gehen wir davon aus, daß die tatsächliche Kapazität geringer ist als die erwartete, die Rechte aber auf Basis der erwarteten Kapazität vergeben wurden. Möchten alle Rechteinhaber die Nutzung in Anspruch nehmen, übersteigt die Nachfrage das Angebot und es kommt zur unerwarteten Überlast. Dieser Sachverhalt wurde in Abschnitt D.I. als kapazitätsinduzierte Überlast bezeichnet.

In diesem Fall kann das auf dem Terminmarkt frühzeitig erworbene Nutzungsrecht keine hundertprozentige Bedienung garantieren. Es wird nach der zeitlich vorgezogenen Rationierung eine zusätzliche ad-hoc Zuweisung erforderlich. Bei kapazitätsinduzierter Überlast können also auch bei effizienter Rationierung der erwarteten Anzahl Rechte W-Kosten, Betriebskosten eines nun noch zusätzlich wirkenden Rationierungsverfahrens und Kosten der unsicheren Bedienung entstehen.

Im folgenden wollen wir zunächst für die nachfrageinduzierte Überlast zeigen, wie die Instrumente Reservierung und Priority-Pricing im Rahmen eines Terminmarktes die Kosten der Rationierung verringern können und welche Anforderungen eine sinnvolle Implementierung dieser Instrumente an die zu rationierenden Rechte stellt. Anschließend wird diskutiert, wie im Fall der kapazitätsinduzierten Überlast vorgegangen werden kann, um Anzahl und unerwünschte Folgen unerwarteter Kapazitätsverringerungen zumindest zu reduzieren.

a) Rationierungsverfahren bei nachfrageinduzierter Überlast

aa) Reservierung

Eine Reservierung ist eine Ex-ante-Zuteilung von Rechten, die bei nachfrageinduzierter Überlast die Nutzung bzw. den Kauf zu einem bestimmten

Zeitpunkt garantieren.¹⁰⁶ Wir gehen davon aus, daß die Reservierung kostenlos erfolgt.¹⁰⁷ Im Falle nachfrageinduzierter Überlast bestehen lediglich Unsicherheiten bezüglich der tatsächlichen Anzahl der Nachfrager zum fraglichen Nutzungszeitpunkt. Die Kapazität verändert sich nicht. Aufgrund dessen kann der Anbieter eine der durch die Kapazität vorgegebenen Nutzungsmenge entsprechende Anzahl Rechte verteilen. Deren Inhaber sind alle zur Nutzung zum fraglichen Zeitpunkt berechtigt, die Rechte garantieren bei nachfrageinduzierter Überlast hundertprozentige Versorgungssicherheit.¹⁰⁸

Bei einer Reservierung äußert der Nachfrager i seinen Nachfragewunsch (zu dem im Zeitpunkt Z_0 gesetzten Preis) im Zeitpunkt Z_{i1} geraume Zeit¹⁰⁹ vor der tatsächlichen Nutzung Z_5 (siehe Abbildung 40).¹¹⁰ Daraufhin überprüft der Anbieter, ob er diesem Kaufwunsch zum gewünschten Zeitpunkt entsprechen kann und informiert den Nachfrager sofort darüber, ob er später zum Zuge kommt und erteilt im positiven Fall eine bindende Zusage. Dieses Procedere ist für den Anbieter bei nachfrageinduzierter Überlast einfach, da er lediglich überprüfen muß, ob die Kapazität abzüglich der bereits eingegangenen Reservierungen noch ausreicht, um den fraglichen Nachfrager zum Zuge kommen zu lassen.¹¹¹ Die bindende Zusage ist als zeitlich vorgezogene Zuweisung des

¹⁰⁶ Reservierungen sind z.B. vor Restaurant-, Kino- und Theaterbesuchen üblich, ein anderes Beispiel stellt die derzeit praktizierte Slotvergabe dar.

¹⁰⁷ Dies ermöglicht eine trennschärfere Abgrenzung zum Priority-Pricing, das in Abschnitt D.III.2.a)bb) dargestellt wird.

¹⁰⁸ Eine Reservierungslösung bedeutet im allgemeinen nicht, daß Nachfrager ohne Reservierung generell nicht bedient werden. Sind nicht reservierte Nutzungsmöglichkeiten vorhanden, so können sie diese in Anspruch nehmen. Im Falle des Nachfrageüberschusses kommen die Nachfrager ohne Reservierung nicht zum Zuge, das heißt sie tragen das Risiko der unsicheren Bedienung.

¹⁰⁹ Hier wird absichtlich der unbestimmte Begriff geraume Zeit gewählt, da die Transaktionsbedingungen bezüglich des Zeitraumes für Reservierungen unterschiedlich sein können. Der Anbieter kann z.B. den Zeitraum definieren, innerhalb dessen eine Reservierung möglich ist, also die längste und die kürzeste Zeitspanne zwischen Äußerung des Nachfragewunsches und dem Nutzungszeitpunkt. Er kann aber diesen Zeitraum auch offen lassen, so daß der Nachfrager bei der Wahl des Reservierungszeitpunktes völlig frei ist.

¹¹⁰ Es gibt Situationen, in denen alle Nachfrager zugleich nutzen, z.B. bei einem Flug. Hier startet das Flugzeug zu einem bestimmten Zeitpunkt, zu dem alle Nutzer präsent sein müssen. Somit gibt es einen für alle geltenden Zeitpunkt Z_5 . Diese Situation wird in folgenden zugrunde gelegt. In anderen Situationen, z.B. beim Restaurantbesuch, kann jeder Nachfrager den Zeitpunkt des Nutzungsbeginns selber bestimmen, so daß es individuelle Nutzungszeitpunkte Z_{5i} gibt, die sich i.d.R. überlappen werden.

¹¹¹ Da die Reservierung hier im kurzfristigen Zeithorizont betrachtet wird, soll an dieser Stelle auf einen Vorteil im langfristigen Zeithorizont nur hingewiesen werden. Aufgrund der Reservierungswünsche ist der Anbieter je nach dem Reservierungszeitpunkt frühzeitig über zumindest die von den reservierenden Interessenten nachgefragte Menge informiert und hat die Möglichkeit, die Kapazität bis zum Nutzungszeitpunkt entsprechend anzupassen.

Rechtes zu interpretieren (Zeitpunkt Z_{4i}). Der Nachfrager, der von der Reservierungsmöglichkeit Gebrauch macht, entzerrt für sich die kritischen Zeitpunkte der Rationierung (Z_{4i}) und der Nutzung (Z_5) (siehe zu den Zeitschritten Abbildung 40).

Idealerweise erfolgt die Reservierung und damit die Rationierung Z_{4i} so zeitig, daß Nachfrager, die nicht zum Zuge kommen, andere Alternativen auswählen können. Z.B. können Fluggesellschaften, die ihre Wunsch-Slots nicht erhalten, andere Slots reservieren. Autofahrer, deren bevorzugte Strecke bereits ausgebucht ist, können entweder ihre Fahrtroute ändern oder ein anderes Verkehrsmittel wählen. Ein wesentlicher Vorteil besteht also darin, daß den reservierenden Nachfragern keine Kosten der vergebenen Optionen im Fall der Nichtbedienung entstehen.

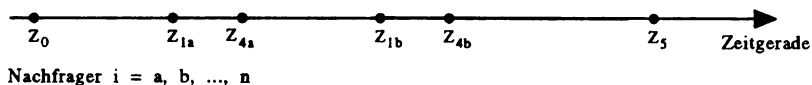


Abb. 40: Reservierung

Des weiteren entstehen dem Nachfrager, der von der Reservierungsmöglichkeit Gebrauch macht, keine oder in jedem Fall geringere Unreliability Kosten, verglichen mit der Situation ohne Reservierung. In welchem Umfang auch bei Reservierung Unreliability Kosten entstehen, hängt davon ab, ob der Nachfrager bereits die Ungewißheit vor der Reservierung als Nutzenminderung empfindet. Nach dem Reservierungsversuch gibt es keine Unsicherheit bezüglich der Versorgungssicherheit, weil der Nachfrager aufgrund des frühzeitigen Zuweisungsprocedures weiß, ob er das Gut erhält oder nicht.

Für die Entscheidung, ob und wenn ja, in welchen Bereichen die Reservierung eine effiziente Lösung des Überlastproblems sein kann, müssen natürlich auch die Kosten des Verfahrens betrachtet werden. Dabei geht es darum

1. welche Betriebskosten die Anwendung des Verfahrens verursachen kann
 - a) ob den Nachfragern neben den erwähnten Vorteilen auch Nachteile in Form von Nutzenminderungen bei der Reservierung entstehen können
 - b) welche Kosten dem Anbieter entstehen
2. wie sich die Reservierungslösung auf die W-Kosten auswirkt.

Damit die Reservierung überhaupt praktiziert werden kann, müssen die Nutzungen unter bestimmten Rahmenbedingungen stattfinden. Wie später deutlich wird, verursacht die Herstellung dieser Bedingungen den Großteil der Kosten, die dem Anbieter bei der Anwendung dieses Rationierungsverfahrens entstehen. Da die Rahmenbedingungen in ähnlicher Weise für die Anwendung des

Priority-Pricing erforderlich sind, werden die dem Anbieter entstehenden Kosten (Punkt 1b) nach der Darstellung des Priority-Pricing für beide Verfahren gemeinsam betrachtet.

Hier gehen wir zunächst auf den Punkt 1a) ein. Bezüglich möglicher Nachteile dieses Rationierungsverfahrens für die Nachfrager müssen wir überlegen, welche Anforderungen dadurch an sie gestellt werden. Nachfrager, die reservieren wollen, müssen in der Lage sein, ihre Nutzung hinsichtlich Ort und Zeit zu planen. Insbesondere, wenn die Nutzung nur nach Reservierung möglich ist, wird dadurch die Freizügigkeit der Nachfrager stark eingeschränkt. In einigen Fällen kann es sehr schwierig sein, die Nachfrage quantitativ, räumlich und zeitlich genau zu konkretisieren. Dies ist z.B. beim Straßenverkehr der Fall. Die wenigsten Autofahrer könnten für alle ihre Fahrten im voraus genau Ort und Uhrzeit angeben. Sie würden ihre Freizügigkeit als stark eingeschränkt empfinden, wenn sie nur zu den vorher angegebenen Terminen auf den jeweiligen Strecken fahren dürften.¹¹² Die jederzeitige Nutzbarkeit der Straßen stellt gerade einen besonderen Vorteil dieser Infrastruktur dar.

Dieses Problem tritt bei den typischen geregelten Nutzungen (Slots und Schienennutzungsrechte) nicht auf.¹¹³ Der unmittelbare Nachfrager nach diesen Nutzungsrechten ist i.d.R. eine Transportgesellschaft.¹¹⁴ Diese muß aufgrund der Fahrplangebundenheit ihrer Transportdienstleistungen sowieso in der Lage sein, die Nutzungszeitpunkte zu planen, so daß die Planbarkeit im Rahmen der Reservierungslösung keine zusätzlichen Aufwendungen verursacht. Somit sind die fahrplangebundenen, geregelten Infrastrukturnutzungen unter Berücksichtigung dieser Kosten für eine Reservierungslösung geeigneter. Hier soll explizit darauf hingewiesen werden, daß die Fahrplangebundenheit die entscheidende Eigenschaft bezüglich der Höhe der Kosten aufgrund der Planbarkeit darstellt. Die Regelbarkeit einer Nutzung würde diese Kosten nicht senken, wenn die gezielte Nutzung typischerweise spontan getätigt würde.

Als Zwischenergebnis halten wir fest, daß im wesentlichen die Planbarkeit der Nutzung darüber entscheidet, ob die Reservierung aus Sicht der Nachfrager ein geeignetes Verfahren zum Umgang mit stochastischen Überlasten ist.

Um eine Aussage über die W-Kosten (Punkt 2) treffen zu können, müssen wir feststellen, nach welchem Verfahren die Reservierung die Angebotsmenge rationiert. Über die Zuweisung des Rechtes entscheidet der Zeitpunkt des Reservierungsversuchs, es handelt sich hier also um eine nicht-pretiale Rationierung. Je früher reserviert wird, das heißt je länger die Zeitspanne zwischen Re-

¹¹² Ähnlich verhält es sich z.B. bei der Stromversorgung.

¹¹³ Ebenso erscheint z.B. die Einschränkung bei der Reservierung eines Platzes im Restaurant weniger gravierend, da ein Restaurantbesuch i.d.R. leicht zu planen ist

¹¹⁴ Von privater Nutzung sehen wir ab.

servierungszeitpunkt und Nutzung ist (in Abbildung 40 die Strecke zwischen Z_{1i} und Z_5), desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, daß dem Reservierungswunsch entsprochen wird. Die Zuweisung der Rechte erfolgt gemäß der zeitlichen Reihenfolge der Reservierungswünsche. Damit ist die Reservierung als first-come-first-serve Rationierung zu klassifizieren.

Zur Ermittlung der W-Kosten muß festgestellt werden, ob die frühzeitige Reservierung positiv mit der Wertschätzung des Gutes korreliert, das heißt, ob derjenige Nachfrager, der als erster reserviert, auch die höchste Zahlungsbereitschaft für das Gut hat, der zweite die zweithöchste Zahlungsbereitschaft usw. In der Regel können wir davon nicht ausgehen. Beispielsweise kann ein Geschäftsreisender, der einen kurzfristig gesetzten Termin wahrnehmen muß,¹¹⁵ eine höhere Zahlungsbereitschaft für einen Platz im Flugzeug haben als ein Urlauber, der in der Lage war, den Flug frühzeitig zu buchen. Um eine grobe Vorstellung von den W-Kosten zu geben, gehen wir davon aus, daß die Korrelation von Planungsfähigkeit und Zahlungsbereitschaft dem Zufallsprinzip folgt. Somit nehmen wir W-Kosten annäherungsweise im Umfang der RAN-Reservierungskosten an.

Zuvor wurde die in der Realität übliche Reservierungspraxis dargestellt. Zur theoretischen Ergänzung soll nun auf die Möglichkeit hingewiesen werden, die Reservierung mit einer pretialen Lösung zu kombinieren. Zum einen kann eine pretiale Rationierung stattfinden, indem die reservierten Rechte handelbar gemacht werden. Dann könnten theoretisch die W-Kosten vermieden werden. Die Knappheitsrenten im Überlastfall würden von den Erstinhabern der Rechte abgeschöpft. Je näher jedoch der Handel am Nutzungszeitpunkt stattfindet, desto mehr nähert sich diese Lösung der ad-hoc-Preissetzung mit den dort auftretenden Problemen an. Des weiteren fielen sowohl bei Käufern als auch bei Verkäufern dieser Rechte Informationskosten an, weil sie sich darüber informieren müssen, welche Personen jeweils als Marktgegenseite in Frage kommen.

Zum anderen kann der Anbieter die Rechte selber pretial rationieren. Hier können wir zwei Möglichkeiten unterscheiden. Erstens kann er einen Preis für die Reservierung erheben. Je höher dieser gesetzt wird, desto stärker werden die Personen mit der ex-ante höchsten Zahlungsbereitschaft aus der Menge der Nachfrager herausgefiltert und der Charakter der Zufallsrationierung gemindert.¹¹⁶ Zweitens kann der Anbieter eine Auktion unter den Reservierenden veranstalten, wenn mehr Reservierungswünsche vorliegen, als bedient werden können. Der Vorteil besteht darin, daß der Anbieter je nach Auktionsdesign gute Informationen über die Zahlungsbereitschaften der Nachfrager erhält und

¹¹⁵ Aufgrund des kurzfristig gesetzten Termins hatte der Geschäftsreisende keine Möglichkeit mehr zu reservieren.

¹¹⁶ Mit einem solchen Preis sind keine Entschädigungen für den administrativen Aufwand gemeint, wie sie z.B. bei Bahnreservierungen gezahlt werden.

aufgrund dessen genau den Preis setzen kann, der Angebot von und Nachfrage nach Reservierungen ausgleicht. Für die Durchführung einer Auktion müssen jedoch alle Nachfragewünsche, die bei der Rationierung berücksichtigt werden sollen, zum Zeitpunkt der Auktion vorliegen. Da die übliche Reservierung im positiven Fall eine individuelle Zuweisung direkt nach der Äußerung des Reservierungswunsches vorsieht, müssen die Transaktionsbedingungen dementsprechend für die Auktionslösung geändert werden.

In beiden Fällen führt die Nutzung des Preismechanismus erwartungsgemäß dazu, daß die W-Kosten der kostenlosen Reservierung zumindest reduziert werden. Da aber beiden Lösungen bereits das Grundprinzip des Priority-Pricing anschneiden, wird die zusätzliche Einführung der pretialen Lösung im Abschnitt D.III.2.a)bb) Priority-Pricing diskutiert.

Wir fassen daher hier noch einmal die wesentlichen Kosten und Nutzen der üblichen Reservierungslösung im Fall nachfrageinduzierter Überlast zusammen.

Die bisher betrachteten Kosten der Reservierungslösung bestehen im wesentlichen aus Aufwendungen der Nachfrager für die Planung und aus W-Kosten wegen möglicher Zulassung „falscher“ Nachfrager. Es wurde dargestellt, daß die Planung Nachfragern, die die Nutzungen als Transportdienstleistungen innerhalb eines Fahrplans Endnutzern anbieten¹¹⁷ i.d.R. keine zusätzlichen Aufwendungen verursacht. Dagegen entstehen bei Nutzungen, deren Vorteil gerade die spontane Inanspruchnahme ist,¹¹⁸ u.U. prohibitiv hohe Kosten aufgrund des Planungserfordernisses. Dies wirkt sich insbesondere dann aus, wenn ohne Reservierung keine oder wenige Nutzungsmöglichkeiten gegeben sind und die Nachfrager somit zur Planung gezwungen werden, wenn sie mit einiger Sicherheit nutzen wollen. W-Kosten treten sowohl bei fahrplangebundenen als auch bei spontanen Nutzungen auf.

Der Vorteil der Reservierungslösung besteht für alle Nutzungen darin, daß die Kosten, verursacht durch unsichere Bedienung, für diejenigen Nachfrager, die die Lösung in Anspruch nehmen, vermieden werden.

Nachdem wir nun Vorteile und Kosten der Reservierung dargestellt haben, sollen Probleme der Umsetzung nicht unerwähnt bleiben. Hier sind zum einen die Bestimmung der optimalen Menge an Rechten bei Nutzungen mit der für Infrastrukturnutzungen grundsätzlich typischen Eigenschaft der partiellen Rivalität und zum anderen die trotz der Reservierung möglichen nachfrageseitigen Störfälle zu nennen.

¹¹⁷ Dies sind z.B. Fluggesellschaften und Bahnbetreiber.

¹¹⁸ Z.B. Straßennutzungen.

(1) Die optimale Anzahl der Rechte

Die optimale Menge an Rechten hängt bei partiell rivalen Nutzungen von der jeweiligen Nachfragefunktion ab.¹¹⁹ Vor der Festlegung der effizienten Menge muß also die Nachfrage bekannt sein. Eine präzise Bestimmung der effizienten Nutzerzahl erfordert damit, daß es einen Zeitpunkt Z_1 gibt, bis zu dem alle zu berücksichtigenden Nachfragewünsche abgegeben werden müssen. Um zu vermeiden, daß sich die effiziente Menge einschließlich der Qualität kurz vor Nutzung verändert, werden dann Nachfrager ohne Reservierung ausgeschlossen. Theoretisch müßten die Nachfrager jedoch vor der Zuteilung über die durch die Mengenbestimmung festgelegte Qualität der Nutzung informiert werden. Bei Äußerung ihres Nutzungswunsches war diese noch nicht bekannt und könnte im Extremfall zu Veränderungen der Nachfrage führen. Damit solche Interaktionen sinnvoll durchführbar sind, ist es notwendig, daß die Zeitpunkte Z_1 , Z_4 und Z_5 hinreichend weit auseinander liegen.

In der Praxis wird die Definition der Rechteanzahl jedoch vereinfacht, auch wenn ein präzises Verfahren möglich wäre. Slots werden beispielsweise exogen aufgrund bestimmter Sicherheitsvorgaben definiert.¹²⁰ Auf diese Sicherheitsvorgaben hat dann die tatsächlich nachgefragte Menge keinen Einfluß und muß somit auch nicht berücksichtigt werden.¹²¹

(2) Reservierung und nachfrageseitige Störfälle

Das Reservierungs-Verfahren wird bei der Slotvergabe bereits praktiziert.¹²² Obwohl die Anzahl der Nachfrager damit bekannt ist, kann das Verfahren keine störfallfreie Bedienung garantieren.¹²³ Der Grund dafür besteht darin, daß die Reservierung nur auf einen bestimmten Zeitraum oder Zeitpunkt bezogen ist. Gehen wir davon aus, daß eine Fluggesellschaft Start- und Landerechte auf Basis störfallfreier Flugzeiten reserviert. Tritt nun z.B. während des Fluges ein unvorhersehbarer, verzögernder Störfall ein, kann die Gesellschaft ihr reserviertes Landerecht nicht mehr in Anspruch nehmen.¹²⁴ Auch wird sie i.d.R. für den nun benötigten späteren Zeitpunkt kein Recht reserviert haben, da sie die-

¹¹⁹ Siehe Kapitel C.

¹²⁰ Siehe Abschnitt B.I.

¹²¹ Sind nach der Reservierung noch Rechte übrig, könnten diese z.B. gemäß first-come-first-serve spontanen Nutzern zugewiesen werden.

¹²² Siehe die ausführliche Darstellung des Slotvergabeverfahrens in Kapitel B. Ähnlich wird bei der Schienennutzung vorgegangen.

¹²³ Vgl. Abschnitt D.I.

¹²⁴ Gleiches gilt für verspätete Züge, die ihre Trassenreservierung nicht mehr wahrnehmen können.

sen zum Zeitpunkt der Reservierung noch nicht kannte. Es tritt also wieder das Problem unerwarteter Überlast einschließlich der damit verbundenen Rationierungskosten auf.

Um die angesichts einer Störfall-Wahrscheinlichkeit entstehenden Rationierungskosten zu senken, gibt es im Rahmen der Reservierungslösung im wesentlichen zwei Möglichkeiten.

Eine Möglichkeit basiert auf den Überlegungen des Crew/Kleindorfer-Modells. Im kurzfristigen Zeithorizont schlug dieses Modell vor, über eine angemessene Preiserhöhung die Nutzeranzahl so zu verringern, daß ein unerwarteter Nachfrageüberschuß seltener auftritt. Da die typische Reservierungslösung über die Menge und nicht über den Preis rationiert, muß die Nutzerzahl entsprechend über die Anzahl der Rechte verringert werden. Das bedeutet, daß weniger Rechte vergeben werden als gemäß der effizienten Bestimmung ohne Einbeziehung möglicher Störfälle vorhanden wären. Die verringerte Anzahl Nutzer mit entsprechenden Toleranzzeiten ermöglicht, daß Störfälle besser „aufgefangen“ werden, das heißt den normalen Betrieb nicht in erheblichem Maße stören.¹²⁵ Zu störfallfreien Zeiten ist dann die Kapazität allerdings nicht effizient ausgelastet.

Eine andere Möglichkeit kann darin bestehen, daß ein Nachfrager mit Präferenzen für hohe Versorgungssicherheit mehrere Rechte, beispielsweise im Voroder Folge-Zeitintervall, reserviert. Flugzeuge, die aufgrund von Störfällen die Nutzung zu einem Zeitpunkt nachfragen, für den sie keinen Slot haben, können ihre Situation verbessern, wenn sie für gewisse Toleranzzeiträume¹²⁶ ebenfalls Slots buchen. Wenn solche Reserve-Buchungen allerdings nicht mit der Zahlung der jeweils relevanten Knappheitspreise verbunden sind, führt dieser Vorschlag zu gravierenden Ineffizienzen.¹²⁷

bb) Priority-Pricing

(1) Das Grundprinzip

Als Priority-Pricing wird eine bestimmte institutionelle Ausgestaltung einer pretialen Rationierung im Überlastfall bezeichnet. Dabei geben die Nachfrager

¹²⁵ So wird in der Praxis bei der Definition von Slots verfahren. Siehe Abschnitt B.I.

¹²⁶ Diese Toleranzzeiträume würden die bei der Slotvergabe sowieso einkalkulierten Zeiträume überschreiten.

¹²⁷ Die Ineffizienzen werden sich im wesentlichen aus hohen W-Kosten und Verschwendung von Kapazität zusammensetzen. Ein ähnliches Verfahren diskutieren Panzar / Sibley unter der Bezeichnung „self rationing“ für die Stromversorgung. Bei diesem Verfahren wird aber ein Preis für die Buchung erhoben. Vgl. Panzar / Sibley (1978). Vgl. auch Cannon (1987). Zu einem differenzierteren Vorschlag zur Selbstrationierung vgl. Schwarz / Taylor (1987).

ihre Zahlungsbereitschaft für die bevorzugte Bedienung im Überlastfall vor dessen Eintritt (ex-ante) bekannt¹²⁸ und erwerben Rechte, die ihnen bevorzugte Bedienung im Überlastfall garantieren.

In Abschnitt D.I. wurde diskutiert, wie sich eine ad-hoc-Preissetzung als pretiales Rationierungsverfahren bei Überlasten darstellt und welche Kosten und Nutzen dabei entstehen. Das Priority-Pricing wird als eine Art Synthese von ad-hoc-Preissetzung und Reservierung vorgestellt. Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über Kosten und Nutzen dieser beiden Rationierungsverfahren. Der reale Ressourcenverzehr, der als Teil der Betriebskosten bei der Operationalisierung der Verfahren dem Anbieter entsteht (Punkt 1b der in Abschnitt D.III.2.a)aa) aufgeführten Kosten), wird in Abschnitt D.III.2.b) erläutert und findet sich daher erst in der abschließenden Tabelle 2 am Ende des Abschnittes D.III.

Tabelle 1

Rationierungskosten bei der ad-hoc-Preissetzung und der Reservierung

	W-Kosten	Kosten der unsicheren Bedienung		Aufwendungen für Planbarkeit	Verbesserungen qualitativer Effizienz
		Vergebene Option	Unreliability Kosten		
I. Ad-hoc-Preissetzung	Bei theoretisch funktionierendem Preismechanismus keine Verliert der Preis aufgrund zeitlicher Nähe v. Rationierung und Nutzung seine Lenkungsfunktion, ist keine pretiale Rationierung möglich	ja	ja	keine	nein

- Fortsetzung -

¹²⁸ Vgl. z.B. Chao / Wilson (1990), S. 598.

- Fortsetzung -

	W-Kosten	Kosten der unsicheren Bedienung		Aufwendungen für Planbarkeit	Verbesserungen qualitativer Effizienz
		Vergebene Option	Unreliability Kosten		
2. Reservierung	W-Kosten annähernd im Umfang der RAN-Rationierung	bei nachfrage-induzierter Überlast für diejenigen, die reservieren und den reservierten Zeitpunkt einhalten, nicht	bei nachfrage-induzierter Überlast für diejenigen, die reservieren und den reservierten Zeitpunkt einhalten, nicht	hoch	ja

Die Tabelle zeigt, daß sich die beiden Rationierungsverfahren bezüglich der Kosten komplementär verhalten. Während die ad-hoc-Preissetzung unter idealen Umständen in der Lage ist, die W-Kosten zu vermeiden, treten bei der Reservierung W-Kosten annäherungsweise im Umfang der RAN-Rationierung auf. Aufwendungen für Planbarkeit sind bei der Reservierung hoch und entfallen bei der ad-hoc-Preissetzung. Demgegenüber entfallen die Kosten aufgrund der unsicheren Bedienung bei der Reservierung, während sie bei der ad-hoc-Preissetzung gravierend sein können. Diejenigen Kosten, die bei dem einem Verfahren vermieden werden, treten also bei dem anderen Verfahren auf und umgekehrt.

Die Grundidee des Priority-Pricing ist es, den Preismechanismus als *ceteris paribus* effizientestes Rationierungsverfahren zu nutzen und dabei die hohen Kosten, die dessen ad-hoc Anwendung im Überlastfall verursacht, zu vermeiden. Das Grundprinzip des Priority-Pricing wird zunächst anhand nachfrageinduzierter Überlast erklärt. Dies vereinfacht die Erläuterung, da bei nachfrageinduzierter Überlast erstens hundertprozentige Bedienung garantiert werden kann und zweitens bekannt ist, wieviele hundertprozentige Bedienung garantierende Rechte existieren. Die Anzahl dieser Rechte entspricht der durch die Kapazität vorgegebenen Nutzungsmenge.¹²⁹

Die ex-ante Bekanntgabe der Zahlungsbereitschaft für die sofortige Bedienung (Priorität) beim Priority-Pricing stellt den wesentlichen Unterschied zur

¹²⁹ Siehe Abschnitt D.III.2.a)aa).

ad-hoc-Preissetzung dar, bei der die Zahlungsbereitschaft erst dann abgegeben wird, wenn der Überlastfall bereits eingetreten ist. Der wesentliche Vorteil des Priority-Pricing besteht darin, daß die kritische Zeitspanne c (Zeitspanne zwischen dem Zeitpunkt der Bekanntgabe aller relevanten Nutzungswünsche Z_1 und Nutzung Z_5) verlängert wird. Die geeignete Länge dieser Zeitspanne kann der Anbieter bestimmen, in dem er einen Zeitpunkt definiert, bis zu dem alle Nachfrager, die bei der Zuweisung der Prioritäten berücksichtigt werden wollen, ihre Zahlungsbereitschaften abgeben müssen.

Mit geeigneter Länge ist gemeint, daß die Zeit ausreicht,

1. aufgrund der Information über die Höhe der Zahlungsbereitschaften durch entsprechende Preissetzung das Angebot von und die Nachfrage nach Prioritäten auszugleichen,
2. diejenigen Nachfrager mit den höchsten Zahlungsbereitschaften für Prioritäten im Überlastfall zu identifizieren und diesen die Prioritätsrechte zuzuweisen und
3. daß Nachfrager, die keine Priorität erhalten, Handlungsalternativen wählen können.

Bezüglich der ersten beiden Aspekte muß die Zeitspanne b ($Z_1 - Z_4$) lang genug sein, damit die Vorgänge zu den Zeitpunkten Z_2 (Preisverhandlung), Z_3 (Preissetzung) und Z_4 (Rationierung) sinnvoll ablaufen können (siehe Abbildung 41C).¹³⁰

Der dritte Aspekt betrifft die Zeitspanne zwischen Rationierung Z_4 und Nutzung Z_5 (Zeitspanne a in Abbildung 41C). Die Vorteile einer zeitlichen Entzerrung von Rationierung und Nutzung wurden bereits bei der Diskussion der Reservierungslösung identifiziert. Denjenigen Nachfragern, die Prioritäten erhalten, entstehen keine Unreliability Kosten, weil sie mit dem Recht die Gewißheit erwerben nutzen zu dürfen. Keinem Nachfrager entstehen Kosten der vergebenen Option, da Nachfrager, die keine Priorität erhalten, nach der Rationierung Handlungsalternativen auswählen können.¹³¹ Da den Nachfragern Handlungsoptionen i.d.R. offenstehen, können sie im Falle einer pretialen Rationierung auf den Preis reagieren. Unter diesen Umständen erfüllt der Preis hier seine

¹³⁰ Wenn unterstellt werden kann, daß vorgezogene Preisverhandlungen weniger Aufwand verursachen als solche, die während der Überlastsituation durchgeführt werden, so reduziert das Priority-Pricing die in Tabelle 2 unter b) und c) bei der ad-hoc-Preissetzung aufgeführten Betriebskosten. Siehe Tabelle 2, die die Kosten der verschiedenen Rationierungsverfahren am Ende des Abschnittes D.III. zusammenfaßt.

¹³¹ Sie können beispielsweise versuchen, eine Priorität für eine andere, substitutive Nutzung zu erwerben. Eine andere Option wäre, sich auf die unsichere Bedienung durch entsprechende Vorkehrungen vorzubereiten. Bei der Stromversorgung könnte der Nutzer Vorkehrungen treffen, um im Überlastfall auf Notstromaggregate zurückgreifen zu können.

Lenkungsfunktion, was eine weitere Verbesserung gegenüber der ad-hoc-Preissetzung darstellt.

ad-hoc-Preissetzung

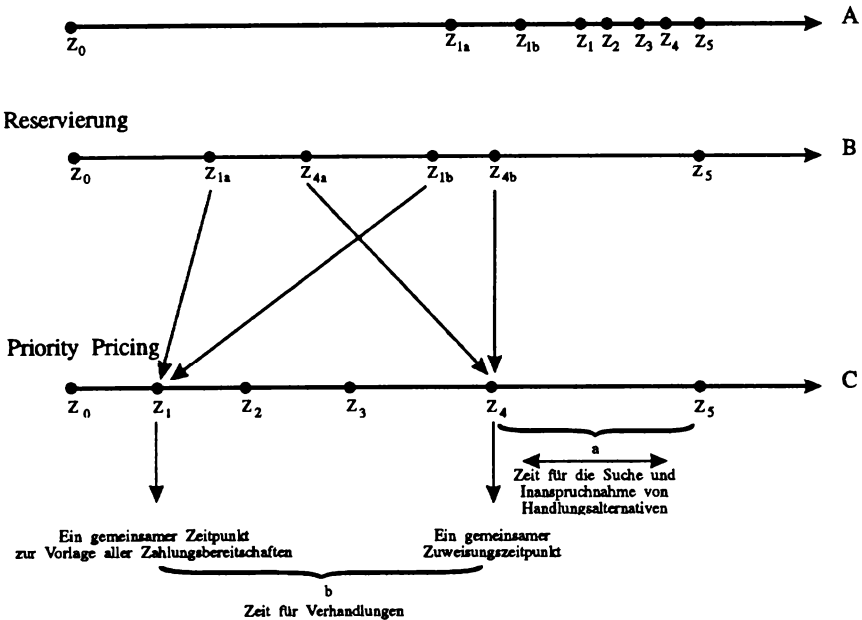


Abb. 41: Zeitliche Struktur von Kaufprozessen unter verschiedenen Rationierungsverfahren

Die ideale zeitliche Ausgestaltung des Priority-Pricing sieht also folgendes vor (siehe Abbildung 41C):

1. Die Definition eines für alle Interessenten bindenden Zeitpunktes Z_1 , bis zu dem alle Interessenten, die bei der Zuteilung der Rechte berücksichtigt werden wollen, ihre Zahlungsbereitschaften für Prioritäten angeben müssen.
2. Die Definition eines Zeitpunktes Z_4 , zu dem die Prioritäten denjenigen Nachfragern mit den höchsten Zahlungsbereitschaft zugewiesen werden. Dieser Zeitpunkt muß in hinreichend zeitlichem Abstand zu Z_1 und Z_5 liegen.

Das Priority-Pricing ermöglicht es, die Vorteile der beiden vorgenannten Verfahren, Reservierung und ad-hoc-Preissetzung, zu kombinieren und die jeweiligen Kosten nahezu auszusparen. Das Priority-Pricing als pretiales Verfahren erreicht die Vermeidung der W-Kosten, während die Nachteile eines pretialen ad-hoc-Verfahrens im Überlastfall aufgrund der Implementierung des Kernelements der Reservierung (frühzeitige Äußerung der Zahlungsbereitschaft und Zuweisung der Rechte) nicht zum Tragen kommen (siehe dazu den

Vergleich der Zeitachsen A mit B und C in Abbildung 41). Die Definition der für alle Interessenten geltenden Zeitpunkte Z_1 und Z_4 führt dazu, daß wirklich gemäß der Zahlungsbereitschaften der Interessenten rationiert werden kann und die zeitliche Reihenfolge der Nachfragewünsche keinen möglicherweise effizienzmindernden Einfluß auf das Rationierungsergebnis nimmt (siehe dazu den Vergleich der Zeitachsen B und C in Abbildung 41).

Außerdem bietet das Priority-Pricing die Möglichkeit, den verschiedenen Präferenzen der Nachfrager nach sicherer Bedienung gerecht zu werden. Die Anwendung des Priority-Pricing wandelt ein homogenes Produkt oder Recht in ein heterogenes um und führt somit zu einer Produktdifferenzierung.¹³² Z.B. ist dann das Recht „Nutzung einer Infrastruktur in einem bestimmten Zeitraum“ mit verschiedenen Bedienungswahrscheinlichkeiten statt mit nur einer einzigen erhältlich. Dies erlaubt eine präferenzadäquatere Bedienung und verbessert die qualitative Effizienz.¹³³

(2) Die Ausgestaltung

Im folgenden wird dargestellt, wie das Priority-Pricing ausgestaltet werden kann. Dabei gehen wir immer noch von nachfrageinduzierter Überlast aus, der Anbieter kann also im Umfang seiner Kapazität X_1 Prioritäts-Rechte verkaufen (siehe Abbildung 42). X_1 sei die Menge Nutzungen, die in einem bestimmten Zeitintervall möglich ist. Der Preis für eine Nutzung beträgt P_1 und führt bei „normaler“ Nachfrage N_1 zum Ausgleich von Angebot und Nachfrage. Um sich gegen überlastbedingte Nachteile zu versichern, haben die Nachfrager die Möglichkeit, Prioritäts-Rechte zu erwerben, die ihnen im Falle des Nachfrageüberschusses bevorzugte Bedienung garantieren. Diese Rechte bezeichnen wir als Erste-Klasse-Prioritäten.

Der Anbieter definiert nun einen relativ zur tatsächlichen Nutzung frühen Zeitpunkt, zu dem alle Nachfrager nach Prioritäten ihren Nachfragewunsch inklusive Zahlungsbereitschaft angeben müssen. Dieser sich aus Z_1 und Z_2 zusammensetzende Zeitpunkt wird im folgenden als Z_1 bezeichnet. Des weiteren legt er den Zeitpunkt Z_4 fest, zu dem die Rechte unter allen Nachfragern, die sich zum Zeitpunkt Z_1 gemeldet haben, rationiert werden.¹³⁴

Wir gehen davon aus, daß zum Zeitpunkt Z_1 X_3 Nachfrager um Prioritäten bieten und damit N_2 als Nachfragefunktion nach bevorzugter Bedienung be-

¹³² Vgl. Harris / Raviv (1981a), S. 357.

¹³³ Auch die Reservierung erreicht eine Produktdifferenzierung, wobei das Recht in diesem Fall mit zwei Bedienungswahrscheinlichkeiten angeboten wird.

¹³⁴ Somit wird die zeitlich aufeinanderfolgende Zuweisung wie bei der Reservierung vermieden.

kannt ist (siehe Abbildung 42). Der Anbieter kann nun alle Nachfrager gemäß der Höhe ihrer Zahlungsbereitschaft aufreihen und gleicht im Zeitpunkt Z_3 das Angebot (Menge X_1) und die Nachfrage (Menge X_3) nach Prioritäten pretial aus.¹³⁵ Zum Zeitpunkt Z_4 weist er der Menge von X_1 Nachfragern mit den höchsten Zahlungsbereitschaften die Erste-Klasse-Prioritäten zu. Die Zahlungsbereitschaften dieser Nachfrager sind durch die Punkte zwischen A_0 und Y_0 auf N_2 dargestellt. Eine derartige Allokation der Erste-Klasse-Prioritäten vermeidet die W-Kosten, und den zum Zuge gekommenen Nachfragern entstehen weder Unreliability Kosten noch Kosten aufgrund der vergebenen Option.

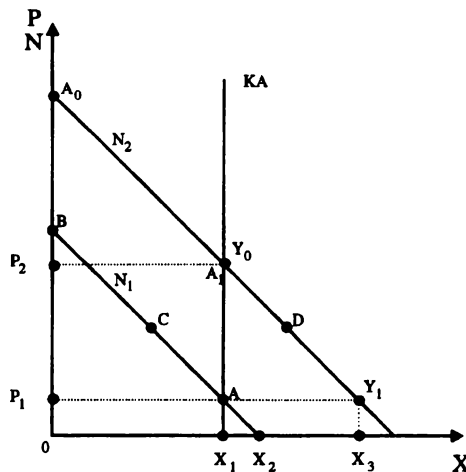


Abb. 42: Nachfrage nach und Angebot von Prioritäten

Diese haben zwar das Recht erworben, bevorzugt bedient zu werden, müssen es aber nicht in Anspruch nehmen. Gehen wir davon aus, daß nicht alle Erste-Klasse-Rechteinhaber im Überlastfall präsent sind und somit andere Nachfrager nachrücken können. Nun stellt sich die Frage, welche Nachfrager das sein sollen.

Eine Möglichkeit besteht darin, daß die beim Verkauf der Erste-Klasse-Prioritäten nicht zum Zuge gekommenen Nachfrager in der Reihenfolge ihrer Zahlungsbereitschaft nachrücken dürfen.¹³⁶ Dieses Verfahren ist jedoch nicht

¹³⁵ Der Anbieter kann entweder P_2 als Einheitspreis setzen, dieser entspricht den Opportunitätskosten, oder kann Preisdiskriminierung betreiben, indem er jedem Nachfrager sein Gebot abverlangt.

¹³⁶ Dies sind die Nachfrager mit den Zahlungsbereitschaften zwischen A_1 und Y_1 in Abbildung 42. Dieses Vorgehen entspricht sinngemäß einem von Harris / Raviv (1981a) vorgeschlagenen Modell, das sich allerdings auf kapazitätsinduzierte Überlast bezieht.

präferenzadäquat. Da die Nachfrager für eine Erste-Klasse-Priorität geboten haben, erhalten sie bei diesem einfachen Nachrückverfahren ein Recht von niedrigerer Qualität als das, wofür sie geboten haben. Um eine effiziente Allokation der nachrangigen Rechte zu gewährleisten, müßten diese z.B. auf einer zweiten Auktion versteigert werden.

Gegenüber den Erste-Klasse-Prioritäten, die sichere Bedienung verbriefen, erwerben die Nachfrager mit den nachrangigen Rechten nur Bedienungswahrscheinlichkeiten, die unter 100% liegen. Die Wahrscheinlichkeit der Bedienung als Nachrücker hängt zum einen davon ab, an wievielter Stelle der Nachfrager steht, und zum anderen davon, wieviele Nachfrager ihr Erste-Klasse-Recht nicht in Anspruch nehmen. Während der Nachfrager ersteres durch sein Gebot selber beeinflussen kann, ist er bezüglich letzterem von den Entscheidungen der Inhaber Erste-Klasse-Prioritäten abhängig. Da ihm diese zum Zeitpunkt des Rechte-Erwerbs nicht bekannt sind, besteht für ihn eine Qualitätsunsicherheit, die bei den nachrangigen Rechten nicht zu vermeiden ist.

Nachfrager, die keine Erste-Klasse-Rechte erworben haben, wissen also nicht, ob sie zum gewünschten Zeitpunkt nutzen dürfen. Ihnen stehen mehrere Handlungsmöglichkeiten zur Verfügung. Sie können

1. versuchen, ohne Prioritäts-Recht zu nutzen. Dies funktioniert, wenn hinreichend viele Rechteinhaber ihre Priorität nicht in Anspruch nehmen.
2. ein nachrangiges Recht (Recht zweiter Klasse) erwerben. Damit verbessern sie ihre Nutzungschancen gegenüber den Nachfragern ohne Recht.
3. von der Nutzung absehen und die nächstbeste Option ergreifen.

Letzteren Nachfragern entsteht eine direkte Nutzenminderung, da sie die gewünschte Leistung nicht inanspruchnehmen. Aufgrund der frühzeitigen Rationierung haben sie die Möglichkeit, auf eine Alternative auszuweichen. Dadurch wird die Nutzenminderung um die Kosten der vergebenen Option vermindert. Ersteren Nachfragern entstehen nur dann direkte Nutzenminderungen, wenn sie nicht bedient werden. Da sie im möglichen Überlastfall spontan rationiert werden, ergeben sich dann die Kosten in vollem Umfang. Gleiches gilt für die Erwerber von Rechten zweiter Klasse, nur treten die Kosten bei ihnen aufgrund der besseren Nutzungschancen seltener auf. Ebenfalls entstehen beiden Gruppen Kosten der unsicheren Bedienung, die aber ceteris paribus wieder für die Erwerber von Zweiter-Klasse-Rechten niedriger sind.

Bei der Darstellung des Priority-Pricing wurde gezeigt, daß die Rationierungskosten entweder entfallen oder gegenüber den anderen beiden Lösungen gesenkt werden. Ein Kostenbestandteil der Reservierungslösung, die Nutzenminderungen der Nachfrager aufgrund der Einschränkung der Freizügigkeit, wurde bisher noch nicht angesprochen.

Bei der Diskussion der Reservierungslösung wurde dargestellt, daß die Aufwendungen für Planbarkeit von der gewünschten Nutzung abhängen. Stellen die Nutzungen Input-Faktoren von fahrplangebundenen Dienstleistungen dar, sind die vom Rationierungsverfahren zusätzlich verursachten Aufwendungen für Planbarkeit im Normalfall zu vernachlässigen. Störfälle, z.B. schlechte Witterungsverhältnisse, konfrontieren jedoch auch Nachfrager dieser Nutzungen mit Planungsunsicherheit. Störfälle verhindern unter Umständen, daß der Nutzer den geplanten Zeitpunkt einhält, und führen dazu, daß die Nutzung zu einem von ihm nicht präzise planbaren, späteren Zeitpunkt erfolgen muß.¹³⁷ Der Nachfrager kann also zum Zeitpunkt des Rechteerwerbs kaum wissen, zu welchem Zeitpunkt er das Recht wirklich benötigt. Wählt er den ex-post betrachtet falschen Zeitpunkt, ist die für diesen Zeitpunkt gebuchte Priorität verfallen.

Da das Priority-Pricing die Rationierung für genau solche unvorhersehbaren Störfälle regeln soll, in denen die Planung allen Nachfragern Schwierigkeiten verursacht, muß bei der Ausgestaltung des Priority-Pricing darauf geachtet werden, die Aufwendungen für Planbarkeit möglichst gering zu halten.

Die Höhe dieser Aufwendungen hängt im wesentlichen von zwei durch die Ausgestaltung beeinflussbaren Faktoren ab. Erstens ist die Länge der Zeitspanne zwischen Z_1 und Z_5 relevant. Je länger diese Zeitspanne ist, desto weiter im voraus muß der Nachfrager planen, was die Planbarkeit erschwert. Die Nutzer müssen sich zum einen frühzeitig festlegen, was die Freizügigkeit der Nachfrager nicht-fahrplangebundener Nutzungen entsprechend einschränkt. Zum anderen lassen sich Störfallwahrscheinlichkeiten um so schwieriger einschätzen, je eher diese Einschätzung getroffen werden muß.

Zweitens ist die Länge des Zeitintervalls, in dem die bevorzugte Bedienung Gültigkeit hat, für die Aufwendungen für Planbarkeit von Bedeutung. Je länger dieses Zeitintervall ist, desto weniger genau muß sich der Nutzer auf eine Nutzungszeit festlegen. Kann z.B. ein Nachfrager nicht-fahrplangebundener Nutzungen bevorzugte Bedienung innerhalb von 2 oder 3 Stunden erwerben, muß er nur wissen, wann er die Leistung ungefähr inanspruchnehmen will. Damit wird seine Freizügigkeit in geringerem Maße eingeschränkt als bei zeitpunktgenauen Rechten.

Bei einem längeren Zeitintervall ist des weiteren die Wahrscheinlichkeit größer, daß eine aufgrund eines Störfalls verspätete Nutzung dennoch in das

¹³⁷ Siehe dazu Abschnitt D.III.2.a)aa)(2) „Reservierung und nachfrageseitige Störfälle“. Als Beispiel wurde ein aufgrund eines Störfalls auf dem Startflughafen verspätetes Flugzeug genannt, das dadurch den auf dem Zielflughafen reservierten Slot nicht in Anspruch nehmen kann. Als mögliche Verhaltensweise wurde die Reservierung mehrerer Zeitpunkte angeführt, was aber zumindest ein gewisses Maß an Prognostizierbarkeit erfordert.

fragliche Zeitintervall fällt und der Rechteinhaber bevorzugt bedient wird. Damit führt ein Störfall bei einem längeren Zeitintervall weniger häufig zum Verlust bevorzugter Bedienung als bei einem kürzeren Zeitintervall. In diesem Fall muß der Nachfrager nicht auf die Möglichkeit zurückgreifen, mehrere Rechte für verschiedene Zeitpunkte zu erwerben. Damit werden ihm die Aufwendungen erspart, für den Erwerb der „richtigen“ Ausweichzeitpunkte die Wahrscheinlichkeit und das Ausmaß eines Störfalls einzuschätzen.

Die Aufwendungen für Planbarkeit bzw. die Einschränkung der Freizügigkeit lassen sich also vermindern, wenn a) eine kurze Zeitspanne zwischen Z_1 und Z_5 gewählt wird oder b) die Priorität sich auf einen längeren Zeitraum bezieht.

Der Vorteil der Möglichkeit a), daß sich die Nutzer nicht lange im voraus auf einen Nutzungszeitpunkt festlegen müssen, wird allerdings durch einen gravierenden Nachteil erkauft. Je näher die Zeitpunkte der Bekanntgabe der Zahlungsbereitschaft sowie der Rationierung an den Nutzungszeitpunkt rücken, desto mehr gleicht das Priority-Pricing der ad-hoc-Preissetzung mitsamt der bei dieser Lösung existierenden Kosten. Aus diesem Grunde werden wir Möglichkeit a) nicht weiter verfolgen.

Die unmittelbare Folge der Verlängerung der Zeitintervalle (Möglichkeit b), in denen die Priorität bevorzugte Bedienung garantiert, besteht darin, daß die Anzahl der Erste-Klasse-Prioritäten reduziert wird. Legen wir vierundzwanzig Zeitintervalle von je einer Stunde am Tag zugrunde. Wie nehmen an, daß pro Zeitintervall sechs Züge ohne nennenswerte Beeinträchtigungen fahren können, selbst dann, wenn sie sich nicht gleichmäßig über das Intervall verteilen. Ist das Priority-Pricing so ausgestaltet, daß sich die Nachfrager auf ein einstündiges Zeitintervall festlegen müssen, so können 24×6 , also 144 Erste-Klasse-Prioritäten verkauft werden. Verlängern wir nun die Zeitintervalle auf drei Stunden, verringert sich die Anzahl verfügbarer Prioritäten. Da die Erste-Klasse-Prioritäten hundertprozentige Bedienung garantieren, können für ein dreistündiges Zeitintervall nur so viele Prioritäten verkauft werden, wie 100% erfüllbar sind. Treffen im ungünstigsten Fall alle Rechteinhaber zum gleichen Zeitpunkt ein, so können, wie oben erwähnt, nur sechs Inhaber bevorzugt bedient werden. Das heißt pro Zeitintervall können maximal sechs Erste-Klasse-Prioritäten verkauft werden. Da es an einem Tag nur acht dreistündige Zeitintervalle gibt, beläuft sich die Anzahl der Erste-Klasse-Prioritäten auf 8×6 , also 48 gegenüber zuvor 144 Prioritäten. Das heißt es besteht ein trade-off zwischen Anzahl der Erste-Klasse-Prioritäten und Länge der Zeitintervalle, in denen diese gültig sind.

Neben der Ausweitung der zeitlichen Gültigkeit kann der Planungsaufwand bei einigen Nutzungen auch durch eine Erweiterung der räumlichen Gültigkeit reduziert werden. Dies bezieht sich im wesentlichen auf spontane Nutzungen,

deren Nachfrager ihre Freizügigkeit weder bezüglich der Planung von Zeit noch Ort der Nutzung einschränken wollen.

Theoretisch können Prioritäten so global ausgestaltet sein, daß sie für alle Strecken und Zeiträume gelten. In diesem Fall muß auf jeder möglichen Strecke zu jeder möglichen Zeit die 100%ige Bedienungswahrscheinlichkeit garantiert werden können. Die räumliche Erweiterung der Priorität reduziert die Anzahl der verfügbaren Erste-Klasse-Prioritäten in der gleichen Weise wie die zeitliche Erweiterung gegenüber der genauen Spezifizierung bezüglich der Strecke.

Als Zwischenergebnis bezüglich der Planungs-Kosten können wir festhalten, daß die unspezifizierte Lösung diese Kosten vermeidet, da der Nachfrager sich weder zeitlich noch räumlich festlegen muß. Bei der Gesamtbeurteilung dieser Lösung ist jedoch der trade-off zwischen Umfang und Anzahl der Rechte zu beachten. Die mit der Erweiterung des Umfangs einhergehende Reduzierung der Anzahl der Rechte verursacht Opportunitätskosten, insofern als mehr Nachfrager von Kosten der unsicheren Bedienung betroffen sind. Diese Opportunitätskosten müssen durch die Zahlungsbereitschaft für die Rechte gerechtfertigt sein.

*b) Auswirkungen kapazitätsinduzierter Überlast
auf die Ausgestaltung von Reservierung und Priority-Pricing*

Überlasten, verursacht durch plötzliche, nicht prognostizierbare Kapazitätsminderungen, treten gerade bei Verkehrsinfrastrukturen häufig auf. Wie in D.I. beschrieben, können z.B. ungünstige Witterungsverhältnisse oder Unfälle dazu führen, daß weniger Nutzungen als erwartet oder, im Extremfall, in einem Zeitintervall gar keine Nutzungen möglich sind.

Das Kernproblem bei spontaner kapazitätsinduzierter Überlast besteht darin, daß die Information über die tatsächliche Kapazität erst kurz vor oder während der Nutzung, also kurz vor oder im Zeitpunkt Z_5 , generiert wird. Damit fehlt dem Anbieter zum Zeitpunkt, in dem er rationieren muß (Z_4), die grundlegende Information, welchen Umfang seine Kapazität zum späteren Nutzungszeitpunkt haben wird. Er weiß also zum Zeitpunkt Z_4 nicht, wieviel Nachfragern er Rechte zuweisen kann, die die spätere Bedienung garantieren.

Verkauft er auf Basis der normalen Kapazität von zehn Landungen pro Zeitintervall für dieses beispielsweise zehn Prioritäten mit hundertprozentiger Bedienung oder reserviert er zehn Rechte, so treten Rationierungsprobleme auf, wenn die Kapazität aufgrund längerer Wartezeiten zwischen den einzelnen Inanspruchnahmen wegen ungünstiger Witterung plötzlich nur z.B. sechs Landungen ermöglicht. In diesem Fall müssen vier von den zehn Erwerbern der ersten Prioritäten bzw. reservierten Rechten nachrangig bedient werden, obwohl

ihnen hundertprozentige Bedienung garantiert wurde. Der Anbieter müßte im Zeitpunkt Z_4 schätzen, welchen Umfang die Kapazität zum vom Nachfrager gewünschten Nutzungszeitpunkt Z_5 haben wird. Da aber eine solche Schätzung nur mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit eintrifft, kann daraus keine Bedienungsgarantie für eine der geschätzten Kapazität entsprechenden Anzahl Nutzungen abgeleitet werden. Bei einer Infrastruktur, deren Inanspruchnahme im Extremfall aufgrund kapazitätsseitiger Störfälle unmöglich ist, z.B. Vollsperrung einer Autobahn infolge eines Massenunfalls oder Einstellung des Flughafenbetriebs wegen Nebel, kann nicht einmal einem einzigen Nutzer hundertprozentige Bedienung garantiert werden.

Das bedeutet, daß selbst die Nachfrager mit der höchsten Zahlungsbereitschaft für bevorzugte Bedienung bzw. die Inhaber reservierter Rechte nicht sicher davon ausgehen können, daß sie im Überlastfall nutzen dürfen. Das heißt auch der Erwerb der höchsten Prioritätsklasse oder die Reservierung schützt nicht vor Bedienungsunsicherheit. Somit können wir als Zwischenergebnis festhalten, daß weder Priority-Pricing noch Reservierung bei kapazitätsinduzierter Überlast in der Lage sind, die Kosten aufgrund der unsicheren Bedienung zu vermeiden.

Da die beiden Rationierungsverfahren bezüglich der grundsätzlichen Methodik, der zeitlichen Entzerrung von Rationierung und Nutzung, ähnlich sind, das Priority-Pricing jedoch aufgrund der pretialen Rationierung differenzierter ausgestaltet werden kann, beschränken wir uns bei der folgenden Darstellung auf das Priority-Pricing.

Im folgenden werden drei Optionen zur Ausgestaltung des Priority-Pricing bei kapazitätsinduzierter Nachfrage dargestellt, die sich bezüglich der Kosten der unsicheren Bedienung unterscheiden.

Erstens kann sich der Anbieter des Schätzproblems und der damit verbundenen Kosten völlig entledigen, indem er „Rangplätze“ und keine Rechte mit bestimmten Bedienungswahrscheinlichkeiten verkauft. Der Nachfrager mit der höchsten Zahlungsbereitschaft erhält den ersten Rang, derjenige mit der zweithöchsten Zahlungsbereitschaft den zweiten Rang usw.. Im Falle der kapazitätsinduzierten Überlast wird die der tatsächlichen Kapazität entsprechende Anzahl Nachfrager mit den höchsten Zahlungsbereitschaften bedient.¹³⁸ Damit verpflichtet sich der Anbieter nicht zu einer Bedienung mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit, sondern wälzt das Unsicherheitsproblem vollständig auf die Nachfrager ab. Der Nachfrager ist bei dieser Lösung nicht einmal über die Wahrscheinlichkeit seiner Bedienung informiert. Diese Ungewißheit verursacht ihm die Kosten aufgrund unsicherer Bedienung.

¹³⁸ Vgl. Harris / Raviv (1981a).

Der Nachfrager kann nun diese Kosten senken, indem er sich über die Wahrscheinlichkeit seiner Bedienung informiert. Dazu muß er zum einen schätzen, mit welcher Wahrscheinlichkeit wieviele Nutzungen möglich sind, und zum anderen darüber informiert werden, den wievielten Platz er auf der Rangliste innehat.¹³⁹

Eine bezüglich des Schätzaufwandes günstigere Lösung - verglichen mit einer Vielzahl von Schätzungen einzelner Nachfrager - stellt eine zentrale Schätzung dar, die den Nachfrager idealerweise vor dem Erwerb des Rechts über die Bedienungswahrscheinlichkeit informiert. Erfährt dieser beispielsweise während eines Bietprozesses die mit seinem Gebot korrespondierende Bedienungswahrscheinlichkeit, kann er einen seinen Präferenzen entsprechenden Rangplatz erwerben. Die Zahlungsbereitschaft der Nachfrager für einen Rangplatz ist u.U. höher, wenn dieser mit einer bestimmten, dem Nachfrager bekannten Bedienungswahrscheinlichkeit korrespondiert. Verglichen mit der ersten Option senkt die verbesserte Informationslage *ceteris paribus* die Kosten aufgrund unsicherer Bedienung.

Die dritte Option dient dazu, diese Kosten auch bei kapazitätsinduzierter Überlast bestmöglich zu vermeiden. Sie besteht darin, daß zusätzlich zu dem Erwerb des mit einer bestimmten Bedienungswahrscheinlichkeit korrespondierenden Rangplatzes der eventuelle Bedienungsausfall versichert werden kann. Im einfachsten Fall erhält der Nachfrager bei Nichtbedienung vom Anbieter eine monetäre Kompensation des Nutzensausfalls.¹⁴⁰

Im folgenden soll die Ermittlung von Prämie und Schadensersatzbetrag kurz skizziert werden. Es bezeichne v die Wertschätzung der Nutzung des fraglichen Interessenten, $r(v)$ die Bedienungswahrscheinlichkeit gemäß des erworbenen Rangplatzes, s den Nutzungspreis im Falle der Bedienung. Im Fall der Nicht-Bedienung wird dem Nachfrager genau der monetär bewertete Nutzenentgang in Höhe $v-s$ erstattet. Die Prämie beträgt $(v-s)(1-r(v))$. Sie entspricht damit dem Nutzenentgang im Falle der Nicht-Bedienung, gewichtet mit der Wahrscheinlichkeit der Nicht-Bedienung.

Der Anbieter wird bei der Versicherungslösung die Nachfrager in der Reihenfolge bedienen, so daß er den geringst möglichen Schadensersatz leisten muß. Damit ist sowohl eine präferenzgerechte Reihenfolge der Bedienung gewährleistet als auch eine bestmögliche Begrenzung der Kosten aufgrund der unsicheren Bedienung erreicht.

¹³⁹ Besteht darüber hinaus noch Unsicherheit über die tatsächliche Nachfrage, muß der Nachfrager noch schätzen, wieviele der vor ihn platzierten Nachfrager in dem fraglichen Zeitintervall nutzen wollen.

¹⁴⁰ Vgl. zur ausführlichen Beschreibung dieser Lösung Chao / Wilson (1987), S. 908-909.

*c) Kosten für die Operationalisierung
von Reservierung und Priority-Pricing*

Als letzter Kostenaspekt werden nun die Aufwendungen für die Operationalisierung der beiden Rationierungsverfahren Reservierung und Priority-Pricing (siehe Punkt 1b „Kosten, die dem Anbieter entstehen“ der in D.III.2.a)aa) aufgeführten Kosten) angesprochen. Diese Aufwendungen wurden in Abschnitt D.II.3. „Betriebskosten“ als realer Ressourcenverzehr beim Betrieb eines Rationierungsverfahrens bezeichnet und unterteilen sich in 1.) Ausschluß-, 2.) Kontroll-, 3.) Durchführungs- und 4.) Umsetzungskosten.

Zu Beginn der Darstellung der Kosten des Reservierungsverfahrens wurde darauf hingewiesen, daß sich diese Aufwendungen zum Großteil aus der Implementierung der erforderlichen Rahmenbedingungen ergeben. Diese sind für Reservierung und Priority-Pricing in weiten Bereichen identisch. Im folgenden wird zuerst erklärt warum dies so ist und worin diese Aufwendungen bestehen. Anschließend wird auf die Unterschiede eingegangen.

Die grundsätzliche Methodik beider Rationierungsverfahren ist gleich. Bei beiden Verfahren wird vor Eintreten eines Überlastfalls darüber entschieden, welche Personen das Gut im Überlastfall erhalten.¹⁴¹ Damit werden verschiedene Personen-Gruppen gebildet, die im tatsächlichen Überlastfall unterschiedliche Behandlung erfahren. Im einfachsten Fall besteht diese unterschiedliche Behandlung darin, daß eine Personengruppe im Überlastfall sofort bedient wird, während die andere entweder warten muß oder gar nicht bedient wird. In der ersten Gruppe sind die bevorrechtigten Personen, in der zweiten Gruppe die nachrangig zu bedienenden Personen zusammengefaßt. Da beide Verfahren diese unterschiedliche Behandlung vorher festgelegter Personengruppen als Kernelement enthalten, benötigen auch beide Verfahren die gleichen Rahmenbedingungen, diese zu realisieren.

Dabei handelt es sich um folgende Bedingungen:

1. Es muß die Zugehörigkeit zu einer der Gruppen kontrollierbar sein, das heißt die Rechteinhaber müssen identifizierbar sein.
2. Das Ausschlußprinzip muß in Form einer physischen Mengenbeschränkung anwendbar sein.
3. Das Recht zur bevorzugten Bedienung muß sofort eingelöst werden können.

Damit der Erwerber eines Bevorzugsrechtes dieses auch nutzen kann, muß der Anbieter im Moment des Auftretens der Überlast in der Lage sein, zwischen Rechteinhabern und Nicht-Inhabern zu unterscheiden. Dies wäre bei-

¹⁴¹ Die Verfahren unterscheiden sich zwar im Hinblick darauf, nach welchen Kriterien diese Entscheidung getroffen wird, dies spielt aber zunächst keine Rolle.

spielsweise bei der Flughafennutzung insofern möglich, als die Flugsicherung, die ja auch heute schon die Starts und Landungen kurz vor der tatsächlichen Nutzung genehmigen muß, vorher über die Zugehörigkeit der einzelnen Flugzeuge zu den fraglichen Gruppe informiert wird. Aufgrund dessen kann sie im Überlastfall den bevorzugten Flugzeugen die Nutzung erlauben. Beim Schienenverkehr kann die Identifizierung bevorzogter Züge prinzipiell über Kontrollpunkte ermöglicht werden. Auch bei der Straßennutzung besteht grundsätzlich die Möglichkeit, über die heute verfügbare Telematik mit entsprechenden Chip- und Baken-Systemen bevorrechtigte Autofahrer zu ermitteln. Somit kann festgehalten werden, daß die Identifizierung der Rechteinhaber bei Infrastrukturnutzungen prinzipiell möglich ist.

Als zweiter Schritt muß die Möglichkeit gegeben sein, alle Nicht-Inhaber im Überlastfall sofort von der Nutzung auszuschließen, damit nur die bevorzugten Nutzer zum Zuge kommen. Dafür ist der Ausschluß in Form einer physischen Mengenbeschränkung erforderlich. Zur Verdeutlichung dieses Erfordernisses stellen wir uns die Operationalisierung der Verfahren im Straßenverkehr vor. Gäbe es keine abgeschränkten Spuren, zu denen nur die Rechteinhaber Zutritt haben, würden alle Fahrer gemeinsam auf einer Straße fahren, so daß im Überlastfall alle, unabhängig davon, ob sie zu den zu bevorzugenden Nutzern gehören oder nicht, vom Stau betroffen sind. Ohne physische Mengenbeschränkung ist eine Trennung von Berechtigten und Nicht-Berechtigten nicht möglich, und ersteren kann keine bevorzugte Bedienung garantiert werden.¹⁴²

Ist die physische Beschränkbarkeit der Menge bereits vorhanden und die Identifikation berechtigter Nutzer möglich oder relativ problemlos realisierbar, können wir davon ausgehen, daß die Ausschluß- und Kontrollkosten niedriger sind, als wenn die Nutzungsmenge nur unter hohem Aufwand (verbunden mit hohen Kosten) physisch zu beschränken ist. Bei den Rollbahn- und Schienenutzungen als Praxisbeispiele für geregelte Nutzungen wird die Nutzungsmenge bereits derart beschränkt. Eine solche Beschränkung müßte bei Straßennutzungen erst möglich gemacht werden, was hohe Infrastrukturkosten hervorrufen würde.

Als weiterer Schritt müssen die konkreten Nutzungsbedingungen die sofortige Inanspruchnahme durch die bevorzugten Personen erlauben. Zur reibungslosen Abwicklung muß den wartenden oder umkehrenden Nicht-Berechtigten der nötige Raum zu Verfügung gestellt werden.¹⁴³ Dies ist je nach Infrastruktur-Gegebenheiten unterschiedlich aufwendig.

Bei der Rollbahnnutzung ist die Realisierung der sofortigen Bedienung (Start oder Landung) recht einfach. Die Flugzeuge ohne Reservierung oder

¹⁴² Vgl. Kruse (1996), S. 201.

¹⁴³ Ansonsten würden diese auch die Berechtigten behindern.

Priorität drehen Warteschleifen bzw. warten am Boden und machen somit die Rollbahnen für die Bevorrechtigten frei.¹⁴⁴

Bei der Straßennutzung wäre dieses Verfahren weit aufwendiger. Hier ergeben sich bezüglich der Reservierung und des Priority-Pricing einige Unterschiede. Für die Umsetzung der Reservierungslösung wäre ein spezieller Ausbau der Infrastruktur, z.B. getrennte Auffahrtspuren und Wartestreifen für die Fahrer, die nicht sofort fahren dürfen (spontane Nutzer), erforderlich, um den Rechteinhabern sofort Zugang zur Strecke zu ermöglichen. Bei der Schienen-nutzung wären in ähnlicher Weise Wartegleise an den Reservierungs-Kontrollpunkten erforderlich. Kosten für diese Infrastruktur-Veränderungen könnten (insbesondere beim Straßenverkehr) prohibitiv sein und sind möglicherweise ein Grund dafür, warum bei einigen Rechten kein Reservierungsverfahren angeboten wird.

Beim Priority-Pricing sind die Anforderungen an Infrastrukturen für Nutzungen, deren gesamte Strecke eine physische Infrastruktur benötigt (Straßen und Schienen-Nutzungen), wesentlich höher als bei der Reservierung, wenn die Realisierung der sofortigen Bedienung auf jedem Streckenabschnitt gewährleistet werden soll. Beim Störfall müßten die Bevorrechtigten auf irgendeine Weise aus dem Stau umgeleitet werden, damit sie in der gewünschten Qualität weiterfahren können, während die übrigen warten müssen. Dies erfordert extra Spuren oder Gleise mit dementsprechend hohen Infrastrukturkosten.¹⁴⁵ Bei der Reservierung wären dagegen nur Warteplätze am jeweiligen Streckenanfang und nicht auf der gesamten Strecke erforderlich.

Ziel dieser Überlegungen war zu zeigen, daß die Kosten für die Umsetzung der Verfahren von den jeweiligen Infrastruktur-Gegebenheiten abhängen. Bei Flughafenutzungen kann man davon ausgehen, daß diese Kosten nicht sehr hoch sind, da die Infrastruktur bereits heute die Umsetzung solcher Verfahren ermöglicht. Insbesondere bei Straßen sind hohe Investitionen zu erwarten, damit die Verfahren umgesetzt werden können. Dabei sind die infrastrukturseitigen Anforderungen des Priority-Pricing höher als die der Reservierungs-Lösung.

Schließlich sind noch die Durchführungskosten zu betrachten. Beide Verfahren müssen administrativ durchgeführt werden. Die Durchführung der Reser-

¹⁴⁴ So wird derzeit verfahren, allerdings entscheidet die Ankunftszeit über den Zeitpunkt der Bedienung. Vgl. Abschnitt D.I.

¹⁴⁵ Im Rahmen des Trassenmanagements soll eine Art Priority-Pricing umgesetzt werden. Aufgrund der infrastrukturseitigen Gegebenheiten kann aber das Recht zur bevorzugten Bedienung nicht auf der gesamten Strecke in Anspruch genommen werden, sondern nur an sogenannten Zugfolgestellen (Bahnhöfe mit mindestens zwei Gleisen). Laut telefonischer Auskunft von Herrn Linz, Deutsche Bahn AG, Geschäftsbereich Fahrweg, Dezember 1996. Vgl. auch Schwanhäuser (1993).

vierung in Form der Annahme und Vormerkung des spezifizierten Nutzungsrechtes kann grundsätzlich von zentralen Koordinationsstellen (beim Luftverkehr z.B. durch den Flugplankoordinator) erledigt werden. Die Veranstaltung einer Auktion beim Priority-Pricing kann prinzipiell von den gleichen Stellen durchgeführt werden. Wenn die Durchführung von u.U. mehreren Auktionen (z.B. für Erste-Klasse und nachrangige Prioritäten) einen größeren Aufwand verursacht als die Durchführung der Reservierung, die sich auf die einfache Entgegennahme beschränkt, sind die Durchführungskosten des Priority-Pricing höher.

Des weiteren ergeben sich beim Priority-Pricing im Falle kapazitätsinduzierter Überlast unterschiedliche Durchführungskosten in Abhängigkeit davon, welche der drei Optionen (Verkauf von Rangplätzen ohne bestimmte Bedienungswahrscheinlichkeit, Verkauf von Rangplätzen mit bestimmter Bedienungswahrscheinlichkeit, Verkauf einer zusätzlichen Versicherung) gewählt wird. Die Optionen unterscheiden sich hinsichtlich des kostenverursachenden Schätz- sowie des administrativen Aufwands.

3. Fazit

Während die Preis- und Kapazitätsregeln die stochastischen Überlasten zwar berücksichtigen, ermöglichen Reservierungen und Priority-Pricing direkte präferenzadäquate Verringerungen von Kosten stochastischer Schwankungen.

Die Preis- und Kapazitätsregeln sind prinzipiell für alle Nutzungen geeignet. Für die sinnvolle Anwendung von Reservierungs-Systemen und Priority-Pricing müssen dagegen bestimmte Bedingungen vorliegen. Beide Möglichkeiten erfordern in gewisser Weise geregelte Nutzungen derart, daß Nutzungsrechte definiert und durchgesetzt werden können. Dabei besteht der wichtigste Aspekt in der physischen Mengenbeschränkung.

Das Priority-Pricing als Kombination von pretialer ad-hoc-Rationierung und Reservierung ist grundsätzlich das effizienteste Rationierungsverfahren für den nicht prognostizierbaren Überlastfall, stellt aber an die der Umsetzung je nach Infrastruktur hohe Anforderungen. Die Realisierung dieser Anforderung ist insbesondere dann mit hohen Kosten verbunden, wenn bei einer Nutzung, deren gesamte Strecke eine physische Infrastruktur benötigt (Schienen- und Straßennutzungen), jederzeit und zu jedem Ort bevorzugte Bedienung garantiert werden soll.

Die Anforderungen des Priority-Pricing bezüglich der Planbarkeit von Nutzungen seitens der Nachfrager lassen sich über den Umfang der Prioritäts-Rechte hinsichtlich Ort und Zeit steuern. Das Priority-Pricing ist also sowohl bei problemlos planbaren als auch bei schwierig zu planenden Nutzungen anwendbar.

Darüber hinaus läßt sich eine Versicherungslösung in das Priority-Pricing integrieren, die die unerwünschten Folgen von Kapazitätsschwankungen, die jede ex-ante-Rationierung erschweren, so gering wie möglich halten.

Damit läßt sich zusammenfassen, daß das Priority-Pricing grundsätzlich für jede Infrastruktur-Nutzung, die physisch beschränkbar ist, angewendet werden kann. Über die Ausgestaltung hinsichtlich des Umfangs der Rechte, der Versicherung und der räumlichen sowie zeitlichen Einlösungs-Modalitäten ist im Hinblick auf Kosten und Nutzen bei der jeweiligen Infrastruktur-Inanspruchnahme zu entscheiden. Tabelle 2 (s. Ende des Kapitels) enthält einen zusammenfassenden Überblick über die Kosten verschiedener Rationierungsverfahren bei stochastischen Überlasten.

Schließlich ist noch zu überlegen, auf welche Weise der Anbieter die Zahlungsbereitschaften für Prioritäten ermittelt und wie er die Rationierung gestaltet. Bei der Beschreibung der Ausgestaltung des Priority-Pricing wurde erwähnt, daß Preisermittlung und Zuweisung im Rahmen einer Auktion stattfinden kann. Dies hat gegenüber einer Preissetzung auf Basis der vom Anbieter geschätzten Zahlungsbereitschaften den Vorteil, daß der Anbieter präzise Informationen über die Zahlungsbereitschaften für bevorzugte Bedienung erhält.¹⁴⁶ Ein Auktionsverfahren für Prioritäten bietet sich auf jeden Fall dann an, wenn auch die grundsätzlichen Nutzungsrechte versteigert werden und die Versteigerung der Prioritäten nur in das bereits bestehende Auktionsdesign integriert werden muß.¹⁴⁷

IV. Zwischenergebnis

Ziel der Arbeit ist die effiziente Allokation von Infrastruktur-Nutzungen. Die Analyse hat gezeigt, daß der Preis bezüglich des Rationierungsergebnisses (Bruttowohlfahrt) sowohl bei geregelten als auch bei unregulierten Infrastruktur-Nutzungen das geeignete Verfahren darstellt, da er die Nutzungsmöglichkeiten in die effizientesten Verwendungsrichtungen lenkt und damit allokativer Wohlfahrtsverluste (W-Kosten) vermeidet. Dies wurde exemplarisch für Flughafen- (repräsentativ für geregelte Nutzungen) und Straßennutzungen (repräsentativ für unregelte Nutzungen) dargestellt.

Damit für diese Nutzungen ein optimales Preissystem ermittelt werden kann, sind Informationen darüber erforderlich, welchen Nutzen sie den Nachfragern stiften und wie hoch die relevanten Kosten sind. Der Informationsbedarf ist um

¹⁴⁶ Siehe genauer zu den Vorteilen und Anwendungsbereichen von Auktionen Kapitel E.

¹⁴⁷ Siehe zu Möglichkeiten, wie diese Integration stattfinden kann, Kapitel F.

so detaillierter, je heterogener die Nachfrager insbesondere im Hinblick auf die Qualitätsbewertung und die Verursachung von Beeinträchtigungen bzw. Beanspruchung der Infrastruktur sind.

Die Generierung und Verarbeitung dieser Informationen wird durch bestimmte Transaktionsbedingungen erleichtert, die im wesentlichen in der zeitlichen Entzerrung von Bekanntgabe aller zu berücksichtigenden Nachfragerwünsche (Z_1), Preisverhandlung (Z_2), Preissetzung (Z_3), Zuweisung der Güter oder Rechte (Z_4) sowie Nutzung (Z_5) bestehen.

Diese Transaktionsbedingungen erlauben einerseits die präzise Preissetzung, stellen aber andererseits recht hohe Anforderungen an die Nachfrager hinsichtlich der Planbarkeit der Nutzungen und schränken damit deren Freizügigkeit erheblich ein. Die Transaktionsbedingungen beeinflussen die Höhe der verschiedenen Bestandteile von Rationierungskosten unterschiedlich, wobei dies je nach den Eigenschaften der zu rationierenden Nutzungen differenziert zu betrachten ist. Die Kosten der unsicheren Bedienung werden für alle Nutzungen weitgehend reduziert, während die Nutzenminderungen für die Nachfrager wegen der begrenzten Freizügigkeit für spontane Nutzungen erwartungsgemäß wesentlich höher als bei planbaren Nutzungen sind. Aus diesem Grunde eignen sich planbare, i.d.R. fahrplangebundene Nutzungen besser für Implementierung eines exakten effizienten Preises als spontane Nutzungen.

In den vorausgegangenen Abschnitten wurde verschiedentlich darauf hingewiesen, daß geregelte Nutzungen (Nutzungen von Infrastrukturen, deren Kapazitätsgrenze aufgrund einer physischen Mengenbeschränkung nicht überschritten werden kann) einfacher zu behandeln sind als unregelte. Dies bezieht sich zum einen darauf, daß geringere Anforderungen an den Informationsbedarf gestellt werden. Aufgrund der festgelegten Kapazitätsgrenze ist die Qualität der Nutzungen bestimmt, damit müssen bis zum Zeitpunkt Z_1 Informationen über Zahlungsbereitschaften nur für diese Qualität statt für mehrere Qualitätsstufen vorliegen. Zum anderen ermöglicht die physische Mengenbeschränkung eine Qualitäts-Garantie sowie die Implementierung bestimmter Verfahren für den Umgang mit unvorhersehbaren Überlasten.

Eine effiziente Methode, Wohlfahrtsverluste für den Fall der plötzlichen Überlast zu begrenzen, stellt das Priority-Pricing dar, dessen Umsetzung den physischen Ausschluß sowie die Realisierbarkeit der sofortigen Bedienung erfordert. Damit stellt das Verfahren bestimmte Anforderungen an die jeweiligen Infrastruktur-Gegebenheiten, deren realer Ressourcenverzehr (insb. die Ausschluß-, Kontroll- und Umsetzungskosten) zu berücksichtigen ist.

Des weiteren erfordert dieses Verfahren Transaktionsbedingungen, bei denen zumindest der Nutzungszeitpunkt von der Bekanntgabe der Nachfragerwünsche und der Zuweisung der Rechte getrennt sein muß. Unter diesen Be-

dingungen alloziiert das Priority-Pricing die Rechte für bevorzugte Bedienung für den Fall plötzlicher Überlast effizient.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß Plan- und Regelbarkeit von Nutzungen geeignete Voraussetzungen dafür sind, ein effizientes Preissystem, welches auch nicht-prognostizierbare Überlasten berücksichtigt, unter Einbeziehung der Rationierungskosten ökonomisch sinnvoll zu implementieren. Diese Voraussetzungen erfüllen die Flughafennutzungen, ähnliches trifft bei den zur Verdeutlichung bestimmter Sachverhalte am Rande erwähnten Schienennutzungen zu. Flughafennutzungen erscheinen aufgrund der Infrastruktur-Gegebenheiten für eine konsequente Umsetzung des Priority-Pricing geeigneter als Schienennutzungen, bei denen es aber prinzipiell ebenfalls durchführbar ist.

Straßennutzungen weisen diese Voraussetzungen, wenn überhaupt, in geringerem Maße auf. Somit wird man in der Realität lediglich Näherungspreise setzen können, die die Verkehrsmenge in Richtung der effizienten Nutzerzahl lenken. Für den Umgang mit nicht prognostizierbaren Überlasten wird i.d.R. auf die undifferenzierte Methode der Preis- und Kapazitätsbestimmung zurückgegriffen werden.

Das Preissystem reflektiert im Idealfall die jeweiligen Opportunitätskosten, konfrontiert somit auch den einzelnen Nutzer mit den von ihm verursachten Kosten, führt die Nutzungen den effizientesten Verwendungsrichtungen zu und zeigt den gesellschaftlichen Nutzen eines Ausbaus der Infrastruktur auf.

Obwohl Rollbahn- und Schienennutzungen die Voraussetzungen für die Implementierung effizienter Preissysteme erfüllen, besteht in der Ermittlung der dafür erforderlichen Informationen eine nicht zu unterschätzende Schwierigkeit. Erfahrungen aus der Praxis zeigen, daß vereinzelte Versuche, eine optimale Preisstruktur zu ermitteln, gescheitert sind.¹⁴⁸

Eine geeignete Methode, diese Informationen zu generieren, stellt das Auktionsverfahren dar.¹⁴⁹ Eine Auktion ist eine institutionalisierte Form von Markttransaktionen, deren Ergebnis in der Allokation der zu versteigernden Güter oder Rechte besteht.¹⁵⁰ Der wesentliche Vorteil der Auktion ist, daß sie dem Anbieter automatisch Informationen über die Zahlungsbereitschaft der Nachfrager liefert. Da bei Auktionen die Höhe der von den Nachfragern abgegebenen Gebote über die Zuweisung der zu versteigernden Güter entscheidet, sind die Nachfrager gezwungen, zumindest annäherungsweise ihre Zahlungsbe-

¹⁴⁸ Vgl. Kwong (1988), S. 61; Reed (1991), S. 30, 33.

¹⁴⁹ Vgl. z.B. Brander / Cook / Rowcroft (1989).

¹⁵⁰ Vgl. McAfee / Mc Millan (1987), S. 701.

reitschaft preiszugeben.¹⁵¹ Für den Anbieter entfällt dann die Notwendigkeit, diese zu schätzen. Durch eine adäquate Ausgestaltung einer Auktion können alle in unserem Zusammenhang benötigten Informationen (über die Wertschätzungen der Nutzungen, Qualitätsbewertungen, die Verursachung von Knappheiten, die Präferenzen für bevorzugte Bedienung im Falle unvorhersehbarer Überlast) präzise ermittelt werden.

Diese institutionalisierte Form von Markttransaktionen etabliert zumindest einen Teil des in der ökonomischen Theorie ablaufenden Preissetzungsprozesses, indem die Interaktionen zwischen Anbieter und Nachfragern tatsächlich simultan auf der Auktion stattfinden und nicht, wie in der Realität sonst üblich, zeitlich aufeinander folgen.¹⁵² Damit ist die Trennung zwischen den Zeitpunkten Z_1 und Z_4 (Bekanntgabe der Nachfragewünsche und Zuweisung der Rechte) nicht erforderlich. Allerdings muß ein hinreichend langer Zeitraum für diese Interaktionen und die Zuweisung zur Verfügung stehen, was einer dazu zeitnahen Nutzung entgegensteht.

Ebenso würden in unserem Zusammenhang bei dem Anspruch einer zeitnahen Nutzung Kosten der unsicheren Bedienung auftreten, da Ungewißheit über das Allokationsergebnis besteht. Der einzelne weiß nicht im voraus, ob er zu den zum Zuge kommenden Nachfragern gehört. Daher sind planbare Nutzungen, bei denen der Nutzungszeitpunkt (Z_5) von der Bekanntgabe der Nachfrage und der Zuweisung trennbar ist, für das Auktionsverfahren geeignet.

Weisen sie gleichzeitig die Eigenschaft der Regelbarkeit auf, ermöglicht dies die Berücksichtigung des Priority-Pricing im Rahmen des Versteigerungsverfahrens und vereinfacht die Interaktionen, da nur Gebote für eine bestimmte Qualität des Basisrechts abgegeben werden müssen.

Wir werden im folgenden ein Auktionsverfahren für die Versteigerung von Slots entwerfen. Slotauktionen werden in der Literatur sowohl ausführlich als auch kontrovers diskutiert, was die Analyse von Auktionen für Slots als Beispiel für geregelte, planbare Nutzungen nahelegt.

¹⁵¹ Wie präzise diese Informationen sind, hängt von der jeweiligen Auktionsform ab. Auf die Eignung der Auktionsformen, z.B. Informationen zu generieren wird im folgenden eingegangen.

¹⁵² Vgl. dazu Kapitel B., Abschnitt II.3. „Der Preismechanismus“.

Tabelle 2

**Kosten verschiedener Rationierungsverfahren
bei stochastischen Überlasten**

	W-Kosten	Betriebskosten	Kosten der unsicheren Bedienung		Aufwendungen für Planbarkeit	Verbesserungen qualitativer Effizienz
			vergebene Option	Unreliability Kosten		
1. Preis und Kapazität, bestimmt unter der Annahme deterministischer Nachfrage und Kapazität	je nach zusätzlichem Rationierungsverfahren	a) Ausschluß- u. Kontrollkosten, um pretiale Allokation zu ermöglichen b) verschwendete Kosten je nach Rationierungsverfahren	ja	ja	keine	nein
2. Ad-hoc-Preissetzung	bei theor. funktion. Preismechanismus keine – verliert d. Preis aufgr. zeitl. Nähe von Rationierung und Nutzung seine Lenkungsfunkt., ist keine pretiale Rationierung möglich	a) Ausschl.- u. Kontrollkost., um grunds. pretiale Allokation zu ermögl. b) Kosten der Durchführ. einer spontanen Preisermittlung c) Nutzenmind. für Nachfrage aufgr. spontan erforderl. Interaktionen, z.B. Wartezeiten	ja	ja	keine	nein
3. Crew/Kleindorfer Preis/Kapaz.	wie bei 1., aber in geringerem Umfang, da optimiert	a) Ausschl.- u. Kontrollkost.w.b. 1. b) verschw. Kosten i. gering. Umfang	wie bei 1., aber in geringerem Umfang	wie bei 1., aber in geringerem Umfang	keine	nein

- Fortsetzung -

- Fortsetzung -

	W-Kosten	Betriebskosten	Kosten der unsicheren Bedienung		Aufwendungen für Planbarkeit	Verbesserungen qualitativer Effizienz
			vergebene Option	Unreliability Kosten		
4. Reservierung	W-Kosten annähernd im Umfang der RAN-Rationierung	a) Ausschl.- u. Kontrollkosten, um grunds. pre-tiale Allokation z. er-möglichen (wie bei 1.) b) phys. Mengenaus-schl. u. Kontr. d. Reservier. c) Kost. d. Reservier.- durchführ. u. Umsetzung d) Nutzen-mind. der Nachfrag. d. Einschränkung. d. Freizügig-keit	bei nach-frageindu-zierter Überlast für dieje-nigen, die reservieren u. den re-servierten Zeitpunkt einhalten nicht bei kapazitätsin-duz. Überlast auch für Nachfrager m. Reser-vierung, die nicht zum Zuge kommen	bei nach-frageindu-zierter Überlast für dieje-nigen, die reservieren u. den re-servierten Zeitpunkt einhalten nicht bei kapazitätsin-duz. Überlast auch für Nachfrager mit Reser-vierung, die nicht zum Zuge kommen	hoch	ja
5. Priority-Pricing	keine	a) Ausschl.- u. Kontrollkosten wie bei 1., er-weitert um die Kontrolle der „Priority“ b) physischer Mengenaus-schluß und Kontrolle der „Priority“ c) Kosten der Durchfüh-rung u. Um-setzung d) u. U. Nutzenminder. d. Nachfrager d. Einschränkung. d. Freizügig-keit, je nach Ausgestal-tung geringer als bei 4d)	bei nach-frageindu-zierter Überlast für dieje-nigen, die Prioritäten erwerben u. das frag-liche Zeit-intervall einhalten nicht bei kapazitätsindu-zierter Überlast Senkung durch Ver-siche-rungslö-sung mög-lich	bei nach-frageindu-zierter Überlast für dieje-nigen, die Prioritäten erwerben u. das frag-liche Zeit-intervall einhalten nicht bei kapazitätsindu-zierter Überlast Senkung durch Ver-siche-rungslö-sung mög-lich	je nach Ausge-staltung niedri-ger als bei 4	ja, Optimie-rung der qua-litativen Effi-zienz möglich

E. Überlegungen zur praktischen Umsetzung der effizienten Lösung für geregelte Nutzungen

I. Auktions-Modelle

Ziel des Auktionsverfahrens ist die effiziente Allokation der Nutzungsrechte. Diejenigen Interessenten, im folgenden Bieter genannt, sollen die Rechte erhalten, die sie der effizienten Verwendung zuführen. Bei einer Auktion geben die Bieter für das zu versteigernde Objekt Gebote ab, die ihre Zahlungsbereitschaften reflektieren.¹ Die übliche Zuschlagsregel lautet, daß der Bieter des Höchstgebotes das Objekt erhält. Die Zuweisung gemäß dieser Regel entspricht damit prinzipiell dem ökonomisch effizienten Allokationsverfahren, welches die Nachfrager mit den höchsten Zahlungsbereitschaften als effizienteste Verwender klassifiziert und diesen die Güter zuteilt.

Bei Geboten für unser Beispiel-Nutzungsrecht Slot kann man sich den Zusammenhang zwischen Gebot und effizienter Verwendung sowohl für Nachfrager, die das Recht zum privaten Gebrauch erwerben, als auch für Nachfrager, die das Recht als Input-Faktor zur Erbringung einer Transportdienstleistung (z.B. für das Angebot von Flügen) verwenden, vorstellen. Erstere ermitteln ihre Zahlungsbereitschaft aus dem Nutzen, den ihnen das Recht stiftet. Das Maximal-Gebot eines Nachfragers, der das Recht als Input-Faktor zur Erbringung einer Transportdienstleistung benötigt, wird sich am Barwert des aufgrund dessen Nutzung erzielbaren Ertrags orientieren. Da dieser wiederum von der Wertschätzung der Transportdienstleistung (Zahlungsbereitschaft) seitens der Endnutzer und den Kosten der Leistungserbringung abhängt, sind die Gebote i.d.R. geeignete Indikatoren für die effiziente Verwendung der Rechte.² Damit reflektiert die Zahlungsbereitschaft sowohl die technische als auch die qualitative Effizienz des Nachfragers.

Dadurch, daß die Bieter ihre Gebote selber „aktiv“ abgeben müssen, erhält der Anbieter die Informationen über die Zahlungsbereitschaft quasi automatisch und er kann sich deren Schätzung sparen. Diese Informationsgenerierungsfunktion stellt einen wesentlichen Vorteil einer Auktion für solche Güter

¹ Wie präzise die Reflexion der Zahlungsbereitschaft ist, wird von der jeweiligen Auktionsausgestaltung beeinflusst. Siehe im folgenden die Erläuterungen der Auktionsmodelle.

² Vgl. Koran / Ogur (1983), S. 7 zur Zahlungsbereitschaft für Slots.

dar, deren Wert dem Anbieter wenig oder gar nicht bekannt ist und dessen ungefähre Höhe den Aufwand einer Auktion rechtfertigt. Die Informationen über die Zahlungsbereitschaften spielen auch im langfristigen Zeithorizont eine wichtige Rolle, da sie Auskunft über den Wert der Kapazitätserweiterung geben, auf die bei der Planung der effizienten Dimension nicht verzichtet werden kann. Wir können also zwei Funktionen einer Auktion herausstellen: die Allokations- und die Informationsfunktion.

In der Literatur werden vier Standard-Modelle von Auktionen diskutiert, die sich grundsätzlich bezüglich der Preisermittlung unterscheiden. Die verschiedenen Regeln für die Preisermittlung führen zu unterschiedlichen Verhaltensweisen der Bieter. Diese Verhaltensweisen wollen wir im folgenden anhand der Versteigerung eines Gutes für jede Auktionsform darstellen. Anschließend werden Informationsgehalt und Ergebnisse der jeweiligen Auktionsmodelle verglichen.

Dabei gehen wir davon aus, daß die Bieter ihre Käuferrente³ maximieren wollen, und unterstellen, daß jedem Bieter der Wert⁴, den das Gut für ihn darstellt, und damit seine maximale Zahlungsbereitschaft individuell bekannt ist. Eine Auktion, auf der solche Güter versteigert werden, wird als Private-Value-Auktion bezeichnet.⁵ Wie im folgenden deutlich werden wird, bieten nutzenmaximierende Bieter auf Auktionen, bei denen das siegende Gebot den Preis determiniert, nicht in Höhe der maximalen Zahlungsbereitschaft, sondern einen geringeren Betrag. Der Zusammenhang zwischen maximaler Zahlungsbereitschaft und Gebot wird als Bietfunktion bezeichnet.⁶ Sind die Bietfunktionen aller Bieter gleich, spricht man von einer symmetrischen Bieterstruktur. In diesem Fall geben Bieter, deren Wertschätzung gleich ist, identische Gebote ab, das heißt das Bietverhalten ist gleich.⁷

Beim Bietverhalten spielt auch die Risikoeinstellung der Bieter eine Rolle. Das Risiko bezieht sich hier darauf, nicht das höchste Gebot abzugeben und somit das gewünschte Objekt nicht zu erhalten. Auf das Bietverhalten risikoneutraler Bieter hat dies keinen Einfluß, ein risiko-averser Bieter versucht dagegen, dieses Risiko durch Abgabe eines höheren Gebots zu mindern und

³ Die Käuferrente (auch als pay-off bezeichnet) beschreibt die Differenz zwischen der maximalen Zahlungsbereitschaft des Bieters und dem gezahlten Preis. Vgl. Rasmusen (1991), S. 247.

⁴ Mit dem Begriff Wert wird der monetär bewertete Nutzen des Objektes für den Bieter bezeichnet. Vgl. Rasmusen (1989), S. 246.

⁵ Vgl. z.B. Rasmusen (1991), S. 246.

⁶ $b_i = B_i(v_i)$, b_i steht für das Gebot des Bieters i ; v_i für die maximale Zahlungsbereitschaft des Bieters i . $B_i(v_i)$ bezeichnet die Bietfunktion.

⁷ Vgl. z.B. McAfee / McMillan (1987), S. 709; Kräkel (1992), S. 16.

nimmt dafür einen niedrigeren pay-off in Kauf, umgekehrt verfährt ein risikofreudiger Bieter.⁸

In diesem Kapitel beschränken wir uns auf die Darstellung und Analyse der Auktionsverfahren und die Analyse ihrer Eignung für die Versteigerung von Infrastrukturnutzungsrechten, für die Start- und Landrechte auf Flughäfen exemplarisch betrachtet werden. Konkrete anwendungsorientierte Überlegungen erfolgen in Kapitel F.

1. Die Auktions-Grundmodelle⁹

a) Englische Auktion

Diese Auktion beginnt i.d.R. mit einem niedrigen Reservationspreis.¹⁰ Dieser wird, sofern ausreichende Nachfrage vorhanden ist, von den Bietern durch offene Gebote überboten. Die Gebote werden nacheinander abgegeben, und jeder Bieter kann mehrmals bieten. Die Auktion endet, wenn das aktuelle Gebot nicht mehr überboten wird. Derjenige Bieter, der das höchste Gebot abgegeben hat, erhält den Zuschlag und zahlt einen Preis in Höhe seines Gebots. Bieter, die den Zuschlag erhalten, werden im folgenden auch als „siegende Bieter“ bezeichnet.

Da der Zuschlagspreis dem letzten Gebot des siegenden Bieters entspricht, versuchen pay-off-maximierende Bieter, dieses möglichst niedrig zu halten. Das gelingt ihnen bei der englischen Auktion recht einfach, da sie stets über das aktuelle Höchst-Gebot informiert sind und sie die Möglichkeit haben, es jeweils marginal zu überbieten.¹¹ Damit erhält der Bieter mit der höchsten Zahlungsbereitschaft den Zuschlag, und das Zuschlagsgebot liegt marginal über dem höchsten Gebot des Bieters mit der zweithöchsten Zahlungsbereitschaft.¹² Ein höheres Gebot würde die Käuferrente verringern, und ein niedrigeres Gebot verhindert, daß der fragliche Bieter das Gut erhält.

⁸ Vgl. McAfee / McMillan (1987), S. 719.

⁹ Als Überblicksartikel zur Auktionstheorie siehe McAfee / McMillan (1987); Smith (1987); Milgrom (1987).

¹⁰ Unter einem Reservationspreis ist der Mindestpreis zu verstehen unter dem der Anbieter nicht verkauft. Ein Reservationspreis ist aber nicht zwingend, es kann auch bei einem Preis von Null begonnen werden.

¹¹ Eine Auktion, bei der die Bieter die Möglichkeit haben mehrmals zu bieten, wird als mehrstufige Auktion bezeichnet.

¹² Vgl. z.B. McAfee / McMillan (1987), S. 707; Rasmusen (1991), S. 247; Wolf (1995), S. 19.

b) Verdeckte Auktion zum höchsten Gebotspreis

Hier gibt jeder Bieter ein einziges Gebot verdeckt ab.¹³ Damit kennt er die Gebote der anderen Bieter nicht. Der Bieter des Höchstgebots erhält den Zuschlag und zahlt den Preis in Höhe seines Gebots.

Ebenfalls bei dieser Auktion maximiert der siegende Bieter seine Käuferrente, wenn sein Gebot das zweithöchste nur marginal übersteigt. Da er dieses Gebot aber, im Gegensatz zur Englischen Auktion, nicht kennt, muß er es schätzen. Je höher diese Schätzung ausfällt, desto höher wird er selber bieten, wenn es seine Zahlungsbereitschaft erlaubt.

Dabei muß der Bieter einen trade-off zwischen Gewinnwahrscheinlichkeit und Käuferrente beachten: Je höher er bietet, desto höher ist zwar die Gewinnwahrscheinlichkeit, aber um so niedriger ist die Käuferrente.¹⁴

c) Holländische Auktion

Diese Auktion beginnt bei einem bestimmten Preis¹⁵, der solange schrittweise gesenkt wird, bis ein Bieter seine Zahlungsbereitschaft in Höhe des gerade geltenden Preises äußert. Dieser identifiziert sich dadurch als Höchst-Bieter, und er erhält das Gut zu einem Preis in Höhe seines Gebots. Es gibt also nur ein Gebot eines Bieters.

Die Situation der Bieter ist die gleiche wie bei der verdeckten Auktion zum höchsten Gebotspreis: es ist lediglich die Abgabe eines Gebotes in Unkenntnis der Gebote der anderen Bieter möglich. Daher entspricht das Bietverhalten genau dem bei der verdeckten Auktion zum höchsten Gebotspreis.¹⁶

Werden hingegen Mindest-Gebotsschritte (Mindestinkremente) vorgeschrieben, übersteigt der Preis das zweithöchste Gebot in Höhe des Mindestinkrements und liegt damit u.U. nicht mehr nur marginal über dem zweithöchsten Gebot.

¹³ Haben die Bieter nur jeweils eine Möglichkeit, ein Gebot abzugeben, handelt es sich um eine einstufige Auktion.

¹⁴ Vgl. Wolf (1995), S. 19.

¹⁵ I.d.R. wird dieser Preis über dem vom Verkäufer maximal erwarteten Preis liegen, da der Verkäufer auf keinen möglicherweise abschöpfbaren Teil der Konsumentenrente verzichten wird.

¹⁶ Vgl. Vickrey (1961).

d) Verdeckte Auktion zum zweithöchsten Gebotspreis

Analog zur verdeckten Auktion zum höchsten Gebotspreis gibt jeder ein einziges Gebot verdeckt ab. Den Zuschlag erhält ebenfalls der Bieter des Höchst-Gebots. Dieser Bieter zahlt jedoch nicht sein Gebot als Preis, sondern das zweithöchste Gebot, das heißt das Gebot des zweithöchsten Bieters.

Die Informationssituation für den Bieter entspricht der bei der verdeckten Auktion zum Höchst-Gebotspreis und der Holländischen Auktion: es gibt keine Informationen über die Gebote der anderen Bieter. Der wesentliche Unterschied zu diesen Auktionsformen ist jedoch, daß das Gebot des siegenden Bieters nicht den zu zahlenden Preis bestimmt, sondern nur darüber entscheidet, ob der jeweilige Bieter gewinnt oder nicht. Damit entfällt jede Notwendigkeit, die Zahlungsbereitschaften anderer Bieter zu schätzen. Die Abgabe eines Gebots, das niedriger ist als die eigene maximale Zahlungsbereitschaft, ist nicht sinnvoll, da es nur die Gewinnchancen, nicht aber den Preis mindert. Die Abgabe eines höheren Gebots ist ebensowenig sinnvoll, da es zu einer negativen Käuferrente führen kann.¹⁷ Somit gibt jeder rationale Bieter ein Gebot in Höhe seiner Wertschätzung ab.

2. Informationen

Die Auktionen sind nicht alle gleichermaßen geeignet, präzise und vollständige Informationen über die Zahlungsbereitschaften der Bieter zu liefern. Da der Auktionator nicht immer der einzige Adressat dieser Informationen ist, sondern die Information über die Zahlungsbereitschaften der jeweils anderen auch für die Bieter von Interesse sind, muß neben dem Informationsgehalt für den Auktionator auch betrachtet werden, in welchem Maße die Auktion in der Lage ist, die Bieter zu informieren.

Die Bieter erhalten i.d.R. lediglich bei der Englischen Auktion Informationen über die Wertschätzungen der anderen Bieter.¹⁸ Diese Informationen erhalten sie bereits während des Versteigerungsprozesses.

Dem Auktionator stehen bei den verschiedenen Auktionsformen folgende Informationen zur Verfügung: Bei der Englischen Auktion ist dem Auktionator bekannt, daß alle Wertschätzungen bis auf die des höchsten Bieters niedriger als der Zuschlags-Preis sind. Bei der Holländischen Auktion kennt der Auktionator lediglich eine Schätzung (die des höchsten Bieters) des zweithöchsten

¹⁷ Dies tritt dann ein, wenn das zweithöchste Gebot die Wertschätzung des Siegers übersteigt.

¹⁸ Es sei denn, daß bei den anderen Modellen nach der Auktion eine Veröffentlichung der Gebote erfolgt.

Gebots. Bei der verdeckten Auktion zum Höchstpreis wird der Auktionator über alle Gebote, das heißt alle jeweiligen Schätzungen des zweithöchsten Gebots, informiert. Bei der verdeckten Auktion zum zweithöchsten Preis kennt der Auktionator hingegen alle wahren Wertschätzungen. Somit ist dieses Auktionsmodell unter dem Gesichtspunkt der Informationsgenerierung für den Auktionator am geeignetsten.¹⁹

Grundsätzlich können natürlich alle Informationen, die der Auktionator erhält, nach der Auktion veröffentlicht und damit auch den Bietern zur Verfügung gestellt werden. Je nach den Eigenschaften des Versteigerungsobjektes kann es jedoch vorteilhaft sein, wenn die Informationen von den Bietern bereits bei der Gebotsfindung berücksichtigt werden können. In diesem Fall benötigt der Bieter die Informationen während des Bietprozesses, und der Nutzen einer anschließenden Veröffentlichung der Informationen ist gering. Die einzige Auktionsform, die den Bieter während des Bietprozesses mit den Informationen versorgt, ist die Englische Auktion. Die offene Gebotsabgabe informiert den Bieter automatisch über die aktuellen Gebote. Aufgrund der Mehrstufigkeit ist diese Information während des Bietprozesses bei Formulierung weiterer Gebote nutzbar.

Die wesentlichen Ergebnisse dieses Abschnittes werden in der folgenden Tabelle 3 zusammengefaßt.

Tabelle 3

Die Auktions-Grundmodelle

Auktionsform	Information für die Bieter	Höchstgebot = Preis	Schätzung für Bieter notwendig	Informationen für den Auktionator
Englische Auktion	Informationen über die jeweils aktuellen Gebote während der Auktion Information, daß alle Wertschätzungen bis auf die des höchsten Bieters niedriger sind als der Zuschlags-Preis	ja	nein	Information, daß alle Wertschätzungen bis auf die des höchsten Bieters niedriger sind als der Zuschlags-Preis

- Fortsetzung -

¹⁹ Z.B. im Hinblick auf die Bereitstellung der effizienten Kapazität.

- Fortsetzung -

Auktionsform	Information für die Bieter	Höchstgebot = Preis	Schätzung für Bieter notwendig	Informationen für den Auktionator
verdeckte Auktion zum zweithöchsten Gebot	während des Bietprozesses keine bei Veröffentlichung des Ergebnisses: Information über die zweithöchste Zahlungsbereitschaft bei Veröffentlichung aller Gebote: Information über alle maximalen Zahlungsbereitschaften Informationen nach Abschluß der Auktion	nein	nein	Information über alle maximalen Zahlungsbereitschaften
verdeckte Auktion zum höchsten Gebotspreis	während des Bietprozesses keine bei Veröffentlichung des Ergebnisses: Information über die geschätzte zweithöchste Zahlungsbereitschaft bei Veröffentlichung aller Gebote: Informationen über alle Schätzungen der zweithöchsten Zahlungsbereitschaft Informationen nach Abschluß der Auktion	ja	ja	Informationen über alle Schätzungen der zweithöchsten Zahlungsbereitschaft
Holländische Auktion	während des Bietprozesses keine bei Veröffentlichung des Ergebnisses: Information über die geschätzte zweithöchste Zahlungsbereitschaft	ja	ja	Information über die geschätzte zweithöchste Zahlungsbereitschaft

3. Auktionsergebnisse

Eine zentrale Aussage der Auktionstheorie besteht darin, daß die Ergebnisse aller Auktionsformen gleich sind, wenn Private-Value-Güter versteigert wer-

DOI <https://doi.org/10.3790/978-3-428-49686-0>

den, die Bieterstruktur symmetrisch ist, die Bieter risikoneutral sind und es keine kollusiven Verhaltensweisen gibt.

Dann erhält immer der Bieter mit der höchsten Zahlungsbereitschaft das Gut zu einem Preis in Höhe der Zahlungsbereitschaft des ersten Bieters, der nicht zum Zuge gekommen ist. Der Preis entspricht somit den relevanten Opportunitätskosten. Dies gilt nicht absolut für jede Auktion, sondern für den Durchschnittspreis, wenn mehrere Auktionen durchgeführt werden, da der Preis bei der verdeckten Auktion zum Höchst-Gebotspreis und bei der Holländischen Auktion auf der Schätzung der zweithöchsten Zahlungsbereitschaft beruht.²⁰ Dabei geht man davon aus, daß diese Schätzung im Durchschnitt richtig ist, im einzelnen aber sowohl über als auch unter dem korrekten Wert liegen kann. Somit erreichen wir unabhängig von der gewählten Auktionsform das effiziente Ergebnis.

Die Tatsache, daß unter den getroffenen Annahmen der Preis im Durchschnitt bei allen Auktionen gleich ist, wird in der Auktionstheorie als „Revenue-Equivalence Theorem“ bezeichnet.²¹

Sowohl das „Revenue-Equivalence Theorem“ als auch die gleichermaßen effiziente Allokation bei allen vier Auktionsformen wird nicht mehr realisiert, wenn Bieter und Güter nicht den zuvor dargestellten Bedingungen entsprechen. Dies werden wir im folgenden erläutern, indem wir die Annahmen der Bietersymmetrie, insbesondere im Hinblick auf verschiedene Risikoeinstellungen, des wettbewerblichen Bieterverhaltens und der Private-Value-Güter, problematisieren.

4. Unterschiedliche Risikoeinigungen und asymmetrische Bieterstruktur

Hier geht es darum, ob unterschiedliche Risikoeinstellungen²² Auswirkungen auf die Auktionsergebnisse, die Höhe des Preises und den Informationsgehalt haben. Dazu sehen wir uns zunächst an, ob und wenn ja, wie das Bietverhalten beeinflusst wird und bei welchen Auktionen das der Fall ist.

²⁰ Bei der verdeckten Auktion zum zweithöchsten Gebot entspricht der Preis genau der zweithöchsten Wertschätzung, bei der verdeckten Auktion zum Höchst-Gebotspreis, und der Holländischen Auktion entspricht der Preis der geschätzten zweithöchsten Wertschätzung und bei der englischen Auktion beträgt der Preis die zweithöchste Wertschätzung plus ϵ .

²¹ Vgl. grundlegend Vickrey (1961) und weiter Holt (1980), Harris / Raviv (1981b); Myerson (1981); Riley / Samuelson (1981); Milgrom / Weber (1982); Milgrom (1989).

²² Wir wählen unterschiedliche Risikoeinstellungen als Beispiel für eine asymmetrische Bieterstruktur. Vgl. zu anderen Beispielen z.B. McAfee / McMillan (1987), S. 714-715.

Bei der verdeckten Auktion zum Höchst-Gebotspreis und der Holländischen Auktion wird der risikoaverse Bieter tendenziell höher bieten, um seine Gewinn-Wahrscheinlichkeit zu vergrößern. Er hält also die Differenz zwischen maximaler Zahlungsbereitschaft und Gebot eher gering und verringert damit seinen pay-off, wenn er den Zuschlag erhält. Der risikofreudige Bieter wird weniger bieten, um im Gewinnfall den pay-off zu erhöhen.²³ Damit sind bei diesen Auktionen die Beziehungen zwischen maximaler Zahlungsbereitschaft und Gebot (die Bietfunktionen) nicht mehr identisch, sondern werden von der Risikoeinstellung beeinflusst.

Weiß der Bieter z.B. bei der Englischen Auktion, wie hoch das aktuelle Gebot ist, wird er es überbieten, sofern seine Zahlungsbereitschaft hoch genug ist. Dies ist unabhängig davon, welche Risikoeinstellung er hat. Auch braucht der Bieter sich keine Gedanken über das Ausmaß des Überbietens zu machen, da er bis zum Ende der Auktion die Chance hat, das aktuelle Gebot erneut zu überbieten, und somit kein Risiko eingeht, aufgrund eines zurückhaltenden Gebotes den Zuschlag nicht zu erhalten.

Die Risikoeinstellung beeinflusst die Gebote auch bei der verdeckten Auktion zum zweithöchsten Gebot nicht, da es keinen Anreiz gibt, ein von der maximalen Zahlungsbereitschaft abweichendes Gebot abzugeben.

Bezüglich der effizienten Allokation bei der verdeckten Auktion zum Höchst-Gebotspreis und der Holländischen Auktion ergeben sich Probleme, wenn ein risikoaverser Bieter mit niedrigerer Wertschätzung bei der verdeckten Auktion zum Höchst-Gebotspreis und der Holländischen Auktion mehr bietet als ein risikoneutraler oder risikofreudiger Bieter mit höherer Wertschätzung und somit gewinnt. Dann erhält nicht derjenige Bieter das Objekt, dessen Wertschätzung am höchsten ist, sondern derjenige, der aufgrund seines Risikoverhaltens am meisten geboten hat. In diesem Fall ist das Auktionsergebnis ineffizient.²⁴

Um diese Ineffizienzen zu vermeiden, müssen Auktionen ausgewählt werden, bei denen die Gebote lediglich von der Zahlungsbereitschaft und nicht von anderen Faktoren bestimmt werden. Diesem Anspruch werden die Englische Auktion und die verdeckte Auktion zum zweithöchsten Gebot gerecht, die darüber hinaus noch präzisere Informationen über die wahre Höhe der Zahlungsbereitschaften als die verdeckte Auktion zum höchsten Gebotspreis und die Holländische Auktion liefern. Somit sind bei asymmetrischer Bieterstruktur die

²³ Beim risikoneutralen Bieter ergeben sich keine Auswirkungen auf das Bietverhalten.

²⁴ Die Gefahr ineffizienter Ergebnisse besteht grundsätzlich bei asymmetrischen Bieterstrukturen.

Englische Auktion und die verdeckte Auktion zum zweithöchsten Gebot den übrigen beiden Auktionsformen überlegen.²⁵

5. Bieter-Kollusion

Nicht bei jeder Auktion ist wettbewerbliches Bieterverhalten zu erwarten. Insbesondere wenn es sich um wenige Bieter handelt, die einander kennen, besteht die Gefahr einer Bieterkollusion. Da der pay-off (die Käuferrente) negativ mit dem zu zahlenden Preis korreliert, haben die Bieter einen Anreiz, Kartelle²⁶ zu bilden, um durch abgestimmtes Bietverhalten den vom Sieger zu zahlenden Preis niedrig zu halten. Theoretisch werden die Bieter vor der Auktion den Sieger bestimmen. Dieser hat bei erfolgreicher Kollusion einen höheren pay-off als bei wettbewerblichem Bietverhalten und ist in der Lage, die übrigen Bieter aus dem zusätzlichen pay-off für die Teilnahme am Kartell zu entlohnen. Dieser Betrag ist am höchsten, wenn derjenige Bieter mit der höchsten Zahlungsbereitschaft als Auktionsgewinner ausgewählt wird.²⁷

Da bei erfolgreichem Kartellverhalten der gezahlte Preis niedriger ist als bei wettbewerblichem Bietverhalten, hat natürlich der Auktionator aus Einnahmgesichtspunkten Interesse daran, eine Kollusion zu verhindern. Die pay-off maximierenden Gebote der Kollusionspartner spiegeln natürlich nicht deren wahre Wertschätzungen wider. Somit ist kollusives Verhalten auch aus Informationsaspekten zu verhindern.²⁸ Im folgenden wird überprüft, welche Aukti-

²⁵ Vgl. McAfee / McMillan (1987), S. 715 und die dort angegebene Literatur.

Vgl. zur einnahmemaximierenden Auktion bei asymmetrischer Bieterstruktur z.B. Riley (1989); Maskin / Riley (1984); Myerson (1981). Zu einem Auktionsvergleich aus Sicht der Bieter bei Risikoaversion vgl. Matthews (1987).

Bezüglich der Höhe des Preises ist es möglich, daß die Ergebnisse der verdeckten Auktion zum Höchst-Gebotspreis und der Holländischen Auktion von dem Ergebnis unter den Ausgangs-Bedingungen abweichen. Wenn z.B. alle Bieter risikoavers sind, ist der erwartete Preis bei diesen Auktionen höher als bei den anderen beiden, da maximal die *höchste* Zahlungsbereitschaft gezahlt wird. Sind die Risikoneigungen unterschiedlich, gilt das nur, wenn zufällig der Bieter mit der höchsten Zahlungsbereitschaft risikoavers ist. Umgekehrt sind die Preise natürlich niedriger, wenn alle Bieter risikofreudig sind.

²⁶ Solche Kartelle werden auch als Bieterringe bezeichnet. Vgl. z.B. Milgrom (1987).

²⁷ Vgl. Wolf (1995), S. 17.

²⁸ Vgl. z.B. Graham / Marshall (1985).

Die Orientierung an aus kollusiven Geboten abgeleiteten Wertschätzungen kann langfristig zu einer Unterdimensionierung führen. Vgl. Wolf (1995), S. 37. Kurzfristig, etwa bei einer einzigen Versteigerung, führt eine Kollusion möglicherweise nur zu einer Rentenumverteilung vom Verkäufer zum Käufer und wäre damit allokativ irrelevant.

onsformen kollusionsstabilisierend wirken und welche dem einzelnen Kollusionsteilnehmer eher ein Ausbrechen aus der Kollusion attraktiv erscheinen lassen. Das Ausbrechen aus der Kollusion besteht hier darin, daß ein Bieter das vereinbarte niedrige Kollusionsgebot überbietet, um selber das Gut zu einem relativ günstigen Preis zu erwerben. Ein solches Verhalten wird als Cheating bezeichnet.

Wegen der Ausgestaltung als offenes Verfahren werden Cheatingversuche bei der Englischen Auktion von den anderen Bietern sofort bemerkt.²⁹ Aufgrund der Mehrstufigkeit können die anderen Bieter sofort auf das Cheating reagieren. Überbietet der Cheater den vereinbarten Preis, kann ein anderer Teilnehmer den Cheater wiederum überbieten. Aufgrund dessen ist ein Cheatingversuch bei der Englischen Auktion wenig erfolgversprechend, was die offene Englische Auktion extrem kollusionsanfällig macht.

Wird bei einer verdeckten Auktion zum zweithöchsten Preis ein Cheatingversuch unternommen, wissen zwar die übrigen Bieter i.d.R. nicht wer der Cheater ist, jedoch hat auch hier Cheating geringe Erfolgsaussichten. Wir nehmen an, daß vor der Auktion vereinbart wird, daß der Bieter mit der höchsten Wertschätzung das Gut erhalten soll und die übrigen ein geringes, unter ihrer eigenen Wertschätzung liegendes, Gebot abgeben, damit der siegende Bieter das Objekt zu einem niedrigen Preis erhält. Für den Bieter mit der höchsten Wertschätzung ist es rational, wie im vorher bei wettbewerblichem Verhalten diskutierten Fall, ein Gebot in Höhe seiner Wertschätzung abzugeben. Ein Cheatingversuch mit dem Ziel, diese Auktion zu gewinnen, ist dann zwecklos. Es gewinnt dennoch der Bieter mit der höchsten Wertschätzung, nur zahlt er einen höheren Preis.³⁰

Werden bei der Holländischen Auktion Preis und siegender Bieter vereinbart, bestehen Cheatinganreize für die übrigen Bieter, wenn der vereinbarte Preis unter ihrer Wertschätzung liegt. Man braucht nur bei einem Preis, der noch über dem vereinbarten Preis liegt, die Auktion zu stoppen. Dieser Cheatingversuch ist erfolgreich, da die Holländische Auktion nach diesem Gebot abgeschlossen ist. Somit kann der „gecheatete“ Bieter nicht mehr überbieten.

Es gibt jedoch eine Reihe von Einflußfaktoren, bei denen das Auftreten solcher Kollusionen zu mehr oder minder großen Ineffizienzen führen kann. Geht es z.B. um die Versteigerung von Input-Faktoren für einen bestehenden Markt, so daß die Bieter-Kollusion möglicherweise von den Etablierten als strategische Markteintrittsbarriere gegenüber den Newcomern genutzt wird, sind auf diesem Markt Ineffizienzen wahrscheinlich. Siehe zu einer genaueren Erklärung den Punkt „Die Versteigerung verschiedener Objekte“ in diesem Abschnitt.

²⁹ Häufig sind neben der Höhe der Gebote auch die Identitäten der Bieter bekannt.

³⁰ Zur Überlegenheit der verdeckten Auktion zum höchsten Gebotspreis gegenüber der Englischen Auktion und der verdeckten Auktion zum zweithöchsten Gebot bzgl. der Verringerung der Kollusionswahrscheinlichkeit vgl. Robinson (1985).

Bei der Holländischen Auktion ist der Cheater bekannt. Wenn es mehrere Auktionen gibt, an denen immer die gleichen Bieter teilnehmen, besteht natürlich für den Cheater die Gefahr von Retorsionsmaßnahmen durch die anderen Kollusionsmitglieder. In diesem Fall wird die Cheatingwahrscheinlichkeit gemindert.³¹

Bei der verdeckten Auktion zum Höchst-Gebotspreis gilt die gleiche Erklärung bezüglich der Cheatingwahrscheinlichkeit. Darüber hinaus ist der Cheater den übrigen Bietern i.d.R. unbekannt.

Somit sind die Holländische Auktion und die verdeckte Auktion zum Höchst-Gebotspreis weniger kollusionsanfällig als die Englische Auktion und die verdeckte Auktion zum zweithöchsten Gebot.³²

6. Winner's and loser's curse

Bisher sind wir davon ausgegangen, daß der Bieter den Wert kennt, den das Objekt für ihn darstellt.³³ Ist sich der Bieter jedoch bezüglich des Wertes nicht sicher, besteht die Möglichkeit, daß er den wahren Wert des Gutes oder Rechtes überschätzt und nur deshalb (nicht weil er die höchste Zahlungsbereitschaft hat) den Zuschlag erhält.³⁴ Der Sieger wird zu spät (nämlich nachdem er den Zuschlag erhalten hat) feststellen, daß er unter Umständen mehr bezahlt hat, als das Objekt wert ist. Dieses Phänomen wird in der Literatur als „winner's curse“ (Fluch des Gewinners) bezeichnet.³⁵

Wenn der Bieter sich über dieses Risiko im klaren ist, wird er von vornherein versuchen, dem winner's curse zu entgehen, indem er vorsichtiger, das heißt niedriger, bietet.³⁶ Die Gebote, die auf Basis dieser Strategie abgegeben werden, sind niedriger als die tatsächlichen Schätzungen. Das winner's curse Risiko bewirkt also ein „downward biasing“ der Gebote und damit auch der Einnahmen des Verkäufers.

Bei Informationsunsicherheiten seitens der Bieter kann es natürlich neben der Möglichkeit, daß der einzelne Bieter den Wert überschätzt, auch sein, daß

³¹ Bei einem one-shot-game ist dies natürlich irrelevant für die Cheatingwahrscheinlichkeit.

³² Vgl. zur Kollusionsanfälligkeit von Auktionen auch Mead (1967).

³³ Dies ist der Aussagegehalt der Private-Value Annahme.

³⁴ Vgl. Rasmusen (1991), S. 251-255; Milgrom / Weber (1982), S. 1093-1094; McAfee / McMillan (1987), S. 720-722.

³⁵ Vgl. dazu grundlegend Wilson (1969). Vgl. auch Smith (1981); Kagel / Levin (1986); Thiel (1988); Cox / Isaac (1986); Kagel / Levin / Battalio / Meyer (1989); Levin / Smith (1991); Giliberto / Varaiya (1989).

³⁶ Vgl. Smith (1981), S. 383-384; McAfee / McMillan (1987), S. 721.

er den Wert unterschätzt. Analog zu obiger Erklärung des winner's curse stellt der „Verlierer“ hier nach der Auktion fest, daß er deshalb den Zuschlag nicht erhalten hat, weil er aufgrund seines Informationsproblems weniger geboten hat, als das Gut wert ist, und nicht, weil er eine niedrigere Zahlungsbereitschaft hat. Dieser Sachverhalt wird in der Literatur als „loser's curse“ (Fluch des Verlierers) bezeichnet.³⁷ Will der Bieter den loser's curse vermeiden, wird er von vornherein höher bieten. Daraus folgt, daß die Gebote bei dieser Strategie höher sind als die tatsächlichen Schätzungen.

Dieses „upward biasing“ der Gebote kann dazu führen, daß der oder die siegenden Bieter nach dem Zuschlag feststellen, daß sie mehr gezahlt haben, als das Objekt wert ist. Solche Überzahlungen, die für die einzelnen Bieter unnötig hohe Aufwendungen darstellen, können die Akzeptanz insbesondere von erstmaligen Versteigerungen von Gütern, über deren Wert kaum sichere Informationen vorliegen, bei den Bietern erheblich mindern.

In der Literatur werden Privat-Value-, Common-Value- und Correlated-Value-Auktionen unterschieden. Dabei stellen Private-Value- und Common-Value-Auktionen die Extremfälle dar. Bei einer Private-Value-Auktion kennt jeder Bieter den Wert, den das zu versteigernde Objekt für ihn hat. Daher läuft kein Bieter Gefahr, den Zuschlag nur deshalb zu erhalten, weil er den Wert des Objektes überschätzt, bzw. das Gut nicht zu erhalten, weil er den Wert unterschätzt. Somit tritt bei Private-Value-Auktionen weder ein winner's noch ein loser's curse Risiko auf. Die verschiedenen Werte, die das Objekt für die jeweils anderen darstellt, sind den Bietern unbekannt und haben auch keine Bedeutung dafür, welchen Wert sie dem Objekt beimessen.³⁸

Als Common-Value wird der Wert von Gütern bezeichnet, der für alle Bieter gleich, ihnen allerdings unbekannt ist.³⁹ Bei der Schätzung des wahren Wertes solcher Güter versuchen die Bieter, sich aneinander zu orientieren, um ihre Informationsbasis zu erweitern und das Risiko einer Fehlschätzung zu mindern. Die Wertschätzung eines Bieters kann sich verändern, wenn er Kenntnis über

³⁷ Vgl. Holt / Sherman (1994).

³⁸ Man spricht auch von independent-private-value auctions, was beinhaltet, daß die Werte von einander unabhängig sind. Vgl. z.B. McAfee / McMillan (1987) S. 706. Ein Beispiel dafür ist ein Kunstwerk, das der Bieter nicht weiterverkaufen will. Vgl. Rasmusen (1991), S. 246.

³⁹ Als Beispiele für Common-Value Objekte werden Auktionen für Ölbohrrechte angeführt. Ölbohrrechte haben z.B. für alle bietenden Firmen den gleichen Wert, wenn unterstellt wird, daß alle Bieter den gleichen Zugang zur gängigen Technologie haben, somit das Recht gleich optimal verwenden können und gleiche Marktpreise für das gewonnene Öl erzielen. Vgl. Rasmusen (1991), S. 246; Milgrom / Weber (1982), S. 1094; Capen / Clapp / Campbell (1971). Da der Wert des Objekts den Bietern nicht genau bekannt ist, versuchen alle auf Basis der ihnen zur Verfügung stehenden Information den Wert zu schätzen.

die Schätzungen anderer Bieter erhält.⁴⁰ Damit sind die Wertschätzungen der Bieter nicht, wie bei der Private-Value-Auktion, voneinander unabhängig. Bei Versteigerungen von Common-Value Gütern spielen winner's und loser's curse Risiko eine große Rolle, da die Bieter sich stets der Gefahr gegenübersehen, den wahren Wert falsch einzuschätzen.

Viele Güter lassen sich jedoch nicht trennscharf in eine der beiden Kategorien (Private-Value oder Common-Value) einordnen, sondern stellen Mischfälle dar.⁴¹ Diese Güter werden als Correlated-Value-Güter bezeichnet.⁴² Einige wertbestimmende Einflußfaktoren sind den Bietern bekannt und unter Umständen auch für jeden Bieter unterschiedlich,⁴³ andere Einflußfaktoren sind dagegen ungewiß und betreffen die Bieter in gleichem Maße.⁴⁴ Aufgrund der auch hier vorhandenen Ungewißheit bestehen winner's und loser's curse Risiken und die Bieter versuchen auch bei diesen Gütern, sich in bestimmter Weise aneinander zu orientieren.

Da das winner's curse Risiko ceteris paribus die Einnahmen mindert, hat ein einnahmenmaximierender Verkäufer ein Interesse daran, dieses Risiko bestmöglich zu senken. Dabei kann er den Versuch der Bieter, sich aneinander zu orientieren, für sich nutzen, indem er eine Auktionsform wählt, die dieses automatisch ermöglicht. Wir haben bereits festgestellt, daß die Englische Auktion ein Höchstmaß an Informationen über die Gebote während des Auktionsprozesses für die Bieter generiert. Wesentlich ist dabei, daß die Informationen direkt während der Versteigerung des fraglichen Gutes nutzbar sind. Dies ergibt sich aus der Mehrstufigkeit des Verfahrens. Es ermöglicht dem Bieter, mehrere Gebote abzugeben, bei deren Formulierung er die Informationen verwenden kann. Die breitere und nutzbare Informationsbasis verringert das Risiko des winner's curse, damit ebenfalls das Ausmaß des downward biasing, und der Zuschlagspreis fällt höher aus.⁴⁵

⁴⁰ Vgl. Rasmusen (1991), S. 246.

⁴¹ Vgl. Milgrom / Weber (1982), S. 1095; Rasmusen (1991), S. 246; Mester (1988), S. 8.

⁴² Vgl. dazu Milgrom / Weber (1982). Milgrom/Weber haben ein Auktionsmodell entwickelt, daß sowohl die beiden Extremfälle, als auch die Vielzahl der Mischfälle berücksichtigt.

⁴³ Ein Beispiel dafür ist die eigene Fähigkeit, das Gut gewinnbringend einzusetzen. Vgl. McMillan (1994), S. 152.

⁴⁴ Darunter kann man sich neue technische Entwicklungen vorstellen, die den Wert eines zu ersteigernden Inputfaktors verändern. Vgl. McMillan (1994), S. 152; Quirk / Terasawa (1984).

⁴⁵ Bei der verdeckten Auktion zum Höchst-Gebotspreis und bei der Holländischen Auktion erhält der Bieter keine Information über die Wertschätzung der Mitbieter und muß das volle winner's curse Risiko tragen. Gewinnt er, weil er den Wert überschätzt hat, muß er den gesamten, den wahren Wert übersteigenden Betrag zahlen. Dies wird

Die gleiche Vorgehensweise empfiehlt sich für denjenigen Anbieter, der aus Gründen der Akzeptanz des Auktionsverfahrens vermeiden will, daß die Bieter den Wert des Objektes übersteigende Gebote abgeben.⁴⁶ Die Verbesserung der Informationsbasis reduziert das loser's curse Risiko ebenso wie das winner's curse Risiko und begrenzt somit das Auftreten akzeptanzmindernder, den Wert übersteigende Gebote.

7. Zwischenergebnis

Bezüglich der Information für den Auktionator ist immer die verdeckte Auktion zum zweithöchsten Gebot am geeignetsten. Geht es dagegen auch darum, daß während des Versteigerungsprozesses Informationen unter den Bietern verbreitet werden (etwa um das winner's oder loser's curse Risiko zu senken), so schneidet die Englische Auktion am besten ab.⁴⁷

Beide Auktionen realisieren unabhängig von den Annahmen zum Bietverhalten das effiziente Ergebnis (Zuweisung des Objektes an den Bieter mit der höchsten Zahlungsbereitschaft), sind aber bezüglich der Kollusionsanfälligkeit den übrigen Auktionen (verdeckte Auktion zum Höchst-Gebotspreis und Holländische Auktion) unterlegen.

Tabelle 4 faßt die Ergebnisse zusammen:

ceteris paribus zu vorsichtigerem Bietverhalten und damit zu einem niedrigen Zuschlagspreis führen.

Dies ist bei der verdeckten Auktion zum zweithöchsten Gebot in diesem Maße nicht der Fall. Der Bieter erhält zwar keine Information über die Wertschätzung der Mitbieter, aber sein winner's curse Risiko wird gemindert. Der siegende Bieter zahlt einen Preis in Höhe des zweithöchsten Gebots, also einen Betrag unter der eigenen Wertschätzung, der der Wertschätzung eines (unter Umständen besser informierten) Mitbieters entspricht. Er zahlt also, wenn auch der zweithöchste Bieter den Wert überschätzt, nicht die gesamte Differenz zwischen dem eigenen Gebot und dem wahren Wert. Im Idealfall für den siegenden Bieter unterschätzt der zweithöchste Bieter sogar den wahren Wert. Dies führt zu einem „Rentengeschenk“ für den Sieger. Ist der zweithöchste Bieter voll über den Wert informiert, zahlt der Sieger einen dem Wert entsprechenden Preis.

Aufgrund der unterschiedlichen die Gebotshöhe beeinflussenden Informationsstände ist folgende Reihenfolge der Zuschlags-Gebots-Erwartungswerte anzunehmen: Die erwarteten Gebote bei der Englischen Auktion sind höher als die der verdeckten Auktion zum zweithöchsten Preis, diese wiederum übertreffen diejenigen bei der Holländischen Auktion und der verdeckten Auktion zum Höchst-Gebotspreis. Die Gebotserwartungswerte der beiden letztgenannten sind identisch. Vgl. McAfee / McMillan (1987), S. 722; Milgrom / Weber (1982), S. 1095.

⁴⁶ Solche überhöhten Gebote würden die Akzeptanz des Verfahrens bei den Bietern und möglicherweise auch in der Öffentlichkeit beeinträchtigen.

⁴⁷ Vgl. z.B. McAfee / McMillan (1987); Milgrom / Weber (1982); Rasmusen (1991); McMillan (1994).

Tabelle 4

Die Eignung der Auktions-Grundmodelle⁴⁸

	Informationen für den Auktionator	Information für die Bieter während der Versteigerung	Effizienz, unabhängig von den Annahmen zum Bietverhalten	geringe Kollusionsanfälligkeit
Englische Auktion	+	++	++	--
verdeckte Auktion zum zweithöchsten Gebot	++	--	++	-
verdeckte Auktion zum höchsten Gebotspreis	o	--	--	++
Holländische Auktion	-	--	--	++

++ → bestmöglich geeignet - → wenig geeignet
 + → geeignet -- → ungeeignet
 o → gerade noch geeignet

Da die Auktionsformen den verschiedenen Anforderungen in unterschiedlichem Maße gerecht werden und kein Modell den gesamten Anforderungen entspricht, können wir kein abschließendes Gesamt-Urteil darüber fällen, welche Auktionsform zu präferieren ist. Es müssen bei der Wahl der Auktion immer die spezifischen Anforderungen berücksichtigt werden, die die jeweils zu versteigernden Güter oder Rechte stellen. Nur dann kann eine genau für die Allokation dieser Objekte relativ am besten geeignete Auktion bestimmt werden.

8. Die Versteigerung mehrerer Objekte (sequentielle/simultane Auktionen)

Die Analyse der relativen Vor- und Nachteile der Auktions-Grundmodelle erfolgte anhand der Versteigerung eines Gutes. Da wir hier jedoch die theoretischen Vorüberlegungen für die Versteigerung von mehreren Nutzungsrechten darstellen, müssen wir uns überlegen, wie eine Auktion mehrerer Objekte abzuwickeln ist. Dabei gehen wir davon aus, daß mehrere gleiche oder zumindest

⁴⁸ In Anlehnung an Wolf (1995), S. 20. Wolf unterscheidet jedoch nicht zwischen den Informationen für Auktionator und Bieter.

ähnliche, vergleichbare Objekte⁴⁹ versteigert werden und daß jeder Bieter die Möglichkeit hat, mehr als ein Objekt zu erwerben.

Die Versteigerung mehrerer Güter kann entweder auf mehreren Auktionen nacheinander (sequentiell) - hier entspricht die Anzahl der Auktionen der Anzahl der zu versteigernden Güter - oder auf einer einzigen Auktion, wobei alle Güter gleichzeitig (simultan) versteigert werden, erfolgen.

Prinzipiell kann jede Auktionsform im Rahmen eines sequentiellen oder simultanen Ablaufverfahrens verwendet werden. Bei sequentiellen Auktionen ist die Vorgehensweise klar: es werden einfach entsprechend der Anzahl der zu versteigernden Rechte Auktionen der ausgewählten Art (Englisch, verdeckt zum zweithöchsten Gebot, etc.) hintereinander abgehalten.

Für ein simultanes Verfahren sind dagegen einige zusätzliche Regeln erforderlich. Bei den verdeckten Auktionen gibt jeder Bieter Gebote für eine bestimmte Anzahl der Objekte ab, dabei kann er bezüglich Menge und Gebotshöhe differenzieren.

Betrachten wir folgendes Beispiel:

Es gibt $n=5$ Objekte. Diese Objekte seien homogen. Bieter 1 möchte drei Objekte erwerben und bietet für je eines 1000,-; 600,- und 400,-.⁵⁰ Bieter 2 plant auch, drei Objekte zu erwerben und bietet für je eines 700,-; 500,-; 200,-. Daraus bilden wir die in Abbildung 43 dargestellte treppenförmige Nachfragefunktion.

Bei der verdeckten Auktion zum Höchst-Gebotspreis kommt folgendes Ergebnis zustande: Bei n Objekten gewinnen die Bieter der n höchsten Gebote, zahlbar sind jeweils Preise in Höhe der Gebote.

In unserem Beispiel betragen die fünf höchsten Gebote 1000,-; 700,-; 600,-; 500,-; 400,-. Damit erhält Bieter 1 drei Slots zu je 1000,-; 600,- und 400,-, Bieter 2 erhält zwei Slots zu je 700,- und 500,-.

Da hier jeder Bieter einen Preis in Höhe seines Gebots zahlt, wird diese Auktion bei mehreren Objekten diskriminierende Auktion genannt.⁵¹

⁴⁹ Für die theoretische Betrachtung sind homogene Güter am geeignetsten. Dies trifft in unserem Zusammenhang auf solche Nutzungsrechte zu, die von den Bietern als substituierbar angesehen werden, z.B. Start- und Landerechte für einen Flughafen in einem Zeitintervall, z.B. zwischen 8 und 8.30 Uhr. Diese Vereinfachung wird an gegebener Stelle gemacht. Auktionen, auf denen nacheinander mehrere verschiedene Güter versteigert werden, sind hier nicht gemeint.

⁵⁰ Er hätte auch für alle drei Objekte z.B. je 600,- bieten können.

⁵¹ Bzgl. der Probleme gilt gleiches wie bei der verdeckten Auktion zum Höchst-Gebotspreis für ein Objekt.

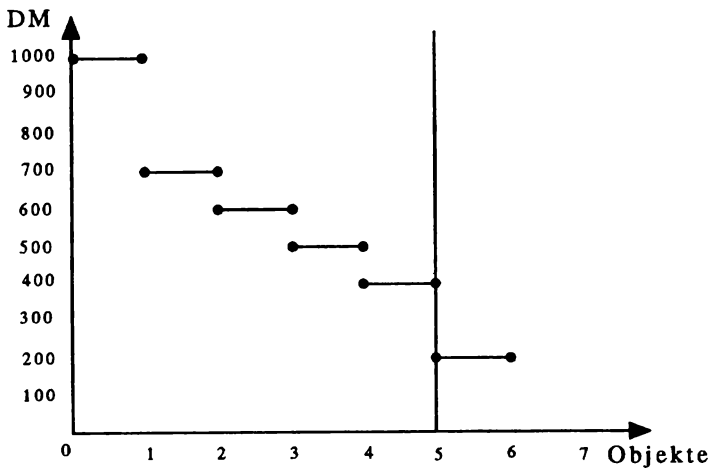


Abb. 43: Versteigerung mehrerer Objekte

Bei der verdeckten Auktion zum zweithöchsten Gebot gewinnen wieder die Bieter der n höchsten Gebote, gezahlt wird jedoch für *alle* Güter ein Preis in Höhe des $n+1$ höchsten Gebotes (also des ersten Gebotes, das nicht zum Zuge kommt)⁵², dies beträgt hier 200,-. Da für alle Güter der gleiche Preis gezahlt wird, heißt diese Variante auch Einheits-Preis-Auktion.

Bei der Holländischen Auktion darf der Bieter, der die Auktion als erster stoppt, eine von ihm bestimmte Anzahl Güter zu dem gerade aufgerufenen Preis erwerben. Sind dann noch Güter vorhanden, wird so weiter verfahren, bis alle Güter versteigert sind. Diese Auktion diskriminiert ebenso wie die verdeckte Auktion zum Höchst-Gebotspreis, verbessert jedoch den Informationsstand der Bieter.

Die Englische Auktion dauert solange, bis die n höchsten Gebote nicht mehr überboten werden. Werden unendlich kleine Gebotsschritte zugelassen, so er-

⁵² Der Vorteil der verdeckten Auktion zum zweithöchsten Gebot ist, daß jeder rationale Bieter ein Gebot in Höhe seiner Wertschätzung abgibt. Um dies auch bei Versteigerungen mehrerer Objekte zu erreichen, darf das eigene Gebot nicht den Preis determinieren. Dies ist nur dann gewährleistet, wenn erstens der Preis in Höhe des ersten, nicht zum Zuge gekommenen Objektes festgelegt wird und zweitens jeder Bieter nur ein Objekt erwerben darf. Bei Geboten für mehrere Objekte determiniert möglicherweise eines der eigenen Gebote den Preis. Dies ist dann der Fall, wenn ein Teil der eigenen Gebote zum Zuge kommt und das eigene nächst-höchste Gebot das erste ist, das nicht zum Zuge kommt (wie in unserem Beispiel das Gebot von Bieter 2). Vgl. Vickrey (1961), S. 26-27. Vgl. zur verdeckten Auktion zum zweithöchsten Gebot bei Versteigerungen mehrerer Objekte auch Vickrey (1962); Harris / Raviv (1981) und zu experimentellen Tests Cox / Smith / Walker (1984).

gibt sich ein Einheitspreis in Höhe des ersten Gebots, das nicht mehr zum Zuge gekommen ist, plus ϵ , in unserem Fall beträgt der Einheitspreis 200,- ϵ .⁵³

Werden die Güter sequentiell versteigert, können die Ergebnisse der ersten Auktionen als Orientierungshilfe für die Gebotsfindung auf den späteren Auktionen dienen, sofern sie veröffentlicht werden.⁵⁴ Damit wird der Informationsstand der Bieter erhöht.⁵⁵ Dafür besser geeignet ist jedoch die Englische Auktion im Rahmen eines simultanen Verfahrens. Sie verbreitet die Informationen während der Versteigerung und ermöglicht den Bietern aufgrund der Mehrstufigkeit die Informationen für alle, nicht nur für die zuletzt zu versteigernden, Güter zu nutzen.⁵⁶ Simultane einstufige Verfahren sind dagegen zur Informationsverbreitung unter den Bietern ungeeignet.

Gegenüber kollusivem Bieterverhalten sind sequentielle und die simultane englische Auktion anfälliger als einstufige simultane Auktionen. Die Argumentation verläuft hier analog der bei der mehrstufigen (Englischen) Auktion für ein Gut.⁵⁷

⁵³ Vgl. zu einem Vergleich von simultanen Holländischen und Englischen Auktionen McCabe / Rassenti / Smith (1990).

⁵⁴ Hier wird deutlich, warum es nur Sinn macht zumindest ähnliche Objekte zu betrachten. Die Information über den Preis für z.B. einen Rembrandt ist nicht hilfreich für die Schätzung des Preises für einen antiken Schrank, der zufällig auf der gleichen Auktion versteigert wird.

⁵⁵ Unter Umständen veranlassen sequentielle Auktionen jedoch die Bieter zu folgenden, die Einnahmen des Auktionators senkenden, Strategien. Es kann für die Bieter vorteilhaft sein, falsche Informationen zu verbreiten. In dem Fall wird in den ersten Auktionen niedriger geboten, um den übrigen Bietern zu signalisieren, daß das Gut einen geringen Wert hat. Der Sinn dieser Strategie ist, das Gut in einer der späteren Auktionen zu einem höheren als in den ersten Auktionen gebotenen, jedoch den wahren Wert weit unterschreitenden Preis zu erwerben. Wenn alle Bieter so verfahren, sind alle Gebote, die in der ersten Auktion abgegeben werden, niedriger, als wenn es keine zweite Auktion gäbe. Bei einer verdeckten Auktion zum Höchst-Gebotspreis wurde festgestellt, daß die Gebote bei einer sequentiellen Versteigerung in den ersten Auktionen niedriger sind, als bei einer einmaligen (one-shot) Auktion. Vgl. Hausch (1986), S. 1599ff. Auf eine andere Strategie mit dem Ziel, Objekte in späteren Auktionen zu einem den Knappheits-Preis unterschreitenden Preis zu erwerben, weisen Pitchik / Schotter hin. Bei dieser als Predatory Bidding bezeichneten Strategie treiben einige Bieter die Preise in den ersten Auktionen so hoch, daß die Sieger in den folgenden Auktionen aus finanziellen Gründen nicht mehr mitbieten können und sie selber aufgrund des niedrigen Bieterwettbewerbs nur einen geringeren Preis zahlen müssen. Vgl. Pitchik / Schotter (1988).

⁵⁶ Bei der holländischen simultanen Auktion ist der Informationsstand ebenso wie bei der sequentiellen verdeckten Auktion zum höchsten und zum zweithöchsten Gebotspreis sowie bei der sequentiellen Holländischen Auktion für die zuerst zu versteigernden Gütern gering.

⁵⁷ Siehe dazu den Punkt „Bieter-Kollusion“ in diesem Abschnitt.

Betrachten wir des weiteren die Versteigerung von Inputfaktoren, von denen eine bestimmte Mindestanzahl erforderlich ist, um auf dem Endproduktmarkt ökonomisch sinnvoll agieren zu können. Dies trifft z.B. auf Slots zu, da für das Angebot zweckmäßiger Flugrouten eine bestimmte Menge Slots benötigt wird. Werden solche Inputfaktoren im Rahmen sequentieller Auktionen versteigert, besteht die Gefahr, daß die etablierten Anbieter strategisch bieten, um Newcomer von dem notwendigen Erwerb einer sinnvollen Menge dieser Inputfaktoren abzuhalten und somit deren Markteintritt zu erschweren.

Bei einer sequentiellen Auktion können die Anbieter einige Auktionen lang den niedrigen Kollusionspreis bieten. Erwerben die Newcomer in diesen Auktionen eine Menge an Inputfaktoren, die gerade noch nicht ausreicht, um als ernsthafter Konkurrent aufzutreten, werden die Etablierten in den folgenden Auktionen versuchen, so hoch zu bieten, daß es den Newcomern nicht möglich ist, weitere Faktoren zu erwerben. In diesem Fall müßten die Newcomer ihre erworbenen Inputfaktoren wieder verkaufen. Als Käufer kämen nur die Etablierten in Frage, die dann wiederum einen kollusiv niedrigen Preis bieten würden. Eine Antizipation dieses strategischen Bietverhaltens könnte Newcomer von vornherein von einer Auktionsteilnahme abhalten und den Etablierten den Erwerb der Inputfaktoren zum niedrigen Kollusivpreis ermöglichen.⁵⁸

Steht die Informationsverbreitung und -nutzbarkeit für die Bieter im Vordergrund, so ist die simultane mehrstufige (Englische) Auktion allen anderen Auktionsformen vorzuziehen. Ist jedoch die Vermeidung kollusiven Verhaltens wichtiger, so sind die zur Informationsgenerierung weniger geeigneten simultanen einstufigen Auktionsformen überlegen. Als „Faustregel“ kann festgehalten werden, daß bei den Auktionsverfahren ein trade-off zwischen der Eignung zur Informationsgenerierung und -Nutzung auf der einen Seite sowie der Kollusionsresistenz auf der anderen Seite besteht.

Darüber hinaus kommt besonders bei Versteigerungen mehrerer Objekte den Betriebskosten der Auktionsverfahren eine größere Bedeutung zu. Die Betriebskosten steigen ceteris paribus mit zunehmendem Zeitbedarf und Komplexität der Verfahren. Weniger komplex und damit einfacher durchzuführen sind grundsätzlich sequentielle Auktionen,⁵⁹ während simultane Verfahren einen geringeren Zeitaufwand verursachen.

⁵⁸ Vgl. zu der gleichen Problematik bei der Versteigerung von Frequenzen Kruse (1993), S. 204-205. Wenn sich jedoch viele Newcomer an der Auktion beteiligen, sind die Etablierten dadurch fast dauernd gezwungen, die Ersteigerung konkurrenzfähiger Mengen Slots durch die Newcomer zu verhindern. Gelingt ihnen das, haben sie unzweifelhaft die höhere Zahlungsbereitschaft für Slots und ihr Sloterwerb wäre effizient. Resultiert die höhere Zahlungsbereitschaft jedoch aus einer geplanten Anbieterkollusion auf den Markt für Flugreisen, wäre das Ergebnis ineffizient. Es entsteht mindestens eine allokative Ineffizienz auf dem Markt für Flugreisen.

⁵⁹ Vgl. McMillan (1994), S. 153.

Die Überlegungen bei der Konstruktion eines geeigneten Auktionsdesigns für mehrere Objekte betreffen die Wahl eines der Grundmodelle sowie die Entscheidung, ob die Versteigerung sequentiell oder simultan ablaufen soll. Ebenso wie keines der Grundmodelle eindeutig überlegen ist, kann auch für den Ablauf der Versteigerungen mehrerer Güter kein allgemeingültiges Urteil darüber gefällt werden, welches das geeignete Verfahren ist. Beide Entscheidungen müssen unter Berücksichtigung der relativen Vor- und Nachteile im Hinblick auf die jeweiligen Auktionsobjekte getroffen werden. Daher wollen wir im nächsten Abschnitt die hier als Beispiel für die zu versteigernden Nutzungsrechte gewählten Slots bezüglich ihrer Eigenschaften und der speziellen Anforderungen charakterisieren.

II. Charakterisierung der Auktionsobjekte

1. Kollusionswahrscheinlichkeit, Informationsbedarf und Bieterstruktur

Wie wir gesehen haben, sind die Auktions-Modelle unterschiedlich geeignet, die zu versteigernden Güter oder Rechte so zu allozieren, daß die Ziele Effizienz und Informationsgenerierung sowie, wenn erforderlich, das Ziel der Vermeidung kollusiver Verhaltensweisen auch dann erreicht werden, wenn die Güter und Bieter Eigenschaften aufweisen, die nicht den idealen Ausgangsanahmen entsprechen.

Die Englische Auktion und die verdeckte Auktion zum zweithöchsten Gebot garantieren effiziente Ergebnisse unabhängig von der Bieterstruktur und generieren, wenn auch nicht in gleichem Maße, präzise Informationen über die Zahlungsbereitschaft der Bieter. Diesbezüglich sind diese Auktionsformen der verdeckten Auktion zum höchsten Gebotspreis und der Holländischen Auktion überlegen. Im Hinblick auf die gesetzten Ziele besteht der einzige Vorteil der verdeckten Auktion zum höchsten Gebotspreis und der Holländischen Auktion darin, daß sie cheatinganfällig sind, was erfolgreiche Kollusionen erschwert. Dies ist bei den anderen beiden Auktionsformen nicht der Fall.

Wir können also die Auktionsformen bezüglich ihrer Eignung, bestimmte Probleme zu lösen, in zwei Gruppen einteilen. Die erste Gruppe besteht aus der Englischen Auktion und der verdeckten Auktion zum zweithöchsten Gebot. Die Holländische Auktion und die verdeckte Auktion zum höchsten Gebotspreis bilden die zweite Gruppe.

Keine der Gruppen kann absolut der jeweils anderen vorgezogen werden. Somit muß bei der Konstruktion eines Auktionsdesigns darauf geachtet werden, welche relativen Vorteile eines Verfahrens für die Versteigerung des jeweiligen Objektes von Relevanz sind. Es gibt kein allgemeingültiges „Aukti-

onsrezept“. Ein Auktionsdesign kann nur im Hinblick auf die speziellen Eigenschaften des zu versteigernden Objektes zielorientiert konzipiert werden. Dazu ist eine Charakterisierung des Versteigerungs-Objektes bezüglich dessen Eigenschaften und daraus möglicherweise entstehender Probleme erforderlich.

Da eine solche Vorgehensweise besser praktisch anhand eines Beispiels als theoretisch illustriert werden kann, soll hier wieder auf das Beispiel Slots zurückgegriffen werden. Die einzelnen Schritte der Vorgehensweise sind von allgemeiner Gültigkeit und müssen bei der Erstellung eines Auktionsdesigns für ein anderes Versteigerungsobjekt ebenfalls vorgenommen und auf dessen Eigenschaften abgestellt werden.

Für unser Beispiel wird zunächst überprüft, in wieweit bei einer Versteigerung von Slots kollusives Verhalten der Bieter zu erwarten ist und welchen Stellenwert eine präzise Informationsgenerierung hat. Bei letzterem wird darauf eingegangen, ob eine Information der Bieter während des Versteigerungsprozesses erforderlich ist. Die Ergebnisse dieser Betrachtung liefern erste Anhaltspunkte dafür, welche Auktionsgruppe gewählt werden sollte.

Generell gilt, daß eine Kollusion um so wahrscheinlicher ist, je weniger Bieter existieren und je transparenter deren Verhaltensweisen untereinander sind.⁶⁰ Für die etablierten Anbieter von Flugdienstleistungen besteht ein großer Anreiz zur Kollusion, da sie im Erfolgsfall relevante Inputfaktoren, die Slots, günstiger erwerben und damit einen Teil der Verkäuferrernte abschöpfen können.

Auch wenn derzeit viele Flugstrecken nur von wenigen Gesellschaften angeboten werden⁶¹, was für eine geringe Anzahl Bieter und damit für erfolgreiche kollusive Vereinbarungen sprechen könnte, ist die Kollusionsgefahr angesichts der Vielzahl potentieller Bieter (Anbieter anderer Strecken und neu in den Markt für Flugdienstleistungen eintretende Gesellschaften) zu relativieren.

Planen wenige von vielen Bietern eine Kollusion, erscheint die erfolgreiche Umsetzung unwahrscheinlich, da die übrigen Bieter das kollusive Gebot überbieten werden.⁶² Auch kann der Versuch, alle potentiellen Bieter in die Kollusion einzubeziehen, als wenig aussichtsreich eingeschätzt werden, da bei vielen Teilnehmern zum einen i.d.R. ein geringeres Bewußtsein für Kollektivinteressen besteht, die Transaktionskosten der Kollusionsbildung also hoch sein wer-

⁶⁰ Vgl. Kruse (1995), S. 568-570.

⁶¹ Vgl. Pryke (1991); Wolf (1995), S. 41.

⁶² Anders kann es hingegen aussehen, wenn es sich um die Versteigerung von z.B. „Nischen-Slots“ handelt, um die nur wenige Gesellschaften bieten.

den⁶³, und zum anderen eine Entschädigung aller Teilnehmer sehr teuer für den Auktionsgewinner wäre.⁶⁴

Die zuvor angeführten Argumente sprechen zwar dafür, daß die Wahrscheinlichkeit der Kollusionsbildung nicht hoch ist, es gibt jedoch ein anderes Argument, das eine gewisse Kollusionsresistenz und damit eine Auktion aus der zweiten Gruppe (verdeckte Auktion zum höchsten Gebotspreis und Holländische Auktion) vorteilhaft erscheinen läßt. Es bezieht sich darauf, daß die Anzahl der potentiellen Bieter durch zutrittsbeschränkende Praktiken⁶⁵ auf dem Markt für Flugdienstleistungen reduziert wird, was ceteris paribus die Kollusionsbildung wiederum erleichtert.

Wie wir bereits wissen, ist die zweite Auktionsgruppe jedoch unter anderem bezüglich der Informationsgenerierung der anderen Gruppe unterlegen. Daher wollen wir jetzt überprüfen, welche Relevanz dieser Aspekt für die Versteigerung von Slots hat. Wir unterstellen, daß korrekte Informationen über die Zahlungsbereitschaft der Bieter im Hinblick auf eine optimale Dimensionierung der Infrastruktur immer erforderlich sind, das heißt, daß zumindest der Anbieter möglichst präzise Informationen erhalten soll.⁶⁶ Dies spricht für die verdeckte Auktion zum zweithöchsten Gebot.

Im folgenden überlegen wir, welche Bedeutung die Informationen für die Bieter haben. Aus der traditionellen Auktionstheorie wissen wir, daß die Informationsgenerierung für die Bieter auch aus Verkäufersicht während der Auktion vorteilhaft ist, wenn es sich um Common- oder Correlated-Value-Objekte handelt. Nur in diesen Fällen besteht zumindest eine gewisse Unsicherheit der Bieter bezüglich des Objekt-Wertes, die durch die Informationsgenerierung vermindert wird. Dies können wir zum einen unter dem Aspekt der Einnahmenmaximierung (Reduzierung des winner's curse Risikos) betrachten. Zum anderen wird damit auch das gegenteilige Problem (der loser's curse⁶⁷) abgeschwächt, wodurch eine größere Akzeptanz des Auktionsverfahrens unter den Bietern erreicht werden kann. Dies ist insbesondere dann relevant, wenn es sich um eine Auktion handelt, die erstmalig veranstaltet wird und im Laufe der Zeit mehrere Wiederholungen geplant sind, für deren Durchführung aus politökonomischen Gründen eine gewisse Akzeptanz Voraussetzung ist.⁶⁸

⁶³ Vgl. Kruse (1995), S. 570.

⁶⁴ Vgl. Wolf (1995), S. 41.

⁶⁵ Darunter ist z.B. die Etablierung von Computerreservierungssystemen zu verstehen, vgl. zu deren Bedeutung Weinhold (1995).

⁶⁶ Vgl. z.B. Brander / Cook / Rowcroft (1988).

⁶⁷ Vgl. Holt / Sherman (1994), sowie die Erklärung in E.1.

⁶⁸ Darauf wurde z.B. bei der Konzipierung des Auktionsdesigns zur erstmaligen Versteigerung von ERMES-Funkruf-Frequenzen geachtet. Da in der Zukunft möglicherweise noch weitere Frequenzauktionen stattfinden werden, sollten Akzeptanzpro-

Um Anhaltspunkte für eine Einordnung der Slots in die Kategorien Common-Value, Private-Value und Correlated-Value zu gewinnen, müssen wir uns überlegen, was den Wert eines Slots für die einzelne Fluggesellschaft ausmacht und in welchem Maße die Gesellschaften darüber informiert sind.

Wir können davon ausgehen, daß der Wert der Slots im wesentlichen von den durch sie erzielbaren Erträgen bestimmt wird.⁶⁹ Im folgenden werden exemplarisch einige Ertragsdeterminanten betrachtet.

Die Erträge sind u.a. von technischen Neuerungen und vom trendmäßigen (nicht linienspezifischen) Nachfrageverhalten der Fluggäste abhängig. Bei beiden Faktoren handelt es sich in gewisser Weise um zukünftige, unbekannte und für alle Gesellschaften gleiche Parameter, die von ihnen selber nicht in wesentlichem Umfang steuerbar sind und die ihre Ertragslage in gleicher Weise beeinflussen.⁷⁰ Aufgrund ihrer Auswirkungen auf die Erträge sind sie für die Gebotsfindung relevant, weshalb die Gesellschaften einen Anreiz haben, sie zu prognostizieren. Damit können wir davon ausgehen, daß die Gesellschaften die gleichen unbekannten Größen schätzen, was uns eine erste Orientierung in Richtung Common-Value liefert.

Darüber hinaus werden die Erträge aber auch von den unterschiedlichen Situationen der Bieter, z.B. Ausstattung mit Produktionsfaktoren, technischer Effizienz und Reputation⁷¹, beeinflusst. Diese stellen wertbestimmende Faktoren dar, die jedem einzelnen Bieter für sich bekannt und unter den Bietern verschieden sind.⁷² Diesbezüglich hat ein Slot Private-Value Charakter.

Wenn Sekundärmärkte existieren, auf denen die Slots gehandelt werden können, ist der dort erwartete Preis neben dem Ertrag aus der Slotnutzung ebenfalls ein wertbestimmender Faktor. Es ist realistisch anzunehmen, daß die Gesellschaften bei der Auktion nicht bereit sind, einen Betrag zu zahlen, der über diesem erwarteten Preis liegt. Damit geht der erwartete Sekundärmarktpreis zu einem Teil in die persönlichen Wertschätzungen ein. Dieser Preis aber

bleme aufgrund zu hoher Zahlungen vermieden werden. Vgl. Keuter / Nett (1997), S. 302, 306. Dadurch wollte man möglichen medienwirksamen Protesten gegen solche Verfahren seitens der betroffenen Bieter vorbeugen.

⁶⁹ Vgl. Meyer (1991), S. 28; Koran / Ogur (1983), S. 7; sowie die Erläuterung der Determinanten von Geboten für Nutzungsrechte in Abschnitt E.1.

⁷⁰ Vgl. zum winner's curse Risiko bei Versteigerungen von Kontrakten, bei denen die Bieter ungewisse technische Entwicklungen berücksichtigen müssen, Quirk / Terasawa (1984).

⁷¹ Die Reputation der Gesellschaft beeinflusst die Zahlungsbereitschaft der Fluggäste für Flüge, so daß diese ein die Gebotshöhe determinierender Faktor ist.

Strandenes ist jedoch der Auffassung, daß die potentiellen Einnahmen aus einem Flug ein Beispiel für common-value sind. Vgl. Strandenes (1992), S. 287.

⁷² Vgl. Brander / Cook / Rowcroft (1989), S. 27.

hängt von den Wertschätzungen der übrigen Bieter ab, die einen Teil der potentiellen Käufergruppe darstellen. Erstens sind dann die Wertschätzungen in gewisser Weise voneinander abhängig und zweitens ist anzunehmen, daß der erwartete Preis als Wertdeterminante i.d.R. für alle gleich sein wird. Diesbezüglich haben die Slots wiederum Common-Value Eigenschaften.

Da Slots offensichtlich sowohl Private- als auch Common-Value Charakteristika aufweisen, stellen sie einen Mischfall dar und sind als Correlated-Value Güter zu bezeichnen.⁷³ Somit können wir davon ausgehen, daß in gewissem Maße bei den Bietern Unsicherheit über den wahren Wert besteht, den der Slot für sie darstellt und die winner's bzw. die loser's curse Problematik auftreten kann. Dies kann entweder aus Gründen der Einnahmenmaximierung oder der Akzeptanzerhöhung seitens der Bieter für die Wahl der Englischen Auktion sprechen, da sie als einziges der vier Grundmodelle in der Lage ist, während des Versteigerungsprozesses Informationen für die Bieter zu generieren und somit die winner's und loser's curse Problematik abzuschwächen.

Fraglich ist bei Correlated-Value-Gütern, ob deren Eigenschaften die effiziente Allokation der Rechte über die Auktion gefährden. Da Correlated-Value-Güter den Bietern unterschiedlichen Nutzen stiften, ist es, im Gegensatz zu Common-Value-Gütern, nicht unerheblich, welche Bieter zum Zuge kommen.⁷⁴ Ein effizienzrelevantes Problem entsteht dann, wenn ein Bieter die unbekannten Wertdeterminanten falsch (zu günstig) einschätzt und den Slot erhält, während andere Bieter, die richtig schätzen (also niedriger) und denen der Slot einen höheren Nutzen stiftet, den Slot nicht erhalten.

In Diskussionen über die praktische Anwendung von Auktionen wird häufig ein Argument verwendet, das in diese Richtung geht. Es wird befürchtet, daß knappe Ressourcen Bietern zugewiesen werden, die diese suboptimal verwenden und somit volkswirtschaftlicher Schaden entsteht.⁷⁵ Hier ist ebenfalls die

⁷³ Dies trifft annähernd auf alle Güter zu, so daß die Unterscheidung der zwei Extremfälle nur aus theoretischer Sicht nützlich ist.

Der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, daß auch das Paradebeispiel für Common-Value Auktionen - die Versteigerung von Ölbohrrechten - nicht wirklich die nötigen Prämissen erfüllt. Es ist durchaus plausibel, daß unterschiedliche Firmen unterschiedlich effizient arbeiten und sie somit verschiedene Gewinne mit den Rechten machen können. Die erzielbaren Gewinne sind natürlich Wertbestandteil des Gutes Ölbohrrecht, somit hat auch ein solches Ölbohrrecht Privat-Value Eigenschaften.

⁷⁴ Bei Common-Value Objekten muß diese Frage nicht behandelt werden. Da sie für alle Bieter den gleichen Wert darstellen bzw. den gleichen Nutzen stiften, ist es für das Ziel der effizienten Allokation völlig unerheblich, welche Nachfrager die Objekte zugewiesen bekommen. Vgl. Kräkel (1992), S. 65.

⁷⁵ Z.B. wäre es möglich, daß Slots aufgrund solcher Fehleinschätzungen ineffizienteren Gesellschaften zugewiesen werden, während effiziente Gesellschaften, die richtig schätzen, nicht zum Zuge kommen. Die Folgen einer solchen Fehlallokation können in einer schlechteren Versorgung der Bevölkerung mit Flugdiensten (technische und qua-

Verbesserung der Informationssituation der Bieter hilfreich, wenn sich diese der Schätzproblematik bewußt sind und die zur Verfügung gestellten Informationen nutzen.⁷⁶

Damit haben wir im Rahmen der traditionellen Auktionstheorie zwei zentrale Aspekte, die Informationsgenerierung und die Kollusionsvermeidung, diskutiert, deren relative Bedeutung maßgeblich darüber entscheidet, welche Auktionsgruppe innerhalb welches Ablaufverfahrens gewählt werden soll. Letzteres bezieht sich darauf, ob die Versteigerung simultan oder sequentiell erfolgt. Da die Bewertung der relativen Bedeutung der diskutierten Probleme i.d.R. subjektiv und damit vom jeweiligen Auktionsveranstalter abhängig ist, soll im folgenden kein für Slotversteigerungen allgemeingültiges „Rezept“ präsentiert werden. Statt dessen wird dargestellt, welche Auktion bei welchen als relevant empfundenen Problemen zu wählen ist. Diese Darstellung kann bei einem konkret zu modellierenden Auktionsdesign als Entscheidungsgrundlage dienen.

Der Auktionsveranstalter muß sich überlegen, ob die Informationsgenerierung im Vordergrund steht. Wenn ja, wird abgewogen, ob dem Auktionator alle Informationen über die Zahlungsbereitschaft der Bieter zugänglich gemacht werden sollen oder ob es darauf ankommt, die Informationsbasis der Bieter während der Versteigerung zu verbessern.

Auf der anderen Seite müssen die relevanten Bieter daraufhin betrachtet werden, ob kollusives Verhalten zu erwarten ist. Wenn dies der Fall ist, entscheiden wir darüber, ob dessen Vermeidung wichtiger ist als die Informationsgenerierung. Ist die Informationsgenerierung wichtiger, spricht dies für die Wahl einer Auktion aus der ersten Gruppe, steht die Vermeidung kollusiven Verhaltens an erster Stelle, ist eine Auktion aus der zweiten Gruppe vorzuziehen.

Die Abwägung von Kollusionsresistenz und Informationsgenerierung muß auch bei der Wahl des Ablaufverfahrens berücksichtigt werden. Haben die Informationen Priorität und soll dabei insbesondere der Informationsstand der Bieter erhöht und bestmöglich nutzbar gemacht werden, ist eine simultane

litative Ineffizienz) bestehen. Wenn die Slots zum Großteil ungeeigneten Gesellschaften zugewiesen werden, kann es zu unnötigen Friktionen kommen, wenn die ineffiziente Gesellschaft zu einem späteren Zeitpunkt aus dem Markt ausscheidet und die Slots schnellstmöglich neu zugewiesen werden müssen.

⁷⁶ Oftmals wird aber gerade befürchtet, daß die ineffizienten Bieter sich nicht darüber im klaren sind und glauben, sie seien am besten informiert. Dann verbessert die Informationsverbreitung die Situation nicht. In diesem Fall müssen anderweitige Maßnahmen ergriffen werden, z.B. Regeln zum Ausschluß ungeeigneter Bieter. Eine solche Regel wird später bei der Formulierung eines geeigneten Auktionsdesigns dargestellt, siehe Abschnitt F.I.4.

mehrstufige Auktion (eine Englische Auktion) allen anderen Verfahren vorzuziehen.⁷⁷ Bei der Entscheidung für ein Auktionsverfahren ist der trade-off zwischen der Eignung zur Informationsgenerierung und der Kollusionsresistenz zu beachten. Verfahren, die Informationen insbesondere für die Bieter generieren, sind kollusionsanfällig, kollusionsresistente Verfahren generieren dagegen keine Informationen für die Bieter. Ist die Kollusionsresistenz wichtiger, so sollte ein einstufiges simultanes Verfahren gewählt werden.

Der dritte Punkt, der bei der Wahl des Grundmodells berücksichtigt werden muß, betrifft die Bieterstruktur. Bei der Erklärung der vier Grundmodelle wurde deutlich, daß eine effiziente Allokation der zu versteigernden Güter bei der zweiten Auktionsgruppe (die verdeckte Auktion zum höchsten Gebotspreis und die Holländische Auktion) nicht in jedem Fall garantiert werden kann.

Ohne die Verfahren an dieser Stelle im Hinblick auf ihre Eignung zur Slotversteigerung abschließend zu bewerten, wollen wir ein mögliches Zwischenergebnis auf Basis der bisher diskutierten Eigenschaften der Rechte und Bieter präsentieren.

Soll kollusives Bieter-Verhalten bei Slotversteigerungen prinzipiell berücksichtigt werden, spricht dies für die Wahl einer Auktion der zweiten Gruppe im Rahmen eines simultanen Verfahrens. Aufgrund einiger alle Bieter betreffenden Unsicherheiten bei der Wertschätzung erscheint die Informationsgenerierung und Nutzbarkeit während der Auktion vorteilhaft. Diesem Anspruch wird lediglich die simultane Englische Auktion gerecht. Sollen im Hinblick auf die Effizienz des Auktionsergebnisses mögliche Probleme, verursacht durch asymmetrische Bieterstrukturen, vermieden werden, spricht dies für die erste Auktionsgruppe (Englische Auktion und verdeckte Auktion zum zweithöchsten Gebot).

Die Englische Auktion im Rahmen eines simultanen Ablaufverfahrens erfüllt also die Anforderung hinsichtlich der Informationsgenerierung und Nutzbarkeit am besten und wird auch dem hier sogenannten Effizienzaspekt gerecht, während sie jedoch bezüglich der Kollusionsverhinderung weniger geeignet ist. Soll prinzipiell allen drei Aspekten (Informationsgenerierung und Nutzbarkeit, Effizienz unabhängig von der Bieterstruktur und Kollusionsresistenz) Rechnung getragen, aber der Informationsgenerierung für die Bieter und dem Effizienzaspekt Vorrang vor der Kollusionsresistenz eingeräumt werden, so bietet sich eine Kombination aus verdeckter Auktion zum zweithöchsten

⁷⁷ Simultane einstufige Verfahren sind zu diesem Zweck gänzlich ungeeignet, sequentielle Auktionen verbessern zwar den Informationsstand der Bieter, wenn die Ergebnisse veröffentlicht werden, sind aber dem simultanen mehrstufigen Verfahren bezüglich der Nutzbarkeit dieser verbesserten Informationsbasis unterlegen. Siehe dazu die Erläuterungen im Abschnitt E.I.8., „Die Versteigerung mehrerer Objekte“.

Gebot und englischer Auktion im Rahmen eines simultanen Ablaufverfahrens an.

Bei dieser Auktionsvariante geben die Bieter ihre Gebote in jeder Runde verdeckt ab. Die Gebote dürfen sich natürlich auf mehrere Slots beziehen. Diese Gebote werden jeweils nach jeder Runde ohne Preisgabe der Bieteridentität veröffentlicht. Die Veröffentlichung sorgt für Informationsverbreitung, die Geheimhaltung der Bieteridentität soll Bieter-Absprachen erschweren.⁷⁸ So wird über so viele Runden verfahren, bis kein höheres Gebot mehr erfolgt. Dann erhalten die Bieter der der Anzahl der Güter entsprechenden höchsten Gebote die Güter. Sie zahlen einen Preis in Höhe des ersten nicht zum Zuge gekommenen Gebots.⁷⁹

Damit nutzen wir die Vorteile der ersten Auktionsgruppe (Effizienz des Ergebnisses unabhängig von der Bieterstruktur, Opportunitätskostenpreis), die speziellen Vorteile der Englischen Auktion (Informationsgenerierung und insbesondere Nutzbarkeit für die Bieter, Reduzierung der winner's bzw. loser's curse Risiken) und versuchen, über die Geheimhaltung der Bieteridentität die Kollusionswahrscheinlichkeit zu senken.

2. Aggregations-Effizienzen

Eine abschließende Bewertung der Auktionsverfahren im Hinblick auf die für uns relevanten Nutzungsrechte und Bieter können wir jedoch an dieser Stelle noch nicht durchführen, da Slots eine Besonderheit aufweisen, die in den Annahmen der traditionellen Auktionstheorie keine Berücksichtigung findet. Sie besteht darin, daß die Werte der einzelnen Start- und Lande-Rechte voneinander abhängig sind, was sich darin äußert, daß der Wert eines Pakets von Slots i.d.R. die Summe der Werte der einzelnen Slots übersteigt.⁸⁰

Dies ergibt sich daraus, daß für einen Flug mindestens zwei zeitlich kompatible Nutzungsrechte erforderlich sind: ein Startrecht auf dem Ausgangsflughafen und ein Landerecht auf dem Zielflughafen (city-pair). Komplizierter wird diese Kompatibilitätsanforderung dadurch, daß i.d.R. eine bestimmte Menge

⁷⁸ Dies ist erforderlich, da mehrstufige Auktionen kollusionsanfälliger als einstufige sind.

⁷⁹ Bezüglich des Auktionspreises sind die Englische Auktion und die verdeckte Auktion zum zweithöchsten Gebot gleichwertig, wenn auf der Englischen Auktion in unendlich kleinen Inkrementen über so viele Runden geboten wird, bis alle zum Zuge kommenden Bieter Gebote in Höhe des zweithöchsten Gebots + ϵ bieten. Dieser Zuschlagspreis übersteigt den auf der verdeckten Auktion zum zweithöchsten Gebot erreichbaren Preis um die infinitesimale Größe ϵ .

⁸⁰ Vgl. McMillan (1994), der diese Problematik anhand von Funkfrequenzen diskutiert.

Slots erforderlich ist, um einen sinnvoll vertakteten Flugplan anzubieten. Das Angebot eines „sinnvoll“ vertakteten Flugplans kann aus Sicht der Fluggäste ein relevantes Qualitätskriterium sein, das ihre Zahlungsbereitschaft für einen Flug der betreffenden Gesellschaft erhöht.⁸¹ In dem Fall hat ein Slot als Paketbestandteil für die Gesellschaft einen höheren Wert als als Bestandteil eines city-pairs oder gar als Einzel-Slot.

Dieser Zusammenhang läßt sich wie folgt darstellen:

- (1) $W(A, B) > W(A) + W(B)$
- (2) $W(A, B, C, D) > W(A) + W(B) + W(C) + W(D)$
- (3) $W(A, B, C, D) > W(A, B) + W(C, D)$

Dabei werden die Wertschätzungen, die der Bieter den Slots oder dem Slotpaket beimißt, als W und die einzelnen Slots als A, B, C, D bezeichnet. Die in Klammern aufgeführten Slots stellen Bestandteile von Slotpaketen dar. Gleichung (1) sagt beispielsweise aus, daß das Slotpaket, bestehend aus Slot A und B, einen höheren Wert darstellt als wenn Slot A und Slot B getrennt bewertet und diese Wertschätzungen addiert werden.

Der Wert eines effizienten Paketes von Objekten ist also höher als der Wert jeder beliebigen anderen Aufteilung dieser Objekte. Dieses Phänomen bezeichnen wir im folgenden als Aggregations-Effizienzen, worunter sowohl die Wertsteigerungen beim Erwerb von je einem Start- und Lande-Slot als auch diejenigen beim Erwerb mehrerer Start-bzw. Lande-Slots verstanden werden.

Wir haben zuvor erläutert, daß der Wert der Slots und damit die Gebote im wesentlichen von den durch sie erzielbaren Erträgen bestimmt werden. Diese hängen wiederum davon ab, welche Slots zusätzlich erworben werden. Aufgrund dessen bezieht sich die Wertschätzung und damit die Zahlungsbereitschaft im Grunde auf die gesamte Route oder das „city-pair“ und nicht auf einen einzelnen Slot.

Die Fluggesellschaften haben also Zahlungsbereitschaften für Pakete von Slots, die zur Durchführung eines Fluges oder zum Befliegen einer Flugroute erforderlich sind. Die Zahlungsbereitschaft für solche Pakete wird im folgenden als Streckenzahlungsbereitschaft bezeichnet. Da die Slots auf der Auktion aber nur einzeln erworben werden können, muß die Gesamtzahlungsbereitschaft für das Paket in einzelne Gebote transformiert werden. Dabei stellt sich der bietenden Fluggesellschaft die Aufgabe, ihre Streckenzahlungsbereitschaft so auf einzelne Slots aufzuteilen, daß sie Gebote abgeben, die mit hoher Wahr-

⁸¹ Insbesondere auf dem Markt für geschäftliche Flüge muß eine Fluggesellschaft mindestens 2-3 Flüge täglich anbieten, um überhaupt konkurrenzfähig zu sein. Vgl. Levine (1987).

scheinlichkeit zum Zuschlag für alle gewünschten Slots führen.⁸² Es fehlen jedoch i.d.R. Kriterien, wie die Aufteilung optimal erfolgen kann.⁸³

Im folgenden wollen wir erläutern, ob das Vorliegen von Aggregations-Effizienzen das Auktionsergebnis beeinflusst und somit bei der Wahl der Auktion berücksichtigt werden soll. Dazu wollen wir zunächst die unternehmerischen Risiken für die Bieter, im folgenden als einzelwirtschaftliche Risiken bezeichnet, und die gesamtwirtschaftliche Bedeutung der Aggregations-Effizienzen verdeutlichen.

Zur Darstellung des einzelwirtschaftlichen Risikos gehen wir der Einfachheit halber von einer Zahlungsbereitschaft für ein city-pair aus. Nehmen wir an, der Bieter teilt seine Streckenzahlungsbereitschaft willkürlich auf beide Slots auf und erhält bei der Versteigerung nur einen. Dann liegt i.d.R. der gezahlte Preis über der Wertschätzung dieses Einzel-Slots, da der zweite, die Wertschätzung mitbestimmende, Slot fehlt. Ist es dem Bieter nicht möglich, einen gleichwertigen Ersatz für den fehlenden Slot zu erwerben oder den ersteigerten Slot zum Auktionspreis zu verkaufen, entsteht ihm ein Verlust.⁸⁴

Das einzelwirtschaftliche Risiko bei Versteigerungen von Rechten mit Aggregations-Effizienzen besteht in der Möglichkeit, daß solche Verluste auftreten. Diese Verlustwahrscheinlichkeit ist als Investitionsrisiko zu charakterisieren. Generell sind einzelwirtschaftliche Risiken allokativ irrelevant, wenn sie nicht zu suboptimaler Ressourcennutzung führen. Das Risiko verlustträchtiger Investitionen besteht auf vielen Märkten, ohne daß diesen besondere Beachtung geschenkt wird und ohne daß bestimmte Rahmenbedingungen für die Investitionen geschaffen werden. Normalerweise ist sogar der effiziente Umgang mit solchen Risiken ein Selektionskriterium. Ist ein Anbieter nicht in der Lage, seine Investition ökonomisch zu managen, scheidet er früher oder später vom Markt aus, der effizientere Anbieter setzt sich dagegen durch.

In unserem Fall erscheint es dennoch sinnvoll, diese einzelwirtschaftlichen Risiken bei der Konstruktion des Auktionsdesigns zu berücksichtigen. Slotauktionen sind ein neues Verfahren zur Slotallokation, bei dem die Fluggesellschaften mit den Opportunitätskosten der Slotnutzung konfrontiert werden und erstmalig entsprechende Preise zu zahlen haben. Dies wird insbesondere bei den etablierten, von den Großvaterrechten begünstigten Gesellschaften auf

⁸² Vgl. Wolf (1995), S. 21; Cornelius (1994), S. 179.

⁸³ Dies wird von einigen Autoren als Grund genannt, weshalb reine Auktionsmechanismen für kompatible Nutzungsrechte (auch Bahnstrecken) nicht praktikabel seien. Vgl. Aberle / Hedderich (1993), S. 23. Das Problem gewinnt an Komplexität, je mehr Slots das Flugstreckennetz enthält.

⁸⁴ Vgl. Wolf (1995), S. 26.

Ablehnung stoßen.⁸⁵ Es erscheint plausibel, daß gerade bei der Neueinführung einer solchen Auktion die Unsicherheiten und Probleme bei der Gebotsfindung und damit auch das Risiko, einen Slot zu einem ex-post zu hohen Preis zu erwerben, sehr hoch sind. Solche schwer kalkulierbaren Verlustrisiken werden die wahrscheinlich ohnehin vorhandene Ablehnung eines Versteigerungsverfahrens verstärken. Daher sollte bei der Konstruktion der Auktion aus Akzeptanzgründen darauf geachtet werden, daß dieses Verlustrisiko so gering wie möglich gehalten wird.

Wir wollen nun untersuchen, ob Probleme bei der Realisierung von Aggregations-Effizienzen auch von gesamtwirtschaftlicher Bedeutung sind. Allokativ relevant sind solche Probleme dann, wenn die Slots über die Auktion u.U. so zugewiesen werden, daß die Aggregations-Effizienzen nicht realisiert werden und damit die Nutzung der knappen Ressource Slots einen geringeren als möglichen Wert für die Gesellschaft darstellt.

Um dieses Problem darzustellen, wird zunächst davon ausgegangen, daß es weder einen Sekundärmarkt, auf dem die Slots außerhalb des Versteigerungsverfahrens gehandelt werden können noch Informationen über mögliche Slotpreise gibt. Die Bieter müssen nun die Strecken-Zahlungsbereitschaft auf einzelne Gebote „aufteilen“. Ineffizienzen im oben beschriebenen Sinne können sich nun daraus ergeben, daß die „geschicktere“ Aufteilung der Zahlungsbereitschaft über den Zuschlag entscheidet und nicht die gesamte Zahlungsbereitschaft. Dann erhält der „glücklichere“ statt des effizienteren Bieters die Slots.⁸⁶

Auch kann die „ungeschickte“ Aufteilung dazu führen, daß, wie eingangs erwähnt, nur Teile eines Paketes erworben werden, die dann in einem anderen potentiell effizienten Paket fehlen.

Wenn wir unterstellen, daß ein Sekundärmarkt⁸⁷ existiert und daß derartige Fehlallokationen normalerweise über Transaktionen zwischen den Bietern auf dem Sekundärmarkt in Anschluß an die Auktion korrigierbar sind,⁸⁸ relativiert sich zwar der Stellenwert des Aggregations-Effizienzen-Problems, verliert aber

⁸⁵ Laut Auskunft der Air Transport Association lehnen Fluggesellschaften Auktionen im wesentlichen aus zwei Gründen ab. Zum einen befürchten sie erhebliche Kostensteigerungen und zum anderen betrachten sie es als ungerecht, daß die Flughafenbetreiber die Knappheitsrenten erhalten. Vgl. Cornelius (1995), S. 164.

⁸⁶ Dieses Problem wird im Abschnitt E.III. anhand eines Zahlenbeispiels erklärt.

⁸⁷ In der Literatur wird nahezu übereinstimmend die Meinung vertreten, daß ein Sekundärmarkt sowieso existieren sollte. Der Grund dafür ist, daß die Slots auch unabhängig von der Auktion reallozierbar sein sollten, um z.B. Gesellschaften, die nicht an der Auktion teilgenommen haben, eine Markteintritts-Chance zu geben und Präferenzänderungen zu berücksichtigen. Vgl. z.B. Wolf (1995), S. 53; Borrmann (1991), S. 686-688.

⁸⁸ Natürlich werden einzelne Bieter dabei Verluste realisieren.

nicht völlig an Bedeutung, da auch der Aufwand berücksichtigt werden muß, den ein solcher Handel verursacht.⁸⁹ Da wir die Konstruktion eines Sekundärmarktes in einem eigenen Abschnitt erläutern, werden wir hier nur einen ersten Eindruck davon vermitteln. Zum einen entstehen beim Handel auf dem Sekundärmarkt Transaktionskosten. Diese sind natürlich insgesamt um so höher, je mehr Transaktionen auf diesem Markt getätigt werden. Da die Anzahl dieser Transaktionen *ceteris paribus* mit dem Ausmaß der Fehlallokation auf der Auktion steigt, können die Transaktionskosten durch eine Erhöhung der Effizienz der Primärallokation gesenkt werden.

Zum anderen müssen wir uns vor Augen führen, daß die Zeit, die für solche Transaktionen zur Verfügung steht, nicht unbegrenzt ist. Einerseits müssen die Transaktionen vor Beginn der neuen Flugplanperiode abgeschlossen sein, und andererseits entstehen den Gesellschaften Kosten, wenn sie neben der Teilnahme an der Auktion auch noch auf dem Sekundärmarkt präsent sein müssen. Besonders das erste Problem wird in der Literatur als Argument dafür angeführt, daß bereits die Auktion ein möglichst effizientes Ergebnis generieren sollte.⁹⁰

Wir haben zuvor die Slots und die potentiellen Bieter bezüglich in der Auktionstheorie üblicher Kategorien eingeordnet. Anhand dieser Kategorien sind bestimmte strukturelle Probleme im Hinblick auf die Ziele „effiziente Allokation“ und „Informationsgenerierung“ identifizierbar, die durch die Wahl einer geeigneten Auktionsform gelöst oder zumindest reduziert werden können.

Ebenso werden wir bezüglich der Aggregations-Effizienzen vorgehen. Dazu definieren wir eine kurzfristig effiziente Slotallokation und stellen anschließend dar, wie der Versuch der Bieter, die Aggregations-Effizienzen zu realisieren, die Strategien bei verschiedenen Auktionsformen beeinflußt und in welchem Ausmaß jeweils gesellschaftliche Ineffizienzen und einzelwirtschaftliche Risiken auftreten.

Auf Basis dieser Betrachtung ordnen wir verschiedene Auktionsformen hinsichtlich der Eignung, die, nun um die Realisierung der Aggregations-Effizienzen als Bestandteil des Effizienzaspekts erweiterten, Anforderungen zu erfüllen, ein.

⁸⁹ Vgl. dazu die Ausführungen von Rassenti / Smith / Bulfin (1982), insbesondere S. 403.

⁹⁰ Vgl. z.B. Wolf (1995), S. 25-26.

III. Die geeignete Auktion

1. Definition einer kurzfristig effizienten Slotallokation

Unter der effizienten Allokation knapper Güter verstehen wir eine Zuweisung derart, daß diejenigen Nachfrager die Güter erhalten, die sie am effizientesten einsetzen können. Als Indikator dafür wird die Höhe der Zahlungsbereitschaft für das fragliche Gut verwendet.

Nun stellt sich die Frage, ob in dieser Weise auch bei der Allokation kompatibler Nutzungsrechte verfahren werden kann, um eine effiziente Zuweisung zu erreichen, so daß der Einsatz der gesamten Menge der Rechte den höchstmöglichen Nutzen verursacht, oder ob bestimmte Besonderheiten zu beachten sind. Bei der Erklärung der Aggregations-Effizienzen wurde bereits darauf hingewiesen, daß die Höhe des gesamten Nutzens der Slotverwendung davon abhängt, in welcher Kombination die Slots den Bietern zugewiesen werden und daß die Aufteilung von Zahlungsbereitschaften für gesamte Bündel auf Gebote für einzelne Teile dieser Bündel zu einer suboptimalen Zuweisung führen kann. Es wird überprüft, ob diese Aspekte bei der Zuweisung gemäß der Zahlungsbereitschaft für das einzelne Recht berücksichtigt werden oder ob jene Allokationsregel aufgrund der Kompatibilitäten der zu versteigernden Rechte zu Ineffizienzen führen kann.⁹¹ Gehen wir von folgender Situation aus:⁹²

Vereinfachende Annahme: Die Slots A und B stellen einzeln keinen Wert für die Bieter dar.

Nehmen wir an, daß A und B im Rahmen zweier aufeinanderfolgender (sequentieller) verdeckter Auktionen zum zweithöchsten Gebot versteigert werden⁹³ und daß zuerst die Auktion für A durchgeführt wird. Der Sinn dieses und der folgenden Beispiele besteht darin, zu erklären, ob und wenn ja, wo und warum Ineffizienzen entstehen können. Aus diesem Grunde werden hypothetische Bietverhaltensweisen derart konstruiert, daß genau diese Problematik er-

⁹¹ An dieser Stelle abstrahieren wir davon, daß die Gesellschaften Slots mit dem Ziel der Monopolisierung des Marktes für Flugdienstleistungen erwerben. Damit können wir die Ursachen unterschiedlicher Zahlungsbereitschaften auf die unterschiedliche wirtschaftliche Leistungsfähigkeit reduzieren. Andernfalls stände die Zahlungsbereitschaft zusätzlich mit der erwarteten Marktmachtrente in Verbindung und wäre nicht uneingeschränkt als Effizienzindikator zu verwenden. Vgl. zu dieser Problematik Abschnitt F.I.2.; Starkie (1992), S. 13.

⁹² Wir betrachten hier zunächst nur das Ergebnis einer Primärallokation, um das Problem deutlich zu machen.

⁹³ Wir legen diese Auktionsform zugrunde, damit wir von Ineffizienzen aufgrund sonstiger Schätzprobleme (bei asymmetrischer Bieterstruktur) abstrahieren und die Schätzprobleme bei Aggregations-Effizienzen verdeutlichen können.

kennbar wird. Damit soll nicht gesagt werden, daß solche Verhaltensweisen typisch und damit in der Realität häufig zu erwarten sind.

Tabelle 5

Beispiel-Situation 1

Bieter	Slotkombination	WA
1	A+B	20
2	A+B	16

WA: aggregierte Wertschätzung in Geldeinheiten (GE)

Bieter 1 teilt nun seine Zahlungsbereitschaft vorsichtig auf. Er schätzt, daß B mindestens genauso viel kostet wie A und bietet für A maximal 10 GE. Bieter 2 schätzt, daß B wesentlich günstiger zu erwerben ist und bietet für A 11 GE. Somit erhält gemäß der üblichen Allokationsregel: „Zuweisung des Gutes an den Nachfrager, der die höchste Zahlungsbereitschaft hat“ Bieter 2 Slot A. Da B allein keinen Wert für Bieter 1 hat, erhält Bieter 2 diesen ebenfalls. Das Ergebnis ist ineffizient, da Bieter 1 für A und B die höhere gesamte Zahlungsbereitschaft hat, obwohl für jeden Slot einzeln die übliche Allokationsregel angewendet wurde. Dies ist ein Beispiel für eine ineffiziente Allokation, verursacht durch unterschiedliche Aufteilungen der gesamten Zahlungsbereitschaft.⁹⁴

Ein ineffizientes Gesamtergebnis bei Anwendung der üblichen Regel kann auch bei folgender Situation entstehen:

Tabelle 6

Beispiel-Situation 2

Bieter	Slotkombination	WA
1	A+B	20
2	A+D	18
3	C+B	16
4	C+D	10

WA: aggregierte Wertschätzung in GE

⁹⁴ Der Sachverhalt wird nur zur Vereinfachung an einem Beispiel mit zwei Bietern und zwei Slots dargestellt. In der Realität handelt es sich natürlich um eine Vielzahl von Bietern und Slots, wobei das Kernproblem das gleiche ist, die Bietsituationen aber komplexer werden.

Nehmen wir an, es werden vier sequentielle Auktionen in der Reihenfolge A, B, C, D durchgeführt und die Bieter bieten jeweils die Hälfte des aggregierten Wertes.

Den höchsten Wert hat Slot A bei Bieter 1. Bieter 1 bietet nun für A und B je die Hälfte des aggregierten Wertes und erhält aufgrund dessen beide Slots. Das wäre die effiziente Allokation von A und B gemäß der üblichen Definition. Für die dann noch übrigen Slots C und D hat nur Bieter 4 Interesse, da die übrigen Bieter jeweils C oder D mit nun nicht mehr verfügbaren Slots kombinieren wollten. Somit erhält Bieter 4 C und D. Der Gesamt-Nutzen, der aus dieser Slotverteilung entsteht, beträgt $20 \text{ GE} + 10 \text{ GE} = 30 \text{ GE}$. Der maximal zu realisierende Nutzen wäre allerdings 34 GE . Dieser ergibt sich, wenn Bieter 2 A+D und Bieter 3 C+B erhält.

Ein weiteres Beispiel liefert folgende Situation:

Tabelle 7

Beispiel-Situation 3

Bieter	Slotkombination	WA
1	A+B	20
2	A+C	15
3	B+D	15

WA: aggregierte Wertschätzung in GE

Hier werden ebenfalls vier sequentielle Auktionen in der Reihenfolge A, B, C, D durchgeführt. Wir gehen wieder davon aus, daß die Bieter jeweils die Hälfte des aggregierten Wertes für die einzelnen Slots bieten.

Dann erhält Bieter 1 die Slots A und B, der Gesamt-Nutzen bei diesem Ergebnis beträgt 20 GE , die Slots C und D wären hier ungenutzt. Der maximale Nutzen von 30 GE würde dagegen erreicht, wenn Bieter 2 A und C und Bieter 3 B und D erhielte.

Bei diesem Beispiel spielt auch die Reihenfolge der Auktionen eine wesentliche Rolle. Würden die Slots in der Reihenfolge: D, C, B, A versteigert, könnte sich der maximale Gesamt-Nutzen ergeben. Bieter 3 erhält aufgrund fehlender Konkurrenzgebote Slot D zum Preis von 0 GE ⁹⁵, Bieter 2 erhält aus

⁹⁵ Der Preis von 0 GE ergibt sich bei der verdeckten Auktion zum zweithöchsten Gebot, da niemand außer Bieter 3 ein Gebot abgibt, bei der Englischen Auktion beträgt der Preis $0+\epsilon \text{ GE}$, wenn es keinen Reservationspreis gibt.

dem gleichen Grund Slot C zu 0 GE. Bieter 3 kann daher Bieter 1 bei Slot B überbieten (Bieter 3 bietet bei der verdeckten Auktion zum zweithöchsten Gebot maximal 15 GE, Bieter 1 bietet annahmegemäß nur 10 GE, da er noch nicht weiß, wie hoch der Preis für Slot A sein wird) und Bieter 2 erhält Slot A.

Die Slot-Zuweisung gemäß der üblichen Definition effizienter Allokation knapper Güter kann also eine geringere als maximal mögliche Wohlfahrt ergeben. Einige Gründe dafür sind:⁹⁶

- Die Bieter teilen ihre Zahlungsbereitschaft unterschiedlich auf. Dies kann zum ineffizienten Ergebnis bei der in Tabelle 5 dargestellten Situation führen.
- Die Slots haben in verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten unterschiedliche Werte, aus denen unterschiedlich hohe Gebote abgeleitet werden. Dabei ist die Höhe des einzelnen Gebots nicht immer für die effiziente Zuweisung maßgeblich. Dieses Problem wurde in Tabelle 6 dargestellt. Bieter 1 gab zwar für A und B je das höchste Gebot ab, die Slots A und B hatten auch bei Bieter 1 den höchsten Wert, das effiziente Ergebnis beinhaltete jedoch die Zuweisung von A zu Bieter 2 und von B zu Bieter 3.
- Es besteht die Möglichkeit, daß nicht alle vorhandenen Slots einer ertragbringenden Verwendung zugeführt werden können. Dies ist das Problem in Tabelle 7, hier bleiben die Slots C und D bei der Allokation gemäß der höchsten Einzel-Gebote ungenutzt.

Wir werden im folgenden diejenige Zuweisung von Slots als effizient bezeichnen, die den gesellschaftlich maximalen Nutzen darstellt.⁹⁷ Tabelle 8 stellt die jeweils effizienten Ergebnisse für die zuvor erläuterten Beispiel-Situationen dar und enthält zum Vergleich diejenigen Slot-Zuweisungen, die sich ergeben, wenn der Bieter des jeweils höchsten Einzelgebots den Slot erhält.

⁹⁶ Hier werden zunächst nur die einfach nachzuvollziehenden Gründe genannt. Bei der Diskussion der Auktionsverfahren werden noch weitere Gründe deutlich. Zu einer anderen Argumentation, die im Ergebnis auch die uneingeschränkte Eignung von Versteigerungsverfahren zur wohlfahrtsmaximierenden Allokation von Slots anzweifelt, vgl. Borenstein (1988).

⁹⁷ Bei Gütern mit unabhängigen Werten entsprechen sich die Definitionen.

Tabelle 8

Ergebnisvergleich

	effizientes Ergebnis			Ergebnis bei der Allokation gemäß höchstem Einzel-Gebot		
Tabelle	siegende(r) Bieter	Slot-kombination	Σ Gesamt-Nutzen in GE	siegende(r) Bieter	Slot-kombination	Σ Gesamt-Nutzen in GE
5	1	A+B	20	2	A+B	16
6	2 3	A+D C+B	34	1 4	A+B C+D	30
7	2 3	A+C B+D	30	1	A+B	20

2. Das Ausmaß der gesellschaftlichen Ineffizienzen und der einzelwirtschaftlichen Risiken bei verschiedenen Auktionsverfahren

Wie bereits dargestellt wurde, muß bei mehreren Gütern entschieden werden, ob diese sequentiell oder simultan versteigert werden sollen. Bei der Slot-versteigerung können wir grundsätzlich zwei Möglichkeiten unterscheiden. Entweder werden voneinander unabhängige Auktionen der einzelnen Flughäfen durchgeführt, diese werden i.d.R. zu verschiedenen Zeitpunkten, also sequentiell stattfinden, oder die Versteigerung aller Slots auf allen Flughäfen erfolgt im Rahmen einer simultanen Auktion (hier handelt es sich um eine simultane Auktion heterogener Slots). Bei der ersten Möglichkeit kommen folgende Varianten in Betracht: Es werden alle Slots sequentiell versteigert oder es werden Pakete homogener Slots⁹⁸ gebildet, wobei die Slots in den Paketen simultan versteigert werden. Die Pakete können entweder simultan (hier handelt es sich um heterogene Pakete homogener Slots) oder sequentiell versteigert werden.

Wir betrachten im folgenden die Bietstrategien und die Ergebnis-Effizienz⁹⁹ beim Vorliegen von Aggregations-Effizienzen für 1. sequentielle Auktionen von Paketen homogener Slots, bei denen die Slots innerhalb der Pakete simultan versteigert werden und 2. simultane Auktionen aller Pakete.

⁹⁸ Als homogene Slots werden Slots in einem Zeitintervall bezeichnet, die die Gesellschaften als perfekte Substitute bezeichnen.

⁹⁹ Die Ergebnis-Effizienz bezieht sich auf die Effizienz des Auktionsergebnisses bei Versteigerungen von Gütern mit Aggregations-Effizienzen.

Wir stellen beide Möglichkeiten anhand der in Abschnitt E.II.1 präsentierten Kombination aus Englischer Auktion und verdeckter Auktion zum zweithöchsten Gebot dar, da dieses Verfahren die bisher als relevant ermittelten Anforderungen am besten erfüllt. Dabei geben die Bieter in jeder Runde ihre Gebote, die sich auch auf mehrere Slots in dem Paket beziehen können, verdeckt ab. Diese Gebote werden nach jeder Runde ohne Preisgabe der Bieteridentität veröffentlicht. So wird über so viele Runden verfahren, bis kein höheres Gebot mehr erfolgt, die Bieter der, der Anzahl der Güter entsprechenden, höchsten Gebote erhalten die Güter und zwar zu dem Preis des ersten nicht zum Zuge gekommenen Gebots. Um die Schätzprobleme bei Aggregations-Effizienzen zu verdeutlichen, wird von Ineffizienzen aufgrund sonstiger Schätzprobleme abstrahiert und davon ausgegangen, daß die Bieter keine Informationen über die Slotpreise haben.

a) Die sequentielle Auktion von Paketen homogener Slots

Tabelle 9 enthält die Wertschätzungen von 11 Fluggesellschaften (A-K) für verschiedene Slotpakete, die jeweils aus zwei Slots in teilweise unterschiedlicher Kombination bestehen. Somit kann nicht einfach gemäß der höchsten Zahlungsbereitschaft für ein Paket alloziiert werden, es muß der Maximierung des Gesamtwerts Rechnung getragen werden.¹⁰⁰ Das effiziente Ergebnis besteht in der Realisierung der jeweils fettgedruckten Slotkombinationen.

In unserem Beispiel gibt es drei Slotgruppen X, Y und Z, die sich aus je vier homogenen Slots zusammensetzen. Es finden drei aufeinanderfolgende Auktionen statt: zuerst die Auktion für Slots aus der Gruppe X, dann die für Gruppe Y, zuletzt wird die Gruppe Z versteigert. Für die einzelnen Auktionen wählen wir die in Abschnitt E.II.1. präsentierte Kombination aus Englischer Auktion und verdeckter Auktion zum zweithöchsten Gebot.

¹⁰⁰ Siehe dazu die Vorgehensweise bei Allokation der Slots in Tabelle 6. Es sollte akzeptiert werden, daß hier aus Praktikabilitätsgründen nur ein Ausschnitt aus den gesamten Transaktionen präsentiert wird. Natürlich sind normalerweise für ein sinnvolles Streckennetz mehr als zwei Slots notwendig.

Tabelle 9

**Wertschätzungen der Fluggesellschaften
für Slotpakete in Geldeinheiten (GE)**

Fluggesellschaft	Wert	Slotgruppe X	Slotgruppe Y	Slotgruppe Z
A	305	x	y	
B	305		y	z
C	320	xx		
D	305	x	y	
E	295		y	z
F	302	xx		
G	320		yy	
H	300		y	z
I	300	x	y	
J	305		y	z
K	324			zz

Quelle: in Anlehnung an Balinski /Sand (1985), S. 190

Kapazitätsbegrenzung: von jeder Slotgruppe gibt es 4 Slots

Das effiziente Ergebnis besteht in der Realisierung der fettgedruckten Slotpakete

Die Slotpakete der Bieter C und F enthalten je zwei x Slots. Aufgrund des hier gewählten Auktionsmodus erhalten sie in jeder Runde Information über die aktuellen Gebote und beenden ihre Auktionsteilnahme, wenn die aktuellen Gebote ihre gesamte Wertschätzung für zwei x Slots übersteigen. Für die übrigen Gesellschaften, die für x Slots bieten, tritt nun das oben beschriebene Schätzproblem auf. Sie müssen in Unkenntnis darüber, welcher Preis für die später zu versteigernden kompatiblen Slots gezahlt werden muß, ihre Streckenzahlungsbereitschaft aufteilen und Gebote für x abgeben.

Die Schätzproblematik soll am Beispiel der Fluggesellschaft A verdeutlicht werden. Nehmen wir an, nach einigen Runden stellen sich die Gebote für x Slots wie in Tabelle 10 dar: Es gibt fünf Gebote zu je 160 GE.¹⁰¹ Dabei gehen wir davon aus, daß die Gesellschaften ihre Gebote so formulieren, daß sie maximal Preise in Höhe ihrer Zahlungsbereitschaft bzw. Wertschätzung zahlen.¹⁰²

¹⁰¹ Die Fluggesellschaft F ist bereits ausgeschieden, da das aktuelle Gebot ihre Streckenzahlungsbereitschaft übersteigt ($2 \cdot 160 \text{ GE} > 302 \text{ GE}$). 160 GE stellt C's Maximalpreis für die Slots im Paket xx dar ($2 \cdot 160 \text{ GE} = 320 \text{ GE}$).

¹⁰² Im Gegensatz zu der einstufigen verdeckten Auktion zum zweithöchsten Gebot ist es bei der mehrstufigen möglich, daß die Bieter inkremental mehr bieten, als ihrer Wertschätzung entspricht. So werden sie sich allerdings nur verhalten, wenn sie aus der An-

Diese Gebote führen zum Nullgewinn, daher bezeichnen wir sie als Nullgewinn-Gebote.¹⁰³ 160 GE entsprechen dem Preis, den A maximal für x zu zahlen bereit ist, wenn sie schätzt, daß der für das Paket noch fehlende Slot y zu 145 GE zu erwerben ist ($160 \text{ GE} + 145 \text{ GE} = 305 \text{ GE}$). Schätzt A hingegen, daß y nur 100 GE kosten wird, wird sie maximal 205 GE für x zahlen. Das bedeutet, daß das Maximal-Gebot einer Gesellschaft nicht nur von der Strecken-Zahlungsbereitschaft, sondern auch von der Schätzung des Preises für den noch fehlenden Slot das Maximal-Gebot determiniert wird. Den Einfluß dieser Schätzung auf die Zuweisung kann gerade bei erstmalig zu implementierenden Auktionen, bei denen die Bieter keine Informationen über zu erwartende Preise haben, als Zufallsfaktor interpretiert werden. Aus diesem Grunde sollte in die Betrachtung einbezogen werden, daß eine solche Zuweisung der Rechte nicht immer ausschließlich effizienzorientiert ist, sondern auch vom Zufall abhängen kann.

Tabelle 10

Hypothetisches Ergebnis einer sequentiellen Auktion der Slotpakete X, Y, Z, wenn die Gesellschaften A, D, I planen, ihre nun unbrauchbar gewordenen Slots aus der Gruppe X auf dem Sekundärmarkt zu verkaufen

Bietende Fluggesellschaft	Wert	Gebote für x Slots	Gebote für y Slots	Gebote für z Slots
A	305	x ...; 160; 161	y ...; 144	
B	305		y ...; 140	z
C	320	xx ...; (160, 160)		
D	305	x ...; 160; 161	y ...; 144	
E	295		y ...; 144; 145	z 10
F	302	xx ...; (151, 151)		
G	320		yy ...; (144, 144); (145, 145)	
H	300		y ...; 144; 145	z 10
I	300	x ...; 160; 161	y ...; 139	

- Fortsetzung -

zahl der verbleibenden Bieter und deren Gebotsschritten ableiten können, daß das erste, nicht zum Zuge kommende Gebot ihrer Wertschätzung entspricht. Ansonsten laufen sie bei einem solchen Vorgehen Gefahr, daß dieses Gebot ihre Wertschätzung übersteigt.

¹⁰³ Im Nullgewinn sind üblicherweise Unternehmerlohn etc. enthalten.

- Fortsetzung -

Bietende Fluggesellschaft	Wert	Gebote für x Slots	Gebote für y Slots	Gebote für z Slots
J	305		y ...;144	z
K	324			zz (10, 10)

Die in den Spalten mit der Bezeichnung „Gebote für .. Slots“ aufgeführten Zahlen bezeichnen die Gebote für diese Slots in Geldeinheiten.

Die zeitlich aufeinanderfolgenden Gebote sind durch Semikolon getrennt. Z.B. bietet Gesellschaft A für einen x Slot 160 GE, das in der nächsten Runde folgende Gebot dieser Gesellschaft für den x Slot beträgt 161 GE.

Bietet eine Gesellschaft in einer Runde für zwei Slots einer Gruppe, so werden diese Gebote in Klammern aufgeführt und durch Kommata getrennt. Z.B. möchte Gesellschaft C 2 x Slots erwerben und bietet in einer Runde 160 GE für je einen x-Slot.

Die kursiv gedruckten Gebote sind diejenigen, die den Zuschlag erhalten. Die Bieter dieser Gebote erwerben somit die Rechte. Aufgrund des Auktionsmodus zahlen sie den Preis in Höhe des ersten Gebotes, das nicht mehr Zuge kommt.

Gebotsschritte, die für unsere Darstellung nicht relevant sind, werden in der Tabelle nicht aufgeführt und durch „...“ repräsentiert.

Wir gehen davon aus, daß das Mindestgebot für einen Slot 10 GE beträgt.

Die nach Abschluß der Auktion zu zahlenden Preise betragen für x Slots 160 GE, für y Slots 144 GE und für z Slots 0 GE.

Wie man in Tabelle 10 sieht, können aufgrund solcher Schätzprobleme C's Gebote für das Paket xx überboten werden, obwohl der Wert des Pakets bei C am höchsten ist und die Zuweisung dieses Pakets zu C den gesamten Nutzen maximiert. In unserem Beispiel bieten die Gesellschaften A, D und I in der nächsten Runde 161 GE für je einen x Slot. Damit erhält C nur einen x Slot zum Preis von 160 GE, und die Gesellschaften A, D und I erhalten je einen von den restlichen drei x Slots zum gleichen Preis.¹⁰⁴

Die Schätzproblematik besteht natürlich auch in der Auktion für die Gruppe Y, wenn Gesellschaften dazu Slots der Gruppe Z erwerben wollen.

Für die Gesellschaften, die x bereits erworben haben und somit wissen, wie hoch sie maximal für y bieten können, stellt sich die Situation anders dar. Wenn sie feststellen, daß sie y nicht zum Nullgewinn-Gebot erwerben können, stehen sie vor folgendem Entscheidungsproblem:

¹⁰⁴ Die Auktion zum zweithöchsten Gebot wurde hier gewählt, damit sich ein nicht-diskriminierender Einheitspreis ergibt. Bei der englischen Auktion müßten die Gesellschaften A, D, I jeweils 161 GE für einen x Slot zahlen, während der Preis für C 160 GE betrüge.

1. Sie stellen das Bieten ein. Kann der x Slot nicht auf dem Sekundärmarkt verkauft werden, ist er wertlos, und es ergibt sich für die Gesellschaft ein Verlust in Höhe des Kaufpreises 160 GE. Ist der Slot dagegen auf dem Sekundärmarkt zu verkaufen, kann der dort erzielbare Preis entweder zu einem Verlust oder Gewinn führen oder gerade dem gezahlten Preis entsprechen.
2. Sie bieten weiter, um den Verlust zu begrenzen. Unter Vernachlässigung der Opportunitätskosten des Kapitals und Budgetrestriktionen ergibt sich folgendes Kalkül:

Es ergibt sich ein Verlust in Höhe von 160 GE, wenn nicht weitergeboten wird und keine alternative Verwendungsmöglichkeit besteht. Der gleiche Verlust entsteht, wenn für den kompatiblen Slot maximal die gesamte Wertschätzung des Fluges gezahlt wird. (Beispiel für A: 305 GE - 305 GE - 160 GE = -160 GE). Natürlich müssen in der Realität Opportunitätskosten des Kapitals und Budgetrestriktionen beachtet werden, somit wird es wahrscheinlich nicht zum Maximal-Gebot kommen. Es sollte jedoch deutlich werden, daß es durchaus Spielraum für Gebote über das Nullgewinn-Gebot hinaus gibt.¹⁰⁵

Die Strategiewahl hat natürlich Einfluß auf die Slotallokation. Tabelle 11 zeigt ein mögliches Ergebnis, wenn I sich für die zweite Strategie entscheidet, Tabelle 10, wenn I plant, den einzelnen X Slot auf dem Sekundärmarkt zu verkaufen und somit das Bieten einstellt. Dadurch wird hier ein weiterer ergebnisrelevanter Faktor eingeführt, der von eher zufälligen persönlichen Schätzungen und nicht von der Effizienz der Verwendung abhängt.

Tabelle 11

Hypothetisches Ergebnis einer sequentiellen Auktion der Slotpakete X, Y, Z, wenn die Gesellschaften D und I sich nicht auf den Sekundärmarkt verlassen und versuchen, ihre Verluste durch Gebote auf der Auktion zu minimieren

Bietende Fluggesellschaft	Wert	Gebote für x Slots	Gebote für y Slots	Gebote für z Slots
A	305	x ...;160; 161	y ...;144	
B	305		y ...;140	z
C	320	xx ...;(160, 160)		

- Fortsetzung -

¹⁰⁵ Für diesen Hinweis danke ich Dr. Björn Frank, Universität Hohenheim.

- Fortsetzung -

Bietende Fluggesellschaft	Wert	Gebote für x Slots	Gebote für y Slots	Gebote für z Slots
D	305	x;160; 161	y;144; 145;;159; 160; 161	
E	295		y;144; 145;;159; 160; 161	z 10
F	302	xx;(151, 151)		
G	320		yy;(144, 144); (145, 145);; (159, 159); (160, 160)	
H	300		y;144; 145;....; 159; 160; 161	z 10
I	300	x;160; 161	y;139;;161	
J	305		y;144;;155	z
K	324			zz (10, 10)

Es gelten die gleichen Erläuterungen wie zu Tabelle 10.

Die nach Abschluß der Auktion zu zahlenden Preise betragen für x Slots 160 GE, für y Slots 160 GE und für z Slots 0 GE.

Die Ergebnisse bei beiden Strategien sind in unserem Beispiel unterschiedlich, wobei keines mit dem effizienten Ergebnis übereinstimmt. Bei beiden Ergebnissen liegen sowohl einzelwirtschaftliche Verluste als auch eine gesamtwirtschaftliche Fehlallokation vor.¹⁰⁶

Da die bereits getätigten Slotkäufe Entscheidungsvoraussetzungen für die folgenden Transaktionen darstellen, hängt das Ergebnis zusätzlich von der Reihenfolge der Auktionen ab. Das heißt wenn zuerst Z versteigert würde, kann ein anderes Ergebnis herauskommen als bei der Anfangsversteigerung von X.¹⁰⁷

Für den einzelnen Bieter kann sich neben dem Risiko, einen ex-post überzahlten Slot zu erwerben, das Problem der vergebenen Option stellen. Dies tritt

¹⁰⁶ Im gewählten Beispiel schneidet das Ergebnis in Tabelle 11 (verlustminimierendes Bietverhalten in der Auktion) schlechter ab als das in Tabelle 10 (Strategie: Warten auf den Sekundärmarkt). In der Tabelle 11 wird die in Tabelle 10 realisierte effiziente Slotkombination yy für G nicht erreicht. Eine generelle Aussage, welche Strategie für die gewinnmaximierende Gesellschaft oder für die Realisierung des Wohlfahrtsmaximums besser ist, kann jedoch nicht getroffen werden.

¹⁰⁷ Vgl. Wolf (1995), S. 21; Schotter (1976).

auf, wenn er unterschiedliche Präferenzen für verschiedene Slotgruppen hat, die er aber nicht alle erwerben will. Gehen wir davon aus, er möchte z.B. als erste Präferenz Slots aus der ersten und dritten Auktion und als zweite Präferenz Slots aus der zweiten und vierten Auktion kombinieren. Erhält er nun den Slot in der ersten Auktion, wird er an der zweiten nicht teilnehmen. Stellt sich in der dritten Auktion heraus, daß er den kompatiblen Slot nicht bekommt, so hat er die Option vergeben, an der zweiten Auktion teilzunehmen.¹⁰⁸

Es gibt bei der sequentiellen Vorgehensweise somit vier ergebnisrelevante Faktoren:

1. Die gesamte Zahlungsbereitschaft
2. Die Aufteilung der Zahlungsbereitschaft auf einzelne Gebote
3. Die Strategiewahl, wenn der kompatible Slot nicht zum Nullgewinn-Gebot erworben wird
4. Die Reihenfolge der Auktionen.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß bei sequentiellen Auktionen die Gefahr besteht, daß die Slotallokation durch Zufälligkeiten beeinflusst wird, da alle ergebnisrelevanten Faktoren bis auf die gesamte Zahlungsbereitschaft einer gewissen Willkür bzw. unsicheren subjektiven Schätzungen unterliegen. Die Bieter müssen bei der Gebotsabgabe auf der aktuellen Auktion die Preise der jeweils kompatiblen Slots berücksichtigen. Wenn diese erst in späteren Auktionen versteigert werden, sind die Bieter gezwungen, deren Preise zu schätzen, da sie aufgrund der zeitlichen Abfolge nicht über die sich erst später ergebenden Preise informiert sein können. Die Ursache der sowohl einzelwirtschaftlich verlustträchtigen als auch gesamtwirtschaftlichen ineffizienten Auktionsergebnisse ist also ein Informationsproblem, welches mittels einer sequentiellen Versteigerung nicht lösbar ist.

b) Die simultane mehrstufige Auktion aller Slots mit getrennten Geboten (SMG-Auktion)

Aus der Analyse der sequentiellen Auktion ergibt sich, daß die Informationsgrundlage verbessert werden muß, um die Effizienz des Auktionsergebnisses zu erhöhen. Nun ist zu prüfen, ob die simultane mehrstufige Auktion aller Slots zu einem effizienteren Ergebnis führt.

¹⁰⁸ Die Möglichkeit, die Strategie zu wechseln, wenn man sieht, daß die erste Wunschkombination nicht realisiert werden kann, wird als back-up Strategie bezeichnet. Vgl. McMillan (1994), S. 153-155.

Bei der simultanen mehrstufigen Auktion mit getrennten Geboten müssen die Bieter ebenso wie beim sequentiellen Verfahren ihre Zahlungsbereitschaft aufteilen; allerdings werden sie während der Versteigerung bei allen Slots gleichzeitig über die Nachfragesituation und damit über die Gebotshöhe informiert und können diese Information bei ihrer Gebotsformulierung berücksichtigen. Dies verbessert die Informationsbasis gegenüber dem sequentiellen Verfahren, bei dem diese Informationen nacheinander generiert werden und deren Berücksichtigung sich auf die jeweils späteren Auktionen reduziert.

Sehen wir uns diesen Informationsvorteil konkret am Beispiel der Fluggesellschaft I an (Tabelle 12). Bei der sequentiellen Auktion hatte I während der Auktion von x keine Information über die Nachfragesituation beim später zu versteigernden Slot y. Daher mußte sie bei der Gebotsfindung für Slot x den Preis für y schätzen. Aufgrund der Fehlschätzung dieses Preises¹⁰⁹ bot I für Slot x ex post zu hoch. Damit erwarb I x, was sowohl eine einzelwirtschaftlich falsche Entscheidung als auch eine gesamtwirtschaftliche Fehlallokation darstellt (siehe Tabellen 10 und 11).

Bei der SMG-Auktion (im Beispiel der Tabelle 12) erhält I hingegen bei jeder Runde Informationen über die Gebote für x und y, somit wird sie bei Preisen von je 150 GE für x und y ausscheiden und keinen der beiden Slots erhalten. In diesem Fall generiert die simultane Auktion die relevanten Informationen, die den suboptimalen Erwerb von x durch I verhindern.

Tabelle 12

Hypothetischer Verlauf einer SMG-Auktion

Bietende Fluggesellschaft	Wert	Gebote für x Slots	Gebote für y Slots	Gebote für z Slots
A	305	x ...;152; 153	y ...;152; ...; 155	
B	305		y ...;152; ...; 156	z ...;150; 151
C	320	xx ...;(152,152); (153, 153)		
D	305	x ...;152; 153	y ...;152;...;156	
E	295		y ...;145	z;150
F	302	xx ...;(151, 151)		

- Fortsetzung -

¹⁰⁹ I schätzte den Preis für y zu niedrig. Wenn I gewußt hätte, daß der Preis 160 GE betragen würde, wäre sie maximal bereit gewesen, für x 140 GE zu zahlen.

- Fortsetzung -

Bietende Fluggesellschaft	Wert	Gebote für x Slots	Gebote für y Slots	Gebote für z Slots
G	320		yy ...;(156, 156)	
H	300		y ...;150	z ...;150
I	300	x ...;150	y ...;150	
J	305		y ...;152, ..., 156	z ...;150; 151
K	324			zz ...;(150, 150); (151, 151)

Die in den Spalten mit der Bezeichnung „Gebote für Slot ...“ aufgeführten Zahlen bezeichnen die Gebote für diese Slots.

Es gelten die gleichen Erläuterungen wie zu Tabelle 10.

Die nach Abschluß der Auktion zu zahlenden Preise betragen für x Slots 152 GE, für y Slots 155 GE und für z Slots 150 GE.

Diese sicherere Informationsbasis und die Tatsache, daß während einer simultanen mehrstufigen Auktion kein einzelnes Objekt zugeschlagen wird,¹¹⁰ verbessern auch die Chance, eine back-up Strategie zu ergreifen. Ein Bieter, der wie I rechtzeitig darüber informiert wird, daß er sein Wunschkpaket nicht erhält, kann seine Strategie wechseln und für ein anderes Slotpaket bieten. Zum einen wird der ansonsten ex post überzahlte Slot nicht erworben und belastet damit nicht das Budget, und zum anderen besteht bei der simultanen mehrstufigen Auktion die Möglichkeit, für alle anderen Slots zu bieten. Dies wäre bei der sequentiellen Auktion für die bereits beendeten Slotversteigerungen nicht gegeben.¹¹¹

Nun wollen wir überprüfen, ob die SMG-Auktion immer suboptimale Ergebnisse verhindert. Betrachten wir dazu die Gebote von A (Tabelle 12). Bei der sequentiellen Auktion hat A den Preis von y unterschätzt und deshalb Slot x ex-post zu teuer erworben. Dies war (wie bei I) sowohl einzel- als auch gesamtwirtschaftlich ineffizient. Gehen wir bei der SMG-Auktion davon aus, daß die aktuellen Gebote für x und y nach einigen Runden kontinuierlichen Bietens aller Gesellschaften¹¹² für x und y je 152 GE betragen. A muß sich nun überlegen, ob sie für x weiterbietet, ohne daß sie bereits weiß, wie teuer der kompatible Slot y wird. Nehmen wir an, daß A für x 153 GE bietet, dann erhält sie x

¹¹⁰ Zur genaueren Erklärung siehe Abschnitt F.III.2. „Stopp- und Aktivitäts-Regeln“.

¹¹¹ Bei diesem Ablaufverfahren hätte der Bieter nur noch die Möglichkeit, die Slots aus den bereits abgeschlossenen Auktionen auf dem Sekundärmarkt zu erwerben.

¹¹² Das heißt keine Gesellschaft setzt einige Runden aus. Siehe genauer zu dieser Problematik den Abschnitt F.III.2. „Stopp- und Aktivitätsregeln“.

für 152 GE.¹¹³ Nun beträgt ihre maximale Zahlungsbereitschaft für y 153 GE. Da aber die Gebote für y nach weiteren Runden 154 GE übersteigen, erhält A den y Slot nicht, hat aber x für 152 GE erworben. Hier stellt sich also ebenso wie bei sequentiellen Auktion ein sowohl einzel- als auch gesamtwirtschaftlich suboptimales Ergebnis ein.¹¹⁴

Die Ursache dafür ist wiederum das Informationsproblem. In dem Moment, als A sich entscheiden mußte, das Gebot für x zu erhöhen, war die relevante Information über den Preis für y noch nicht vorhanden. Damit war A auch bei der SMG-Auktion gezwungen, den Preis für y zu schätzen.

Dieses Problem tritt insbesondere dann auf, wenn die Bieter nicht die gleichen Paketpräferenzen haben. Es ist wahrscheinlich, daß A beim Slot y von Bietern überboten wird, die entweder y und z oder y und y kombinieren wollen und nicht von Bietern, die wie A die Slots x und y gemeinsam erwerben wollen. Solche Bieter, die eine höhere Wertschätzung für x und y haben, würden bei gleicher Aufteilung der Gebote die Gesellschaft A höchstwahrscheinlich auch bei Slot x überbieten, somit käme der ineffiziente Erwerb nicht zustande.

Das gleiche Informationsproblem tritt auf, wenn ein Bieter 1 im Laufe der Auktion eine back-up Strategie ergreift und für einen Slot x plötzlich sehr hoch bietet, der im Paket von einem anderen Bieter 2 enthalten ist und den Zuschlag letztendlich erhält. Hält Bieter 2 noch das höchste Gebot für den kompatiblen Slot y, ist der Erwerb dieses Slots ex-post auch ineffizient. Das Gebot für y wurde in diesem Fall ebenso aufgrund eines Informationsdefizits bezüglich des Preises von x abgegeben.

Es bleibt jedoch festzuhalten, daß die simultane mehrstufige Auktion mit getrennten Geboten die Informationsgrundlage insbesondere dann verbessert, wenn alle Bieter die gleichen Paketpräferenzen haben (inklusive back-up-Strategien) und alle Bieter in jeder Runde mitbieten.¹¹⁵ Die bessere Informationsbasis erleichtert die Aufteilung der Streckenzahlungsbereitschaft auf einzelne Gebote. Die Gebotsfindung ist weniger von Schätzungen abhängig und wird in höherem Maße von der Zahlungsbereitschaft bestimmt, was die Effizienz des Ergebnisses verbessert.

¹¹³ Das erste Gebot, das nicht zum Zuge kommt, beträgt 152 GE.

¹¹⁴ Natürlich kann A auch hier versuchen, durch Gebote, die sein Nullgewinn-Gebot übersteigen, den potentiellen Verlust zu verringern. Es sollte hier nur deutlich werden, daß unter Umständen auch bei der simultanen Auktion Informationsprobleme auftreten, die zu ex-post betrachtet falscher Aufteilung der Zahlungsbereitschaft führen.

¹¹⁵ Dazu muß eine geeignete Regel gefunden werden, die bestimmt, daß kontinuierlich geboten wird und verhindert, daß die Bieter mit der Gebotsabgabe abwarten und mehrere Runden aussetzen. Auf eine solche Regel wird bei der Darstellung des geeigneten Auktionsdesigns eingegangen (Abschnitt F.III.2. „Stopp- und Aktivitäts-Regeln“).

Die simultane mehrstufige Auktion mit getrennten Geboten kann zwar das Auktionsergebnis gegenüber dem sequentiellen Verfahren verbessern, ist aber nicht in der Lage, die Informationsproblematik definitiv zu lösen. Im folgenden werden zwei Vorschläge für Slotauktionen aus der Literatur sowie eine Variante mit Gebotsrücknahme-Möglichkeit und eine mit kombinierten Geboten als Ergänzung der mehrstufigen simultanen Auktion präsentiert und überprüft, ob diese dem Informationsproblem bei Aggregations-Effizienzen gerecht werden.¹¹⁶

1. Eine simultane Auktion mit getrennten Geboten als wiederholte Versteigerung (Balinski/Sand (BS)-Auktion)
2. Eine simultane einstufige Auktion mit kombinierten und konditionalen Geboten (Rassenti/Smith/Bulfin (RSB)-Auktion)
3. Eine mehrstufige simultane Auktion mit getrennten Geboten (SMG-Auktion) mit der Möglichkeit zur Gebotsrücknahme¹¹⁷
4. Eine mehrstufige simultane Auktion mit kombinierten Geboten (SMK-Auktion)

¹¹⁶ Wie wir sehen werden, stellen diese vier Vorschläge Verbesserungen gegenüber den bereits erklärten Auktionsformen dar. Andere Vorschläge, die keine wesentlichen Verbesserungen enthalten bzw. im wesentlichen den zuvor dargestellten Verfahren entsprechen, werden nicht ausführlicher erklärt und nur der Vollständigkeit halber erwähnt.

Grether / Isaac / Plott (1989) schlagen vor, Slot-Pakete eines Flughafens simultan oder nacheinander mittels eines einstufigen Verfahrens zu versteigern. Ein solches Verfahren generiert für die Bieter während der Versteigerung keine Informationen und trägt damit in keiner Weise dem Problem der Aggregations-Effizienzen Rechnung. Eventuelle Inkompatibilitäten sollen laut Grether / Isaac / Plott auf einem Sekundärmarkt ausgeglichen werden. Vgl. Grether / Isaac / Plott (1989), S. 54-70.

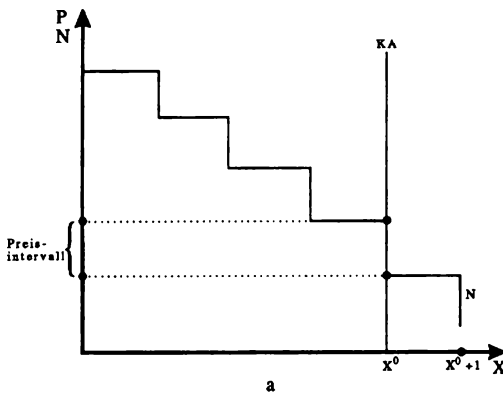
Hulet / Lake / Perry schlagen eine einstufige verdeckte Auktion zum höchsten Gebotspreis vor. Hier ergeben sich die gleichen Probleme wie bei dem Vorschlag von Grether / Isaac / Plott. Vgl. dazu Wolf (1995), S. 31.

Borrmann und Kwong schlagen jeweils eine Englische Auktion vor, ohne aber auf das Problem der Aggregations-Effizienzen einzugehen. Vgl. Borrmann (1991); Kwong (1988).

¹¹⁷ Ein solches Auktionsdesign ist für die FCC (Federal Communications Commission) zur Versteigerung von Funk-Frequenzblöcken in den USA konstruiert worden. Das Angebot eines mehrere Frequenz-Lizenz-Gebiete umfassenden Netzes stellt einen wesentlichen Qualitätsparameter dar, so daß auch in diesem Bereich Aggregations-Effizienzen auftreten. Vgl. FCC (1994a); FCC (1994b). Vgl. auch McMillan (1994), S. 154; Tewes (1995).

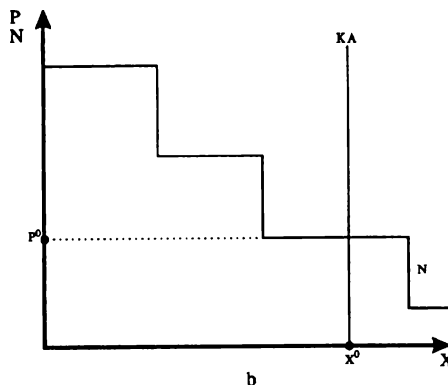
c) Die Balinski/Sand (BS)-Auktion¹¹⁸

Balinski/Sand schlagen ein Modell konditionaler Auktionen vor. Alle Slots¹¹⁹ werden im Rahmen einer simultanen, verdeckten einstufigen Auktion versteigert. Die Auktionspreise werden folgendermaßen bestimmt. Bei einer Nachfragefunktion wie in Abbildung 44a und einer Slotanzahl von X^0 liegt der Preis in dem Intervall zwischen dem X^0 ten und X^0+1 ten Gebot. Ergibt sich eine Nachfragefunktion wie in Abbildung 44b, wird ein Preis in Höhe P^0 gezahlt und die zum Zuge kommenden Nachfrager per Los bestimmt.



Quelle: Balinski/Sand (1985), S. 185-186

Abb. 44a: Preissetzung bei der Balinski/Sand Auktion



Quelle: Balinski/Sand (1985), S. 185-186

Abb. 44b: Preissetzung bei der Balinski/Sand Auktion

¹¹⁸ Vgl. Balinski / Sand (1985).

¹¹⁹ Dabei wird keine konkrete Aussage darüber gemacht, ob hier nur alle Slots auf einem Flughafen oder tatsächlich alle auf der Welt verfügbaren Slots gemeint sind.

Das Ergebnis dieser Auktion wird veröffentlicht. Da die Bieter auch hier ohne hinreichende Informationen ihre Zahlungsbereitschaft auf einzelne Gebote aufteilen müssen, kann das Allokationsergebnis ebenso wie bei den zuvor beschriebenen Auktionen sowohl einzelwirtschaftlich als auch gesamtwirtschaftlich ineffizient sein. Das Informationsproblem lösen BS dadurch, daß sie beliebig viele neue Auktionen zulassen, bis alle Bieter mit dem Ergebnis einverstanden sind. Daher wird das Modell als konditionale Auktion bezeichnet. Das Ergebnis gilt nur dann, wenn kein Bieter mehr ein neues Gebot abgibt.

Die Veröffentlichung der Gebote nach jeder Auktion verbessert die Informationsbasis, weil sie wegen der Auktionswiederholung für die Bieter nutzbar ist. Obwohl die einzelnen Auktionen einstufig sind, ist das gesamte Allokations-Verfahren aufgrund dieser Wiederholbarkeit als mehrstufig zu klassifizieren. Die Vorgehensweise ähnelt derjenigen der simultanen mehrstufigen Auktion mit getrennten Geboten, verbessert aber mittels der Auktionswiederholung die Nutzbarkeit der Informationen, da die gesamte Auktion wiederholt wird und deshalb kein Bieter an ein Gebot gebunden ist, das sich bei einer neuen Information als zu hoch erweist.

In unserem Beispiel (Tabelle 12) würde A nach der Veröffentlichung des Ergebnisses bei der nächsten Auktion nicht mehr für x bieten, weil A weiß, daß die voraussichtlichen Gebote für x und y seine gesamte Wertschätzung des Pakets übersteigen. Bei der simultanen Auktion konnte A dagegen die Information, daß y einen höheren Preis hat als A zu zahlen bereit ist, nicht mehr optimal nutzen, da A zum Zeitpunkt der Information bereits das höchste Gebot für x abgegeben hatte, welches nicht mehr revidierbar war.

Simulationstests dieses Verfahrens ergaben, daß ein effizientes Ergebnis wahrscheinlich, aber nicht garantiert ist.¹²⁰ Obwohl ein effizientes Ergebnis nicht mit Sicherheit zustande kommt, ist dieses Verfahren gemäß der Simulationstests recht gut geeignet, Fehlkäufe (in einzel- und gesamtwirtschaftlicher Sicht) zu vermeiden. Somit ist die BS der simultanen Auktion mit getrennten Geboten im Hinblick auf das Effizienzziel überlegen.

Ist kollusives Verhalten der Bieter zu erwarten, so sind sowohl die BS Auktion als auch die zuvor dargestellte simultane mehrstufige Auktion nicht geeignet, die Erfolgswahrscheinlichkeit eines solchen Verhaltens zu verringern. Dies gilt für alle Verfahren, die während des Bietprozesses Informationen für die Bieter generieren.

Dieses Auktionsverfahren hat jedoch einen gravierenderen Nachteil, den Balinski/Sand selber nennen. Dieser Nachteil besteht in dem wahrscheinlich extrem hohen Zeitaufwand, der sich aufgrund der beliebigen Wiederholbarkeit

¹²⁰ Vgl. Balinski / Sand (1985), S. 189.

der Auktion ergeben kann. Balinski/Sand erwähnen zwar die Möglichkeit einer Stopp-Regel, machen aber keinen konkreten Vorschlag, wie diese ausgestaltet werden soll.

Sollten alle auf der Welt verfügbaren Slots, zwischen denen Aggregations-Effizienzen vermutet werden, im Rahmen einer BS Auktion versteigert werden, ist mit erheblichem administrativen Aufwand zu rechnen, der bei der Gesamtbeurteilung des Verfahrens ebenfalls berücksichtigt werden muß. Allerdings gehen Balinski / Sand nicht explizit darauf ein, ob tatsächlich alle Slots simultan versteigert werden sollen oder ob nach bestimmten Kriterien jeweils nur eine Teilmenge in Frage kommt.¹²¹

d) Die Rassenti/Smith/Bulfin (RSB)-Auktion¹²²

Das von Rassenti, Smith und Bulfin vorgeschlagene Auktionsmodell ist eine simultane, verdeckte, einstufige Auktion aller Slots stark frequentierter Flughäfen, die sowohl kombinierte als auch konditionale Gebote zuläßt.

Dieses Modell berücksichtigt die Aggregations-Effizienzen bei Slots direkt über die Erweiterung der Gebotsformulierung. Die Gesellschaften geben Gebote für komplette Slotpakete ab; z.B. gibt die Gesellschaft an, daß sie Slot x nur dann erwerben möchte, wenn sie ebenfalls Slot y erhält.¹²³ Somit ist gewährleistet, daß die Gesellschaften keine ex-post überzahlten Paketbestandteile erwerben (in unserem Beispiel (Tabelle 12) würde A das Paket xy nicht erhalten). Zusätzlich werden Gebote für alternative Pakete formuliert. Ein Gebot lautet dann z.B. so: Wenn Paket xy nicht zum Gebot p₁ erhältlich ist, soll Paket yz zum Gebot p₂ erworben werden. Damit ist sichergestellt, daß die Bieter trotz der Einstufigkeit der Auktion nicht auf ihre nächstbeste Option verzichten müssen.

Diese recht komplizierten Gebote werden mit Hilfe eines computergestützten Optimierungsverfahrens ausgewertet. Es werden die insgesamt verfügbaren Slots den meistbietenden Gesellschaften zugewiesen, wobei alle Restriktionen und nächstbesten Optionen berücksichtigt werden.

Für jeden Slot wird mittels eines von Rassenti/Smith/Bulfin entwickelten Algorithmus' ein Schattenpreis ermittelt. Der Preis des Pakets setzt sich aus den Schattenpreisen seiner Bestandteile zusammen. Dieses Verfahren beruht auf der verdeckten Auktion zum zweithöchsten Gebot, auf der bei der Verstei-

¹²¹ Vgl. zur Kritik an der BS Auktion auch Wolf, H. (1995), S. 27-28.

¹²² Vgl. Rassenti / Smith / Bulfin (1982), S. 402-417.

¹²³ Es ist natürlich auch möglich kombinierte Gebote für Pakete, die mehr als zwei Slots enthalten, abzugeben.

gerung multipler Objekte ein Einheitspreis in Höhe der relevanten Opportunitätskosten ermittelt wird. Der jeweilige Schattenpreis dient daneben als Anhaltspunkt für die Verteilung der Erlöse auf die beteiligten Flughäfen.

Ein experimenteller Test dieses Verfahrens ergab, daß das Ergebnis einer effizienten Realisierung von Aggregations-Effizienzen sehr nahe kommt.¹²⁴ Darüber hinaus ist das Verfahren aufgrund der Einstufigkeit kollusionsresistenter als die simultane mehrstufige Auktion, generiert aber aus dem gleichen Grunde keine Informationen während des Bietprozesses, während der Auktionator präzise Informationen erhält. Eventuelle Unsicherheiten bei der Wertschätzung (winner's oder loser's curse Risiko) werden somit hier nicht berücksichtigt.

Dieses Modell ist aus theoretischer Sicht am besten geeignet, eine effiziente Primärallokation zu realisieren. Problematisch erscheinen allerdings auch hier die Betriebskosten dieser Auktionsform. Es müßten, wie auch bei der BS-Auktion und der mehrstufigen simultanen Auktion mit getrennten Geboten, alle weltweit verfügbaren Slots simultan versteigert werden, um tatsächlich ein effizientes Ergebnis erzielen zu können. Dies erfordert einerseits einen erheblichen Koordinationsbedarf und andererseits aufgrund der kombinierten Gebote einen größeren Aufwand bei der Gebotsauswertung gegenüber Verfahren mit getrennten Geboten¹²⁵. Darüber hinaus ist anzunehmen, daß den Gesellschaften bei der Gebotsformulierung ein hoher Aufwand entsteht, da sie alle für sie relevanten Kombinationsmöglichkeiten berücksichtigen müssen.¹²⁶

*e) Eine simultane mehrstufige Auktion mit getrennten
Geboten (SMG) und Gebotsrücknahme-Möglichkeit¹²⁷
oder kombinierten Geboten (SMK-Auktion)*

Die simultane mehrstufige Auktion mit getrennten Geboten (SMG-Auktion) wird den grundsätzlichen Anforderungen an ein effizientes Verfahren zur Versteigerung von Rechten mit Aggregations-Effizienzen gerecht, verursacht einen geringeren Zeitaufwand als die BS-Auktion und ist bezüglich der Gebotsauswertung und -findung einfacher zu handhaben als die RSB-Auktion. Der wesentliche Nachteil der simultanen mehrstufigen Auktion mit getrennten Geboten besteht darin, daß ein Bieter möglicherweise in solchen Fällen einen sowohl

¹²⁴ Eine Rolle spielt dabei auch der Lerneffekt der Bieter. Mit geübten Bietern waren bessere Ergebnisse zu erzielen als mit ungeübten Bietern. Vgl. Rassenti / Smith / Bulfin (1982), S. 408-409.

¹²⁵ Vgl. McMillan (1994), S. 157.

¹²⁶ Vgl. zur kritischen Beurteilung dieses Verfahrens auch Wolf (1995), S. 29-30.

¹²⁷ Vgl. zur Gebotsrücknahmemöglichkeit Wolf (1995), S. 42; Vgl. FCC (1994a), No. 146-157.

einzel- als auch gesamtwirtschaftlich ineffizienten Slotkauf tätigt, in denen er nicht über die Preisentwicklung kompatibler Slots zum Gebots-Zeitpunkt informiert ist.¹²⁸ Es stellt sich die Frage, ob das Ergebnis dieses Verfahrens verbessert wird, wenn man dem Bieter das Recht einräumt, ein Gebot zurückzuziehen.

Auf jeden Fall erhöht diese Möglichkeit die Flexibilität der Bieter. Sie können ihre Strategie leichter wechseln. Sie müssen dabei keine, ihr Budget belastenden, bezüglich der Verwendungsmöglichkeit reduzierten Slotpaketeile in Betracht ziehen, da sie die Gebote für diese Slots zurücknehmen dürfen und somit nicht gezwungen werden, diese Slots zu erwerben.

Ziehen die Bieter ihre Gebote dann zurück, wenn sie realisieren, daß der compatible Slot nicht zum Nullgewinn-Preis zu erwerben ist, wird das zuvor zweithöchste Gebot als aktuelles Höchstgebot gewertet.

Der Informationsgehalt rückziehbarer Gebote ist allerdings sehr gering, da sich die Bieter nicht darauf verlassen können, daß abgegebene Gebote auch tatsächlich gelten.¹²⁹ Dies stellt angesichts der Tatsache, daß gerade die Informationsunsicherheit die Realisierung des Effizienz-Ziels bei Aggregations-Effizienzen erschwert, einen gravierenden Nachteil dar.¹³⁰

Da aber die Vorteile rückziehbarer Gebote offenbar in der Praxis als erstrebenswert gelten, werden Möglichkeiten diskutiert, rückziehbare Gebote zwar zuzulassen, deren Häufigkeit aber so gering wie möglich zu halten. Im allgemeinen kommt man zu dem Schluß, daß ein Bieter, der sein Gebot zurückzieht, mindestens eine Strafgebühr zahlen muß. Die Gebühr soll in Höhe der Differenz zum nächsten Gebot bemessen werden.¹³¹

Als weitere Möglichkeit zur Realisierung von Aggregations-Effizienzen wird vorgeschlagen, die Bieter im Rahmen einer simultanen, mehrstufigen Auktion für Slotkombinationen statt für einzelne Slots bieten zu lassen (SMK-

¹²⁸ Siehe Abschnitt E.III.2.b).

¹²⁹ Vgl. Wolf (1995), S. 42.

¹³⁰ Wolf weist darüber hinaus auf folgende Problematik hin. Einige Gesellschaften könnten eine „Predatory Bidding“-Strategie verfolgen, d.h., daß sie aus strategischen Gründen ihre wahre Zahlungsbereitschaft für einen Slot verschleiern und höher bieten als es ihrer Wertschätzung entspricht. Damit möchten sie die Preise mit dem Ziel, Konkurrenten zu schädigen, erhöhen. Deren Zahlungsbereitschaft reicht dann möglicherweise nicht mehr, um einen Komplementärslot zu erwerben. Vgl. Wolf (1995), S. 42. Allerdings ist anzunehmen, daß die vermeintlich geschädigte Gesellschaft ihrerseits Gebrauch von der Rückgabemöglichkeit machen wird, so daß die Wahrscheinlichkeit des „Predatory Bidding“ zu relativieren ist.

¹³¹ Vgl. dazu z.B. Wolf (1995), S. 42-43. Vgl. FCC (1994a), No. 146-156; FCC (1994b), No. 75-77. Vgl. auch McMillan (1994), S. 154; Tewes (1995); von Ungern-Sternberg (1991).

Auktion).¹³² Damit ersteigert der Bieter entweder das gesamte Paket oder er kommt gar nicht zum Zuge. Auf keinen Fall erhält er bei diesem Verfahren einzelne Paket-Fragmente, die ex-post nicht wunschgemäß zueinander passen und überzahlt sind. Kombinierte Gebote haben wir bereits bei der RSB-Auktion kennengelernt und festgestellt, daß der wesentliche Vorteil solcher Gebote in der Realisierung von Aggregations-Effizienzen besteht. Die bei der RSB-Auktion erwähnte Gebots-Auswertungsproblematik besteht natürlich auch hier. Hingegen erscheint der Aufwand bei der Gebotsformulierung geringer, da die Gesellschaften bei dem mehrstufigen Verfahren nicht gezwungen sind, auf einmal Gebote abzugeben, die alle für sie relevanten Optionen enthalten.

Ein weiterer Vorteil dieses mehrstufigen Verfahrens besteht darin, daß während des Bietprozesses Informationen für die Bieter generiert werden, was dazu beiträgt, ein eventuell bestehendes winner's oder loser's curse Risiko zu senken. Insofern sollten kombinierte Gebote im Rahmen eines mehrstufigen Verfahrens der RSB-Auktion vorgezogen werden.

Bei dem mehrstufigen Verfahren kann sich jedoch folgendes Problem ergeben. Die Bieter kombinierter Gebote werden i.d.R. nicht zusätzlich für Untergruppen von Objekten, die in ihren kombinierten Geboten enthalten sind, bieten. Dies kann bei verschiedenen Präferenzen von Bietern für Untergruppen dazu führen, daß diese nicht hoch genug bieten, um den Bieter des kombinierten Gebotes zu schlagen, obwohl die Summe ihrer Zahlungsbereitschaften das kombinierte Gebot übersteigt.¹³³ Wird nach einigen Runden klar, daß nur eine Gebotserhöhung der Bieter für eine Untergruppe dazu führt, daß das kombinierte Gebot des Bieters mit der geringeren Wertschätzung nicht gewinnt, ent-

¹³² Die Abkürzung SMK-Auktion steht für die simultane, mehrstufige Auktion mit kombinierten Geboten.

¹³³ Ein Beispiel soll diese Aussage verdeutlichen: Nehmen wir an, es gibt drei Bieter 1, 2, 3 und zwei Güter A und B. Die Wertschätzung von Bieter 1 für Gut A allein beträgt 20 GE, für Gut B allein 10 GE und für beide zusammen 30 GE. Die Wertschätzung von Bieter 2 für Gut A allein beträgt 10 GE, für Gut B allein 20 GE und für beide zusammen 30 GE. Die Wertschätzung von Bieter 3 für Gut A allein beträgt 16 GE, für Gut B allein 16 GE und für beide zusammen 33 GE. Bei einer Englischen Auktion mit getrennten Geboten erhält Bieter 2 das Gut B zu einem Preis von 16+€ GE, Bieter 1 erhält das Gut A zu einem Preis von 16+€ GE. Dies ist das effiziente Ergebnis. Jedes Gut wird von dem Bieter mit der höchsten Wertschätzung erworben. Die Summe der Preise der Güter A und B beträgt 40 GE für die Bieter 1 und 2 zusammen, der Versteigerungserlös beträgt 32+€ GE. Betrachten wir nun die Möglichkeit, kombinierte Gebote abzugeben. Nur Bieter 1 und 2 bieten getrennt für A und B, jedes der Gebote beträgt 10+€ GE. Bezieht man jetzt die kombinierten Gebote ein, erhält Bieter 3 den Zuschlag für beiden Güter zu einem Preis von 30+€ GE, da dieses Gebot die Summe der Gebote von Bieter 1 und 2 übersteigt. Dieses Ergebnis ist ineffizient, da nun der Wert der Güter nur 33 GE beträgt. Der Erlös der Versteigerung beläuft sich auf 30+€ GE. Vgl. McMillan (1994), S. 156, der auf dieses Zahlenbeispiel von McAfee hinweist, ohne es genau zu belegen.

steht ein Free-Rider-Problem. Erhöht einer der Bieter für eine Untergruppe sein Gebot, so verliert das kombinierte Gebot und die Untergruppen-Gebote gewinnen. Damit gewinnt auch der Untergruppen-Bieter, der sein Gebot nicht erhöht hat. Dieser wird sogar durch einen niedrigeren Preis „belohnt“. Somit wird keiner der Untergruppen-Bieter daran interessiert sein, sein Gebot zu erhöhen. In dem Fall gewinnt das kombinierte Gebot, und die Slots werden nicht wohlfahrtsmaximal alloziiert.¹³⁴ Dies stellt neben der aufgrund der Mehrstufigkeit vorhandenen Kollusionsanfälligkeit einen gravierenderen Nachteil des mehrstufigen Verfahrens gegenüber der einstufigen RSB-Auktion dar.¹³⁵

f) Zwischenergebnis

Zusammenfassend können wir feststellen, daß die BS-Auktion, die RSB-Auktion, die mehrstufige simultane Auktion mit getrennten Geboten (SMG-Auktion) und Gebotsrücknahmemöglichkeit sowie die mehrstufige simultane Auktion mit kombinierten Geboten (SMK-Auktion) das Aggregations-Effizienzen-Problem berücksichtigen, allerdings in unterschiedlichem Maße geeignet sind, deren Realisierung zu erleichtern, während andere Vorschläge (z.B. die sequentielle Auktion, die Auktionsmodelle von Kwong, Borrmann und Grether/Isaac/Plott)¹³⁶ das Aggregations-Effizienzen-Problem im wesentlichen auf den Sekundärmarkt verlagern.

Experimentelle Untersuchungen des RSB-Verfahrens ergaben, daß dessen Ergebnisse einer effizienten Slot-Allokation sehr nahe kommen, jedoch nicht völlig auf Sekundärmarkt-Transaktionen verzichtet werden kann.¹³⁷ Ein Test der BS-Auktion zeigte, daß bereits nach zwei Auktionen eine „angemessene“¹³⁸ Slotzuweisung erreicht wurde.¹³⁹ Wir können aufgrund der kombinierten konditionalen Gebote bei der RSB-Auktion und der Informationsverfügbarkeit und -nutzbarkeit bei der BS-Auktion davon ausgehen, daß beide Modelle besser als die SMG-Auktion mit Gebotsrücknahmemöglichkeit geeignet sind, die Slots so

¹³⁴ Vgl. Palfrey (1983). Um die Gefahr der Verzerrung zugunsten kombinierter Gebote zu reduzieren, wird vorgeschlagen, die Gewinn-Regel derart zu modifizieren, daß das kombinierte Gebot nur dann gewinnt, wenn es X % über der Summe der Einzelgebote liegt. Vgl. McMillan (1994), S. 155-157.

¹³⁵ Wolfs Vorschlag zu einem effizienten Slotauktionsdesign enthält dennoch die Möglichkeit für Slotgruppen, sogenannte Slot-Kerne, kombiniert zu bieten. Vgl. Wolf (1995), S. 45-46.

¹³⁶ Vgl. Borrmann (1991), Kwong (1988, Grether / Isaac / Plott (1989).

¹³⁷ Vgl. Rassenti / Smith / Bulfin (1982), S. 409.

¹³⁸ Genauere Angaben wurden nicht gemacht. Vgl. Balinski / Sand (1985), S. 189.

¹³⁹ Allerdings wurde darauf hingewiesen, daß mehrere Tests notwendig seien, um eine fundierte Aussage über die Eignung des Modells treffen zu können.

zuzuweisen, daß die Aggregations-Effizienzen bestmöglich realisiert werden. Diesbezüglich ist die SMK-Auktion prinzipiell ebenfalls besser geeignet als die SMG-Auktion mit Gebotsrücknahmemöglichkeit, weist aber als Nachteil die Verzerrung zugunsten kombinierter Gebote auf.

Wie aber bereits in Kapitel D. deutlich wurde, darf die selektive Betrachtung des Ergebnisses nicht zu einer Vernachlässigung der Betriebskosten des Verfahrens, welches das Ergebnis hervorbringt, führen. Die wesentlichen Betriebskosten bei der Nutzung der zuvor dargestellten Slot-Auktionsverfahren bestehen aus Kosten der Koordination verschiedener Anbieter (Flughafenbetreiber), administrativen Kosten des Bietprozesses (Gebotsentgegennahme, -auswertung) und des Zeitbedarfs der Versteigerung. Dies sind die Kosten, die bei der Durchführung der Auktion entstehen.¹⁴⁰ Dazu kommt noch der Aufwand für die Bieter bei der Gebotsfindung, der als Nutzenminderung für die Nachfrager bezeichnet werden kann.¹⁴¹

Die Betriebskosten relativieren die Vorteile der RSB-Auktion, der simultanen mehrstufigen Auktion mit kombinierten Geboten und der BS-Auktion. Bei der RSB-Auktion scheint insbesondere die Komplexität des Verfahrens sowohl hohe Kosten der Gebotsauswertung zu verursachen, als auch erhebliche Anforderungen an die Bieter zu stellen.¹⁴² Bei der simultanen mehrstufigen Auktion mit kombinierten Geboten sind die Anforderungen an die Bieter zwar geringer, ansonsten gilt jedoch gleiches wie bei der RSB-Auktion. Bei der BS-Auktion stellt der hohe Zeitbedarf die Eignung des Verfahrens in Frage.

Das Zeitargument erhält in der Literatur aufgrund der Angebotsmodalitäten häufig große Bedeutung.¹⁴³ Flugdienstleistungen sind i.d.R. flugplangebunden. Diese Form des Angebots hat sich in der Praxis aus verschiedenen Gründen, die wir hier nicht diskutieren wollen, bewährt. Soll sie aufrechterhalten werden, muß hinreichende Zeit vor dem Wirksamwerden des neuen Flugplanes Klarheit über die Allokation der Slots herrschen.¹⁴⁴ Langwierige Slot-Transaktionen, die nicht rechtzeitig beendet sind, würden die Erstellung des Flugplans erschweren.

¹⁴⁰ Die Betriebskosten bestehen im wesentlichen aus zwei Kategorien, den Kosten in Form des realen Ressourcenverzehr und den Nutzenminderungen für die Nachfrager (siehe Abschnitt D.II.3.). In diesem Abschnitt wird das Auktionsverfahren als Instrument zur Preisermittlung dargestellt, so daß wir die übrigen in D.II. diskutierten Kosten in Form des realen Ressourcenverzehr (Ausschluß-, Kontroll- und Umsetzungskosten) hier nicht beachten müssen. Diese Kosten sind bereits bei der Entscheidung für ein pre-tiales Verfahren berücksichtigt worden (siehe Abschnitt D.II.3.).

¹⁴¹ Vgl. zu der Relevanz von Betriebskosten der Auktionsverfahren FCC (1994a), No. 111.

¹⁴² Vgl. Wolf (1995), S. 29-30.

¹⁴³ Vgl. z.B. Wolf, H. (1995), S. 25-26.

Wir haben bereits bei der Diskussion der Modelle darauf hingewiesen, daß für die Realisierung sämtlicher Aggregations-Effizienzen alle weltweit verfügbaren Slots simultan versteigert werden müssen.¹⁴⁵ Es ist anzunehmen, daß dies zu erheblichen Koordinationskosten führt, da die Versteigerung zwischen allen Flughäfen weltweit abgestimmt werden muß. Da bei der RSB-Auktion und der simultanen mehrstufigen Auktion mit kombinierten Geboten für Slotpakete geboten wird, welche sich i.d.R. aus Slots verschiedener Flughäfen zusammensetzen, ist eine Regel erforderlich, die den Erlös des Paketverkaufs auf die einzelnen Flughäfen aufteilt. Dies stellt einen weiteren Kostenfaktor dar.

Als Zwischenergebnis können wir festhalten, daß mit zunehmender Effizienz des Ergebnisses auch die Komplexität und damit die Betriebskosten des Verfahrens steigen. Sollen die Betriebskosten des Auktionators sowie der Bieter gesenkt werden, ist das Auktionsverfahren zu vereinfachen. Das bedeutet aber i.d.R., daß bezüglich des Ergebnisses eine Effizienzeinbuße in Kauf zu nehmen ist. Eine vergleichende Bewertung der Auktionsformen muß deren gesamte Kosten, also die monetär bewerteten Effizienzverluste gegenüber dem optimalen Ergebnis, die bezugnehmend auf die Terminologie des vierten Kapitels als W-Kosten¹⁴⁶ bezeichnet werden, und die Betriebskosten berücksichtigen. Die monetär bewerteten Effizienzverluste gegenüber dem optimalen Ergebnis entstehen, wenn die Rechte nicht derart alloziiert sind, daß ihre Verwendung den höchstmöglichen Nutzen stiftet. Dies ergibt sich dann, wenn „falsche“ Nachfrager¹⁴⁷ die Rechte erhalten sowie wenn eine Zuweisung der Rechte derart erfolgt, daß auf die Realisierung möglicher Aggregations-Effizienzen verzichtet werden muß.

Tabelle 13 enthält eine logisch plausible Schätzung¹⁴⁸ der Kosten für die vier diskutierten Verfahren, die in W-Kosten, Kosten aufgrund der Komplexität (Koordinationskosten, administrative Kosten des Bietprozesses, Aufwand für die Bieter) und Kosten aufgrund des Zeitaufwandes der Auktionsdurchführung aufgeteilt sind.

¹⁴⁴ Die Flugplankonferenzen für den Sommerflugplan finden derzeit im November und die für den Winterflugplan im Juni statt. Vgl. Flughafen Frankfurt a.M. (Hrsg.) (1983), S. 8.

¹⁴⁵ Vgl. Wolf (1995), S. 29.

¹⁴⁶ Zur genauen Darstellung solcher Kosten siehe Kapitel D.

¹⁴⁷ Die Verwendung dieses Begriffs erfolgt analog zu der Terminologie in Kapitel D.

¹⁴⁸ Es handelt sich um Schätzungen, da nicht alle der hier diskutierten Verfahren hinreichend getestet wurden. Diese Schätzungen basieren zum Teil auf Tendenzaussagen der jeweiligen Verfasser und kritischen Bewertungen anderer Autoren. Vgl. Balinski / Sand (1985), S. 189-190; Wolf (1995), S. 22-35; McMillan (1994); FCC (1994a), No. 106-111.

Abschnitt E.I. wurde mit einer Beschreibung des Zieles eingeleitet, welches mit der Auktion erreicht werden soll. Das Ziel besteht in der effizienten Allokation der Nutzungsrechte, die zu Beginn von E.I. genauer beschrieben wurde. Die Überlegungen zu den Kosten der Verfahren lassen uns die alloкатive Effizienz dahingehend konkretisieren, daß sie das Wohlfahrtsmaximum unter Berücksichtigung der Betriebskosten darstellt. Anders formuliert ist diejenige Auktion auszuwählen, die die geringsten Gesamtkosten verursacht.¹⁴⁹

Die Bedeutung der Effizienzeinbußen bei der Primärallokation ist allerdings zu relativieren, wenn wir korrigierende Transaktionen auf dem Sekundärmarkt in die Betrachtung einbeziehen. Dabei muß natürlich berücksichtigt werden, daß diese ebenfalls Kosten verursachen, die insgesamt um so höher sind, je ineffizienter die Primärallokation und damit je höher die Anzahl der Sekundärmarkt-Transaktionen ist.¹⁵⁰

Tabelle 13

Eignung verschiedener Auktionsverfahren

	BS Balinski/Sand	RSB Rassenti/Smith/ Bulfin	SMG mit GRM simultan mehrstufig mit getrennten Geboten und Gebotsrücknahmefähigkeit (GRM)	SMK simultan mehrstufig mit kombinierten Geboten
Ergebnis-Effizienz, daraus folgend:	hoch	sehr hoch	bedingt, u.U. Schwierigkeiten bei der Realisierung von Aggregations-Effizienzen	bedingt, Gefahr der Verzerrung zugunsten kombinierter Gebote
W-Kosten	sehr gering	minimal	weniger gering	gering
Information für Bieter	hoch	nicht erforderlich und nicht gegeben	wg./Gebotsrücknahmefähigkeit unsicher	wg./kombinierter Gebote schwierig zu entschlüsseln

- Fortsetzung -

¹⁴⁹ Dazu werden die W- und Betriebskosten jeder Auktion addiert und das Minimum ermittelt.

¹⁵⁰ Vgl. z.B. McCabe / Rassenti / Smith (1990), S. 45.

- Fortsetzung -

	BS Balinski/Sand	RSB Rassenti/Smith/ Bulfin	SMG mit GRM simultan mehrstu- fig mit getrennten Geboten und Ge- bots- rücknahmemög- lichkeit (GRM)	SMK simultan mehrstu- fig mit kombi- nierten Geboten
Information für Auktionator	hoch	hoch	hoch	hoch
Kollusionsan- fälligkeit	vorhanden	sehr gering	vorhanden	vorhanden
Komplexitäts- kosten	gering	sehr hoch	gering	hoch
Zeitaufwand der Auktions- Durchführung	sehr hoch	gering	hoch	hoch

Eine Effizienzeinbuße bei der Primärallokation zugunsten einer Senkung der Betriebskosten der Auktion sollte dann hingenommen werden, wenn die sich aufgrund dessen ergebende Transaktionskostensteigerung auf dem Sekundärmarkt nicht die Senkung der Betriebskosten überkompensiert.

Ziel unserer Analyse ist, ein System aus Auktion und Sekundärmarkt zu entwickeln, das möglichst effiziente Ergebnisse liefert. Es ist also nicht unbedingt erforderlich, daß die Primärallokation bereits ein effizientes Ergebnis liefern muß, wenn dies nur unter Inkaufnahme sehr hoher Betriebskosten möglich ist. Das System soll die Gesamtkosten, bestehend aus monetär bewertetem Effizienzverlust bei der Slotzuweisung, Betriebskosten des Auktionsverfahrens, Transaktionskosten auf dem Sekundärmarkt und im weitesten Sinne Zeitkosten¹⁵¹, minimieren.

Eine notwendige Bedingung dafür ist jedoch, daß der Sekundärmarkt auch tatsächlich derart effizienzsteigernd funktioniert, wie wir implizit unterstellt haben. Im wesentlichen müssen wir dazu zwei potentielle Probleme diskutieren. Das erste Problem besteht darin, ob der Sekundärmarkt tatsächlich in der Lage ist, ein ineffizientes Ergebnis der Primärallokation zu korrigieren.¹⁵² Das

¹⁵¹ Darunter ist auch der monetär bewertete Nutzenverlust zu verstehen, wenn aufgrund langer Auktionsdauer ein suboptimales Niveau an Flugdienstleistungen erbracht wird.

¹⁵² Dies wird von zwei Autoren angezweifelt und anhand eines Beispiels diskutiert. Vgl. Balinski / Sand (1985).

zweite Problem bezieht sich darauf, ob sich die Existenz des Sekundärmarktes in unerwünschter Weise auf die Strategien der Bieter bei der Auktion auswirkt.¹⁵³ Diese Probleme werden in Kapitel F. (Abschnitt F.II.) diskutiert, bevor ein Lösungsvorschlag präsentiert wird.

¹⁵³ Diesbezüglich spricht Wolf zwei Probleme an. Zum einen sieht er die Gefahr, daß die Bieter die Transaktionskosten auf dem Sekundärmarkt antizipieren und um diese ihre Gebote auf der Auktion senken (Minderung des Versteigerungserlöses) und zum anderen, daß Gebotsminderungen bei asymmetrischer Bieterstruktur unterschiedlich hoch sind und aufgrund dessen die Primärallokation verzerrt ist. Vgl. Wolf (1995), S. 26.

F. Die effiziente Lösung und deren institutionelle Organisation

I. Grundsätzliche Überlegungen

1. Effizienz durch Slothandel?

In dieser Arbeit wird die Auktion als Instrument zur pretialen Zuweisung von Nutzungsrechten für grundsätzlich geeignet gehalten, weil sie einen diskriminierungsfreien Zugang zum Slotmarkt ermöglicht, die Slots effizient alloziert und in der Lage ist, transparente Informationssignale für die Ermittlung der effizienten Rechte-Anzahl¹, über die verschiedenen Zahlungsbereitschaften und damit über den Nutzen der Kapazitätserweiterung zu liefern. Darüber hinaus kommen die Knappheitsrenten den Slot-Anbietern (den Flughafenbetreibern) zugute, woraus sich für diese Anreize ergeben, die knappen Kapazitäten effizient auszuschöpfen. Ein weiterer Vorteil besteht in der Möglichkeit, die Einnahmen direkt in eine Kapazitätserweiterung zu investieren.²

Wie wir bereits dargestellt haben, führen die Auktionen nicht nur zu Wohlfahrtsverbesserungen, sondern verursachen auch Betriebskosten, die zum Teil mit zunehmendem Komplexitätsgrad steigen. Wir haben uns zum Ziel gesetzt, ein Allokationsverfahren zu konstruieren, das die optimale Wohlfahrtssituation unter Berücksichtigung aller relevanten Kosten realisiert. In diesem Zusammenhang wurde darauf hingewiesen, daß das Ergebnis eines weniger komplexen, damit zwar betriebskostengünstigeren, aber ineffizienteren Auktionsverfahrens korrigiert durch Sekundärmarkt-Transaktionen insgesamt einer effizienten Primärallokation über ein komplexes, betriebskostenintensiveres Aukti-

¹ Wie wir vereinfachend angenommen haben, können wir die effiziente Anzahl der Rechte für Flughafenutzungen ex-ante definieren, so daß wir die Auktion nicht zur Generierung der dafür erforderlichen Informationen erweitern müssen. Wir wollen an dieser Stelle lediglich nochmals darauf hinweisen, daß dies theoretisch möglich ist. In diesem Fall müßten die Gebote sowohl die Bruttozahlungsbereitschaft für eine Nutzung als auch die individuellen Beeinträchtigungskosten bei verschiedenen Nutzungsniveaus enthalten. Daraus lassen sich die Nachfragefunktion für beeinträchtigungsfreie Nutzung sowie die soziale Durchschnittskostenkurve konstruieren. Siehe Kapitel C. und zur detaillierteren Diskussion Abschnitt F.I.3.

² Vgl. Knieps (1996), S. 15, der auch darauf hinweist, daß die Ausnutzung regionaler Monopolstellungen seitens der Flughafenbetreiber durch eine geeignete Regulierung zu verhindern ist.

onsverfahren vorzuziehen ist, wenn es geringere Gesamtkosten verursacht. Damit gewinnt der Sekundärmarkt gegenüber dem Auktionsverfahren an Bedeutung.

Einige Autoren vertrauen sogar in solchem Maße auf den Sekundärmarkt, daß sie dafür plädieren, ganz auf ein Auktionsverfahren zu verzichten, da die effiziente Allokation der Rechte unabhängig von der Primärallokation ausschließlich über Sekundärmarkt-Transaktionen zu erreichen sei.³ Da neben der Auktion auf jeden Fall ein Sekundärmarkt implementiert werden soll⁴, die Auktion nicht zwingend benötigt wird, um die Rechte überhaupt zuzuweisen⁵ und natürlich durch den Verzicht auf ein Auktionsverfahren dessen Betriebskosten eingespart werden können⁶, wollen wir diese Überlegungen anhand des Argumentationsgangs von Starkie und Thompson genauer betrachten. Dabei gehen diese davon aus, daß die gehandelten Rechte nicht zum Aufbau von Markteintrittsbarrieren aufgekauft und gehortet werden sollen, verzichten auf die Behandlung von Aggregations-Effizienzen und vernachlässigen die Transaktionskosten auf dem Sekundärmarkt, veranschaulichen aber dessen grundsätzliche Funktionsweise.

Die Kernaussage dieser Argumentation besteht darin, daß der sich auf dem Sekundärmarkt ergebende Knappheitspreis die für alle Interessenten relevanten Opportunitätskosten der Slotnutzung reflektiert und folglich alle Gesellschaften, unabhängig davon, ob ihnen bei der Ausgangsverteilung Slots zugewiesen wurden oder nicht, die gleichen Opportunitätskosten berücksichtigen müssen. Gesellschaften, denen bei der Ausgangsverteilung keine Slots zugewiesen wurden, sind darauf angewiesen, Slots zu kaufen, wenn sie Flugdienstleistungen anbieten wollen. Da sie für den Erwerb eines Slots den Opportunitätskostenpreis zahlen müssen, sind die Opportunitätskosten für sie entscheidungsrelevant. Die gleichen Opportunitätskosten entstehen einer in der Ausgangsverteilung begünstigten Gesellschaft bei der Eigen-Nutzung der Slots, weil sie dabei auf den beim Verkauf erzielbaren Preis in Höhe der Opportunitätskosten verzichtet.⁷ Damit nutzen nur diejenigen Gesellschaften die Slots, deren Wertschätzungen den Opportunitätskosten mindestens entsprechen. Dies ist gleichbedeutend mit dem effizienten Ergebnis.

³ Vgl. dazu z.B. Starkie / Thompson (1985), S. 38-41; Meyer (1991), S. 28. Meyer plädiert dafür, eine einmalige Versteigerung von Slots mit unbegrenzter Nutzungsdauer und mit anschließendem freien Slothandel zu implementieren.

⁴ Der Sekundärmarkt ermöglicht Anpassungen der Slotbestände an veränderte Präferenzen der Marktteilnehmer auch unabhängig von der Auktion.

⁵ Die Nutzungsrechte bei Flughäfen sind bereits über das derzeit praktizierte administrative Verfahren vergeben. Bei anderen Nutzungsrechten kann dies anders sein.

⁶ Wobei natürlich die Transaktionskosten auf dem Sekundärmarkt zu beachten sind.

⁷ Vgl. Starkie / Thompson (1985), S. 38-40; Knieps (1996), S. 13-14.

Aufgrund dessen sei es für das wohlfahrtsmaximale Ergebnis unerheblich, ob eine effiziente, pretiale Primärallokation erfolgt oder lediglich Sekundärmarkt-Transaktionen stattfinden. Auch eine u.U. ineffiziente Primärallokation der Slots auf Basis der Großvaterrechte sei damit vereinbar.⁸

In den USA wurde derart verfahren, das heißt es wurde eine Primärallokation festgelegt und alle Kauftransaktionen wurden über einen Sekundärmarkt abgewickelt. Als Primärallokation wurde die Slotverteilung vom 16.12.1985 festgelegt. Den Gesellschaften wurden die Slots, die sie zu diesem Datum besaßen, unentgeltlich zugewiesen.⁹ Die rechtlichen Voraussetzungen für einen Slot-Sekundärmarkt wurden in den USA 1985 geschaffen. Ab 1. April 1986 durften auf diesem Markt Slots für Inlandsflüge auf den Flughäfen Kennedy International, LaGuardia, Chicago O'Hare, Washington National gekauft, verkauft, getauscht und geleast werden. Diese Transaktionen sind allen Wirtschaftssubjekten erlaubt, das heißt die Marktteilnahme ist nicht auf Fluggesellschaften beschränkt. Allerdings unterliegen alle Slots der „use-or-lose“ Regel. Damit ist gemeint, daß Slots, die weniger als zu 65% genutzt werden, von der FAA realloziert werden.

Starkie und Thompson verwenden zur Verdeutlichung ihrer Argumentation, die besagt, daß freie Handelbarkeit unabhängig von der Primärallokation zum effizienten Ergebnis führt, folgende graphische Darstellung (Abbildung 45a, b). Für den Vergleich der Wohlfahrtssituationen bei pretialer Primär- und Sekundärallokation werden wir die jeweiligen Konsumentenrenten und Erlöse abzüglich der Abnutzungskosten¹⁰ heranziehen, da die Kapazitätskosten in jeder Situation in gleichem Umfang anfallen und für die Bestimmung der Wohlfahrt von der Summe aus Konsumentenrente und Erlös je in gleicher Höhe abzuziehen sind.

N_1 in Abbildung 45a stellt die Nachfragefunktion nach Slots der vom administrativen Verfahren begünstigten Gesellschaften dar. Über dieses Verfahren erhalten sie die Menge von X_1 Slots zum „Preis“ P_1 in Höhe der Flughafengebühr. Wir nehmen an, daß die Menge X_1 der Kapazität entspricht. In Abbildung 45b repräsentiert N_2 die Nachfragefunktion der Gesellschaften, denen das Verfahren keine Slots zuweist. Der die Opportunitätskosten reflektierende

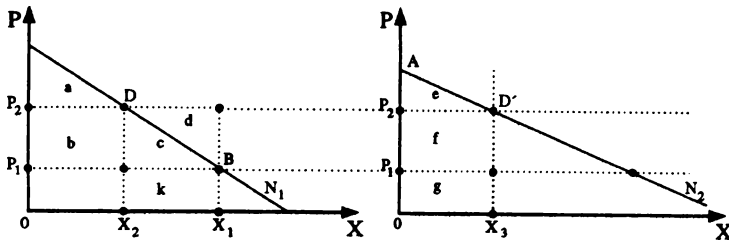
⁸ Vgl. Knieps (1996), S. 13ff.

⁹ Da die Slotverteilung bis zu dem Zeitpunkt gemäß der Großvaterrechte erfolgte, diskriminierte diese Zuweisung wiederum die Newcomer. Darum wurde ein Slot-Pool geschaffen, bestehend aus 5% aller Slots auf 3 der 4 Flughäfen. Diese Slots werden den Etablierten entzogen und unter den Newcomern verlost. Mit dem gleichen Verfahren werden w/ use-or-lose entzogene und neu geschaffene Slots alloziert. Davon werden wiederum 25% nur unter Newcomern verlost. Vgl. Bennett (1991), S. 2-4; Cornelius (1995), S. 201-202.

¹⁰ Dabei gehen wir davon aus, daß die Flughafengebühr P_1 den marginalen Abnutzungskosten entspricht.

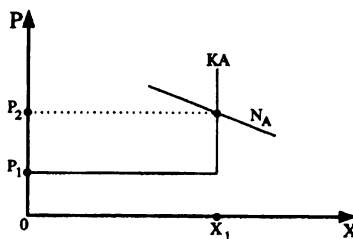
Knappheitspreis auf dem Sekundärmarkt beträgt P_2 . Dieser Preis ergibt sich aus dem Schnittpunkt der zur Marktnachfragefunktion N_A aggregierten Nachfragefunktionen N_1 und N_2 mit der kurzfristigen Angebotsfunktion KA in Abbildung 46. P_2 setzt sich aus der Flughafengebühr (im Umfang der Strecke OP_1) und der Knappheitsrente (Strecke P_1P_2) zusammen. Wegen der besseren Vergleichbarkeit der Flächen gehen Starkie und Thompson davon aus, daß sich die Mengen X_3 und $X_1 - X_2$ entsprechen. Damit sind die Flächen $c+d$ und f gleich groß.

Die für den Vergleich relevanten Teile der Wohlfahrt bestehen bei der administrativen Primärallokation nur aus den Konsumentenrenten der begünstigten Gesellschaften, die sich aus den Flächen $a+b+c$ in Abbildung 45a zusammensetzen.



Quelle: Starkie/Thompson (1985), S. 40

Abb. 45a, b: Vergleich von pretialer Primär- und Sekundärallokation



Quelle: Starkie/Thompson (1985), S. 39

Abb. 46: Aggregierte Nachfragefunktion auf dem Sekundärmarkt

Bei dem auf Basis dieser Ausgangssituation stattfindenden Slothandel ergibt sich auf dem Sekundärmarkt ein Preis in der Höhe von $P_2 - P_1$, dies ist die Differenz zwischen dem markträumenden Preis P_2 und der darin enthaltenen Flughafengebühr P_1 . Die Begünstigten verkaufen die Menge $X_1 - X_2$, während

die Nicht-Begünstigten die Menge X_3 Slots erwerben. Nach diesen Transaktionen ergeben sich Wohlfahrtsbestandteile im Umfang der Flächen $(a+b) + (d+c) + e$.

Die Flächen $(a+b)$ entsprechen der Konsumentenrente der Begünstigten bei der Nutzung der Menge X_2 zum Preis P_1 , $(d+c)$ stellen den Verkaufserlös aus der Menge X_1-X_2 zum Preis P_2-P_1 ¹¹ dar, e bildet die Konsumentenrente der Nicht-Begünstigten aus dem Erwerb der Menge X_3 zum Preis P_2 ab.

Der Slothandel führt also zu einem Wohlfahrtsgewinn im Umfang der Flächen $(d+e)$ gegenüber der administrativen Zuweisung.

Nun vergleichen die Autoren die aufgrund des Slothandels erreichte Wohlfahrt mit derjenigen, die sich bei einer effizienten pretialen Primärallokation ergibt. Im Falle einer solchen Primärallokation, etwa in Form einer Auktion, ersteigern die zuvor begünstigten Gesellschaften die Menge X_2 zum Preis P_2 ¹² und die zuvor Nicht-Begünstigten die Menge X_3 . Diese Allokation entspricht genau derjenigen nach Abschluß der Transaktionen auf dem Sekundärmarkt, woraus sich Wohlfahrtsbestandteile im Umfang der Flächen a (Konsumentenrente der zuvor Begünstigten beim Erwerb der Menge X_2 zum Preis P_2) + e (Konsumentenrente der zuvor Nicht-Begünstigten aus dem Erwerb der Menge X_3 zum Preis P_2) + $(b+f)$ (Erlös der Anbieter) ergeben. Da sich die Flächen $(d+c)$ und f entsprechen, ist diese Wohlfahrt identisch mit derjenigen, die auf dem Sekundärmarkt entsteht.¹³

Unter den implizit stark vereinfachten Annahmen (keine markteintrittsverhindernde Strategie der Etablierten, keine Transaktionskosten, Vernachlässigung der Aggregations-Effizienzen) kommt also bei beiden Varianten das effiziente Ergebnis zustande, weshalb die Autoren der Auffassung sind, ein Sekundärmarkt reiche als Allokationsinstrument aus.

Kritisch anzumerken ist hier allerdings, daß auf einem so wenig spezifizierten Sekundärmarkt wahrscheinlich nur bereits bestehende city-pairs oder Routen gehandelt werden, da sich bezüglich der Realisierung anderer Aggregations-Effizienzen ähnliche Schwierigkeiten ergeben dürften, wie wir sie bei den Auktionsverfahren diskutiert haben. Aus diesem Grunde wird die Realisierung

¹¹ Insgesamt müssen die Käufer einen Preis in Höhe von P_2 zahlen. Der Erlös des Verkäufers beträgt jedoch nur P_2-P_1 pro Slot, da in P_2 die Flughafengebühr P_1 enthalten ist.

¹² Der Preis P_2 entspricht nach wie vor dem Preis, der die Opportunitätskosten reflektiert, da die Gesamtmenge an Slots und die Wertschätzungen bei beiden Allokationsverfahren gleich sind.

¹³ Vgl. Starkie / Thompson (1985), S. 39-41.

potentieller Effizienzsteigerungen aus anderen als den auf administrativer Basis entstandenen Slotkombinationen höchstwahrscheinlich erschwert.¹⁴

Ein zweiter Kritikpunkt besteht darin, daß die zur Kapazitätserweiterung notwendigen Informationen und die Knappheitsrenten dem Flughafenbetreiber nicht unmittelbar zur Verfügung stehen, da er nicht notwendigerweise die Preise auf dem Sekundärmarkt kennt und nicht der Betreiber, sondern die Fluggesellschaften die Verkaufserlöse erhalten.¹⁵

2. Monopolisierungsgefahr auf dem Markt für Flugdienstleistungen?

Bislang haben wir unterstellt, daß derjenige Nachfrager, der den höchsten Preis für das Nutzungsrecht zahlt, dieses auch der effizientesten Verwendung zuführt und somit die effiziente Nutzung von Infrastrukturen realisiert wird, wenn diese Nachfrager die Rechte erhalten. Dies gilt sowohl für Nachfrager, die das Recht zum privaten Gebrauch erwerben, als auch für Nachfrager (z.B. Fluggesellschaften oder Bahnbetreiber), die das Recht als Input-Faktor zur Erbringung einer Transportdienstleistung (z.B. für das Angebot von Flügen oder Bahnfahrten) benötigen. Dieser Zusammenhang gilt jedoch nicht mehr, wenn Letztere Monopolisierungspotentiale auf dem Dienstleistungs-Markt vermuten und beabsichtigen, diese auszunutzen. In diesem Fall steht nämlich die Zahlungsbereitschaft nicht (nur) in Beziehung zur Leistungsfähigkeit der Gesellschaft, sondern beruht auch auf der erwarteten Marktmachtrente.¹⁶

Eine Monopolisierung des Transport-Dienstleistungs-Marktes widerspricht jedoch unserem Ziel, die Nutzungsrechte so zu allozieren, daß die Infrastruktur wohlfahrtsmaximierend genutzt wird. Aus diesem Grunde genügt es nicht, ein Verfahren zu implementieren, daß die Zuweisung der Rechte gemäß der höchsten Zahlungsbereitschaft gewährleistet. Bei der Wahl des Allokationsverfahrens müssen wir zusätzlich darauf achten, daß Wettbewerbsverzerrungen auf dem Transport-Dienstleistungs-Markt auf keinen Fall verstärkt, sondern best-

¹⁴ Balinski / Sand sind beispielsweise der Auffassung, daß eine in hohem Maße verzerrte Primärallokation nicht in jedem Fall auf dem Sekundärmarkt im Hinblick auf die effiziente Allokation korrigiert werden kann. Das heißt nach Meinung von Balinski / Sand ist das effiziente Ergebnis nicht unabhängig von der Primärallokation. Vgl. Balinski / Sand (1985), S. 184. Diese Argumentation wird in Abschnitt F.II. detailliert erörtert.

¹⁵ Zu einer Argumentation, daß zumindest ein Teil dieser Rente denjenigen Fluggesellschaften zusteht, die gewisse Anfangsinvestitionen für die zu bedienenden Strecken tätigen, vgl. Meyer (1991), S. 27-28. Er plädiert für eine einmalige Slotallokation durch die Flughäfen und anschließenden freien Slothandel.

¹⁶ Vgl. Starkie (1992), S. 13.

möglich reduziert werden. Daher wollen wir nun wettbewerbsrelevante Probleme, die die Wahl des Allokationsverfahrens beeinflussen, kurz darstellen.¹⁷

Diese Probleme lassen sich in folgende Punkte gliedern:

- a) Wettbewerbsverzerrende Wirkungen von Erstverteilung und Slothandel
- b) Monopolisierungsstrategien
- c) Geltungsdauer eines Nutzungsrechtes
- d) Auf welche Weise sollen die Rechte den derzeitigen Nutzern entzogen werden?

*a) Wettbewerbsverzerrende Wirkungen
von Erstverteilung und Slothandel*

Wir haben festgestellt, daß handelbare Slots *ceteris paribus* in die effizientesten Verwendungsrichtungen gelangen, auch wenn die Primärallokation der Slots anhand historischer Prioritäten vorgenommen wird, da die Nutzung der Slots allen Gesellschaften gleiche Opportunitätskosten in Höhe des Sekundärmarkt-Preises verursacht. Eine solche Erstzuweisung führt allerdings dazu, daß die Opportunitätskosten für die begünstigten (i.d.R. die etablierten) Gesellschaften bei der Eigennutzung einen Einnahmeentgang darstellen, während den zuvor nicht begünstigten Gesellschaften Aufwendungen in Höhe der Opportunitätskosten entstehen, wenn sie die Slots nutzen wollen.

Anders formuliert stellt die auf dem Sekundärmarkt realisierbare Knappheitsrente ein „Rentengeschenk“ an die etablierten Gesellschaften dar,¹⁸ das wie eine diskriminierende Subvention zu unterschiedlichen Ausgangsvoraussetzungen auf dem Markt für Flugdienstleistungen und damit unter realen Bedingungen zu Wettbewerbsverzerrungen führt. Benachteiligt werden durch dieses Vorgehen insbesondere die Newcomer, von deren Markteintritten gerade eine Wettbewerbsintensivierung erhofft wird.

Das Auktionsverfahren ist demgegenüber in der Lage, allen aktuellen und potentiellen Wettbewerbern gleiche Zugangsmöglichkeiten zum Inputfaktor Slot zu gewähren, was neben den übrigen Vorteilen (Vereinfachung der Reali-

¹⁷ Eine ausführliche wettbewerbspolitische Analyse würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Für interessierte Leser wird hier auf einige Literaturstellen verwiesen, die sich der wettbewerbspolitischen Betrachtung widmen. Vgl. z.B. Beesley (1986); Levine (1987); Beane (1980); Joskow (1988); Peteraf (1995); Morrison / Winston (1995).

¹⁸ Starkie und Thompson bezeichnen dies als *lump-sum subsidy*, wodurch den etablierten Gesellschaften Vorteile bei der Erbringung von Flugdienstleistungen entstehen. Vgl. Starkie / Thompson (1985), S. 38. Höfer spricht in diesem Zusammenhang von einer „...unentgeltlichen Vergabe von Wettbewerbsvorteilen...“. Höfer (1993), S. 300.

sierung „neuer“ Aggregations-Effizienzen¹⁹ bei adäquater Ausgestaltung, Generierung von Informationen zur Kapazitätserweiterung, Zuweisung der zur Investition notwendigen Knappheitsrenten an die Flughafenbetreiber²⁰) ebenfalls für dieses Verfahren spricht. Daher können wir als Zwischenergebnis festhalten, daß eine Erstvergabe der Slots über ein Auktionsverfahren der in Abschnitt F.I.I. diskutierten Primärallokation auf Basis historischer Prioritäten mit anschließendem Slothandel vorzuziehen ist.²¹ Dieses Ergebnis bezieht sich nur auf die Primärallokation und spricht nicht gegen den Slothandel als solches. Dieser sollte seine Reallokationsfunktion auch bei einer pretialen Erstvergabe wahrnehmen.

b) Monopolisierungsstrategien

Erfahrungen in den USA zeigen, daß die etablierten Gesellschaften daran interessiert sind, ihre marktbeherrschende Stellung zu sichern und auszubauen, um sich vor dem Wettbewerb auf dem Markt für Flugdienstleistungen zu schützen. Dazu wurden insbesondere Slots, Terminals und Computerreservierungssysteme als strategische Markteintrittsbarrieren verwendet.²² Wir werden im folgenden darstellen, wie diese Strategien bei Slots und Terminals funktionieren und wie wir diese durch geeignete Regeln in unserem Allokationsverfahren verhindern können. Da die Computerreservierungssysteme nicht direkt mit dem Vorgang der Infrastrukturnutzung in Verbindung stehen, werden sie in dieser Arbeit nicht gesondert diskutiert.²³

aa) Slots als Markteintrittsbarriere

Eine Möglichkeit, die eigene Position gegenüber neuen Wettbewerbern zu sichern, besteht darin, Slots zu horten und damit die Zugriffsmöglichkeiten auf

¹⁹ Damit sind Aggregations-Effizienzen gemeint, die sich aus anderen Slotkombinationen ergeben, als aus denen, die die historische Rechtezuweisung vorgibt.

²⁰ Vgl. Abschnitt F.I.I.

²¹ Eine solche Primärallokation setzt natürlich voraus, daß die Slots ihren derzeitigen Nutzern entzogen werden. Möglichkeiten, dieses sinnvoll zu gestalten, werden in Punkt d) diskutiert.

²² Vgl. zu solchen Strategien Höfer (1993), S. 154-169 sowie die dort zitierte Literatur; Deregulierungskommission (1989), Tz. 242; Stoetzer (1991), S. 199-205; Ebke (1990), insb. S. 966-967.

²³ Siehe zur wettbewerbsspolitischen Problematik der Computerreservierungssysteme z.B. Weinhold (1994); Höfer (1993); Krahn (1994); Bailey / Williams (1988); Cohen (1983); Fahy (1986); Katz (1988); Saunders (1985).

Slots als notwendige Inputfaktoren für Newcomer einzuschränken. So wird der Marktzutritt von Newcomern zumindest kurzfristig erschwert bzw. verhindert.

Die Strategie des Mißbrauchs von Slots als Markteintrittsbarriere (im folgenden als Slotstrategie bezeichnet) kann prinzipiell sowohl bei dem zuvor beschriebenen Verfahren (Primärallokation auf Basis historischer Prioritäten und Sekundärmarkt) als auch bei einer pretialen Primärallokation angewendet werden und wird häufig als Argument gegen einen unregulierten Slothandel²⁴ sowie generell gegen eine unregulierte pretiale Allokation (z.B. über ein Auktionsverfahren) vorgebracht.²⁵ In beiden Fällen lohnt sich eine solche Strategie, wenn die dadurch erzielbare Marktmachtrente höher ist als die Kosten dieser Strategie, die durch die Slothortung (Kosten unterlassener Verkäufe bzw. strategischer Käufe²⁶) entstehen.

Zu der Frage, ob Kosten oder Nutzen einer solchen Strategie höher sind, gibt es in der Literatur unterschiedliche Meinungen, die an dieser Stelle nur kurz dargestellt werden. Eine häufig vertretene Auffassung ist, daß diese Strategie hohe Kosten verursacht, da alle für potentielle Newcomer interessanten Slots aufgekauft werden müßten. Autoren dieser Auffassung halten andere markteintrittsverhindernde Strategien für wahrscheinlicher.²⁷

Eine gegenteilige Meinung vertritt Wolf, der zu dem Schluß kommt, daß die Slotstrategie unter bestimmten Bedingungen weniger kostenintensiv ist und damit in der Tat als wettbewerbsbedrohend beachtet werden muß. Er begründet dies folgendermaßen. Diejenigen Autoren, die diese Strategie für teuer halten, gehen i.d.R. davon aus, daß die markteintrittsverhindernden Gesellschaften die Slots horten und damit auf den potentiellen Verkaufserlös verzichten müssen. Wolf ist hingegen der Auffassung, daß die Slotseigentümer vor einer Verkaufs-Transaktion Informationen darüber erhalten, ob es sich bei dem Handelspartner um einen „friedlichen Newcomer“ oder einen „potentiellen Wettbewerber“²⁸ handelt. Dies träfe auch zu, wenn der Slothandel über eine anonyme Compu-

²⁴ Unter einem unregulierten Slothandel ist ein freier Slothandel ohne jegliche Preis-, Mengen- und Käuferbeschränkung zu verstehen. Dessen Effizienz ist jedoch ceteris paribus nur gegeben, wenn der Luftverkehrsmarkt wettbewerblich strukturiert ist. Dies ist aber anzuzweifeln. Vgl. Wolf (1995), S. 7-8; Borenstein (1989) und (1992); Levine (1987); Morrison / Winston (1989).

²⁵ Vgl. z.B. Wolf (1995). Vgl. zur Monopolisierung von Slots auf verschiedenen Flughäfen Gale (1994), (1990).

²⁶ Mit strategischen Käufen sind die Käufe derjenigen Slots gemeint, die nur zur Erzielung von Marktmacht erworben werden.

²⁷ Vgl. McGown / Seabright (1989), S. 318-320; Wolf (1991), S. 196-197. Koran/Ogur halten die Slotstrategie für gänzlich unwahrscheinlich. Vgl. Koran / Ogur (1983), S. 27-30.

²⁸ Wolf (1995), S. 8.

terbörse abgewickelt werde.²⁹ Stehen solche Informationen zur Verfügung, werden die etablierten Gesellschaften lediglich auf Slotverkäufe an potentielle Wettbewerber verzichten, während sie die Erlöse aus dem Verkauf an friedliche Newcomer realisieren. Dies senkt die Kosten der Slotstrategie.

Das wettbewerbspolitisch relevantere Problem sieht Wolf allerdings im Slotleasing. Gesellschaften, die Slots besitzen und nicht nutzen wollen, werden diese eher verleasen als verkaufen und im Leasingvertrag die Verwendung vorschreiben, wenn sie ansonsten ihre Position durch einen Wettbewerber bedroht sehen oder nicht über hinreichend genaue Information über dessen Verhalten verfügen.³⁰

Grether/Isaac/Plott halten wiederum die Slotstrategie insbesondere im langfristigen Zeithorizont, wenn die Kapazitäten ausgebaut werden, für sehr kostenintensiv.³¹ Darüber hinaus sind sie der Auffassung, daß, wenn tatsächlich eine Monopolstellung erreicht wird, deren gewinnmaximierende Ausnutzung recht einfach durch eine use-it-or-lose-it Regel zu unterbinden sei. Nach dieser Regel werden einer Fluggesellschaft die von ihr nicht genutzten Slots entzogen und anderen Gesellschaften zur Verfügung gestellt.

Die Monopolstellung bringt dem Monopolisten nur dann den erwünschten Gewinn, wenn er einen Monopolpreis auf dem Markt durchsetzen kann. Dies funktioniert normalerweise über eine entsprechende Angebotsverknappung. Gerade diese Angebotsverknappung soll die use-or-lose Nutzungspflicht verhindern. Der Hintergrund dieser Idee ist, daß, wenn die Slots genutzt werden müssen, damit auch die gesamte mögliche und nicht nur eine monopolistisch

²⁹ Vgl. Wolf (1995), S. 8-13. Eine anonyme Computerbörse wird von einigen Autoren vorgeschlagen, um diese Informationsverbreitung zu erschweren, damit die Kosten der Slotstrategie zu erhöhen und somit wettbewerbsminderndes strategisches Verhalten bestmöglich zu verhindern. Vgl. Hulet, Lake und Perry (1991); Grether / Isaac / Plott (1989).

³⁰ Vgl. Wolf (1995), S. 53-54.

Dies zeigen Erfahrungen aus den USA. Dort ist den Gesellschaften erlaubt, Slots zu verleasen. Die etablierten Fluggesellschaften verleasen Slots kurzfristig (i.d.R. für drei Monate). Dabei besteht die Möglichkeit, die Verwendungsrichtung dieser Slots derart zu beschränken, daß die Leasingnehmer der etablierten verleasenden Gesellschaft keine Konkurrenz machen (z.B. ein Verbot zum Befliegen bestimmter Strecken). Als Sanktionsinstrument bei Nichteinhaltung solcher Vereinbarungen kann die verleasende Gesellschaft damit drohen, den Vertrag nicht zu verlängern. Damit ist auch der Abschluß zumeist kurzfristiger Verträge zu erklären, da die verleasende Gesellschaft auf diese Weise ständig (auch während der Laufzeit) über die Verwendung bestimmen kann. Vgl. Wolf (1995), S. 13-14. Vgl. zur wettbewerbsschädlichen Wirkung des Slotleasings auch Höfer (1993), S. 302 und United States General Accounting Office (1989).

³¹ Dieser Argumentation liegt die Annahme eines Auktionsverfahrens zugrunde, dessen Einnahmen unverzüglich zur Kapazitätserweiterung genutzt werden. Vgl. Grether / Isaac / Plott (1989) S. 64-69.

verringerte Menge an Flugdienstleistungen angeboten wird und somit ein Monopolpreis am Markt nicht durchsetzbar ist.³²

Ob die use-it-or-lose-it Regel tatsächlich den erwünschten Erfolg hat, ist allerdings fraglich, da sie den Gesellschaften genügend Spielraum für opportunistisches Verhalten einräumt.³³ Schreibt diese Regel lediglich die Nutzungsfrequenz eines Slots vor³⁴, so sind die Gesellschaften in der Lage, das Angebot an Flugdienstleistungen z.B. über den Einsatz kleinerer Maschinen zu reduzieren. Außerdem ist anzunehmen, daß die Gesellschaften auch hier das Slotleasing strategisch nutzen, da ein verleaster Slot der verleasenden Gesellschaft als genutzt angerechnet wird,³⁵ damit zur Einhaltung der use-it-or-lose-it Regel beiträgt und ihr wiederum die Möglichkeit gibt, die Verwendung zu kontrollieren.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Slotstrategie und damit ein Effizienzverlust auf dem Markt für Flugdienstleistungen zumindest bei bestimmten Strecken nicht auszuschließen ist, so daß diesem Problem direkt bei der Wahl eines geeigneten Vergabeverfahrens Rechnung getragen werden sollte.³⁶

Dazu wollen wir überlegen, wie die pretiale Rationierung, sowohl auf der Auktion als auch auf dem Sekundärmarkt, durch flankierende Bestimmungen so geregelt werden kann, daß die Gefahr der Monopolisierung von Slots vermieden oder zumindest reduziert wird. Wir diskutieren zwei grundsätzliche Möglichkeiten, von denen die eine an den Kosten der Slotstrategie und die andere an der Menge der maximal zu erwerbenden Slots ansetzt.

Zum ersten stellt sich die Frage, ob die Slot-Strategie auf einfache Weise über zeitlich befristete Nutzungsrechte zu verteuern ist. Der Zweck dieses Vorgehens ist, die Nutzen-Kosten-Relation dieser Strategie zu verschlechtern.³⁷

Im Falle zeitlich befristeter Nutzungsrechte müßten die Gesellschaften, die die Monopolisierung anstreben, die dazu notwendigen Slots auf jeweils kurz vor dem Nutzungsende stattfindenden Auktionen immer wieder neu erwerben. Das bedeutet, daß eine einmal erworbene Monopolstellung nur für eine der Dauer des Rechts entsprechende Zeit gesichert ist und ihr Erhalt über diesen

³² Vgl. Grether / Isaac / Plott (1989), S. 64-69.

³³ Vgl. Höfer (1993), S. 302. Höfer äußert sich ebenfalls kritisch zu dieser Regel.

³⁴ Die use-it-or-lose-it Regel, die bei Slots für Flüge innerhalb den USA praktiziert wird, sieht z.B. vor, daß jeder Slot zu 65% genutzt werden muß, andernfalls wird er von der FAA eingezogen und realloziert. Über die Größe des Fluggeräts wird nichts ausgesagt. Die 65%ige Nutzung bezieht sich auf Nutzungen innerhalb einer Zeitspanne von zwei Monaten. Vgl. Bennett (1991), S. 3.

³⁵ Diese Regel könnte allerdings derart geändert werden, daß verleaste Slots der verleasenden Gesellschaft nicht als genutzt angerechnet werden.

³⁶ Höfer weist darauf hin, daß der Slotmarkt auf jeden Fall der Mißbrauchsaufsicht der Kartellbehörde unterliegen muß. Vgl. Höfer (1993), S. 307.

³⁷ Vgl. Wolf (1995), S. 57.

Zeitraum hinaus praktisch laufende Kosten in Form der auf den Auktionen gezahlten (Opportunitätskosten-) Preisen verursacht. Darüber hinaus wird sich die Nutzen/Kosten-Relation einer lukrativen Monopolstellung weiter verschlechtern, wenn andere Gesellschaften dies realisieren und an der Monopolrente teilhaben wollen. Diese werden dann mitbieten und den Preis der Rechte entsprechend in die Höhe treiben.

Längere Laufzeiten sichern dagegen die Monopolstellung und geben dem Monopolisten Zeit, weitere, die Marktmacht stabilisierende Strategien (z.B. Investitionen in markteintrittsbeschränkende Computerreservierungssysteme³⁸) zu ergreifen.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß befristete Rechte insbesondere mit kurzer Laufzeit die Monopolisierungsstrategie erschweren und damit unwahrscheinlicher machen. Umgekehrt begünstigen längere Laufzeiten eine Monopolisierung und deren Festigung durch stabilisierende Strategien. Wolf modelliert in diesem Zusammenhang eine mit zunehmender Nutzungsdauer steigende Funktion der Kosten der zu erwartenden Wettbewerbsverzerrung.³⁹

Die zweite Möglichkeit zur Verhinderung der Monopolisierung von Slots besteht in einer Limitierung der von einer Gesellschaft maximal zu erwerben den Slotanzahl.⁴⁰ Eine solche Mengenbeschränkung muß natürlich sowohl auf der Auktion als auch auf dem Sekundärmarkt gelten und ist effizient zu gestalten. Einerseits sollte die erlaubte Anzahl Slots so niedrig sein, daß die Monopolisierung verhindert wird, andererseits sollte die Anzahl so hoch sein, daß mögliche Skaleneffekte, unter denen wir auch die Aggregations-Effizienzen subsumieren, realisiert werden können.⁴¹

Eine Fehlein- bzw. Überschätzung solcher Skaleneffekte führt dabei leicht zu wettbewerbsspolitischen Problemen, wie die Konzentrationstendenzen in den USA nach der Deregulierung zeigen. Dort wurden diejenigen Hub-Flughäfen

³⁸ Siehe zur wettbewerbsspolitischen Problematik Weinhold (1994); Höfer (1993); Krahn (1994); Bailey / Williams (1988); Cohen (1983); Fahy (1986); Katz (1988); Saunders (1985).

³⁹ Vgl. Wolf (1995), S. 60, der sich für eine zeitliche Befristung der Nutzungsrechte aus wettbewerbsspolitischen Gründen ausspricht.

⁴⁰ Auch dieser Aspekt wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Vgl. dazu z.B. Borrmann (1991), S. 686, der ebenfalls eine solche Regel vorschlägt, sowie als konträre Meinung Höfer (1993), S. 307, der die Mißbrauchsaufsicht für ausreichend hält.

⁴¹ In der Literatur gibt es eine Vielzahl von Studien, die zu dem Ergebnis kommen, daß Skaleneffekte in Form sogenannter Economies of Firm Size schon bei relativ kleinen Gesellschaften ausgeschöpft sind und somit keine Monopolisierung begründen. Vgl. Pulsifer / Keys / Eldridge / Mc Mahon / Demory (1975). Die wesentlichere Ausprägung von Skaleneffekten wird in den Economies of Density gesehen. Dabei geht es darum, wieviele Gesellschaften eine Linie bzw. eine Verbindung bedienen können. Vgl. Keeler (1978); Caves / Tretheway (1984).

monopolisiert, die eine zentrale Rolle bei der Linienplanung spielen.⁴² Einerseits muß beachtet werden, daß die Gesellschaften durchaus über die Nutzung von Hub-and-Spoke Systemen Skaleneffekte realisieren⁴³, andererseits kann man sich aber auch unter Berücksichtigung solcher Skaleneffekte eine sinnvolle Mengenbeschränkung bezüglich des Sloterwerbs vorstellen. Diese Skaleneffekte beziehen sich auf die Nutzung von Slots innerhalb eines engen Zeitintervalls und erfordern keine Slothäufung für eine Verbindung z.B. am gesamten Tag. Somit kann die Regel so gestaltet werden, daß diese Skaleneffekte zwar realisiert werden, indem die Gesellschaften innerhalb eines Zeitintervalls eine hinreichende Anzahl Slots erwerben dürfen, aber dennoch Wettbewerb zwischen Gesellschaften auf der fraglichen Verbindung besteht, wenn die einzelnen Zeitintervalle von verschiedenen Gesellschaften bedient werden.

bb) Terminals als Markteintrittsbarrieren

Erfahrungen aus den USA nach der Liberalisierung des Luftverkehrs zeigen, daß Terminalnutzungs-Rechte wettbewerbsmindernd ausgenutzt werden können, auch wenn der Zugang zu den Start- und Landerechten diskriminierungsfrei ist. In den USA gehören die Terminals zum Teil den Flughäfen, einige aber auch den etablierten Fluggesellschaften. Gehören sie den Flughäfen, wurden sie i.d.R. noch zu Zeiten der Regulierung über langfristige Leasingverträge (15-20 Jahre) an die etablierten Fluggesellschaften vermietet. Somit waren Newcomer darauf angewiesen, Terminals von den Etablierten zu leasen. Diese Situation nutzten die Etablierten zur Sicherung ihrer Marktmacht gegenüber den Newcomern, indem sie die Leasingverträge mit prohibitiven Konditionen versahen, so daß die Leasingnehmer nicht als ernstzunehmende Konkurrenten auftreten konnten.⁴⁴ Die Verfügungsrechte der Etablierten über die Terminals wirkten also de facto als Markteintrittsbarrieren.

Für das Effizienzziel ist es also auch zwingend notwendig, allen Gesellschaften auch einen diskriminierungsfreien Zugang zu den Bodeneinrichtungen zu gewähren.⁴⁵ Um dies zu gewährleisten, sollten die Rechte zur Terminalnut-

⁴² Vgl. z.B. Höfer (1993), S. 154-169; Demsey (1990); Hendricks / Piccione / Tau (1995); Bailey / Williams (1988).

⁴³ Die Ausnutzung von Größenvorteilen stellt einen angebotsseitigen Vorteil dar. Vgl. genauer zur Ökonomie von Luftverkehrsnetzen Stoetzer (1991), S. 73-82. Als nachfrageseitiger Vorteil ist die höhere Qualität von on-line-services zwischen Hub und Spoke (die gleiche Gesellschaft bietet in diesem Fall den Zubringer- und Weiterflug an) zu werten. Vgl. Kahn (1988), S. 318-319; Stoetzer (1991), S. 201.

⁴⁴ Vgl. Höfer (1993), S. 328; Hardaway (1986), S. 45-47; Krahn (1993), S. 79-81, Starkie (1992), S. 15.

⁴⁵ Vgl. Hardaway (1986), S. 45-47; Krahn (1993), S. 79-81.

zung bei der Definition des Nutzungsrechtes derart berücksichtigt werden, daß dieses Nutzungsrecht sowohl die Rollbahn- als auch die Terminalnutzung umfaßt. Dann können (vermeintliche) Wohlfahrtsgewinne aufgrund effizienter Allokation der Rollbahnnutzungen nicht durch wettbewerbsbehindernde Strategien derjenigen Gesellschaften, die sich Verfügungsrechte über die Terminals angeeignet haben, neutralisiert werden.

Des weiteren hat eine solche Definition des Nutzungsrechts den Vorteil, daß kein zusätzliches wettbewerbsgerechtes Vergabeverfahren für die Terminal-Nutzungsrechte benötigt wird.

c) Befristete Nutzungsrechte und ihre Geltungsdauer

Wie zuvor dargestellt wurde, ist eine zeitliche Begrenzung der Nutzungsrechte aus wettbewerbspolitischen Gründen sinnvoll, da dadurch die Slot-Monopolisierungsstrategie verteuert und somit unattraktiver wird. An die Entscheidung für eine zeitliche Befristung der Nutzungsrechte schließt sich die Frage an, auf welche Dauer diese zu begrenzen sind.

Die einschlägige Literatur zu Auktionsmodellen für Slots behandelt diese Frage entweder gar nicht oder sehr oberflächlich. Die vorhandenen Angaben zur Geltungsdauer unterscheiden sich wesentlich und enthalten keine Kriterien, anhand derer eine sinnvolle Dauer abgeleitet werden kann.⁴⁶ Im folgenden soll diese Frage nicht umfassend beantwortet werden, da dafür eine separate Analyse erforderlich wäre, wir wollen jedoch einige Kriterien präsentieren, die für die Bestimmung der optimalen Laufzeit relevant sind.

Einer der im vorigen Abschnitt genannten Vorteile einer Auktion gegenüber dem Slotmarkt bestand darin, daß die Erlöse dem Flughafenbetreiber zufallen, der sie idealerweise zur Kapazitätsveränderung gemäß den auf der Auktion offenbarten Wertschätzungen der Gesellschaften nutzt.

Für solche, zumindest teilweise irreversiblen, Kapazitätserweiterungen sollten präzise Informationen darüber bestehen, ob sie einen längerfristigen gesellschaftlichen Nutzen stiften. Informationen, die aus einer einmaligen Auktion gewonnen werden, haben möglicherweise Zufallscharakter. Eine Kapazitätsveränderung auf Basis solcher Informationen ist suboptimal, wenn diese Infor-

⁴⁶ Vgl. dazu Grether / Isaac / Plott (1989); Balinski / Sand; Rassenti / Smith / Bulfin (1982); Borrmann (1991); Kwong (1988); Hulet / Lake / Perry (1991); Doganis (1993), S. 107; o.V. (1991). Grether / Isaac / Plott (1989) geben eine Nutzungsdauer von 6 Monaten, Hulet/Lake/Perry (1991) von sieben Jahren, Doganis (1992) von fünf bis sechs Jahren, Brander / Cook / Rowcroft (1989) von zwei Jahren an. Die übrigen genannten Autoren sehen zwar die Notwendigkeit von befristeten Nutzungsrechten, machen aber keine Angaben zur Dauer.

mationen nicht wirklich fundierte Präferenzen widerspiegeln. Darüber hinaus ist es wahrscheinlich, daß Informationen aus einer einzigen Auktion etliche zukünftige, für das Maß der Erweiterung relevante Entwicklungen nicht adäquat berücksichtigen.⁴⁷

Können wir einen größeren Informationsumfang aus mehreren, in bestimmten Zeitabständen stattfindenden Auktionen zugrunde legen, werden beide Probleme entschärft. Zum einen werden damit zumindest einige künftige Entwicklungen berücksichtigt und zum anderen zufällige Ausreißer nivelliert. Regelmäßig wiederkehrende Auktionen und kürzer befristete Nutzungsrechte sind also auch aufgrund der Präzisierung der Informationsbasis vorteilhaft.

Ein weiterer Grund für kürzere Laufzeiten der Rechte kann in der Disziplinierungswirkung häufiger Auktionen gesehen werden, die zu mehr Effizienz auf dem Markt für Flugdienstleistungen führt. Dies trifft zu, wenn die Auktionen das ökonomische Handeln der Fluggesellschaften besser disziplinieren als die Verkaufsmöglichkeit auf dem Sekundärmarkt. Bei wiederholten Versteigerungen muß die Zahlungsfähigkeit - und davon abzuleiten die Effizienz der Gesellschaft - zwangsläufig unter Beweis gestellt werden, während ansonsten die Gefahr besteht, daß das Management „sich ausruht“, die Slots gar nicht anbietet und die wahren Opportunitätskosten weder kennt noch beachtet.

Befristete Rechte erweitern auch den Handlungsspielraum der Flughafenbetreiber, wenn z.B. Um- oder Ausbaumaßnahmen temporäre Sperrungen von Rollbahnen erfordern. In diesen Fällen wären bei unbefristeten Nutzungsrechten Schwierigkeiten zu erwarten.

Nachdem damit einige Aspekte präsentiert wurden, die für befristete Rechte mit möglichst kurzen Laufzeiten sprechen, sollen nun Argumente gegen kurze Laufzeiten angeführt werden. Sind zur Erbringung der Transportdienstleistung neben dem Erwerb des Nutzungsrechts irreversible Investitionen erforderlich, kann dies zu Problemen führen, wenn deren ökonomische Nutzungsdauer länger als die Laufzeit des Nutzungsrechts ist.⁴⁸ Dieses Argument gegen kurze Laufzeiten wollen wir an dieser Stelle aber nicht genauer erörtern, weil irreversible Investitionen für die Erbringung von Flugdienstleistungen, wenn überhaupt, nur eine geringe Rolle spielen.⁴⁹

⁴⁷ Dieses Problem besteht in gewissem Umfang natürlich immer, da nie alle künftigen Parameter einbezogen werden können.

⁴⁸ Vgl. zu derartigen Problemen Kruse (1985), S. 359-367, S. 375ff.; Wolf (1995), S. 58-59.

⁴⁹ Vgl. dazu z.B. die Fallstudie von Beesley (1986). Das Anlagevermögen ist i.d.R. sowohl problemlos unternehmensintern von einem Markt zum anderen transferierbar als auch verkäuflich. Vgl. Höfer (1993), S. 268-269. Höfer weist jedoch darauf hin, daß Investitionen in Personalaus- und -fortbildung irreversibel sein können (S. 271). Er relativiert dies jedoch, indem er auf die Erfahrungen in der Realität verweist, denen zufolge

Damit sind aber die Argumente gegen kurze Laufzeiten nicht erschöpft. Auch dann, wenn alle selber getätigten Investitionen nicht irreversibel sind und zudem alle Teilleistungen über Märkte (i.d.R. über Leasingverträge) bezogen werden können, entstehen Kosten, die bei der Kalkulation des Angebots von Flugdienstleistungen nicht zu vernachlässigen sind. Diese Kosten sind als Transaktionskosten zu bezeichnen, die sowohl beim Verkauf der eigenen Investitionsgüter als auch beim Abschluß von Leasingverträgen entstehen. Die Transaktionskosten sind insgesamt um so höher, je häufiger es zu solchen Verkäufen und Neuabschlüssen von Leasingverträgen kommt und steigen somit *ceteris paribus* mit abnehmender Dauer der Nutzungsrechte.⁵⁰

Genauso verhalten sich Kosten infolge eines häufigen Wechsels von Flugplänen. Zum einen entstehen den Fluggesellschaften Kosten bei der Neuerstellung, zum anderen fallen Kosten für die Fluggäste an, wenn diese sich neu informieren müssen.⁵¹

Ziel dieser Betrachtungen war es, einen Eindruck von Kosten zu vermitteln, die in unterschiedlicher Weise von der Laufzeit der Nutzungsrechte abhängen, wobei kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben wird. Zur Laufzeitoptimierung müssen wir die Nutzungsdauer ermitteln, die die geringsten Kosten verursacht.⁵²

*d) Auf welche Weise sollen die Rechte
den derzeitigen Nutzern entzogen werden?*

Im folgenden soll überlegt werden, wie die Auktion praktisch zu implementieren ist. Da die Auktion ein über längere Zeit erprobtes Verfahren ablöst, ist insbesondere der erstmaligen Versteigerung einige Aufmerksamkeit zu schenken. Wie in Kapitel B. dargestellt wurde, sind die meisten begehrten Slots bislang über Großvaterrechte zugewiesen worden, und es ist anzunehmen, daß sie aufgrund dessen i.d.R. seit Jahren von denselben Gesellschaften genutzt wurden.⁵³

Unternehmen ohne jegliche eigene Investitionen in den Markt für Flugdienstleistungen eintreten können, da alle Teilleistungen fremdbezogen werden können. Vgl. Höfer (1993), S. 268.

⁵⁰ Vgl. Wolf (1995), S. 58-59.

⁵¹ Vgl. Jones / Viehoff / Marks (1993), S. 45-46. Die Autoren gehen davon aus, daß ständig wechselnde Flugpläne nicht im Interesse der Fluggäste sind.

⁵² Vgl. Wolf (1995), S. 59-61.

⁵³ Ca. 95% aller Slots sind in Deutschland seit 1991 durch Großvaterrechte gebunden. Vgl. Holz (1991), S. 234.

Voraussetzung für die Versteigerung ist, daß die Slots den bisherigen Nutzern entzogen werden. Nun stellt sich die Frage, ob alle Slots auf einmal zu einem bestimmten Stichtag oder graduell entzogen werden sollen. Der Vorteil der zweiten Möglichkeit besteht darin, daß zu große Friktionen bei der Umstellung von administrativer zu pretialer Allokation vermieden werden können.⁵⁴ Beim graduellen Entzug werden den Inhabern der Slots, also den etablierten Gesellschaften, bestimmte Anteile entzogen, während sie die übrigen bis zum Ende der Übergangsregelung weiter unentgeltlich nutzen dürfen.⁵⁵ Damit werden jedoch die etablierten Gesellschaften als Nutzer dieser Slots finanziell in Form einer Subvention gegenüber denjenigen, die ihre Slots über die Versteigerung erwerben müssen, begünstigt. Diese Diskriminierung ist ein nicht zu vernachlässigender Nebeneffekt des graduellen Slotentzuges, der zu ungleichen Ausgangsbedingungen und damit zu Wettbewerbsverzerrungen auf dem Markt für Flugdienstleistungen führt.⁵⁶

Darüber hinaus sollte der Slotentzug den Aggregations-Effizienzen Rechnung tragen. Insbesondere, wenn der prozentuale Slot-Entzug Pakete auseinanderreißt, die vom Großteil der Bieter als lukrativ angesehen werden, besteht die Gefahr, daß der Bieterwettbewerb zugunsten derjenigen Bieter verzerrt ist, die noch Teile solcher Pakete aufgrund historischer Priorität besitzen.⁵⁷ Dies stellt wiederum eine Begünstigung der etablierten Gesellschaften dar. Außerdem ist i.d.R. anzunehmen, daß diejenigen Institutionen, die den Slotentzug vornehmen, schlechter als die Gesellschaften darüber informiert sind, welche Slotkombinationen Aggregations-Effizienzen realisieren. Damit ist es möglich, daß beim Slotentzug sich am Markt als vorteilhaft erweisende Aggregations-Effizienzen nicht berücksichtigt werden.

Werden dagegen alle Slots zu einem bestimmten Stichtag entzogen und versteigert, haben alle Auktionsteilnehmer die gleichen Möglichkeiten und Ausgangsvoraussetzungen, am Bietprozeß teilzunehmen und ihren Präferenzen ent-

⁵⁴ Vgl. Grether / Isaac / Plott (1989), S. 69. Die Autoren äußern die Befürchtung, daß das neue Marktsystem zunächst kleinere Fehler und Anlaufschwierigkeiten haben könnte. Wird es zunächst bei einem kleinen Teil der zur Verfügung stehenden Slots erprobt, führen Übergangsschwierigkeiten nicht gleich zu gravierenden Störungen beim Flugverkehr. Holz schlägt aus ähnlichen Gründen ein Stufenprogramm für den Übergang vor. Vgl. Holz (1991), S. 231.

⁵⁵ Grether / Isaac / Plott (1989) schlagen vor, daß den historischen Slotinhabern 2/3 oder 3/4 ihrer Slots belassen werden sollen und der Rest auf der ersten Auktion zu versteigern ist. Bei der zweiten Auktion, die laut den Autoren ein halbes Jahr später stattfinden soll, behalten diese nur einen geringeren Teil. So ist zu verfahren, bis alle Slots versteigert werden. Vgl. Grether / Isaac / Plott (1989), S. 69.

⁵⁶ Siehe zur grundsätzlich gleichen Problematik Abschnitt F.I.2.a).

⁵⁷ Haben zwei Bieter die gleiche Zahlungsbereitschaft für ein Paket, so kann derjenige, der bereits einen Teil des Paketes besitzt, aufgrund der Aggregations-Effizienzen mehr bieten als der andere.

sprechende, auch bisher noch nicht in dieser Weise kombinierbare, Slotbündel zu erwerben. Wenn es gelingt, die Anpassungsprobleme und Unsicherheiten bei der Einführung des neuen Marktsystems durch eine geeignete Übergangsregelung für die Zeit zwischen der Auktion und dem Wirksamwerden der erworbenen Nutzungsrechte zu reduzieren, kann die Option des graduellen Entzuges verworfen werden.

Diese Regel sollte die Aufrechterhaltung des Flugbetriebes in der Übergangszeit gewährleisten, beispielsweise auf Basis der „alten“ Nutzungsrechte. Die Übergangszeit selber sollte zum einen lang genug sein, damit neue Flugpläne erstellt und veröffentlicht werden und die Gesellschaften ihre Kapazitäten an die neue Situation anpassen können. Zum anderen sollte sie nicht zu lang sein, damit die Wohlfahrtsgewinne aufgrund der effizienten Allokation möglichst schnell ausgeschöpft werden können.⁵⁸

3. Definition der Nutzungsrechte

Die Definition sanktionierbarer Nutzungsrechte ist eine notwendige Voraussetzung für die Allokation von Infrastrukturnutzungen. Wie wir aus Kapitel C. wissen, ist die Bestimmung der theoretisch effizienten Anzahl solcher Rechte keineswegs trivial und erfordert präzise Informationen über die Anzahl der Nutzer, deren Zahlungsbereitschaft, die sozialen Grenzkosten und die individuellen Beeinträchtigungskosten.

Die Betrachtung heterogener Nutzer erweiterte die Sichtweise auf eine Reihe von zusätzlichen Problemen und Ansprüchen, die einen hohen Informationsgrad erfordern und bei der Definition der Rechte berücksichtigt werden sollten. Des weiteren bietet die Definition der Rechte genügend Spielraum, die unterschiedlichen bisher diskutierten Anforderungen in das Auktionsverfahren zu integrieren und Probleme zu lösen.

Wir werden zunächst erläutern, wie wir das Auktionsverfahren im Hinblick auf die detaillierte Informationsermittlung nutzen können. Danach wird gezeigt, daß sowohl die heterogene Qualitätsbewertung bei der Allokation der Rechte über das Auktionsverfahren kein Problem darstellt als auch die heterogene Knappheitsverursachung über eine geeignete Definition des Rechtes adäquat berücksichtigt werden kann. Wie wir sehen werden, stellt die Auktion ein geeignetes Verfahren dar, das Heterogenitäts-Problem handhabbar zu machen und diesbezüglich effiziente Lösungen zu erzielen.

⁵⁸ Von einer präzisen Beschreibung einer sinnvollen Übergangsregelung wird abgesehen. Es sollte nur deutlich werden, welche Hauptbestandteile sie enthalten müßte.

Die Erweiterung der mit dem Recht verbriefen Nutzungen stellt eine subtile Methode dar, sowohl Probleme zu lösen, die bei Inanspruchnahmen, die sich aus mehreren Nutzungskomponenten zusammensetzen, als auch zusätzliche Instrumente in das Auktionsverfahren zu integrieren. In Abschnitt F.I.2. haben wir bereits erläutert, wie über die Ergänzung des Rechts zur Rollbahnananspruchnahme um die Terminalnutzung wettbewerbsbehindernde Strategien etablierter Marktteilnehmer verhindert werden können. In diesem Abschnitt gehen wir darauf ein, wie das Priority-Pricing als Instrument zum effizienzorientierten Umgang mit Störfällen über die Rechtedefinition im Rahmen des Auktionsverfahrens berücksichtigt werden kann.

*a) Ermittlung der effizienten Anzahl Rechte
und heterogene Qualitätsbewertung*

Stellen wir uns vor, daß die effiziente Nutzeranzahl für unregelte Nutzungen von Nachfragern mit heterogener Qualitätsbewertung definiert werden muß. Dazu sind Informationen über die Nachfragefunktion für beeinträchtigungsfreie Nutzungen, die individuellen Beeinträchtigungskosten jedes Nutzers und die sozialen Kosten, aus denen wir die sozialen Grenzkosten ableiten, erforderlich. Für die Bestimmung der sozialen Kosten und der Nachfragefunktion müßten die Nutzer Gebote abgeben, aus denen für jedes Nutzungsniveau jeweils ihre Brutto- und Nettozahlungsbereitschaft hervorgeht. Dies ist erforderlich, da die Anzahl der Rechte und damit deren Qualität noch nicht bekannt ist. Die Differenz zwischen Brutto- und Nettozahlungsbereitschaft stellt die individuellen Beeinträchtigungskosten dar, aus deren Addition die sozialen Kosten ermittelt werden. Das effiziente Nutzungsniveau ergibt sich aus dem Schnittpunkt der Nachfragefunktion für beeinträchtigungsfreie Nutzungen und den sozialen Grenzkosten.⁵⁹ Aus den Nettozahlungsbereitschaften für dieses Nutzungsniveau kann der Auktionator dann die relevante constant-quality-Nachfragefunktion konstruieren und den Nutzern mit den höchsten Nettozahlungsbereitschaften die Rechte zuweisen. Man kann sich vorstellen, daß eine solche Vorgehensweise theoretisch möglich ist, aber erhebliche Betriebskosten verursacht.

Wir überlegen nun, ob bei der Versteigerung von Slots eine derart detaillierte Informationsermittlung notwendig ist. Wir nehmen an, daß sich die Qualitätsdeterminanten der Rollbahnnutzung bei deterministischer Nachfrage auf das Sicherheitsniveau reduzieren lassen.⁶⁰ Dies läßt sich im wesentlichen ob-

⁵⁹ Vgl. Kapitel C. Zur graphischen Darstellung siehe z.B. die Abbildung 12.

⁶⁰ Hier ist nur die Qualität des Rechtes selber gemeint und nicht eine Erweiterung des Rechtes um bestimmte Bedienungsansprüche. Da Slots gegenüber z.B. Straßennutzungen punktuelle (geregelte) Nutzungen sind, können gar nicht so viele Qualitätsde-

ktiv beurteilen und bildet die Grundlage zur Definition der optimalen Anzahl Rechte.⁶¹

Dabei gehen wir der Einfachheit halber davon aus, daß das Risiko aufgrund zu hoher Nutzungsmenge und damit die sozialen Grenzkosten erst ab einer bestimmten Menge Starts oder Landungen auftreten und sofort einen vertikalen Verlauf annehmen. Ein solcher Verlauf der so definierten sozialen Grenzkosten zeigt, daß eine zusätzliche Nutzung aus sicherheitstechnischen Gründen unmöglich ist. Damit kann die Kapazitätsgrenze auf Basis der objektiv nach sicherheitstechnischen Kriterien bestimmten maximalen Anzahl Starts bzw. Landungen festgelegt werden. Dies vereinfacht das Verfahren wesentlich, da wir die sozialen Kosten nicht über die gesamten individuellen Beeinträchtigungskosten ermitteln müssen. Diese Vorgehensweise verursacht, wie zuvor beschrieben, einen erheblichen Transaktionsaufwand sowohl für die Bieter als auch für den Auktionator.

Wird so verfahren, steht die Anzahl Rechte und deren Qualität vor der Auktion fest. Aufgrund dessen können die Bieter, wie üblich, Gebote für Nutzungsrechte einer bestimmten Qualität abgeben und müssen nicht Brutto- und Nettozahlungsbereitschaften für jedes Qualitätsniveau bieten. Die Gebote bilden die relevante Nachfragefunktion, in der eine etwaige Heterogenität bezüglich der Qualitätsbewertung berücksichtigt ist.⁶²

b) Auswirkungen heterogener Knappheitsverursachung

In Abschnitt C.IV. haben wir bereits erklärt, daß die Gesellschaften in unterschiedlichem Maße zur Knappheitsverursachung beitragen. Einige Gesellschaften beanspruchen die Rollbahnen länger, verringern damit die Anzahl der übrigen Nutzungsmöglichkeiten in höherem Umfang und verursachen somit höhere Opportunitätskosten als andere, deren Nutzungsvorgang in kürzerer Zeit beendet wird.

Beim derzeit praktizierten Verfahren erhalten die Gesellschaften Start- bzw. Landerechte mit gleichen Toleranzzeiten und zahlen Flughafengebühren, die

terminanten wie bei Straßennutzungen (z.B. Verlangsamung der Nutzung, reduzierte Freude am Fahren) wirksam werden.

⁶¹ Vgl. Flughafen Frankfurt am Main AG (1983).

⁶² Gehen wir davon aus, daß das Sicherheitsniveau die einzige Qualitätsdeterminante ist und daß die sozialen Grenzkosten schnell den vertikalen Verlauf annehmen, so ist die Qualität im Bereich links von der effizienten Nutzungsmenge nicht nutzungsmengenabhängig, und wir können die constant-quality-Nachfragefunktion auch zur Informationsgewinnung über den gesellschaftlichen Nutzen einer Dimensionserweiterung verwenden.

nicht nach der Dauer der Inanspruchnahme differieren. Dieses Verfahren verknüpft die Kapazität mehr als nötig, da Zeitersparnisse einzelner Start- oder Landevorgänge nicht dazu verwendet werden, weiteren Gesellschaften die Nutzung zu ermöglichen und konfrontiert die Nutzer nicht mit den relevanten Opportunitätskosten.

Eine Möglichkeit, die jeweils verursachten Opportunitätskosten in das individuelle Kalkül zu integrieren, besteht darin, daß die Gesellschaften auf der Auktion Nutzungszeiteinheiten von einminütiger Dauer erwerben.⁶³ In diesem Fall ist das Versteigerungsobjekt also nicht als kompletter Slot definiert. Den Slot müssen sich die Gesellschaften über den Erwerb einer je nach individuellem Bedarf unterschiedlich hohen Anzahl Zeiteinheiten zusammenstellen. Das heißt die Gesellschaften, die die Rollbahn länger beanspruchen, müssen mehr Zeiteinheiten ersteigern als diejenigen, die einen kürzeren Zeitraum benötigen. Da für jedes Objekt, hier also für jede Zeiteinheit, bei einem geeigneten Versteigerungsverfahren ein Preis in Höhe der Opportunitätskosten gezahlt wird, ist jede Gesellschaft exakt mit den Opportunitätskosten konfrontiert, die sie verursacht.

Dieser Vorschlag wird vom Autor selber für wenig praktikabel gehalten, da das Verfahren die Anzahl der erforderlichen kompatiblen Rechte um ein Vielfaches erhöht; beispielsweise benötigt eine Gesellschaft, die die Rollbahn jeweils 10 Minuten beansprucht, für einen Start und eine Landung nicht wie bisher zwei kompatible Rechte, sondern zwanzig. Deshalb schlägt der Autor vor, daß der Flughafenbetreiber zusätzlich zum Auktionspreis eine gemäß der Dauer der Inanspruchnahme gestaffelte Gebühr erhebt.⁶⁴

Eine andere Möglichkeit könnte darin bestehen, daß die Gebote Preise für Zeiteinheiten und Angaben darüber enthalten, wieviele Einheiten sie benötigen. Zur Verringerung des Aggregations-Effizienzen-Problems gegenüber dem zuerst aufgeführten Vorschlag könnten die Gebote für Zeiteinheiten als kombinierte Gebote behandelt werden, insofern als die Gesellschaft entweder alle benötigten Zeiteinheiten oder gar keine erhält.

Über eine adäquate Definition des Versteigerungsobjektes und Nutzung ergänzender Versteigerungsregeln kann also eine verursachungsgerechte Berücksichtigung der Opportunitätskosten erreicht werden.

⁶³ Vgl. Wolf (1995), S. 55-56.

⁶⁴ Vgl. Wolf (1995), S. 56.

c) Der Prioritätsanspruch als Rechtebestandteil

In Abschnitt D.III. wurde dargestellt, daß die Anwendung des Priority-Pricing (Handel mit Rechten, die bevorzugte Bedienung garantieren) zu einer Produktdifferenzierung hinsichtlich des Bedienungsanspruchs in Störfällen führt. Nun soll kurz darauf hingewiesen werden, wie dieses Verfahren bei der Definition des Slots berücksichtigt werden kann.

Eine Möglichkeit besteht darin, daß wir Nutzungsrechte zweier verschiedener Qualitäten definieren. Dann gibt es Slots erster Klasse, die eine 100%ige Bedienungswahrscheinlichkeit garantieren und Slots zweiter Klasse, deren Inhaber im Störfall nachrangig bedient werden.⁶⁵ Damit müssen beide Slot-Klassen im Rahmen der Slot-Auktion versteigert werden.⁶⁶ Als Alternative dazu könnten die Nutzungs- und Prioritätsrechte getrennt versteigert werden.⁶⁷ In diesem Fall genügt die bisherige Definition von Slots einer Einheits-Qualität. Ein solcher Slot verbrieft den normalen Bedienungsanspruch und entspricht damit sinngemäß dem Slot zweiter Klasse. Gesellschaften mit Präferenzen für 100%ige Bedienungswahrscheinlichkeit haben die Möglichkeit, zusätzlich ein Prioritätsrecht zu erwerben, welches in Verbindung mit dem Slot das Nutzungsrecht erster Klasse repräsentiert.

Wir beenden damit die Überlegungen, wie das Priority-Pricing im Rahmen des Auktionsverfahrens einbezogen werden kann, ohne eine Diskussion der jeweiligen Vor- und Nachteile anzuschließen. Die Darstellung der beiden Operationalisierungsvarianten soll hier verdeutlichen, daß die Anwendung des Priority-Pricing als Instrument zur Effizienzsteigerung in Störfall-Situationen bei der Definition des Umfangs der Nutzungsrechte beachtet werden muß.

4. Zulassung geeigneter Bieter

Da in dieser Arbeit ein in der Praxis anwendbares Allokations-System entwickelt werden soll, müssen wir uns auch mit Problemen auseinandersetzen, die möglicherweise die Akzeptanz eines solchen Verfahrens in der Öffentlichkeit reduzieren und damit dessen Implementierung erschweren.⁶⁸ Häufig

⁶⁵ Zu den Problemen bei der Definition der korrekten Anzahl Erste-Klasse-Slots siehe Abschnitt D.III.

⁶⁶ In diesem Fall müßte aus jedem Gebot hervorgehen, für welche Slot-Klasse geboten wird.

⁶⁷ Dies erfordert zwei getrennte Versteigerungen.

⁶⁸ Eigenschaften und Probleme des Allokations-Systems, die die Akzeptanz schwerpunktmäßig bei den Fluggesellschaften mindern, wurden in Abschnitt E.II., Unterpunkt „Slotspezifische Besonderheit: Aggregations-Effizienzen“ dargestellt und werden in diesem Kapitel bei der Ausgestaltung von Auktion und Sekundärmarkt berücksichtigt.

herrscht in der Öffentlichkeit ein gewisses Mißtrauen gegenüber marktlicher Allokation. Dies trifft insbesondere dann zu, wenn erstens das marktliche Verfahren eine administrative Zuweisung ablöst⁶⁹ und es sich zweitens um knappe Input-Faktoren handelt.

Die wohlfahrtsmaximale Allokation von Inputfaktoren ist nicht damit beendet, daß diese denjenigen Nachfragern mit der höchsten Zahlungsbereitschaft zugewiesen werden⁷⁰, sondern erfordert deren effiziente Verwendung. Genau an diesem Punkt setzt die Kritik an. Es wird befürchtet, daß die Zuweisung gemäß der Zahlungsbereitschaft den Erwerb durch unzureichend qualifizierte Interessenten nicht ausschließt. Solche Erwerber seien unter Umständen nicht in der Lage, die Input-Faktoren effizient einzusetzen.

In unserem Zusammenhang bedeutet dies, daß z.B. auch solche Fluggesellschaften Slots erwerben, die diese nicht im Sinne eines den heutigen Ansprüchen gerecht werdenden Angebot an Flugdienstleistungen verwenden. Im Extremfall werden Slots von Personen (sogenannte „Spinner“) erworben, die gar kein Interesse am Angebot einer Flugdienstleistung haben. Gibt es wenig Substitutionsmöglichkeiten, was in unserem Fall zutrifft, wenn die knappen Slots versteigert sind, werden die Kunden entweder überhaupt nicht oder mit Flügen schlechterer Qualität versorgt. Dies stellt eine gravierende Ineffizienz auf dem Markt für Flugdienstleistungen dar.⁷¹

a) Ausschuß ungeeigneter Bieter

Diesen Schwierigkeiten ist jede Versteigerung ausgesetzt, die einen diskriminierungsfreien Zugang zu Input-Faktor-Märkten ermöglichen soll. Die Schwierigkeiten lassen sich am wirksamsten durch eine Einschränkung des Bieterkreises begrenzen,⁷² was natürlich die Diskriminierungsfreiheit grundsätzlich beeinträchtigt. Aus diesem Grunde ist bei der Einschränkung des Bieterkreises vorsichtig zu verfahren. Es müssen Kriterien gefunden werden, die nur insofern diskriminieren, als sie im Hinblick auf den wohlfahrtsmaximierenden Erwerb geeignete von ungeeigneten Bietern unterscheiden.

⁶⁹ Zu diesem Zeitpunkt ist der Markt noch neu, und es gibt Unsicherheiten über seine Funktionsweise.

⁷⁰ Dies ist bei Endprodukten der Fall.

⁷¹ Es läßt sich einwenden, daß ineffiziente Anbieter über kurz oder lang aus dem Markt ausscheiden müssen. Dennoch kommt es zu einer temporären Unterversorgung (während diese noch am Markt sind) und zum Erliegen des Angebots, wenn ein Anbieter in Konkurs geht.

⁷² Wie wir in Abschnitt E.II.1. diskutiert haben, ist eine Informationsverbesserung bezüglich des Wertes der Auktionsobjekte zur Lösung der „Spinner“-Problematik nicht geeignet.

Exemplarisch für Slots wollen wir die wesentlichen Bestandteile derjenigen Zulassungs-Kriterien darstellen, die zur Begrenzung dieser Problematik für Frequenz-Lizenz-Auktionen entwickelt wurden.⁷³ Um „Spinner“ und sonstige ungeeignete Bieter gleich von der Teilnahme am Auktionsverfahren auszuschließen, müssen die Interessenten glaubhaft machen, daß sie qualifiziert sind, den Service anzubieten, für den die zu versteigernden Rechte nötig sind, und daß sie über eine ausreichende finanzielle Ausstattung verfügen, die den Geschäftsbetrieb ermöglicht. Andernfalls werden sie nicht zugelassen.⁷⁴ Des weiteren müssen alle Auktionsteilnehmer eine Vorabzahlung leisten. Diese wird bei erfolglosen Geboten zurückerstattet und beim Zuschlag mit dem zu zahlenden Preis verrechnet. Damit ist sie nicht in Gänze „versunken“, sie verursachen lediglich Opportunitätskosten. Diese Regel soll „Spinner“ abschrecken, die ohne wirkliches Interesse an dem Recht Gebote abgeben.

Mit der Vorabzahlung, deren Höhe sich nach der von der jeweiligen Gesellschaft gewünschten Slotanzahl richtet, wird eine Bietberechtigung für genau diese Menge erworben.⁷⁵ Die Bietberechtigung ist ein wesentlicher Bestandteil der Aktivitätsregel. Der Sinn der Bietberechtigung im Rahmen dieser Regel wird in Abschnitt F.III. deutlich, in dem die Aktivitätsregel dargestellt wird.

b) Zulassung sonstiger Bieter

Gemäß den genannten Zulassungs-Kriterien ist die Möglichkeit des Sloterwerbs auf „seriöse“ Fluggesellschaften beschränkt. Da aber eine größere Anzahl Teilnehmer den Bieterwettbewerb steigert und damit ceteris paribus effizienzsteigernd wirkt, stellt sich die Frage, ob nicht auch anderen Personen die Möglichkeit zum Sloterwerb gegeben werden sollte.⁷⁶

Diese Option kompliziert die Entscheidungen über die Zulassung geeigneter Bieter, birgt einige Gefahren für die Slotallokation, ermöglicht u.U. aber auch Verbesserungen. Da im Rahmen dieser Arbeit keine abschließende Diskussion dieser Möglichkeit erfolgen soll, wollen wir nur auf einige Vor- und Nachteile hinweisen.

⁷³ Vgl. zu diesen Kriterien FCC (1994a), No. 161-168.

⁷⁴ Diese Kriterien müssen natürlich auch Voraussetzung zur Teilnahme am Handel auf dem Sekundärmarkt sein.

⁷⁵ Für eine größere Anzahl Slots darf folglich nicht geboten werden.

⁷⁶ In den USA ist jeder berechtigt, Slots zu kaufen oder zu verkaufen. Vgl. Federal Aviation Administration (1985), § 93221 Transfer of Slots. Fluggesellschaften nutzen beispielsweise auch die Möglichkeit, Slots als Sicherheit ihren Banken zu übereignen, vgl. Bennett (1991), S. 3.

Offenere Teilnahmebedingungen ermöglichen z.B. spekulativen Sloterwerb. Haben beispielsweise Spekulanten die Absicht, den Wert der Slots durch Hortung, also durch künstliche Verknappung zu steigern, wäre das Allokations- und Überlastungsproblem nicht effizient gelöst, sondern hätte sich im Vergleich zur administrativen Slotverteilung sogar verschlimmert. Zwar könnte die use-or-lose Regel dieses Verhalten im wesentlichen vermeiden, doch besteht für Spekulanten die Möglichkeit, gezielt Slotpakete auseinander zu reißen, um die Fragmente gewinnbringend auf dem Sekundärmarkt zu verkaufen.⁷⁷ Dieses sind lediglich hypothetische Verhaltensweisen, die offene Zulassung zum Slothandel in den USA hat solche Probleme zumindest in den ersten Jahren nicht erkennen lassen.⁷⁸

Auf der anderen Seite entstehen möglicherweise Effizienzsteigerungen durch Slot-Makler, wenn diese z.B. Slotpools bereithalten, aus denen die Gesellschaften ihren Slotbestand ergänzen können. Dies ist u.U. kurzfristig über flexibilitätssteigernde Leasingverträge machbar. Eine andere Möglichkeit wäre, daß Makler den Gesellschaften die komplexen Bietprozesse abnehmen und ihnen geeignete Slotbündel unter Berücksichtigung von Aggregations-Effizienzen anbieten.

Bezüglich der Zulassung von Gemeinden und Städten wird in der Literatur darauf hingewiesen, daß diese möglicherweise am Sloterwerb interessiert sein können, um eine Verbindung zum nächsten großen Flughafen zu schaffen, die ihre Region attraktiv macht. Dies bezieht sich auf Gegenden, zu denen sonst keine Flugverbindung aufgebaut worden wäre.⁷⁹

Damit sollte deutlich geworden sein, daß zwar ein Ausschluß ungeeigneter Bieter sowohl aus Akzeptanz- als auch aus Effizienzgründen sinnvoll erscheint, jedoch eine Begrenzung auf Fluggesellschaften möglicherweise potentielle Wohlfahrtsgewinne verschenkt.

II. Anforderungen an den Sekundärmarkt

Die Haupt-Aufgaben des Sekundärmarktes bestehen darin, zwischen den Auktionsterminen Anpassungen der Slotbestände an veränderte Präferenzen zu ermöglichen und Ineffizienzen zu korrigieren, die sich bei der Primärallokation

⁷⁷ Siehe dazu die zuvor beschriebenen Strategien der Fluggesellschaften, verlustbegrenzende Transaktionen auf dem Sekundärmarkt durchzuführen.

⁷⁸ Vgl. Bennett (1991), S. 3.

⁷⁹ Vgl. Doganis (1992), S. 107.

im Rahmen des Auktionsverfahrens nicht vermeiden ließen. Ursache solcher Ineffizienzen sind hauptsächlich nicht realisierte Aggregations-Effizienzen.⁸⁰

In diesem Abschnitt betrachten wir die Leistungsfähigkeit des Sekundärmarktes im Hinblick auf diese Korrekturfunktion. Da ein effizientes Gesamtsystem aus Auktion und Sekundärmarkt entwickelt werden soll, das heißt ein System, das die gesamten Kosten bei der Zuweisung der Rechte⁸¹ minimiert, werden wir uns ansehen, zu welchen Kosten die Korrektur auf dem Sekundärmarkt machbar ist.

Dabei widmen wir uns zuerst der Frage, ob eine ineffiziente Primärallokation wirklich auf dem Sekundärmarkt korrigierbar ist. Dies scheint auf den ersten Blick vielleicht überflüssig, wenn wir uns an die Analyse in Abschnitt F.I.1. „Effizienz durch Slothandel?“ erinnern. In der Literatur wird jedoch vereinzelt die Meinung vertreten, daß der Sekundärmarkt nicht immer in der Lage ist, eine im Hinblick auf die Aggregations-Effizienzen erheblich verzerrte Primärallokation zu korrigieren.⁸² Da die Aggregations-Effizienzen in Abschnitt F.I.1. außer acht gelassen wurden, erhält die Frage unter diesem Blickwinkel neue Bedeutung. Wenn diese Meinung zuträfe, könnten wir nicht mehr Auktion und Sekundärmarkt als gleichermaßen effiziente Verfahren betrachten, sondern müßten den Stellenwert des Sekundärmarktes im Rahmen unserer Analyse erheblich reduzieren.⁸³

Des weiteren sehen wir uns an, ob und wenn ja in welcher Weise die Existenz eines Sekundärmarktes das Bietverhalten auf der Auktion beeinflusst und ob die Beeinflussung die Kosten des Allokationssystems erhöht.

Schließlich stellt die Zeitspanne, die zur Abwicklung der korrigierenden Transaktionen erforderlich ist, einen weiteren Aspekt dar, der die Kosten des Systems beeinflusst.

⁸⁰ Ineffizienzen, hervorgerufen durch suboptimale administrative Vergabeverfahren (historische Prioritäten), sind hier nicht gemeint. Die Korrektur dieser Ineffizienzen auf dem Sekundärmarkt wurde in F.I.1. diskutiert.

⁸¹ Siehe zu diesen Kosten Abschnitt E.III.2.f).

⁸² Vgl. Balinski / Sand (1985), S. 184.

⁸³ Wenn der Sekundärmarkt nicht imstande wäre, eine ineffiziente Primärallokation zu korrigieren, bestünde seine Aufgabe nur darin, die Slotallokation an veränderte Präferenzen anzupassen.

1. Korrektur einer ineffizienten Primärallokation

a) Die Allokation

Balinski/Sand vertreten die These, daß eine ineffiziente Primärallokation zu solchen Entscheidungsvoraussetzungen für die Gesellschaften führen kann, daß auf dem Sekundärmarkt kein effizientes Ergebnis erreicht wird.⁸⁴ Sie illustrieren diese These mit einem Zahlenbeispiel (siehe Tabelle 15 in Anhang 1 zu F.II.). In diesem Beispiel gehen sie von einem ineffizienten Auktionsergebnis⁸⁵ aus und betrachten einige individuell rationale Transaktionen auf dem Sekundärmarkt. Nach Abschluß dieser Transaktionen bestehe für keine Gesellschaft eine Veranlassung, weitere Transaktionen durchzuführen, somit sei das Marktgleichgewicht erreicht.⁸⁶ Da die Slotverteilung bei diesem Gleichgewicht nicht der wohlfahrtsmaximalen Allokation entspricht, sehen Balinski/Sand ihre These als bewiesen an. Balinski/Sand stellen fest, daß dieses Ergebnis nicht effizient⁸⁷ ist, obwohl sich der Markt im Gleichgewicht befindet.⁸⁸

Eine rechnerische Überprüfung⁸⁹ des Beispiels von Balinski/Sand zeigt jedoch, daß weitere einzelwirtschaftlich vorteilhafte Transaktionen möglich sind, die in dem von ihnen präsentierten Endergebnis keine Berücksichtigung finden. Aus diesem Grunde ist der Aussage von Balinski/Sand, es handele sich bei dem Ergebnis um eine Gleichgewichtssituation, nicht zuzustimmen, womit das zur Unterstützung ihrer These gewählte Beispiel nicht zu akzeptieren ist. Nach den im Anhang simulierten einzelwirtschaftlich für jeden Marktteilnehmer vorteilhaften Transaktionen sind alle Slots der insgesamt effizientesten Verwendung zugeführt. Das effiziente Ergebnis kann also auch ausgehend von dieser ineffi-

⁸⁴ Vgl. Balinski / Sand (1985), S. 184. Diese Argumentation beruht nur auf Entscheidungsvoraussetzungen, die die Primärallokation geschaffen hat. Strategische Gesichtspunkte bezüglich Erhalt und Ausbau vom Marktmacht werden hier nicht thematisiert.

⁸⁵ Das von Balinski / Sand unterstellte Auktionsverfahren ist simultan und einstufig. Gezahlt wird ein Preis entsprechend des letzten zum Zuge gekommenen Gebotes.

⁸⁶ Keine der Gesellschaften könnte ihre Situation verbessern, wenn die anderen Gesellschaften ihre Strategien beibehalten. Das Ergebnis dieser Transaktionen sei ein Nash-Gleichgewicht. Vgl. Balinski / Sand (1985), S. 191.

⁸⁷ Als effizientes Ergebnis wird eine Slotallokation angesehen, die insgesamt den höchsten gesellschaftlichen Wert realisiert. Das heißt nicht, daß jeder einzelne Slot demjenigen Bieter zugewiesen wird, der dafür die höchste Zahlungsbereitschaft hat.

⁸⁸ Das in Tabelle 15 als Nash-Gleichgewicht bezeichnete Ergebnis realisiert einen gesellschaftlichen Wert von 1574 GE, das effiziente Ergebnis dagegen 1874 GE (siehe die fettgedruckten Slotpakete in Tabelle 9, die nochmals im Anhang 1 zu F.II. enthalten ist). Bei dem Ergebnis in Tabelle 15 werden zwei ineffiziente Käufe realisiert (A erwirbt einen Y Slot von B und D erwirbt einen X Slot von I), während zwei effiziente unterbleiben (F muß zwei x Slots, J muß einen Y Slot erwerben).

⁸⁹ Hierbei handelt es sich um eigene Berechnungen. Siehe Anhang 1 zu F.II.

zienten Primärallokation auf dem Sekundärmarkt erreicht werden. Wir wollen jedoch an dieser Stelle darauf hinweisen, daß bei unserer Modellrechnung ebenso wie bei Balinski/Sand von möglichen Monopolisierungsstrategien abstrahiert wurde. Solche Strategien beeinträchtigen die Effizienz, wie wir in Abschnitt F.I.1. gesehen haben, und müssen daher bei der Ausgestaltung des Sekundärmarktes berücksichtigt werden.⁹⁰

Wir gehen im folgenden davon aus, daß der Sekundärmarkt grundsätzlich in der Lage ist, ineffiziente Primärallokationen auch unter Berücksichtigung von Aggregations-Effizienzen zu korrigieren. In den Termini der Gesamtkostenbetrachtung bedeutet das, daß die W-Kosten (monetär bewertete Wohlfahrtsverluste aufgrund ineffizienter Allokation) vermieden werden.

b) Aggregations-Effizienzen, Zeit und einzelwirtschaftliche Verluste

Wie bereits ausführlich diskutiert wurde, stellt das Informationsproblem die wesentliche Schwierigkeit von Transaktionen dar, bei denen Aggregations-Effizienzen zu berücksichtigen sind. Das gilt auf der Auktion ebenso wie auf dem Sekundärmarkt. Beabsichtigt beispielsweise eine Gesellschaft, auf dem Sekundärmarkt ein Slotbündel zu erwerben, dessen Bestandteile sie von verschiedenen Marktteilnehmern zusammenkaufen muß, stellt sich das bekannte Informationsproblem bei den Verhandlungen mit den einzelnen Verkäufern. Von diesem Problem wurde bei der Modell-Rechnung nur abstrahiert, um das Vorgehen zu vereinfachen.

Gehen wir nun davon aus, daß Aggregations-Effizienzen in hohem Maße vorhanden sind, diese bei der Primärallokation kaum ausgeschöpft werden und somit ein hoher Transaktionsaufwand besteht. Wenn zur Primärallokation ein wenig komplexes Auktionsverfahren verwendet wird, ist ein solches Ergebnis wahrscheinlich⁹¹. Dies führt zu einer Verlagerung des Problems der Realisierung der Aggregations-Effizienzen auf den Sekundärmarkt.⁹²

Ist der Sekundärmarkt ebenfalls einfach ausgestattet, sind beispielsweise nur bilaterale Einzeltransaktionen möglich, müssen wir damit rechnen, daß aufgrund des Informationsproblems eine Reihe Fehltransaktionen stattfinden und

⁹⁰ Vgl. zu dieser Auffassung z.B. Doganis (1992), S. 108; Starkie / Thompson (1985), S. 38; Starkie (1990), S. 33.

⁹¹ Vgl. Tabelle 14 in Anhang I zu F.II.

⁹² Diese Problematik wird an dem Vorschlag von Grether/Isaac/Plott, der eine sequentielle Auktion von Slotpaketen und eine anschließende Ergebniskorrektur auf dem Sekundärmarkt vorsieht, kritisiert. Vgl. zu dem Vorschlag Grether / Isaac / Plott (1979) und Grether / Isaac / Plott (1989), S. 54-70. Vgl. zur Kritik Wolf (1995), S. 24-26; Balinski / Sand (1985), S. 184; Cornelius (1994), S. 177-178.

somit zur Annäherung an das effiziente Ergebnis insgesamt viele Transaktionen nötig sind. Aufgrund dessen ergibt sich ein erheblicher Zeitaufwand,⁹³ der gegenüber den geringen Komplexitätskosten eines einfach ausgestalteten Sekundärmarktes abzuwägen ist.

Schon bei der Diskussion verschiedener Auktionsverfahren wurde deutlich, daß einzelwirtschaftliche Verluste schnell aufgrund zufällig falscher Transformation der Streckenzahlungsbereitschaft in Einzel-Gebote entstehen können⁹⁴ und daß dies die Akzeptanz eines solchen Verfahrens in erheblichem Maße reduziert. Ergibt sich dann noch eine hohe Anzahl solcher Transaktionen auf dem Sekundärmarkt, die zu einzelwirtschaftlichen Verlusten führen und / oder ebenfalls die gewünschten Aggregations-Effizienzen nicht realisieren, wird die Teilnahme an dem marktlichen Verfahren aus Sicht der Betroffenen wahrscheinlich eher riskanter und erhöht zumindest für einige das individuelle Verlustrisiko. Ein derart einfach ausgestalteter Sekundärmarkt wird also die Akzeptanzprobleme nicht verringern.

c) Auswirkungen des Sekundärmarktes auf das Bietverhalten

Aus der Auktionstheorie wissen wir, daß das Risiko, einen den Wert des Objektes übersteigenden Preis zu zahlen, die Zahlungsbereitschaft mindert. Das heißt bei Aggregations-Effizienzen und einem hohen Maß an Unsicherheit wären eher niedrige Gebote und damit niedrigere als dem wahren Wert der Objekte entsprechende Preise zu erwarten.

Überlegen wir uns nun, ob die Existenz des Sekundärmarkts einen Einfluß auf das Ausmaß des Risikos hat. Wenn es keinen Sekundärmarkt gäbe und Slots nicht handelbar wären, entstünde Bieter J beim Auktionsergebnis in Tabelle 14 ein Verlust von 162 Geldeinheiten. Der Sekundärmarkt ermöglicht den Bietern jedoch, ihre „Schieflogen“ zu korrigieren. Das heißt sie haben nun die Möglichkeit, Transaktionen durchzuführen, die entweder den Verlust verringern oder sogar Slots mit Gewinn zu verkaufen.⁹⁵ Damit begrenzt der Sekundärmarkt das Verlust-Risiko.⁹⁶

⁹³ Vgl. allgemein zu der Erläuterung, daß bei der Korrektur einer erheblich verzerrten Primärallokation ein höherer Ressourcenaufwand entsteht als bei der Korrektur einer in geringerem Maße verzerrten Primärallokation Rassenti / Smith / Bulfin (1982), S. 403 und speziell zu dem Zeitproblem Wolf (1995), S. 25.

⁹⁴ Z.B. entstehen den Gesellschaften H und J Verluste nur aufgrund der Tatsache, daß sie zufällig falsch geboten haben. Vgl. Tabelle 17 in Anhang 1 zu F.II.

⁹⁵ Dies zeigen auch die Ergebnisse der Transaktionen unserer Modellrechnungen in Tabelle 17 (Anhang 1 zu F.II.).

⁹⁶ Schlechtestenfalls, wenn keine Transaktion stattfindet, bleibt die Ausgangssituation unverändert. Dies dürfte aber die Ausnahme sein.

Ob nun aus dieser Risikoverringerung das gemäß der Auktionstheorie erwartete aggressivere Bietverhalten folgt, ist unklar. Neben der Möglichkeit, daß die Bieter höhere Gebote abgeben, kann es sein, daß die Bieter hoffen, die fehlenden Slots auf dem Sekundärmarkt zu niedrigeren Preisen erwerben zu können und daher weniger bieten.⁹⁷ Dieses Verhalten ist davon abhängig, wie hoch die Bieter individuell die Transaktionskosten auf dem Sekundärmarkt sowie das Risiko bewerten, die passenden Slots zu erhalten.⁹⁸

Wie sich die Interdependenzen zwischen Auktion und Sekundärmarkt tatsächlich gestalten, wird sich erst bei der praktischen Erprobung des Systems herausstellen und bleibt daher abzuwarten. Zu diesem Aspekt können wir nur auf Plausibilitätsüberlegungen verweisen, die aber keine prohibitiven vom Sekundärmarkt verursachten Probleme erwarten lassen.

2. Die Ausgestaltung

Wie wir gesehen haben, ist der Sekundärmarkt grundsätzlich in der Lage, ineffiziente Primärallokationen zu korrigieren. Prinzipiell besteht bezüglich der Kosten, die bei der Allokation über den Sekundärmarkt verursacht werden, der gleiche Zusammenhang wie bei den Auktionsverfahren. Eine simple Ausgestaltung, im einfachsten Fall bilaterale Transaktionen, verursacht niedrigere Komplexitätskosten, aber hohe W-Kosten und einen erheblichen Zeitaufwand.

Da wir aber die Kosten des Sekundärmarktes nicht isoliert betrachten dürfen, sondern die gesamten Kosten des Systems unter Berücksichtigung der Auktion zu minimieren sind, soll nun überlegt werden, welche Probleme bei welchem Verfahren (Auktion oder Sekundärmarkt) höhere Kosten verursachen. Aufgrund der Interdependenzen zwischen Auktion und Sekundärmarkt ist zu fragen, ob wir eher eine effiziente Primärallokation erreichen wollen, die hohe Komplexitäts- und je nach Verfahren auch hohe Zeitkosten⁹⁹ verursacht, oder

⁹⁷ Der Bieter mit der höchsten Wertschätzung geht vielleicht davon aus, daß er sein Wunschpaket sowieso auf dem Sekundärmarkt erhält und spekuliert darauf, daß die Preise dort um so niedriger sind, je ineffizienter das Ergebnis ist.

⁹⁸ Wolf hingegen beschreibt den Rückkopplungseffekt des Sekundärmarktes auf das Bietverhalten wie folgt. Der Handel auf dem Sekundärmarkt führt zu hohen Transaktionskosten für die Gesellschaften. Diese Transaktionskosten bestehen aus Kosten je notwendiger Transaktion und dem Erwartungswert der dort möglicherweise realisierten Verluste. Je ungünstiger das Auktionsergebnis für den einzelnen Bieter ausfällt, desto höher sind tendenziell die Transaktionskosten. Daraus folgert Wolf, daß die Gebote auf der Auktion niedriger sind, wenn ein Sekundärmarkt existiert. Vgl. Wolf (1995), S. 26. Dem ist allerdings entgegenzuhalten, daß Verluste und Risiken durch den Sekundärmarkt, wie oben dargestellt, tendenziell verringert und nicht erhöht werden.

⁹⁹ Siehe Tabelle 13 „Eignung verschiedener Auktionsverfahren“ und die vorausgehenden Erläuterungen zu den Auktionsverfahren.

ob wir das Auktionsverfahren vereinfachen und dabei diese Kosten zulasten hoher W-Kosten einsparen, um letztere anschließend auf einem Sekundärmarkt zu reduzieren, was dabei wiederum höhere Zeitkosten verursacht.

Wir können annehmen, daß die Informationsproblematik, insbesondere bei einer Neueinführung des pretialen Vergabeverfahrens, auf der Auktion und auf dem Sekundärmarkt in ähnlicher Weise besteht. Wenn das Aggregations-Effizienzen-Problem auf den Sekundärmarkt verlagert werden soll und dieser demzufolge der Realisierung von Aggregations-Effizienzen gerecht werden muß, wird ein komplexes Verfahren benötigt. Ein solches Verfahren verursacht aber unabhängig davon, ob es gleich bei der Auktion oder erst auf dem Sekundärmarkt angewendet wird, hohe Komplexitätskosten. Aufgrund dessen liefert die Betrachtung dieser Kosten für die Ausgestaltung keinen Anhaltspunkt dafür, ob die Auktion oder der Sekundärmarkt komplex auszugestalten ist.

Anders verhält es sich mit den Zeitkosten und Akzeptanzproblemen. Um die Akzeptanzprobleme zu entschärfen, sollten die Unsicherheiten und Verlustrisiken für die Bieter gleich bei der Primärallokation reduziert werden. Dies spricht für ein Auktionsverfahren, das zumindest eine annähernd effiziente Primärallokation gewährleistet. Des weiteren reduziert eine zumindest annähernd optimale Primärallokation die Anzahl und damit den Zeitbedarf der im Anschluß an die Primärallokation stattfindenden Transaktionen, die für ein effizientes Ergebnis erforderlich sind. Zur Erinnerung sei hier noch einmal darauf hingewiesen, daß die Transaktionen unter realen Gegebenheiten zu einem bestimmten Zeitpunkt abgeschlossen sein sollten, damit ein Flugplan erstellt werden kann.¹⁰⁰

Wenn wir uns nun für ein effizientes Auktionsverfahren entscheiden, um auf dem Sekundärmarkt Zeit einzusparen, müssen wir allerdings berücksichtigen, daß ein effizientes Auktionsergebnis i.d.R. ein zeitaufwendiges Auktionsverfahren erfordert.¹⁰¹ Wir „bezahlen“ also möglicherweise eine Zeitersparnis auf dem Sekundärmarkt mit einem zeitlichen Mehraufwand auf der Auktion. Da aber die Auktion, anders als der Sekundärmarkt¹⁰², zu einem bestimmten Zeitpunkt stattfindet, erscheint es erfolversprechender, die Zeitdauer der Auktion über geeignete Regeln¹⁰³ zu begrenzen, als zu versuchen, am Zeitaufwand für

¹⁰⁰ Siehe die zusammenfassenden Erklärungen zum Zeitbedarf in Abschnitt E.III.2.f); sowie Rassenti / Smith / Bulfin (1982), S. 403; Wolf (1995), S. 25-26.

¹⁰¹ Diesbezüglich stellt die RSB-Auktion eine Ausnahme dar. Siehe Tabelle 13. Hier ist aber anzunehmen, daß den Bietern beim Formulieren der Gebote ein erheblicher Zeitaufwand entsteht.

¹⁰² Der Sekundärmarkt hat neben der Korrektur der Primärallokation auch die Funktion, zu jeder Zeit zwischen den Auktionen Transaktionen zuzulassen.

¹⁰³ Vgl. zu solchen Stopp-Regeln Abschnitt F.III.

die Transaktionen auf dem Sekundärmarkt anzusetzen. Damit spricht auch das Zeitkostenargument für eine möglichst effiziente Primärallokation.

Der Sekundärmarkt hat also im Rahmen unseres Allokationssystems eine unterstützende Funktion im Hinblick auf die effiziente Slotzuweisung. Die Hauptfunktion, diese zu realisieren, hat das Auktionsverfahren. Aber auch bei der Korrektur eines möglichst geringen Umfangs von „Schieflagen“ sollten die Aggregations-Effizienzen, das Zeitkostenargument und das Akzeptanzproblem berücksichtigt werden. Aus diesen Gründen ist der Sekundärmarkt so auszugestalten, daß die Transaktionen möglichst schnell und zielgerichtet abgewickelt werden können. Darüber hinaus ist der Gefahr, den Markt für Flugdienstleistungen über strategische Slotkäufe zu monopolisieren, durch geeignete Regelungen Rechnung zu tragen.¹⁰⁴

Grether/Isaac/Plott präsentieren einen Vorschlag, der diesen Anforderungen im wesentlichen gerecht wird. Der Sekundärmarkt wird als offene, anonyme, zeitlich unbegrenzte „Double Auction“ über eine zentrale Computer-Stelle abgewickelt.¹⁰⁵ Diejenigen Gesellschaften, die Transaktionen über den Sekundärmarkt abwickeln wollen, geben ihre Kauf- oder Verkaufgebote, also wieviele Slots welcher Art (Zeit und Ort) zu welchem Preis gekauft oder verkauft werden sollen, bei der zentralen Stelle an. Eine solche Double Auction hat den Charakter einer Börse.

Die Double Auction stellt einen mehrstufigen und einen für alle jeweils gehandelten Slots simultanen Bietprozeß dar. Die Mehrstufigkeit ermöglicht den Käufern, mit niedrigen, den Verkäufern mit hohen Geboten zu beginnen. Kommt keine Transaktion zustande, erhöht entweder der Käufer sein Gebot und bzw. oder der Verkäufer verringert seines, bis eine Einigung erzielt wird.¹⁰⁶ Informationen über die aktuellen Kauf- und Verkaufgebote, nicht aber über die Bieteridentitäten¹⁰⁷, sind jederzeit bei der zentralen Stelle abrufbar.

Bezüglich der Simultaneität, Mehrstufigkeit, Anonymität und der aktuellen Informationsmöglichkeit über Gebote gleicht die Ausgestaltung derjenigen des simultanen Auktionsverfahrens mit getrennten Geboten, ermöglicht damit in

¹⁰⁴ Wir haben bereits in Abschnitt F.I.2. darauf hingewiesen, daß die Mengenbegrenzungsregel natürlich auch auf dem Sekundärmarkt gelten muß, um ihre Wirksamkeit zu erhalten.

¹⁰⁵ Mit dem Begriff „Double Auction“ ist gemeint, daß Gebote von beiden Seiten, das heißt von Käufern und Verkäufern abgegeben werden können. Vgl. zur Funktionsweise von Double Auctions z.B. Wilson (1985); Satterthwaite / Williams (1989); McAfee / McMillan (1987), S. 726; Friedman (1984); Williams (1991); Williams / Smith (1984); Plott / Gray (1990).

¹⁰⁶ Damit werden Gleichgewichtspreise sukzessiv erreicht.

¹⁰⁷ Diese sind nur der zentralen Stelle bekannt.

gleicher Weise die Realisierung von Aggregations-Effizienzen und versucht ebenso über die Anonymität Slot-Monopolisierungsstrategien zu erschweren.

Grether/Isaac/Plott lassen darüber hinaus kombinierte Gebote zu, um die Möglichkeiten zur Realisierung der Aggregations-Effizienzen zu verbessern. Dabei müßte die zentrale Stelle den Bietern zusichern, daß sie entweder das gewünschte Paket komplett oder gar nichts erhalten (bzw. beim Verkauf: daß entweder das komplette Paket oder nichts verkauft wird). Es ist die Aufgabe der zentralen Stelle, passende Transaktionen auszuwählen. Die zentrale Stelle soll als Mittler zwischen Käufern und Verkäufern auftreten, z.B. die Kaufwünsche der Bieter F und J zusammenfassen und diesen Bietern das Paket von D verkaufen (ausgehend von der Situation in Tabelle 15).

Auf mögliche Praktikabilitätsprobleme und Ineffizienzen aufgrund von Verzerrungen zugunsten kombinierter Gebote, die von anderen Autoren¹⁰⁸ diskutiert werden, gehen Grether/Isaac/Plott allerdings nicht ein. Es wäre zu überprüfen, ob das Handelsvolumen auf dem Sekundärmarkt derart überschaubar ist, daß die Auswertung kombinierter Gebote ohne prohibitive Kosten machbar ist und die zentrale Stelle durch geeignete Maßnahmen Verzerrungen zugunsten kombinierter Gebote verhindern kann.¹⁰⁹

Der Sekundärmarkt in unserem Allokationssystem wird grundsätzlich gemäß des Vorschlages von Grether/Isaac/Plott ausgestaltet. Die Zulassung kombinierter Gebote richtet sich nach den Kosten, die diese verursachen.

Anhang 1 zu F. II.

Das Balinski/Sand Beispiel

Balinski/Sand gehen in ihrem Beispiel von drei Slotgruppen X, Y und Z aus, die sich aus je vier homogenen Slots zusammensetzen. Tabelle 9 stellt die Wertschätzungen dar, die die Gesellschaften den einzelnen Slotkombinationen beimessen (beispielsweise hat die Slotkombination XY für die Gesellschaft A einen Wert von 305 Geldeinheiten (GE)). Das effiziente Ergebnis besteht in der Realisierung der fettgedruckten Slotpakete und hat einen gesellschaftlichen Wert von 1874 GE.

Tabelle 14 präsentiert ein von Balinski/Sand gewähltes, ineffizientes Auktionsergebnis, das die den Sekundärmarkt-Transaktionen zugrundeliegende An-

¹⁰⁸ Vgl. z.B. McMillan (1994), S. 156.

¹⁰⁹ Erinnern wir uns an das Beispiel zur Verzerrung zugunsten kombinierter Gebote aus Kapitel E., Abschnitt E.III.2.e). Hätte eine zentrale Stelle das Gebot von Bieter 3 in Einzelgebote zu je 16,5 Geldeinheiten (GE) aufgeteilt, so wäre der Bieterwettbewerb aufrecht erhalten und das effiziente Ergebnis erzielt worden.

fangsausstattung darstellt. Die jeweils erworbenen Slots und die gezahlten Preise sind kursiv gedruckt und unterstrichen (beispielsweise hat Gesellschaft A einen *x* Slot zu 157 GE erworben). Tabelle 15 enthält das Ergebnis nach den von Balinski/Sand angenommen Sekundärmarkt-Transaktionen. Die Kennzeichnung der jeweils erworbenen Slots erfolgt wie in Tabelle 14. Hat der Sloterwerb auf dem Sekundärmarkt stattgefunden, wird in der Tabelle aufgeführt, von welcher Gesellschaft zu welchem Preis gekauft wurde. Beispielsweise hat A den Slot Y der Gesellschaft E zum Preis von 146,50 GE abgekauft.

Tabelle 9

Wertschätzungen der Fluggesellschaften für Slotpakete in Geldeinheiten (GE)

Fluggesellschaft	Wert	Slotgruppe X	Slotgruppe Y	Slotgruppe Z
A	305	x	y	
B	305		y	z
C	320	xx		
D	305	x	y	
E	295		y	z
F	302	xx		
G	320		yy	
H	300		y	z
I	300	x	y	
J	305		y	z
K	324			zz

Quelle: in Anlehnung an Balinski/Sand (1985), S. 190

Tabelle 14

Das hypothetische, ineffiziente Auktionsergebnis

Fluggesellschaft	Wert	X Für x Slots auf der Auktion ge- zahlter Preis: 157 GE	Y Für y Slots auf der Auktion ge- zahlter Preis: 145 GE	Z Für z Slots auf der Auktion ge- zahlter Preis: 162 GE
A	305	<i>x 157</i>	y	
B	305		y	<i>z 162</i>
C	320	xx (157, 157)		

- Fortsetzung -

- Fortsetzung -

Fluggesellschaft	Wert	X Für x Slots auf der Auktion ge- zahlter Preis: 157 GE	Y Für y Slots auf der Auktion ge- zahlter Preis: 145 GE	Z Für z Slots auf der Auktion ge- zahlter Preis: 162 GE
D	305	x	y 145	
E	295		y 145	z
F	302	xx		
G	320		yy (145, 145)	
H	300		y	z 162
I	300	x 157	y	
J	305		y	z 162
K	324			z z 162

Quelle: in Anlehnung an Balinski/Sand (1985), S. 191

Tabelle 15

Das hypothetische Ergebnis von Sekundärmarkt-Transaktionen
gemäß Balinski/Sand

Fluggesellschaft	Wert	X	Y	Z
A	305	x 157	y 146, 50 von E	
B	305		y	z
C	320	xx (157, 157)		
D	305	x 158, 50 von I	y 145	
E	295		y	z
F	302	xx		
G	320		yy (145, 145)	
H	300		y	z 162
I	300	x	y	
J	305	.	y	z 162
K	324			zz (162, 162) ein z von B

Quelle: in Anlehnung an Balinski/Sand (1985), S. 191

Das in Tabelle 15 präsentierte Ergebnis wird von Balinski/Sand als ineffizientes Marktgleichgewicht bezeichnet und soll als Beweis für die These dienen, der Sekundärmarkt könne nicht jede ineffiziente Primärallokation korrigieren.

Zur Überprüfung dieses Beispiels¹¹⁰ überlegen wir uns

1. welche Transaktionen erforderlich sind, um das effiziente Ergebnis zu erreichen und
2. ob diese Transaktionen einzelwirtschaftlich vorteilhaft und daher aus eigenem Interesse durchgeführt werden.

Zu 1. Erforderliche Transaktionen für das effiziente Ergebnis

- F muß je einen x Slot von A und D erwerben
- J muß einen y Slot von D oder A erwerben
- B muß einen y Slot von A oder D und einen z Slot von H erwerben.

Zu 2. Einzelwirtschaftliche Vorteile

a) Unter welchen Bedingungen sind A, D und H bereit zu verkaufen?¹¹¹

D macht mit den Slots x und y einen Gewinn in Höhe von 1,50 GE (305 GE - 158,50 GE - 145 GE = 1,50 GE).¹¹² Zu einem Verkauf von diesen Slots ist er nur dann bereit, wenn er mindestens den gleichen Gewinn erzielt.

A macht mit den Slots x und y einen Gewinn in Höhe von 1,50 GE (305 GE - 157 GE - 146,50 GE = 1,50 GE). Bezüglich des Verkaufes gilt gleiches wie bei D.

H kann seinen z Slot nicht nutzen. Er realisiert einen Verlust in Höhe von 162 GE, wenn er nicht verkauft. Somit würde er jeden Preis für z akzeptieren und sich besser stellen.

b) Unter welchen Bedingungen sind B, J und F bereit zu kaufen?

B wird versuchen y und z für höchstens 305 GE insgesamt zu erwerben.

J realisiert einen Verlust von 162 GE, wenn er den Slot z nicht nutzen kann. Da der Wert des yz Paketes 305 GE beträgt, kann er, unter der Vernachlässigung von Transaktionskosten, Budgetrestriktionen und Opportunitätskosten des Kapitals, für y maximal 305 GE bieten. Mit diesem Kauf wäre er bzgl. der Verluste indifferent (305 GE - 305 GE - 162 GE = -162 GE).¹¹³

F wird versuchen, zwei x Slots für maximal 302 GE zu erwerben.

¹¹⁰ Hierbei handelt es sich um eigene Berechnungen.

¹¹¹ Um die Rechnungen vergleichbar zu machen, abstrahieren wir ebenso wie Balinski/Sand von strategischen Verhaltensweisen mit dem Ziel der Marktbeherrschung.

¹¹² Wenn wir wieder davon ausgehen, daß die Wertschätzung für ein Slotpaar dem Erlös aus dem Flug abzüglich aller anderen Kosten entspricht.

¹¹³ Die gleiche Situation stellt sich für H, doch wird er maximal 300 GE für y bieten und ist somit J unterlegen.

- c) Können nun jeweils Handelspartner gefunden werden, so daß sich alle Beteiligten besser stellen?

Da H jeden Preis für z akzeptieren würde, gehen wir davon aus, daß H und B beispielsweise zum Preis von 100 GE handelseinig werden können.

Gehen wir davon aus, daß F den x Slot von A zu 150 GE kaufen möchte. Der Handel lohnt sich für A nur, wenn er ebenfalls y verkaufen kann und dafür mindestens 155 GE erhält ($150 \text{ GE} - 157 \text{ GE} + 155 \text{ GE} - 146,50 \text{ GE} = 1,50 \text{ GE}$).

B kommt als Käufer des y Slots von A in Frage. B würde maximal 205 GE zahlen ($305 \text{ GE} - 100 \text{ GE} = 205 \text{ GE}$).¹¹⁴ Nehmen wir an, B und A einigen sich auf den Preis von 160 GE. Dann kann F x für 150 GE von A kaufen.

F möchte nun den anderen x Slot von D zu 150 GE erwerben. D wird dieses Angebot annehmen, wenn er y zu mindestens 155 GE verkaufen kann ($150 \text{ GE} - 158,50 \text{ GE} + 155 \text{ GE} - 145 \text{ GE} = 1,50 \text{ GE}$).

J wird bereit sein diesen Preis zu zahlen, da ansonsten der z Slot für ihn wertlos ist und somit der Kaufpreis von z einen Verlust darstellt. Nehmen wir an J und D einigen sich auf einen Preis von 158 GE.

Damit wurden folgende Transaktionen durchgeführt:

- F hat je ein x von A und D zu je 150 GE erworben
- J hat y zu 158 GE von D erworben
- B hat y von A zu 160 GE und z von H zu 100 GE erworben.

Durch diese Transaktionen, die zum effizienten Ergebnis führen (Tabelle 16), stellen sich alle Beteiligten besser, wie in Tabelle 17 zu sehen ist.

Tabelle 16

Das effiziente Ergebnis nach Sekundärmarkt-Transaktionen

Fluggesellschaft	Wert	X	Y	Z
A	305	x	y	
B	305		y 160 von A	z 100 von H
C	320	xx (157, 157)		
D	305	x	y	

- Fortsetzung -

¹¹⁴ Dabei nehmen wir an, daß B den z Slot noch nicht erworben hat und somit nicht den Maximalpreis in Höhe von 305 GE zu zahlen bereit ist.

- Fortsetzung -

Fluggesellschaft	Wert	X	Y	Z
E	295		y	z
F	302	xx (150 von A, 150 von D)		
G	320		yy (145, 145)	
H	300		y	z
I	300	x	y	
J	305		y 158 von D	z 162
K	324			zz (162, 162) ein z von B

Tabelle 17

Vergleich von individuellen Gewinn- und Verlust-Situationen

Bieter	Gewinn/Verlust beim B/S Ergebnis	Gewinn/Verlust nach der Transak- tion
A	$305-157-146,50=1,50$	$150-157+160-146,50=6,50$
B	0	$305-160-100=45$
C	$320-157-157=6$	unverändert, da keine Transaktion
D	$305-158,50-145=1,50$	$150-158,50+158-145=4,50$
E	0	unverändert, da keine Transaktion
F	0	$302-150-150=2$
G	$320-145-145=30$	unverändert, da keine Transaktion
H	-162	$100-162=-62$
I	0	unverändert, da keine Transaktion
J	-162	$305-162-158=-15$
K	0	unverändert, da keine Transaktion

Quelle: Eigene Berechnungen

III. Das pragmatische Auktionsdesign

1. BS-, RSB-, SMK- oder SMG-Auktion mit Gebotsrücknahmemöglichkeit?

Das Zwischenergebnis aus Abschnitt E.III. präsentierte vier Auktionsverfahren, die grundsätzlich als Instrumente zu einer effizienten Slotallokation geeig-

net sind. Diese vier Auktionsverfahren werden in Tabelle 13 hinsichtlich der Erfüllung der zentralen Beurteilungsmaßstäbe (Information, Effizienz, Kollisionsverhinderung) und der relativen Höhe ihrer Betriebskosten (Komplexitäts- und Zeitkosten) beurteilt, wobei der Begriff Effizienz auch die Realisierung der Aggregations-Effizienzen einschließt, was über den in der traditionellen Auktionstheorie üblichen Inhalt hinausgeht.

Die Aufgabe dieses Abschnittes besteht darin, diejenige Auktionsform auszuwählen, die im Verbund mit dem zuvor charakterisierten Sekundärmarkt zur effizienten Slot-Allokation unter Berücksichtigung der Betriebskosten am besten geeignet ist. Da das Gesamt-System (Auktion und Sekundärmarkt) einigen Spielraum bezüglich der dabei zu lösenden Aufgaben läßt, können bei der Primärallokation verbliebene Restprobleme auf den Sekundärmarkt verlagert werden, wenn dies insgesamt weniger Kosten verursacht.

Bei der Diskussion zur Ausgestaltung des Sekundärmarktes wurde deutlich, daß das Zeit- und Akzeptanzargument für ein Auktionsverfahren spricht, das eine möglichst effiziente Primärallokation leistet. Die Überlegungen zum Sekundärmarkt ergaben aber auch, daß dieser aus den gleichen Gründen in der Lage sein sollte, die Realisierung von Aggregations-Effizienzen zu erleichtern. Dies beschleunigt und vereinfacht sowohl die Transaktionen zur Korrektur von Schiefagen aus der Primärallokation als auch diejenigen zur Reallokation des Slotbestandes zwischen den Auktionsterminen.

Da wir die Realisierung der Aggregations-Effizienzen bei der Ausgestaltung des Sekundärmarktes berücksichtigt haben, können wir den Stellenwert der W-Kosten (monetäre Bewertung des beim Allokations-Ergebnis auftretenden Effizienzverlustes gegenüber der wohlfahrtsmaximalen Situation) bei der Beurteilung eines Auktionsverfahrens niedriger gewichten. Dies soll aber auf keinen Fall heißen, daß der Effizienz des Auktionsergebnisses keine Bedeutung mehr zukommt. Wir wollen nur darauf hinweisen, daß unter Berücksichtigung der Korrekturmöglichkeiten auf dem Sekundärmarkt einer nahezu 100%igen Ergebnis-Effizienz bei der Primärallokation keine absolute Priorität eingeräumt werden muß. Somit schauen wir uns die vier Auktionsverfahren, von denen keines die Aggregations-Effizienzen vernachlässigt, im Hinblick auf ihre Komplexitäts- und Zeitkosten an.

Dabei orientieren wir uns im wesentlichen an den Meinungen einer Expertengruppe, die bei der Ausarbeitung eines Auktionsverfahrens für Funkfrequenz-PCS-Lizenzen vergleichbare Aufgaben zu lösen hatte.¹¹⁵ Diese Expertengruppe lehnt mit dem Hinweis auf zu hohe Komplexitätskosten sowohl Verfahren mit kombinierten Geboten als auch die Zusammenfassung aller Lizen-

¹¹⁵ Vgl. dazu FCC (1994a); FCC (1994b). Funk-Frequenzen können ebenso wie Slots Aggregations-Effizienzen aufweisen.

zen in einer simultanen Auktion ab. Sie ist der Auffassung, daß eine simultane Auktion, in der eine so hohe Anzahl Lizenzen (es handelte sich um über 2000 Stück) versteigert werden muß, praktisch nicht durchführbar sei.¹¹⁶ Kombinierte oder gar kombinierte konditionale Gebote verschärfen diese Problematik,¹¹⁷ wobei die Expertengruppe darauf hinweist, daß (zumindest 1994) noch keine Software existiert, die in der Lage ist kombinierte Gebote in großem Umfang zu bewältigen.

In Anbetracht der Tatsache, daß bei Slot-Auktionen noch wesentlich mehr Objekte als bei der Frequenz-Auktion versteigert werden müssen (allein auf dem Flughafen Frankfurt a.M. sind wöchentlich ca. 6000 Starts bzw. Landungen möglich¹¹⁸) müssen wir schon aus technischen Gründen sowohl auf kombinierte Gebote als auch auf eine simultane Versteigerung aller Slots verzichten. Die Konsequenz daraus besteht in der Durchführung mehrerer simultaner Auktionen, innerhalb derer eine jeweils zu bewältigende Anzahl Objekte versteigert wird. Die Ergebnis-Effizienz ist aber auch bei den Verfahren, die diesbezüglich als am besten geeignet bewertet wurden, nur bei einer simultanen Versteigerung aller Slots zu erreichen. So können auch bei kombinierten Geboten Kompatibilitätsprobleme zwischen Slots auftreten, die auf verschiedenen Auktionen versteigert werden. Somit relativiert sich der Vorsprung dieser Verfahren gegenüber anderen, die weniger effiziente Ergebnisse hervorbringen, aufgrund praktischer Umsetzungsprobleme.¹¹⁹

Aus diesem Grunde entscheiden wir uns sowohl gegen die Rassenti/Smith/Bulfin (RSB)-Auktion als auch gegen die simultane mehrstufige Auktion mit kombinierten Geboten (SMK-Auktion). Bei der Beurteilung der zwei verbliebenen Formen (die Balinski/Sand (BS)-Auktion und die mehrstufige simultane Auktion mit getrennten Geboten (SMG-Auktion) inklusive Gebotsrücknahmemöglichkeit), die grundsätzlich auch im Rahmen eines die gesamte Slotmenge umfassenden simultanen Verfahrens stattfinden sollen, müssen wir nun den praktischen Umsetzungsproblemen Rechnung tragen und von mehreren simultanen Auktionen ausgehen, auf denen je eine Teilmenge Slots versteigert werden. Eine solche Aufteilung von Slots auf mehrere getrennte Auktionen verschlechtert die Möglichkeiten, alle Aggregations-Effizienzen auszuschöpfen und mindert damit die Ergebnis-Effizienz. Um diese Verschlechterung in Gren-

¹¹⁶ Vgl. dazu und zum folgenden FCC (1994a), No. 106-111.

¹¹⁷ Konditionale Gebote stellen bei einem einstufigen Verfahren auch sehr hohe Anforderungen an die Bieter, da diese Gebote für alle aus ihrer Sicht in Frage kommenden Slots formulieren müssen. Vgl. Wolf (1995), S. 29.

¹¹⁸ Vgl. Wolf (1995), S. 29.

¹¹⁹ Vgl. auch McMillan (1994), S. 157; der sich ebenfalls auf die Meinungen der Expertengruppe bezieht, und die Möglichkeit für sehr wahrscheinlich hält, daß die potentiellen Vorteile (Effizienzgewinne) kombinierter Gebote geringer sind als die dadurch entstehenden zusätzlichen Komplexitätskosten.

zen zu halten, sind die Teilmengen so auszuwählen, daß möglichst jeweils alle Slots, zwischen denen Aggregations-Effizienzen vermutet werden, gemeinsam auf einer Auktion versteigert werden.¹²⁰ Getrennte Versteigerungen von Slots, zwischen denen keine Aggregations-Effizienzen bestehen, mindern die Ergebnis-Effizienz nicht.

Bei beiden Auktionsformen ist ein hoher Zeitaufwand zu erwarten. Wie wir in Abschnitt F.II.2. ausgeführt haben, hat das Zeitkostenargument, insbesondere die Möglichkeit, die Auktion vor oder spätestens zu einem im Hinblick auf die Flugplanerstellung festgelegten Termin zu beenden, einen hohen Stellenwert in der Praxis.¹²¹ Die Auktion bietet aufgrund ihrer Ausgestaltung als zeitlich abgegrenztes Verfahren Möglichkeiten, den Zeitaufwand durch geeignete Regeln zu begrenzen. Derartige Eingriffsmöglichkeiten gestalten sich bei dem BS-Verfahren schwieriger, da dieses nicht aus einer, sondern aus unbegrenzt vielen Auktions-Wiederholungen besteht. Da diese Wiederholungen den Kern des Verfahrens darstellen, kann auf sie auch nicht einfach mit dem Ziel der Zeitersparnis verzichtet werden.¹²² Da der Zeitaufwand eines solchen Verfahrens nicht kalkulierbar ist und der theoretische Vorteil der BS-Auktion bezüglich der Ergebnis-Effizienz unter praktischen Bedingungen zu relativieren ist, entscheiden wir uns für die SMG-Auktion. Dabei beziehen wir die Option rückziehbarer Gebote mit geeigneter Sanktionsregel ein, um die Flexibilität der Bieter und damit die Akzeptanz des Verfahrens zu erhöhen.¹²³

Zur Erinnerung fassen wir die in Abschnitt E.III. dargestellte Ausgestaltung der SMG-Auktion mit Gebotsrücknahmemöglichkeit sowie die bedeutendsten Vor- und Nachteile in Tabelle 18 zusammen.

¹²⁰ Es kann aber auch bei geschickter Teilmengenbestimmung nicht ausgeschlossen werden, daß es Aggregations-Effizienzen zwischen Slots gibt, die auf verschiedenen Auktionen versteigert werden.

¹²¹ Der Termin kann auch so früh gesetzt werden, daß noch genug Zeit für Korrektur-Transaktionen auf dem Sekundärmarkt besteht. Der größte Teil der Slots sollte dann aber bereits effizient alloziiert sein.

¹²² Zwar weisen Balinski / Sand auf die Notwendigkeit von Stopp-Regeln hin, erklären aber nicht, wie diese im Rahmen ihres Auktionsverfahrens auszugestalten sind. Vgl. Balinski / Sand (1985), S. 189-190.

¹²³ Vgl. FCC (1994a), No. 146-156; FCC (1994b), No. 75-77; Siehe zu der Sanktionsregel auch Abschnitt E.III.2.e).

Tabelle 18

**Die SMG-Auktion (Simultane mehrstufige Auktion mit getrennten Geboten)
mit Gebotsrücknahmemöglichkeit**

SMG Auktionsdesign mit Gebotsrückgabemöglichkeit	Vorteile	Nachteile
Simultan für die jeweils zu bewältigende Menge Slots, die gemäß vermuteter Aggregations-Effizienzen ausgewählt wird	Informationsgenerierung für Auktionator und Bieter bereits während des Bietprozesses auf der Auktion Nutzbarkeit der Information bei der Gebotsformulierung für die gesamte Menge simultan versteigert Slots, daraus resultierten gute Möglichkeiten, Aggregations-Effizienzen zu realisieren Back-up Strategie möglich	bei zu großer Slotmenge hohe Komplexitätskosten
Mehrstufig: Kombination aus Englischer Auktion und verdeckter Auktion zum zweithöchsten Gebot	Ergebnis-Effizienz (ohne Berücksichtigung von Aggregations-Effizienzen) unabhängig vor der Bieterstruktur Reduzierung des winner's bzw. loser's curse Risikos	hoher Zeitaufwand, insbesondere bei strategischer Verzögerung seitens der Bieter bei strategischer Verzögerung seitens der Bieter Senkung des Informationsgehalts höhere Kollusionswahrscheinlichkeit als bei einstufigen Verfahren
Preis in Höhe des ersten Gebotes, das nicht mehr zum Zuge kommt	Opportunitätskosten-Preis	-
Anonym	Reduzierung der Kollusionswahrscheinlichkeit	-
Getrennte Gebote	niedrige Komplexitätskosten	Risiko, Aggregations-Effizienzen nicht zu realisieren
Rückziehbare Gebote	höhere Flexibilität	geringerer Informationsgehalt

Im folgenden wollen wir die wesentlichen Nachteile des Designs genauer betrachten und diese, wenn möglich, durch die Formulierung geeigneter Regeln

begrenzen. Das Auktionsdesign ist zwar grundsätzlich in der Lage, eine hinsichtlich der Aktualität und Nutzbarkeit brauchbare Informationsbasis zu generieren, jedoch bestehen diesbezüglich einige Unzulänglichkeiten.

In Abschnitt E.III. wurde erläutert, daß die Bieter ihre Streckenzahlungsbereitschaft bei Auktionen mit getrennten Geboten in Einzelgebote transformieren müssen. Dabei sind zusätzlich zu den Informationen über die aktuellen Gebote auch Informationen über die weitere Gebotsentwicklung nötig, um Fehlkäufe zu vermeiden. Dies wird insbesondere dann relevant, wenn die Bieter unterschiedliche Slot-Bündelungs-Präferenzen haben und in späteren Runden back-up Strategien ergreifen. Dem Anspruch auf Information über die noch ausstehende Gebotsentwicklung kann das Verfahren nicht gerecht werden; somit müssen wir das Risiko von Fehlkäufen (Käufe von Slotbündel-Teilen, die nicht die gewünschten Aggregations-Effizienzen realisieren) als verfahrensimmanent hinnehmen und können es nur durch die Option rückziehbarer Gebote begrenzen.

Weitere Schwierigkeiten können dadurch entstehen, daß die Ausgestaltung der SMG-Auktion den Bietern Anreize vermittelt, lieber die Gebotsabgabe hinauszuzögern statt kontinuierlich mitzubieten. Je später der einzelne Bieter seine Gebote abgibt, desto besser ist die Informationsbasis für ihn (wenn die anderen kontinuierlich geboten haben), und desto geringer ist die Gefahr, noch von künftigen Gebotsentwicklungen überrascht zu werden. Diese Abwarte-Strategie verringert das Risiko von Fehlkäufen und ist deshalb individuell rational.

Derjenige Bieter, der die Abwarte-Strategie fährt, verringert jedoch den Informationsgehalt der aktuellen Gebote für die übrigen Teilnehmer. Diese werden erst spät über die Zahlungsbereitschaft des Abwarters informiert und haben sich möglicherweise zu diesem Zeitpunkt bereits durch Gebote auf Entscheidungen festgelegt, die sich nach der Information als falsch erweisen.¹²⁴ Eine aussagekräftigere Informationsbasis, geschaffen durch kontinuierliches Mitbieten, verringert das Fehlentscheidungs-Risiko aller Bieter erheblich.

Die Abwarte-Strategie reduziert also den Informationsgehalt der Gebote und beeinträchtigt damit die Fähigkeit der simultanen mehrstufigen Auktion, aussagekräftige Informationen zu generieren. Ein weiterer Nachteil der Abwarte-Strategie besteht in der Verzögerung des gesamten Bietprozesses, was gleichbedeutend mit einer Erhöhung des Zeitaufwandes ist.¹²⁵

¹²⁴ Das ergibt sich, wenn der Abwarter einige derjenigen Bieter, die sich kontinuierlich am Bietprozeß beteiligen bei Teilen ihrer Wunsch-Pakete überbietet. Diese Bieter können dann die von ihnen einkalkulierten Aggregations-Effizienzen nicht realisieren und haben unter Umständen die restlichen Paket-Bestandteile überzahlt. Wären die überbotenen Bieter früher über die höhere Zahlungsbereitschaft des Abwarters informiert gewesen, hätten sie die ex-post überzahlten Paket-Teile nicht erworben.

¹²⁵ Vgl. FCC (1994b), No. 51.

Die von der Abwarte-Strategie verursachte Informationsreduzierung und der Zeitbedarf der Auktion, der durch diese Strategie noch erhöht wird, stellen zwei Probleme der SMG-Auktion dar. Diese Probleme können aber durch geeignete Regeln zur Bietfrequenz (Aktivitätsregel) und zur Begrenzung des Zeitbedarfs (Stopp-Regel) entschärft werden.

2. Stopp- und Aktivitäts-Regeln

Zuerst überlegen wir, wann die Auktion beendet sein soll. Üblicherweise sind Auktionen beendet, wenn kein Gebot mehr abgegeben wird. Dieses Kriterium kann bei dem simultanen mehrstufigen Verfahren der SMG-Auktion zum einen auf jeden einzelnen Slot und zum anderen auf die Gesamtmenge der Slots, die im simultanen Verfahren zusammengefaßt sind, angewendet werden. Das Auktionsende kann damit mittels zweier Möglichkeiten bestimmt werden, die jeweils unterschiedliche Vor- und Nachteile haben.

Auf die einzelnen Slots bezogen bedeutet die Anwendung des üblichen Kriteriums, daß der aktuell höchste Bieter den Zuschlag für einen Slot erhält, wenn sein Gebot nicht in der Folge-Runde überboten wird. Damit scheidet dieser Slot aus dem Bietprozeß aus. Dieses in dem FCC Report als „Markt für Markt“ Stopp-Regel bezeichnete Verfahren¹²⁶ erschwert die Abwarte-Strategie und beschleunigt damit die Auktion, da die Bieter damit rechnen müssen, daß der Slot einem anderen Konkurrenten zugeschlagen wird, wenn sie selber ihre Gebote zurückhalten.

Das Verfahren separiert allerdings die simultane Auktion durch das auf den jeweiligen einzelnen Slot bezogene Ende in mehrere sequentielle Auktionen mit teilweise parallelem Verlauf, was gegenüber der vorteilhaften Beschleunigung des Bietprozesses einen gravierenden Nachteil darstellt. Der sequentielle Abschluß der Bietprozesse führt dazu, daß sich die Nutzbarkeit der Informationen genau wie bei den als sequentielle Auktion konzipierten Verfahren auf die noch zu versteigernden Slots reduziert. Dies konterkariert den wesentlichen Vorteil des simultanen Verfahrens. Damit einhergehend wird die Flexibilität der Bietstrategien beeinträchtigt. Back-up Strategien sind dadurch ebenfalls auf die noch im Bietprozeß verfügbaren Slots beschränkt. Auch wenn ein Bieter im Rahmen seiner back-up Strategie eine den Preis eines bereits zugeschlagenen Slots übersteigende Zahlungsbereitschaft hat, erhält er diesen Slot auf der Auktion nicht mehr.¹²⁷ Da die „Markt für Markt“ Stopp-Regel das simultane Ver-

¹²⁶ Vgl. FCC (1994a), No. 129.

¹²⁷ Hier erhält der Bieter das Gut, der am frühesten die höchste Zahlungsbereitschaft hat, nämlich dann, wenn *zunächst* kein anderer Bieter mehr interessiert ist. Dies ist eine Art Zufalls-Allokation.

fahren in Richtung sequentieller Auktionen modifiziert und damit die Wahrscheinlichkeit eines effizienten Ergebnisses verringert, ist die Regel für unser Auktionsdesign ungeeignet.

Wenden wir die übliche Regel zum Auktionsende nun auf die Gesamtmenge der Slots an. Dann ist die Auktion erst dann beendet, wenn für keinen einzigen Slot mehr geboten wird („All open until close“ Regel¹²⁸). Bis zu diesem Zeitpunkt sind alle Slots im Rahmen des Bietprozesses verfügbar, unabhängig davon, ob für sie in jeder Runde geboten wurde. Damit wird volle Flexibilität bis zum Ende der Auktion gewährleistet, was den wesentlichen Vorteil der „All open until close“ Regel darstellt.

Die Bieter können also ihre Gebote solange aussetzen, wie noch für einen einzigen Slot geboten wird, ohne daß sie Gefahr laufen, daß die von ihnen gewünschten Rechte den Konkurrenten zugeschlagen werden. Das Aussetzen ermöglicht es ihnen, sich über die Gebote der übrigen Teilnehmer zu informieren und damit ihren individuellen Informationsstand zu verbessern, ohne sich durch Gebote festlegen zu müssen. Weil Bieter, die diese Abwarte-Strategie praktizieren, keine Information über ihre eigenen Zahlungsbereitschaft geben, verschlechtern sie die Informationsbasis für alle übrigen Auktionsteilnehmer während des Bietprozesses. Darüber hinaus führt die verzögerte Gebotsabgabe zu einer Verlängerung der Versteigerung. Damit können die Anfälligkeit gegenüber der Abwarte-Strategie, der damit einhergehende höhere Zeitbedarf sowie die Verschlechterung der Informationsbasis als gravierende Nachteile der „All open until close“ Regel festgehalten werden. Aus diesen Gründen findet auch diese Regel in dieser Form keine Anwendung.¹²⁹

Als Zwischenergebnis können wir festhalten, daß zwischen Flexibilität und Aussagekraft der Informationsbasis ein trade-off besteht. Je flexibler die Bieter ihre Strategien wechseln können, desto weniger aussagekräftig sind die Gebote, weil diese zumindest in frühen Auktionsrunden nicht alle relevanten Zahlungsbereitschaften widerspiegeln. Späte „Überraschungsgebote“ werden dagegen vermieden und eine zuverlässige Informationsbasis generiert, wenn alle Interessenten Runde für Runde für die gleichen Slots bieten und niemand plötzlich in einen anderen Bietprozeß eingreift.

Da unser Auktionsverfahren aber möglichst zu jedem Zeitpunkt aussagekräftige Informationen generieren soll, ohne die Flexibilität der Bieter zu sehr einzuschränken, muß überlegt werden, wie der trade-off zwischen den beiden Anforderungen am besten berücksichtigt werden kann. Um dieser Problematik gerecht zu werden, entwickelten Milgrom und Wilson eine Aktivitätsregel als

¹²⁸ Dieser anschauliche Begriff wird von McMillan verwendet. Vgl. McMillan (1994), S. 154.

¹²⁹ Vgl. FCC (1994a), No. 127-132; FCC (1994b), No. 51.

Ergänzung zur „All open until close“ Regel. Diese Aktivitätsregel bewirkt, daß der Flexibilitäts-Vorteil der „All open until close“ Regel grundsätzlich genutzt werden kann, ohne daß die Nachteile in ihrem gesamten Ausmaß zum Tragen kommen.¹³⁰

Im wesentlichen verlangt diese Regel, daß die Bieter verpflichtet sind, in jeder Runde mindestens für einen bestimmten Bruchteil der planmäßig zu erwerbenden Slotmenge zu bieten. Diese Menge ist dem Auktionsveranstalter bekannt, da die Bieter eine Bietberechtigung für die Menge der in Frage kommenden Slots erwerben müssen, um an der Auktion teilzunehmen.¹³¹

Milgrom und Wilson unterteilen die Auktion in drei Stadien, die sich für die Bieter hinsichtlich des vorgeschriebenen Aktivitätsgrades unterscheiden. Im ersten Stadium müssen sie für ein Drittel ihrer Bietberechtigung, im zweiten für zwei Drittel und im dritten für alle Slots bieten. Der Übergang von einem Stadium zum nächsten ist im wesentlichen von der Größenordnung der Gebotsveränderungen abhängig und wird vom Auktionator bestimmt, der die Bieter darüber informiert. Bietet ein Teilnehmer für eine geringere Anzahl Slots, als die geltende Gebotsquote vorschreibt, wird dieses Abwarten mit einer entsprechenden Reduzierung der Bietberechtigung bestraft.

Der Abwarter darf nicht mehr für seine gesamte Wunschmenge bieten und kann somit den individuellen Vorteil der Strategie (weitgehend risikolose Gebotsabgabe) nicht nutzen. Durch den partiellen Ausschluß vom Bietprozeß werden auch die unerwünschten Folgen der Abwarte-Strategie („Überraschungen durch späte Gebote“ - Verschlechterung der Informationsbasis und Verzögerung des Bietprozesses) vermieden. Die Regel führt also dazu, daß die Abwarte-Strategie für den einzelnen Bieter weniger attraktiv ist.

Da der Bieter in den ersten Runden nicht gezwungen wird, für alle von ihm in Betracht gezogenen Slots zu bieten, begrenzt diese Regel zwar die strategische Gebotsverzögerung durch die vorgeschriebene Gebotsquote, erlaubt dem Bieter aber gleichzeitig, sich die Flexibilität des simultanen mehrstufigen Verfahrens in den ersten Runden zunutze zu machen. In einem frühen Stadium muß sich der Bieter noch nicht auf viele Gebote festlegen, was einen etwaigen Strategiewechsel begünstigt. Diese Flexibilität wird auch dadurch unterstützt, daß die Berechtigung für eine bestimmte Menge gilt, es aber nicht spezifiziert werden muß, um welche Slots es sich dabei handelt. Somit kann nach ei-

¹³⁰ Diese Regel wurde für die Frequenz-Lizenz-Auktionen entwickelt. Neben dieser Regel gibt es noch andere Möglichkeiten, auf die Bietfrequenz einzuwirken. Vgl. zur Milgrom / Wilson Aktivitäts-Regel FCC (1994a), No. 135-140; vgl. zu anderen Aktivitätsregeln FCC (1994a), No. 141.

¹³¹ Siehe Abschnitt F.I.4. „Zulassung geeigneter Bieter“.

nigen Runden problemlos für andere Slots geboten werden, sofern diese die vorgegebene Menge nicht überschreiten.

Natürlich geht auch bei dieser Regel eine Erhöhung der Flexibilität mit einer Reduzierung des Informationsgehaltes einher. Wenn nun tatsächlich nur für einige Slots geboten wird, ist der Informationsstand bezüglich der Nachfragesituationen bei den einzelnen Slots noch nicht sehr präzise. Wir haben bei der Analyse der Auktionsformen gesehen, daß ein Strategiewechsel dazu führen kann, daß für einige Bieter die relevanten Informationen über die Preise zu spät generiert werden.¹³² Um die Aussagekraft der Informationen zu erhöhen, wird die Flexibilität im Verlauf der Auktion durch die zunehmend restriktivere Bietverpflichtung immer weiter eingeschränkt.

Da die Teilnehmer entweder bieten müssen oder Teile ihrer Bietberechtigung verlieren, ist eine hinreichend zügige Gebotserhöhung zu erwarten. Dies kann durch die Vorgabe angemessen hoher Mindestgebotsschritte unterstützt werden. Wenn die aktuelle Gebotshöhe bei allen Slots nach vertretbarer Zeit die Wertschätzung der jeweiligen Grenzbietler übersteigt und diese ausscheiden, ist die Auktion beendet.

Bestehen bei der Konzeption des Auktionsdesigns Zweifel darüber, ob diese Regeln wirklich geeignet sind, den zeitlichen Aufwand der Auktion so zu begrenzen, daß sie zu einem vorher vereinbarten Termin¹³³ beendet ist, kann dies durch eine Art „Not-Regel“ sichergestellt werden.¹³⁴ Diese Regel wird nur dann angewendet, wenn die Auktion zu einem sogenannten kritischen Zeitpunkt nicht beendet ist. Bei der Wahl dieses Zeitpunktes muß berücksichtigt werden, daß danach noch genug Zeit bleibt, die Auktion zu beenden, etwaige Transaktionen auf dem Sekundärmarkt durchzuführen und die Vorkehrungen für ein flugplangebundenes Angebot der Flugdienstleistungen zu treffen. Die Not-Regel sieht vor, das mehrstufige Verfahren durch eine einstufige verdeckte Auktion zum zweithöchsten Gebot zu ersetzen. Dies garantiert, daß die Auktion nach einer einzigen weiteren Runde abgeschlossen ist und macht damit das spätestmögliche Ende planbar.

Die Nachteile dieser Regel sind die Informations- und Flexibilitätsprobleme einstufiger Verfahren. Diese Probleme sind aber in diesem Fall wesentlich entschärft, weil die Bieter die Informations- und Flexibilitätsvorteile der SMG-Auktion über viele Runden nutzen können und somit i.d.R. bei Beginn der ver-

¹³² D.h. sie haben vor dieser Information ein Gebot für einen Komplementär-Slot abgegeben, das sich nach der Information als zu hoch erweist.

¹³³ Wie in Abschnitt F.II.2. ausgeführt wurde, sollte dies aus Praktikabilitätsgründen gewährleistet sein.

¹³⁴ Vgl. Wolf (1995), S. 48-50. Wolf hat eine solche Not-Regel konzipiert, die im folgenden dargestellt wird.

deckten Auktion zum zweithöchsten Gebot recht präzise Anhaltspunkte zur Gebotsformulierung haben dürften.

Natürlich kann es hier zum Erwerb von Slots kommen, deren komplementäre Slots fehlen. Dies ist aber genauso beim mehrstufigen Verfahren möglich. Wie wir bereits gesehen haben, ist dieses Problem mit einiger Wahrscheinlichkeit unter Berücksichtigung der Umsetzbarkeit des Verfahrens in die Praxis sowieso nicht vermeidbar. Insofern erscheint Wolfs Vorschlag geeignet, im Notfall die Auktion unter Inkaufnahme geringer Effizienzverluste zu beenden.

Damit ist die Konzeption des Auktionsdesigns samt flankierender Maßnahmen abgeschlossen. Tabelle 19 faßt die wesentlichen Elemente der effizienten Lösung zusammen.

Tabelle 19

Die effiziente Lösung

Das Auktionsdesign	Vorteile	Nachteile
Simultan für die jeweils zu bewältigende Menge Slots, die gemäß vermuteter Aggregations-Effizienzen ausgewählt wird	Informationsgenerierung für Auktionator und Bieter während des Bietprozesses während der Auktion Nutzbarkeit der Information bei der Gebotsformulierung für die gesamte Menge simultan versteigerter Slots Back-up Strategie möglich	bei zu großer Slotmenge hohe Komplexitätskosten
Mehrstufig: Kombination aus Englischer Auktion und verdeckter Auktion zum zweithöchsten Gebot	Ergebnis-Effizienz (ohne Berücksichtigung von Aggregations-Effizienzen) unabhängig von der Bieterstruktur Opportunitätskosten-Preis Reduzierung des winner's und loser's curse Risikos	hoher Zeitaufwand, insbesondere bei strategischer Verzögerung seitens der Bieter bei strategischer Verzögerung seitens der Bieter Senkung des Informationsgehalts höhere Kollisionswahrscheinlichkeit als bei einstufigen Verfahren
Preis in Höhe des ersten Gebots, das nicht mehr zum Zuge kommt	Opportunitätskosten-Preis	-

- Fortsetzung -

- Fortsetzung -

Das Auktionsdesign	Vorteile	Nachteile
Anonym	Reduzierung der Kollisionswahrscheinlichkeit	-
Getrennte Gebote , innerhalb derer für Zeiteinheiten kombiniert geboten wird (siehe Abschnitt F.I.3.)	niedrige Komplexitätskosten verursachungsgerechte Berücksichtigung der Opportunitätskosten	Risiko, Aggregations-Effizienzen nicht zu realisieren
„All open until close“ Regel	volle Flexibilität bis zum Auktionsende	hoher Zeitaufwand, insbesondere bei strategischer Verzögerung seitens der Bieter bei strategischer Verzögerung seitens der Bieter Senkung des Informationsgehalts
Milgrom/Wilson Aktivitäts-Regel	Reduziert die Attraktivität der Abwarte-Strategie → Begrenzung des Zeitaufwandes → Aussagekräftigere Informationsbasis	gewisse Flexibilitätsverringerung nicht vermeidbar
Rückziehbare Gebote	höhere Flexibilität	geringerer Informationsgehalt
Not-Regel: Wechsel zur verdeckten Auktion zum zweithöchsten Gebot	Garantie, die Auktion zum vereinbarten Zeitpunkt zu beenden	Flexibilität nicht mehr vorhanden
Befristete Nutzungsrechte	Erschweren die Monopolisierungsstrategie Disziplinierungswirkung für Gesellschaften Präzisierung der Informationsbasis für den Anbieter Flexibilität für den Anbieter	höhere Transaktionskosten als bei unbefristeten Rechten
Limitierung der Slotanzahl pro Gesellschaft (gilt auch auf dem Sekundärmarkt)	Erschwert die Monopolisierungsstrategie	u.U. Verzicht auf das Ausschöpfen von Skaleneffekten

- Fortsetzung -

Das Auktionsdesign	Vorteile	Nachteile
Prioritätsanspruch als Slot-Bestandteil	Effizienzsteigerung in Störfall-Situationen	-

Der Sekundärmarkt		
Offene, mehrstufige, simultane Double auction über zentrale Stelle	Informationsgenerierung für Teilnehmer und zentrale Stelle Nutzbarkeit der Information bei der Gebotsformulierung, Berücksichtigung der Aggregations-Effizienzen Korrekturfunktion	bei zu großer Slotmenge hohe Komplexitätskosten hoher Zeitaufwand?
Zeitlich unbegrenzt	jederzeitige Reallokation d. Slotbestandes zwischen den Auktionsterminen	-
Anonym	Erschwert Slotmonopolisierungsstrategie	-
Kombinierte Gebote (nach Kosten-Nutzen Analyse)	bestmögliche Berücksichtigung von Aggregations-Effizienzen	u.U. Verzerrung zugunsten kombinierter Gebote hohe Komplexitätskosten, insbesondere, wenn die zentrale Stelle obiges Problem verhindern soll

G. Zusammenfassung

Ziel der Arbeit ist die Konzipierung ordnungspolitischer Maßnahmen, die die effiziente Allokation von Verkehrs-Infrastruktur-Nutzungen gewährleisten. Das grundlegende Kriterium der Analyse besteht in der wohlfahrtsmaximierenden Nutzung der jeweiligen Infrastruktur, das neben der effizienten Allokation als Ergebnis auch die Kosten umfaßt, die bei ihrer Realisierung entstehen. Wie sich in der Analyse herausstellt, sind diese Kosten je nach den Charakteristika der jeweiligen Infrastruktur-Nutzungen in hohem Maße unterschiedlich, was zu verschiedenen Infrastrukturtyp-spezifischen Lösungsvorschlägen führt.

Ausgehend von der für Infrastruktur-Nutzungen typischen ökonomischen Eigenschaft der partiellen Rivalität werden zwei sich aufgrund unterschiedlicher institutioneller Regelungen ergebende grundsätzliche Kategorien dieser Nutzungen unterschieden. Dies sind erstens die sogenannten geregelten Nutzungen, für deren Infrastrukturen auf Basis einer nach bestimmten Kriterien begrenzten Menge genau spezifizierter Nutzungsrechte eine Kapazitätsgrenze exogen definiert und an dieser ein physischer Ausschluß praktiziert wird. Das führt dazu, daß sich die Nutzer bis zu dieser Kapazitätsgrenze nicht gegenseitig beeinträchtigen, an der Kapazitätsgrenze allerdings die weitere Nutzung unmöglich ist, also eine direkte Rivalität besteht. In diese Kategorie fallen die hier als Hauptbeispiel verwendeten Slots und die Schienennutzungsrechte.

Die zweite Kategorie stellen die unregelmäßigten Nutzungen dar, bei denen kein physischer Ausschluß vorgesehen ist, d.h., daß jedem potentiellen Nutzer nahezu jederzeit die Inanspruchnahme der Infrastruktur möglich ist. Diese Kategorie, die die für Infrastruktur-Nutzungen typische Eigenschaft der partiellen Rivalität aufweist, wird am Beispiel der Straßennutzungen diskutiert.

In Kapitel B. und C. erfolgt eine kurz- und langfristigen Analyse dieser beiden Nutzungskategorien. Der grundsätzliche ordnungspolitische Vorschlag besteht darin, daß die knappen Nutzungen beider Kategorien im Hinblick auf das Effizienz-Ziel entgegen der heute gängigen Praxis pretial zu allozieren sind. Dabei ist das Verursacherprinzip zu beachten, bei dem jeder Nutzer über den Preis mit den von ihm verursachten Opportunitätskosten¹ konfrontiert wird und diese in seinem individuellen Entscheidungskalkül berücksichtigen muß. Der

¹ Diese Opportunitätskosten bestehen beispielsweise in der Beeinträchtigung der Nutzungsqualität anderer und in der Reduzierung der Anzahl der Nutzungsmöglichkeiten.

Preis lenkt die Nutzungen kurzfristig in die effizientesten Verwendungsrichtungen und macht für die langfristige Betrachtung den Nutzen des Infrastrukturausbaus transparent. Zur Umsetzung dieses Vorschlages sind im wesentlichen erstens präzise Informationen über die Lage von Nachfrage- und Kostenfunktionen erforderlich, zweitens muß die jeweilige Infrastruktur die Anwendung des Ausschlußprinzips erlauben, welches aufgrund der heute verfügbaren Technik bei den in dieser Arbeit betrachteten Infrastrukturen grundsätzlich möglich ist.

Die Diskussion des ersten Punktes ergibt, daß der Informationsanspruch in der Realität hinsichtlich der unterschiedlichen Präferenzen und Zahlungsbereitschaften der Nutzer sowie deren Beiträge zur Stauverursachung sehr hoch ist. Dabei wird deutlich, daß bestimmte Transaktionsbedingungen auf dem jeweiligen Markt für Infrastruktur-Nutzungen eine präzise Preisermittlung und -setzung erleichtern. Diese Transaktionsbedingungen bestehen in der zeitlichen Trennung von Bekanntgabe der Nachfragewünsche, welche inklusive der Zahlungsbereitschaften bis zu einem bestimmten Zeitpunkt vorliegen müssen und hinsichtlich der Beanspruchung der Infrastruktur spezifiziert werden, der Preissetzung, der Zuweisung der Rechte und ihrer Inanspruchnahme. Solche Transaktionsbedingungen liegen vor oder können geschaffen werden, wenn die Nutzungen physisch ausschließbar und ohne prohibitiv hohe Kosten von den Nachfragern planbar sind.

Angesichts der in der Arbeit beschriebenen Nachfrage- und Angebotsspezifika der jeweiligen Infrastruktur-Nutzungen ist anzunehmen, daß die Kosten des pretialen Verfahrens bei geregelten Flughafen- und Schienen-Nutzungen niedriger sind als bei unregelten Straßennutzungen.

Ebenfalls sind Nutzungen mit diesen Eigenschaften bei für Verkehrs-Infrastrukturen typischen nicht prognostizierbaren Nachfrage- und/oder Kapazitätsschwankungen einfacher und effizienter zu handhaben. Die Problematik solcher Schwankungen ist Gegenstand von Kapitel D. Dort werden zunächst die Ergebnisse unterschiedlicher Rationierungsverfahren und deren Betriebskosten im Falle spontan auftretender Nachfrageüberschüsse dargestellt und wohlfahrtsökonomisch bewertet sowie Wohlfahrtseinbußen aufgrund unsicherer Bedienung erläutert. Danach werden verschiedene Methoden zur Begrenzung solcher Wohlfahrtsverluste präsentiert.

Eine geeignete Methode für den Umgang mit stochastischen Überlasten stellt das Priority Pricing dar. Dieses Verfahren berücksichtigt die verschiedenen Präferenzen der Nachfrager für eine bevorzugte Bedienung im Störfall, ermöglicht aufgrund der störfallbezogenen Anwendung die effiziente Ausnutzung der Kapazität und liefert detaillierte Informationen für eine Kapazitätsveränderung. Damit den Prioritäten entsprochen werden kann, muß im Störfall

eine sofortige Bedienung realisierbar sein, was hohe Ansprüche an die Infrastruktur stellt. Da die Prioritäten eine bestimmte Zeitspanne vor der Nutzung erworben werden, müssen die Nachfrager auch bei diesem Verfahren in der Lage sein, ihre Nutzungswünsche ohne prohibitive Nutzeneinbußen zu planen. Eine problemlose zeitliche Trennung von Bekanntgabe der Nachfragewünsche und Zahlungsbereitschaft für die Priorität, Preissetzung und Zuweisung der Rechte sowie deren Inanspruchnahme begünstigen die sinnvolle Nutzung dieses Verfahrens auf der Nachfrageseite.

Wie aus der Diskussion der infrastrukturseitigen Erfordernisse hervorgeht, eignet sich die Flughafennutzung in geradezu idealer Weise für die Anwendung des Priority-Pricing. Prinzipiell kann es auch bei der Schienennutzung eingesetzt werden, auch wenn hier infrastrukturseitig einige Abstriche gemacht werden müssen. Bei unregelmäßigen Nutzungen erscheint die Anwendung jedoch komplizierter.²

Eine weniger differenzierte Methode stellt die Crew/Kleindorfer-Lösung dar, die die Wohlfahrtsverluste infolge von Nachfrage- und Kapazitätsschwankungen bei der Preisermittlung und Kapazitätsbestimmung berücksichtigt. Der Vorteil dieser Lösung ist, daß sie keine hohen Anforderungen an die Nutzer und an die Infrastruktur stellt. Es ist damit für alle Nutzungskategorien gleichermaßen anwendbar.

Für die Umsetzung des pretialen Verfahrens ist die präzise Information über die Zahlungsbereitschaften der Nutzer von hoher Bedeutung. In Kapitel E. und F. wird dargestellt, daß ein entsprechend differenziertes Auktionsverfahren geeignet ist, sowohl Informationen über heterogene Präferenzen (Qualitätsansprüche), daraus resultierende Zahlungsbereitschaften für Nutzungen und Prioritäten als auch über heterogene Kapazitätsverknappung zu liefern.

Voraussetzung einer sinnvollen Anwendung eines Auktionsverfahrens für Infrastruktur-Nutzungen ist die Definition von Nutzungsrechten sowie eine zeitliche Trennung von Bekanntgabe der Nachfragewünsche und Zuweisung auf der einen Seite und der Inanspruchnahme des Rechts auf der anderen Seite wie auch ein hinreichend langer Zeitraum für die Interaktionen auf der Auktion. Aufgrund dessen eignen sich wiederum planbare, geregelte Nutzungen am besten als Versteigerungsobjekte. In dieser Arbeit wurde ein Auktionsverfahren für Slots entwickelt, das aber ebenso für andere Nutzungsrechte mit den gleichen ökonomischen Eigenschaften anwendbar ist.

Es gibt verschiedene Auktionsmodelle, die sich bezüglich der Preisermittlung und, bei der Versteigerung mehrerer Objekte, hinsichtlich des Ablaufver-

² Unter besonderen Umständen (i.w. wiederkehrende Fahrten und zur bevorzugten Bedienung geeignete Sonderspuren) sind sogar Straßennutzungen nicht grundsätzlich ungeeignet.

fahrens (gleichzeitige oder aufeinanderfolgende Versteigerung der Objekte) unterscheiden. Diese Formen von Auktionsverfahren sind unterschiedlich geeignet, verschiedene Probleme zu lösen, die aufgrund spezieller Eigenschaften der Auktionsobjekte sowie der Bieter beim Bietprozeß entstehen und die effiziente Allokation verhindern können. Die problemverursachenden Eigenschaften bestehen i.d.R. seitens der Objekte in Informationsunsicherheiten bezüglich ihres Wertes und seitens der Bieter in unterschiedlichem Biet- und kollusivem Verhalten.

Darüber hinaus gibt es Unterschiede bei den Versteigerungsformen hinsichtlich der Informationsgenerierung für Bieter und Auktionator. Letzteres wird im Rahmen der langfristigen Betrachtung besonders relevant. Ersteres ist zu beachten, wenn Informationsunsicherheit über Wert und Preis der Objekte zu unerwünschten Auktionsergebnissen führt. Dies betrifft die Aggregations-Effizienzen und die winner's bzw. loser's curse Risiken.

Da die Verfahren jeweils unterschiedliche Vorteile haben und insbesondere zwischen den Fähigkeiten, kollusives Verhalten zu vermeiden und Informationsunsicherheiten für die Bieter zu reduzieren, ein trade-off besteht, gibt es kein absolut überlegenes Auktionsverfahren.

Von einem relativ überlegenen Auktionsverfahren kann nur dann gesprochen werden, wenn genau feststeht, welche Objekte unter welchen Bietern versteigert werden sollen und welchen Problemen höhere Bedeutung zugemessen wird. Aufgrund dessen müssen Objekte und potentielle Bieter vor der Wahl des Verfahrens hinsichtlich der Problemeigenschaften sorgfältig eingeordnet werden. Beispielsweise muß klar sein, ob der Kollusionsresistenz oder der Generierung von Informationen während des Versteigerungsprozesses große Bedeutung zugemessen wird.

Bei der diesbezüglichen Kategorisierung der in dieser Arbeit als Beispiel für zu versteigernde kompatible Nutzungsrechte gewählten Slots ergab sich, daß kollusives Verhalten zwar erschwert werden sollte, dies aber aufgrund der hohen Anzahl potentieller Bieter nicht von erster Priorität ist. Von hoher Bedeutung sind dagegen die Informationsprobleme für die Bieter. Diese stellten sich bei kompatiblen Nutzungsrechten wie Slots (und auch Trassen) in weit höherem Maße gravierend dar als die aus der traditionellen Auktionstheorie bekannten Wertunsicherheitsprobleme. Die Nutzungsrechte Slots und Trassen sind Input-Faktoren für die Durchführung einer Transportleistung, die i.d.R. nur in bestimmten Kombinationen ökonomisch sinnvoll verwendet werden können. Aufgrund dessen ist der Wert eines bestimmten Rechte-Pakets höher als die Summe der Einzelteile. Dieser Sachverhalt wurde als Aggregations-Effizienz bezeichnet. Daher sind Preis und Verfügbarkeit der passenden Paketbestandteile ein wichtiger wertbestimmender Faktor für einen Slot und damit ein von den Bietern bei der Gebotsformulierung zu berücksichtigender Faktor.

Da die Bieter aber die Preise der noch nicht versteigerten Slots bei der Gebotsabgabe für die dazu kompatiblen Slots i.d.R. nicht kennen, fehlen ihnen diese wichtige Informationen bei der Gebotsformulierung, und sie sind gezwungen, diese Preise zu schätzen. Daraus kann sich eine Allokation auf Basis zufälliger Schätzungen ergeben, die dem Ziel der effizienten Allokation nicht gerecht wird und einzelwirtschaftliche Verluste hervorruft. Solche Verluste können die Akzeptanz eines Versteigerungsverfahrens mindern.

Aufgrund dessen ist der Informationsgenerierung große Beachtung zu schenken und ein Verfahren auszuwählen, das sowohl die Information generiert als auch ihre Nutzung für die Bieter während des Bietprozesses ermöglicht. Diesbezüglich wurden in der Arbeit mehrere Auktionsverfahren untersucht und vier grundsätzlich geeignete präsentiert, die auch bestmöglich kollusives Verhalten verhindern sollten. Dabei wurde deutlich, daß diese Verfahren unterschiedlich hohe Betriebskosten verursachen, was im Hinblick auf die wohlfahrtsmaximale Lösung unter Berücksichtigung der relevanten Kosten von Bedeutung ist. Es konnte festgestellt werden, daß ein gewisses Maß an Fehlallokationen aufgrund von Inkompatibilitäten nicht auszuschließen ist. Dies ist insbesondere dann wahrscheinlich, wenn aufgrund der Praktikabilität von einer simultanen Versteigerung aller weltweit verfügbaren Nutzungsrechte abgesehen werden muß.

Als nächster Schritt wird ein Sekundärmarkt für Nutzungsrechte betrachtet, der zum einen eine Korrekturfunktion hinsichtlich möglicher Fehlallokationen beim Auktionsergebnis hat und zum anderen eine flexible Anpassung der Slotbestände an veränderte Präferenzen und den Marktzugang für Newcomer zwischen den Auktionsterminen gewährleisten soll. Ziel dieser Betrachtung ist ein System aus Auktion und Sekundärmarkt, das die effiziente Allokation unter Berücksichtigung der Interdependenzen beider Märkte zu den geringsten Gesamtkosten erreicht.

Zusätzlich zu dem Allokationssystem wird in Kapitel F. diskutiert, ob eine pretiale Allokation etwaige Monopolisierungs-Strategien auf den Märkten für die Transportdienstleistungen begünstigt. Dieses Problem kann entstehen, wenn die Nutzungsrechte Inputfaktoren für auf nachgelagerten Märkten anzubietende Transportdienstleistungen sind. Es wird befürchtet, daß eine Gesellschaft versucht, alle relevanten Rechte, z.B. für eine gewinnversprechende Route, aufzukaufen, damit die anderen Anbieter aus diesem Markt drängt und diese Route monopolisiert.

Zwar ist eine wettbewerbspolitische Betrachtung des Marktes für Flugdienstleistungen nicht Thema der Arbeit, darf aber in den Bereichen nicht vernachlässigt werden, in denen das zu konstruierende Allokationssystem mögliche Auswirkungen auf die Wettbewerbssituation hat. Das Allokationssystem muß Vorkehrungen beinhalten, die wohlfahrtsmindernde Auswirkungen auf die

nachgelagerten Märkte bestmöglich vermeiden. In dieser Arbeit wird neben anderen flankierenden Maßnahmen (z.B. kurze Laufzeit der Nutzungsrechte) eine Limitierung der von einer Gesellschaft maximal zu erwerbenden Slotanzahl vorgeschlagen, die sowohl für die Auktion als auch für den Sekundärmarkt gilt.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß für planbare, geregelte Infrastruktur-Nutzungen ein präzises pretiales Allokationssystem implementierbar ist. Dies kann so ausgestaltet werden, daß es neben der effizienten Allokation der planbaren Nutzungswünsche auch in Situationen stochastischer Kapazitäts- und Nachfrageüberschüsse die möglichen Nutzungen effizient zuweist. Auch liefert das System präzise Informationen darüber, welchen Wert die Inanspruchnahme der Infrastruktur für die Nutzer darstellt und macht damit den ökonomischen Wert von Infrastrukturveränderungen transparent.

Nutzungen, die häufig spontan und ungeregelt sind, eignen sich für die Anwendung eines derart präzisen und Sondersituationen umfassenden Allokationssystem nicht im gleichen Maße wie die vorgenannten Nutzungen. Dennoch können auch hier, verglichen mit der heutigen Situation, wesentliche Effizienzverbesserungen durch eine pretiale Allokation erreicht werden. Die pretiale Lösung ist dabei weniger als theoretisch exakte Lösung, sondern als ein pragmatisches Näherungsverfahren anzusehen.

Insbesondere angesichts der heutigen Möglichkeiten, den Preisausschluß für Infrastruktur-Nutzungen technisch umzusetzen, sind erhebliche Effizienzgewinne durch die Anwendung des Preismechanismus im Verkehrsinfrastrukturbereich erzielbar. Dies ist auch im Hinblick auf die zunehmende Tendenz, den Infrastrukturausbau privat zu finanzieren, von großem Interesse.

Literaturverzeichnis

- Aberle, Gerd* (1987): Verkehrswegebenutzungsabgaben für die Eisenbahn, in: Wirtschaftsdienst Jg. 67, VIII, S. 389-393.
- Aberle, Gerd / Hedderich, Alexander* (1993): Diskriminierungsfreier Netzzugang bei den Eisenbahnen, in: Internationales Verkehrswesen 45, Heft 1+2, S. 15-26.
- Aberle, Gerd / Brenner, Andrea* (1994): Trassenpreissystem der Deutsche Bahn AG - eine erste kartellrechtliche und ökonomische Beurteilung, in: Internationales Verkehrswesen, 12, Jg. 46, S. 704-712.
- Aberle, Gerd / Weber, Ulrich* (1987): Verkehrswegebenutzungsabgaben für die Eisenbahn, Giessener Studien zur Transportwirtschaft und Kommunikation Band 1, Darmstadt.
- Amihud, Yakov* (Hrsg.) (1976): Bidding and Auctioning for Procurement and Allocation, New York.
- Andersen, Per* (1974): Public Utility Pricing in the Case of osciliating Demand, in: Swedish Journal of Economics, Vol. 76, S. 402-414.
- Arnold, Volker* (1992): Theorie der Kollektivgüter, München.
- Bailey, E. E. / Williams, J. R.* (1988): Sources of Economic Rent in the Deregulated Airline Industry, in: Journal of Law & Economics, Vol. 31, No. 1, S. 173-202.
- Balinski, Michael L. / Sand, Francis M.* (1985): Auctioning Landing Rights at Congested Airports, in: H. Peyton Young (Hrsg.), Cost Allocation: Methods, Principles, Applications, Amsterdam / New York / Oxford, S. 179-192.
- Barzel, Yoram* (1974): A Theory of Rationing by Waiting, in: Journal of Law and Economics, Vol. 17, No. 1, S. 73-95.
- Baum, Herbert* (1971): Zur Kritik des Road Pricing, in: Schweizerisches Archiv für Verkehrswissenschaft und Verkehrspolitik, Heft 4, S. 253-273.
- Beane, Jerry L.* (1980): The Antitrust Implications of Airline Deregulation, in: Journal of Air Law and Commerce, Vol. 45, S. 1001-1026.
- Beckman, Martin / Mc Guire, C. B. / Winsten, Christopher B.* (1956): Studies in economics of transportation, New Haven.
- Beesley, M. E.* (1986): Commitment, Sunk Costs, and Entry to the Airline Industry, in: Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 20, No. 2, S. 173-190.
- Bennett, David, L.* (1991): The U.S. Slot Allocation System, IATA Slot Allocation Symposium, Brussels, Belgium, September 10, 1991.
- Berg, Sanford V. / Tschirhart, John* (1988): Natural monopoly regulation, Cambridge.
- Berger, Ulrike E.* (1994): Implikationen nicht pretialer Rationierungsmechanismen, Diskussionsbeiträge aus dem Institut für Volkswirtschaftslehre der Universität Hohenheim, Nr. 105.
- Berger, Ulrike E. / Kruse, Jörn* (1994): Allokative Begründung des Road Pricing, in: Hamburger Jahrbuch für Wirtschafts- und Gesellschaftspolitik, 39. Jahr, S. 213-232.

- Berglas, Eitan / Pines, David* (1981): Clubs, local public goods and Transportation Models, in: *Journal of Public Economics* 15, S. 141-162.
- Blankart, Charles B.* (1980): *Ökonomie der öffentlichen Unternehmen*, München.
- Boadway, Robin W. / Wildasin, David E.* (1984): *Public Sector Economics*, 2. Auflage, Boston / Toronto.
- Boadway, Robin W. / Bruce, Neil* (1984): *Welfare economics*, Oxford.
- Bobinger, Rupert* (1993): *Straßenbenutzungsgebühren in Theorie und Praxis*, München.
- Bohley, Peter* (1980): Gebühren und Beiträge, in: *Handbuch der Finanzwissenschaft*, 2. Band, 3. Auflage, Tübingen, S. 916-947.
- Borenstein, Severin* (1988): On the Efficiency of Competitive Markets for Operating Licenses, in: *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 103, No. 2, S. 357-385.
- (1989): Hubs and High Fares: Dominance and Market Power in the U.S. Airline Industry, in: *Rand Journal of Economics*, Vol. 20, No. 3, S. 344-365.
 - (1992): The Evolution of U.S. Airline Competition, in: *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 6, No. 2, S. 45-73.
- Borrmann, Jörg* (1991): Zur Allokation von Start- und Landerechten - Eine Kritik an den Regulierungsvorschlägen der EG-Kommission, in: *Wirtschaft und Wettbewerb* 9, S. 678-688.
- Boyce, John R.* (1994): Allocation of Goods by Lottery, in: *Economic Inquiry*, Vol. 32, July, S. 457-476.
- Brander, John R. G., / Cook, B. A. / Rowcroft, John E.* (1988): Auctioning Runway Slots: Long Run Implications, in: *Journal of the Transportation Research Forum*, Vol. 29, S. 35-43.
- (1989): Entry, Exclusion and Expulsion in a Single Hub Airport System, in: *Transportation Research Record*, No. 1214, S. 27-36.
- Brenck, Andreas* (1992): Theoretische Aspekte des Road Pricing, in: *Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität Münster (Hrsg.), Netzwerke, Berichte aus dem Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität Münster*, Ausgabe Nr. 3, S. 3-11.
- Brown, Gardner, Jr. / Johnson, M. Bruce* (1969): Public Utility Pricing and Output under Risk, in: *American Economic Review*, Vol. 59, No. 1, S. 119-128.
- Brümmerhoff, Dieter* (1990): *Finanzwissenschaft*, 5., überarbeitete und erweiterte Auflage, München / Wien.
- Bulow, Jeremy / Roberts, John* (1989): The Simple Economics of Optimal Auctions, in: *Journal of Political Economy*, Vol. 97, No. 5, S. 1060-1090.
- Büttler, Hans-Jürg* (1982): Grenzkostenpreise im Straßenverkehr, in *Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik*, Vol. 118, Heft 2, S. 185-203.
- (1983): Schwerverkehrsabgabe, Treibstoffzölle und optimale Fahrpreise, in: *Jahrbuch der Schweizerischen Verkehrswirtschaft 1982*, St. Gallen.
- Button, Kenneth, J.* (1993): *Transport Economics*, 2. Auflage, Cambridge.
- Cannon, Colin-M.* (1987): Peak-Pricing and Self-Rationing, in: *Energy Economics*, Vol. 9, No. 2, S. 99-103.
- Capen, E. / Clapp, R. / Campbell, W.* (1971): Competitive Bidding in High-Risk Situations, in: *Journal of Petroleum Technology*, Vol. 23, 1, S. 641-653.

- Caves, Douglas W. / Tretheway, Michael W. (1984): Economics of Density versus Economics of Scale: Why Trunk and Regional Airline Costs Differ. Unpublished Paper presented at the Department of Justice Seminar January 16, 1984.*
- Chao, Hung-Po / Wilson, Robert (1987): Priority-Service: Pricing, Investment, and Market Organization, in: American Economic Review, Vol. 77, No. 5, S. 899-916.*
- Coase, Ronald H. (1970): The Theory of Public Utility Pricing and its Application, in: Bell Journal of Economics, 1, S. 113-128.*
- Coate, Stephen / Panzar, John C. (1989): Public Utility Pricing and Capacity Choice under Risk: A Rational Expectations Approach, in: Journal of Regulatory Economics, 1, S. 305-317.*
- Cohen, M. S. (1983): The Antitrust Implications of Airline Deregulation, in: The Antitrust Bulletin, Vol. 28, Frühjahr, S. 131-158.*
- Cornelius, Sabine (1994): Zur effizienten Allokation knapper Ressourcen. Das Beispiel der Vergabe von Start-/Landerechten an überlasteten Flughäfen in den USA, München.*
- Cox, James C. / Isaac, R. Mark (1984): In Search of the Winner's Curse, in: Economic Inquiry, Vol. 22, No. 4, S. 579-592.*
- Cox, James C. / Smith, Vernon L. / Walker, James M. (1984): Theory and Behavior of Multiple Unit Discriminative Auctions, in: Journal of Finance, Vol. 39, No. 4, S. 983-1009.*
- Crew, Michael A. / Kleindorfer, Paul R. (1978a): Some Elementary Considerations of Reliability and Regulation, in: Crew, Michael A. (Hrsg.) Problems in Public Utility Economics and Regulation, S. 143-165.*
- (1978b): Reliability and Public Utility Pricing, in: American Economic Review, Vol. 68, S. 31-10.
 - (1979): Public Utility Economics, New York.
- Dawson, J. A. L. (1986): Electronic Road Pricing in Hong Kong, in: Traffic Engineering and Control, Heft 2, S. 79-83.*
- Deacon, Robert T. / Sonstelie, Jon (1985a): The Welfare Costs of Rationing by Waiting, in: Economic Inquiry, Vol. 23, S. 179-196.*
- (1985b): Rationing by Waiting and the Value of Time: Results from a Natural Experiment, in: Journal of Political Economy, Vol. 93, S. 627-647.
- Dempsey, Paul Stephen (1990): Flying Blind: The Failure of Airline Deregulation, Washington D.C.*
- Deregulierungskommission (1991): Marktöffnung und Wettbewerb. Stuttgart.*
- Deweese, Donald N. (1979): Estimating the Time Costs of Highway Congestion, in: Econometrica, Vol. 47, No. 6, S. 1499-1512.*
- Doganis, Rigas (1992): The Airport Business, London / New York.*
- Dupuit, Jules (1849): On Tolls and Transport Charges, reprinted in: International Economic Papers (1962), No. 11, S. 7-31.*
- Ebke, Werner / Wittmann, Markus (1990): Wettbewerb im Linienluftverkehr: Erfahrungen mit der Deregulierung in den USA, in: Recht der internationalen Wirtschaft, Heft 12, S. 962-968.*

- EG/EU-Rat* (1990): Verordnung (EWG) Nr. 2343/90 des Rates vom 24.7.1990 über den Zugang von Luftverkehrsunternehmen zu Strecken des innergemeinschaftlichen Linienflugverkehrs und über die Aufteilung der Kapazitäten für die Personenbeförderung zwischen Luftverkehrsunternehmen im Linienflugverkehr zwischen Mitgliedstaaten.
- (1993): Verordnung (EWG) Nr. 95/93 des Rates vom 18.1.93 über gemeinsame Regeln für die Zuweisung von Zeitnischen auf Flughäfen in der Gemeinschaft, in Amtsblatt der EG Nr. L14, S. 1-6.
- Eisenkopf, Alexander* (1992): Road Pricing, in: Wirtschaftspolitische Blätter, Nr. 3, 39. Jg, S. 316-326.
- Ellet, Charles Jr.* (1840): A Popular Exposition of the Incorrectness of the Tariffs on Tolls in Use on the Public Improvements of the United States, J. Franklin Institute, 29, S. 225-232.
- Else, P. K.* (1981): A Reformulation of the Theory of optimal Congestion Taxes, in: Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 15, S. 217-232.
- (1982): A Rejoinder, in: Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 16 (3), S. 299-304.
- Europäische Gemeinschaften, Direktion Luftverkehr, Verkehrswege, Sozial- u. Umweltaspekte des Verkehrs (1990): „Discussion Paper Slot Allocation“, Amtsdruckschrift Signatur C 175932, Brüssel.
- Ewers, H.-J.* (1991): Straßenbenutzungsgebühren als Lenkungs- und Finanzierungsinstrument, in: VDI Berichte Nr. 915, S. 73-82.
- Fahy, R. J.* (1986): Regulation of Computerized Reservation Systems in the United States and Europe, in: Air Law, Vol. 11, No. 6, S. 232-241.
- FCC* (1994a): FCC Record, Second Report and Order, PP Docket No. 93-253, Adopted: March 8, 1994, Released: April 20, 1994.
- (1994b): FCC Record, Fifth Report and Order, PP Docket No. 93-253, Adopted: June 29, 1994, Released: July 15, 1994.
- Federal Aviation Administration* (1985): DOT, Subpart S - Allocation of Commuter and Air Carrier, IFR Operation at High Density Traffic Airports, Docket No. 24105, Amdt. 93-49.50, FR 52195, Dec. 3-20.
- Fehl, Ulrich* (1993): Knappheit, in: Dichtl, Erwin / Issing, Otmar (Hrsg.): Vahlens Großes Wirtschaftslexikon, 2. Aufl., München, S. 1130.
- Finsinger, Jörg* (1980): Peak-Load Pricing and Rationing Policies, in: Zeitschrift für Nationalökonomie, Vol. 40, Nr. 1-2, S. 169-182.
- (1991): Wettbewerb und Regulierung, München.
- Flughafen Frankfurt am Main AG* (Hrsg.) (1983): Der Flugplankoordinator der Bundesrepublik Deutschland, Aufgaben und Verfahrensweisen, Fachthemen 5, Frankfurt a.M.
- Fong, P. K. W.* (1986): An Evaluative Analysis of the Electronic Road Pricing System in Hong Kong, Hong Kong Economic Papers, Vol. 17, S. 75-90.
- Foster, C. D.* (1963): The Transport Problem, London / Glasgow.
- Freeman III / Myrick, A. / Haveman, Robert H.* (1977): Congestion, Quality Deterioration and Heterogeneous Tastes, in: Journal of Public Economics 8, S. 225-232.
- Frey, René L.* (1972): Infrastruktur, 2. Auflage, Tübingen.

- Friedman, Daniel* (1984): On the Efficiency of Experimental Double Auction Marktes, in: *American Economic Review*, Vol. 74, No. 1, S. 60-72.
- Friedman, David A. / Waldfogel, Joel* (1995): The administrative and compliance cost of manual Highway toll collection: evidence from Massachusetts and New Jersey, in: *National Tax Journal* (48), 2, S. 217-228.
- Gale, Ian* (1990): A multiple-object auction with superadditive values, in: *Economic Letters*, Vol. 34, S. 323-328.
- (1994), Competition for Scarce Inputs: The Case of Airport Takeoff and Landing Slots, in: *Economic Review* (Federal Reserve Bank of Cleveland), Vol. 30, Second Quarter, S. 18-25.
- Giliberto, S. Michael / Varaiya, Nikhil P.* (1989): The Winner's Curse and Bidder Competition in Acquisitions: Evidence from Failed Bank Auctions, in: *Journal of Finance*, Vol. 44, No. 1, S. 59-75.
- Glass, R. J. / More, T. A.* (1992): Equity Preferences in the Allocation of Goose Hunting Opportunities, in: *Journal of Environmental Management*, August, S. 271-280.
- Gomez-Ibanez, Jose A. / Small, Kenneth A.* (1994): Road Pricing for Congestion Management: A survey of International Practice, in: *Transportation Research Board* (Hrsg.), *National Cooperative Practice* 210, Washington.
- Graham, Daniel / Marshall, Robert* (1985): Collusive Bidder Behavior at a Single Object English Auction, Department of Economics Working Paper No. 85-01, Duke University.
- Greenberg, Harold* (1959): An Analysis of Traffic Flow, *Operations Research*, Vol. 7, No. 1 Zitiert aus: Wohl, Martin / Martin, Brian V. (1967), *Traffic System Analysis*, New York u.a.
- Greenshields, B. D.* (1934): A Study of Highway Capacity, in: *Highway Research Board Proc.*, Vol. 14, Zitiert aus: Wohl, Martin / Martin, Brian V. (1967), *Traffic System Analysis*, New York u.a.
- Grether, David M. / Isaac, R. Mark / Plott, Charles R.*: (1979) *Alternative Methods of Allocating Airport Slots: Performance and Estimation* (Polinomics Research Laboratories, Inc.).
- (1981): The Allocation of Landing Rights by Unanimity Among Competitors, in: *American Economic Review*, Papers and Proceedings Vol. 71, No. 2, S. 166-171.
- (1989): *The Allocation of Scarce Ressources*, Boulder, San Francisco, London.
- Guerin, N. S.* (1961): Travel Time Relationships, in: *Quality and Theory of Traffic Flow*, Bureau of Highway Traffic, Yale University, New Haven, Conn.
- Gupta, Alok / Stahl, Dale O. / Whinston, Andrew B.* (1995): The Internet: A Future Tragedy of the Commons?, Paper presented at the Conference on Interoperability and the Economics of Information Infrastructure, July 6-7, 1995, Rosslyn, VA.
- Guria, Jagadish C.* (1986): Traffic Flow Control for backward bending Cost Curves, in: *International Journal of Transport Economics*, Vol. 13, S. 331-350.
- Güth, Werner* (1995): Preisregeln für Auktionen und Ausschreibungen, in: *Zeitschrift für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften*, 115, S. 1-26.
- Hanks, J. W. / Lomax, T. J.* (1990): Roadway Congestion in Major Urbanised Areas 1982 to 1988, College Station, Texas Transportation Institute.
- Hardaway, Robert M.* (1986): The FAA „Buy-Sell“ Slot Rule: Airline Deregulation at the Crossroads, in: *Journal of Air Law and Commerce*, Vol. 52, No.1, S. 2-75.

- Harris, Milton / Raviv, Artur* (1981a): A Theory of Monopoly Pricing Schemes with Demand Uncertainty, in: *American Economic Review*, Vol. 71, No. 3, S. 347-365.
- (1981b): Allocation Mechanisms and the Design of Auctions in: *Econometrica*, Vol. 49, 6, S. 1477-1499.
- Hasenkamp, Georg* (1976): A Study of Multiple-Output Production Functions, in: *Journal of Econometrics* 4, S. 253-262.
- Hau, Timothy D.* (1990): Electronic Road Pricing, Developments in Hong Kong 1983-1989, in: *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 24, S. 203-214.
- Hausch, Donald B.* (1986): Multi-Object-Auctions: Sequential vs. Simultaneous Sales, in: *Management Science*, December, Vol. 32, S. 1599-1610.
- Häusler, Ulf* (1995): Bildung und Funktion von Trassenpreisen für die Nutzung der Schieneninfrastruktur der DB AG, in: *Zeitschrift für Verkehrswissenschaft*, 66. Jg., S. 77-86.
- Head, John G. / Shoup, Carl S.* (1969): Public Goods, Private Goods and Ambiguous Goods, in: *Economic Journal*, S. 565-572.
- Hedderich, Alexander* (1994): Ökonomische Analyse der Laufzeit von Trassennutzungsverträgen, in: *Internationales Verkehrswesen*, 46, 9, S. 477-483.
- Hendricks, Ken / Piccione, Michele / Tan, Guofu* (1995): The Economics of Hubs: The Case of Monopoly, in: *Review of Economic Studies*, Vol. 62, No. 1, S. 83-99.
- Hensing, Ingo* (1994): Terminmärkte als Form internationalen Rohstoffhandels - dargestellt am Beispiel von Mineralöl und Erdgas, Münster / Hamburg.
- Highway Research Board* (1965): Special Report 87: Highway Capacity Manual, Washington, zitiert aus Keeler, Theodore E. / Small, Kenneth A. (1977), Optimal Peak-Load-Pricing, Investment, and Service Levels on Urban Expressways, in: *Journal of Political Economy*, Vol. 85, 1, S. 1-25, S. 3.
- Hirschman, Albert Otto* (1958): *The Strategy of Economic Development*, New Haven.
- HMSO* (1964): *Road Pricing: The Economic and Technical Possibilities*, Her Majesty's Stationery Office, Ministry of Transport, London.
- Höfer, Bernd J.* (1993): *Strukturwandel im europäischen Luftverkehr: marktstrukturelle Konsequenzen*, Frankfurt u.a.
- Holt, Charles A.* (1980): Competitive Bidding for Contracts under alternative Auction Procedures, in: *Journal of Political Economy*, Vol. 88, 3, S. 433-445.
- Holt, Charles A. / Sherman, Roger* (1982): Waiting Line Auctions, in: *Journal of Political Economy*, Vol. 90, S. 280-294.
- (1994): The Loser's Curse, in: *American Economic Review*, Vol. 84, No. 3, S. 642-652.
- Holz, Hans Peter* (1991): Ansätze für eine marktkonforme Slotvergabe- und Gebührenpolitik nach der Liberalisierung des Luftverkehrs in der Europäischen Gemeinschaft, in: *Zeitschrift für Verkehrswissenschaft*, 62. Jg. (4), S. 229-249.
- Hulet, John / Lake, Hugh / Perry, Graham* (1991): *Study on Airport Slot Allocation. Final Report*, Camberley.
- Ilgmann, Gottfried / Miethner, Manfred* (1992): Netzstandardisierung und Preisbildung, in: *Zeitschrift für Verkehrswissenschaft*, Jg. 63, S. 203-229.
- Jochimsen, Reimut* (1966): *Theorie der Infrastruktur*, Tübingen.

- Johnson, M. Bruce* (1964): On the Economics of Road Congestion, in: *Econometrica*, Vol. 32, No. 1-2, S. 137-150.
- Jones, Ian / Viehoff, Ivan / Marks, Phillipa* (1993): The Economics of Airport Slots, in: *Fiscal Studies*, Vol. 14, No. 4, S. 37-57.
- Jordan, John W.* (1983): Heterogenous Users and the Peak Load Pricing Model, in: *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 98, (Feb.), S. 127-138.
- (1985): Capacity Costs, Heterogenous Users, and Peak-Load Pricing, in: *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 100, (Nov.), S. 1335-1337.
- Joskow, A.* (1988): Deregulation and Competition Policy. The US Experience with Deregulation in the Air Transport Sector, in: *Organization for Economic Co-Operation and development (OECD), Deregulation and Airline Competition*, Paris, S. 103-129 (Annex II).
- Kagel, John H. / Levin, Dan* (1986): The Winner's Curse and Public Information in Common Value Auctions, in: *American Economic Review*, Vol. 76, No. 5, S. 894-920.
- (1991): The Winner's Curse and Public Information in Common Value Auctions: Reply, in: *American Economic Review*, Vol. 81, No. 1, S. 362-369.
- Kagel, John H. / Levin, Dan / Battalio, Raymond C. / Meyer, Donald J.* (1989): First-Price Common Value Auctions: Bidder Behavior and the „Winner's Curse“, in: *Economic Inquiry*, Vol. 27, S. 241-258.
- Kahn, Alfred E.* (1988): Surprises of Airline Deregulation, in: *American Economic Review (Papers and Proceedings)*, Vol. 78, No. 2, S. 316-322.
- Kahneman, Daniel / Knetsch, Jack / Thaler, Richard* (1986): Fairness as a Constraint of Profit-Seeking, in: *American Economics Review*, September, S. 728-741.
- Kantzenbach, Erhard / Kruse, Jörn* (1989): Kollektive Marktbeherrschung, Göttingen.
- Katz, R.* (1988): The Impact of Computer Reservation Systems on Air Transport Competition, in: *OECD: Deregulation and Airline Competition, Annex I*, S. 85-101.
- Kay, John A.* (1979): Uncertainty, Congestion and peak load pricing, in: *Review of Economic Studies*, S. 601-611.
- Keeler, Theodore E.* (1978): Domestic Trunk Airline Regulation: An Economic Evaluation. US Senate, Committee on Governmental Affairs, Study on Federal Regulation, Washington, Dezember 1978.
- Keeler, Theodore E. / Small, Kenneth A.* (1977): Optimal Peak-Load-Pricing, Investment, and Service Levels on Urban Expressways, in: *Journal of Political Economy*, Vol. 85, 1, S. 1-25.
- Keuchel, Stefan* (1992): Internationale Erfahrungen mit Straßenbenutzungsgebühren im Stadtverkehr, in: *Internationales Verkehrswesen*, 44, 10. Heft, S. 377-386.
- Keuter, Alfons / Nett, Lorenz* (1997): ERMES-auction in Germany, *Telecommunications Policy*, Vol. 21, No. 4, S. 297-307.
- Kleindorfer, Paul. R. / Fernando, Chitru S.* (1993): Peak-Load Pricing and Reliability under Uncertainty in: *Journal of Regulatory Economics*, Vol. 5, S. 5-23.
- Knauth, Peter / Lux, Thomas* (1989): Ökonomische Analyse von Verkehrsstaus, in: *Wirtschaftsdienst*, 69. Jg., Heft 11, S. 583-586.
- Knieps, Günter* (1990): Überlastung des Luftraums - Potentiale der Marktsteuerung - , in: *ORDO*, Vol. 41, S. 195-205.

- (1992a): Infrastrukturprobleme im europäischen Luftverkehr, in: Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik, Vol. 128 (4), S. 643-653.
 - (1992b): Wettbewerb im europäischen Verkehrssektor: Das Problem des Zuganges zu Wegeinfrastrukturen, in: ifo-Studien 3-4 / 1992, 38. Jg. S. 317-328.
 - (1993): Preis- und Investitionsentscheidungen im Verkehrsbereich, Diskussionsbeiträge des Instituts für Verkehrswissenschaft und Regionalpolitik, Nr. 7, Freiburg.
 - (1994): Staugebühren: Eine ökonomische Analyse, Diskussionsbeiträge des Instituts für Verkehrswissenschaft und Regionalpolitik, Albertus-Magnus-Universität Freiburg im Breisgau, Nr. 17, Freiburg.
 - (1996): Slothandel als marktwirtschaftliches Instrument bei Knappheitsproblemen an Flughäfen, in: Schriftenreihe der deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft e.V., Reihe B, Nr. 189, S. 4-16
- Knight, Frank H.* (1924): Some Fallacies in the Interpretation of Social Costs, in: Quarterly Journal of Economics, Vol. 38, S. 582-606.
- Koran, Donald / Ogur, Jonathan D.* (1983): Airport Access Problems: Lessons Learned from Slot Regulation by the FAA, o.O.
- (1985): Marketable Landing Rights and Economic Efficiency, Working Paper No. 124, Bureau of Economics, Federal Trade Commission, Washington D.C.
- Krahn, Henning* (1993): Markteintrittsbarrieren auf dem deregulierten US-amerikanischen Luftverkehrsmarkt: Schlußfolgerungen für die Luftverkehrspolitik der Europäischen Gemeinschaft, Frankfurt a.M. / Berlin / Bern / New York / Paris / Wien.
- Kräkel, Matthias* (1992): Auktionstheorie und interne Organisation, Wiesbaden.
- Kruse, Jörn* (1985): Ökonomie der Monopolregulierung, Göttingen.
- (1993): Lizenzierung und Wettbewerb im Mobilfunk, Berlin / Heidelberg / New York u.a.
 - (1995): Kollusion, in: WiSt Heft 11, S. 564-572.
 - (1996): Engpässe in Verkehrs-Infrastrukturen, in: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 67. Jahrgang, Heft 3, S. 183-203.
- Kruse, Jörn / Kiessling, Thomas* (1997): Ökonomische Vorteile und Probleme einer wettbewerblichen Öffnung europäischer Infrastrukturnetze, in: Jahrbuch für Neue Politische Ökonomie, 16. Band, S. 11-44, Tübingen.
- Kruse, Jörn / Berger, Ulrike E.* (1995): Stauprobleme und optimale Straßenkapazität, in: Jahrbuch für Wirtschaftswissenschaften, Band 46, Heft 3, S. 295-305.
- (1996): Skript Ordnungspolitik, 3. Auflage, Stuttgart.
- Kühne, R.* (1991): Verkehrsablauf auf Fernstraßen, in: Physikalische Blätter, 47, Nr. 3, S. 201-204.
- Kwong, Kai-Sun* (1988): Towards open Skies and uncongested Airports. An Opportunity for Hong Kong, Hong Kong.
- Laaser, Claus-Friedrich* (1991): Wettbewerb im Verkehrswesen, Kieler Studien 256, Tübingen.
- Laffont, J. / Tirole, J.* (1993): A Theory of Incentives in Procurement and Regulation, Cambridge (Mass.).
- Lancaster, Kelvin* (1975): Socially optimal Product Differentiation, in: American Economic Review, Vol. 65, No. 4, S. 567-585.

- Levin, Dan / Smith, James L.* (1991): Some Evidence on the Winner's Curse: Comment, in: *American Economic Review*, Vol. 81, No. 1, S. 370-375.
- Levine, Michael* (1987): Airline Competition in Deregulated Markets: Theory, Firm Strategy, and Public, in: *Yale Journal on Regulation*, Vol. 4, No. 2, S. 393-494.
- Mädig, Heinrich* (1978): Infrastrukturplanung im Verkehrs- und Bildungssektor, Baden-Baden.
- Maskin, Eric S. / Riley, John* (1984): Optimal Auctions with Risk Averse Buyers, in: *Econometrica*, Vol. 52, S. 1473-1518.
- Matthews, Steven* (1987): Comparing Auctions for Risk Averse Buyers: A Buyer's Point of View, in: *Econometrica*, Vol. 55, No. 3, S. 633-646.
- Stoetzer, Matthias-Wolfgang* (1991): Regulierung und Liberalisierung des Luftverkehrs in Europa, Baden-Baden.
- McAfee, R. Preston / McMillan, John* (1987): Auctions and Bidding, in: *Journal of Economic Literature*, Vol. XXV, S. 701-702.
- McCabe, Kevin A. / Rassenti, Stephen J. / Smith, Vernon L.* (1990): Auction Institutional Design: Theory and Behavior of Simultaneous Multiple-Unit Generalizations of the Dutch and English Auctions, in *American Economic Review* Vol. 80, No. 5, S. 1276-1283.
- (1991), Testing Vickrey's and other simultaneous multiple Unit Versions of the English Auction, in: *Research in Experimental Economics*, Vol. 4, S. 45-79.
- McGown, Francis / Seabright, Paul* (1989): Deregulating European Airlines, in: *Economy Policy*, October, S. 284-344.
- McMillan, John* (1994): Selling Spectrum Rights, in: *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 8, No. 3, S. 145-162.
- Mead, Walter* (1967): Natural Resource Disposal Policy - Oral Versus Sealed Bids, in: *Natural Planning Journal* M, S. 195-224.
- Mensen, Heinrich* (1986): Die Flugplankoordination der Bundesrepublik Deutschland, in: *Internationales Verkehrswesen*, Vol. 38, 5. Heft, S. 355-363.
- Mester, Loretta L.* (1988): Going, Going, Gone: Setting Prices with Auctions, in: *Federal Reserve Bank of Philadelphia Business Review*, March/April, S. 3-13.
- Meyer, Henning* (1991): Zur aktuellen Slotvergabepraxis, in: *Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität Münster (Hrsg.), Netzwerke Nr. 2: Luftverkehr - offener Himmel über Europa?*, S. 24-28.
- Milgrom, Paul R.* (1987): Auction Theory, in: *Bewley, T. J. (Hrsg.), Advances in Economic Theory*, Fifth World Congress, Cambridge, S. 1-32.
- (1989): Auctions and Bidding: A Primer, in: *Journal of Economic Perspectives*, 3, No. 3, S. 3-22.
- Milgrom, Paul R. / Weber, Robert J.* (1982): A Theory of Auctions and Competitive Bidding, in: *Econometrica* 50, S. 1089-1122.
- Mohring, Herbert* (1965): Urban Highway Investment, in: *Dorfman, Robert (Hrsg.): Measuring benefits of Government Investments*, Washington D.C., S. 231-275.
- (1976): *Transportation Economics*, Cambridge, Mass.
- Mohring, Herbert / Harwitz, Mitchell* (1962): *Highway Benefits: An Analytical Framework*, Northwestern University Press, Evanston, Ill.

- Morrison, Stephen A.* (1986): A Survey of Road Pricing, in: *Transportation Research* 20A, S. 87-98.
- Morrison, Stephen A. / Winston, Clifford* (1989): Enhancing the Performance of the De-regulated Air Transportation System. *Brooking Papers: Microeconomics*, S. 61-112.
- (1995): *The Evolution of the Airline Industry*. Washington D. C.
- Myerson, Roger B.* (1981): Optimal Auction Design, in: *Mathematics of Operations Research* Vol. 6, 1, S. 58-73.
- Nash, C. A.* (1982): A Reformulation of the Theory of optimal Congestion Taxes - A Comment, in: *Journal of Transport Economics and Policy*. Vol. 16 (3), S. 295-299.
- Neuburger, Henry* (1971): The Economics of heavily congested Roads, in: *Transportation Research*, Vol. 5, S. 283-293.
- Newberry, D. M.* (1990): Pricing and congestion: economic principles relevant to road pricing, in: *Oxford Review of Economic Policy*, 6, S. 22-28 (zitiert aus Button, Kenneth J. (1993). *Transport Economics*, 2. Auflage, Cambridge, S. 115, 116).
- Nichols, D. / Smolensky, Eugene / Tideman, T. N.* (1971): Discrimination by waiting time in merit goods, in: *American Economic Review*, Vol. 61, S. 25-42.
- o.V. (1990): Gesamtlösung Oslo, in: *Der öffentliche Nahverkehr in der Welt 3-1990*, S. 301-305.
- (1991): Making Competition take off, in: *The Economist*, London, Vol. 321, No. 7729, 19.10.91, S. 77-78.
- Oakland, William H.* (1972): Congestion, Public Goods and Welfare, in: *Journal of Public Economics* 1, S. 339-357.
- Palfrey, Thomas R.* (1983): Unbundling Decisions by a Multiproduct Monopolist with Incomplete Information, in: *Econometrica*, Vol. 51, S. 463-483.
- Panzar, John C. / Sibley, David S.* (1978): Public Utility Pricing under Risk: The Case of Self-rationing, in: *American Economic Review*, Vol. 68, No.5, S. 888-895.
- Peteraf, Margaret A.* (1995): Sunk Costs, Contestability and Airline Monopoly Power, in: *Review of Industrial Organization*, Vol. 10, No. 3, S. 289-306.
- Picot, Arnold* (1982): Transaktionskosten in der Organisationstheorie: Stand der Diskussion und Aussagewert, in: *Die Betriebswirtschaft*, 42. Jg. S. 267-284.
- Pigou, Arthur C.* (1918): *The Economics of Welfare*, London.
- Pitchik, Carolyn / Schotter, Andrew* (1988): Perfect Equilibria in Budget-Constrained Sequential Auctions: An Experimental Study, in: *Rand Journal of Economics*, Vol. 19, S. 363-388.
- PLANCO Consulting GmbH* (1990): Externe Kosten des Verkehrs, Gutachten im Auftrag der Deutschen Bundesbahn, Essen.
- Plott, Charles R. / Grey, Peter* (1990): The Multiple Unit double Auction, in: *Journal of Economic Behavior and Organization* Vol. 13, S. 245-258.
- Pryke, Richard* (1991): American Deregulation and European Liberalisation, in: *Banister, David / Button, Kenneth* (Hrsg.), *Transport in a Free Market Economy*. London.
- Pulsifer, Roy / Keys, L. / Eldridge, P. / Mc Mahon, J. / Demory, W. L.* (1975): *Regulatory Reform: A Report of the CAB Special Staff*. CAB, Washington.

- Quirk, James / Terawawa, Katsuaki* (1984): The Winner's curse and Cost Estimation Bias in Pioneer Projekts, Working Paper No. 512, California Institute of Technology.
- Rasmusen, Eric* (1991): Games and information: An Introduction in Game Theory, Oxford, Cambridge (Mass.).
- Rassenti, S. J. / Smith, V. L. / Bulfin, R. L.* (1982): A combinatorial auction mechanism for airport time slot allocation, in: Bell Journal of Economics, Vol. 13, No. 2, S. 402-417.
- Reed, Arthur* (1991): The Unlocking of Heathrow, in: Air Transport World, Vol. 28, Nr. 9, S. 28-33.
- Rees, Ray* (1976): Public enterprise economics, London.
- Reinhold, Tom* (1996): Die Expreß-Fahstreifen am Riverside-Freeway: Wie man Congestion-pricing erfolgreich einführen kann, in: Straßenverkehrstechnik, 40. Jg., Nr. 5, S. 209-218.
- Riley, John G.* (1989): Expected Revenue from Open and Sealed Bid Auctions, in: Journal of Economics Perspectives, Vol. 3, No. 3, S. 41-50.
- Riley, John G. / Samuelson, William F.* (1981): Optimal Auctions, in: American Economic Review, Vol. 71, 3, S. 381-392.
- Rittich, Dieter / Zurmühl, Konrad* (1993): Zukünftige automatische Gebührenerfassung für den Straßenverkehr, in: Nachrichtentechnische Zeitschrift (ntz) Bd. 46, Heft 4, S. 258-265.
- Robinson, Marc* (1985): „Collusion and the Choice of Auction“, in: Rand of Journal of Economics, Spring 1985, 16, 1, S. 141-145.
- Rothengatter, Werner* (1990): in: ECMT (Hrsg.), Private and Public Investment in Transport, Report of the eighty-first round table on Transport Economics, Paris.
- (1991): Road Pricing - Philosophie und Wirkungen, in: Hartmut Topp (Hrsg.), Verkehr aktuell: CATS Computer-aided Traffic Systems, Kaiserslautern, S. 99-134.
- Satterthwaite, Mark A. / Williams, Steven R.* (1989): Bilateral Trade with the Sealed Bid k-Double Auction: Existence and Efficiency, in: Journal of Economic Theory, Vol. 48, S. 107-133.
- Saunders, D.* (1985): The Antitrust Implications of Computer Reservation Systems (CRS's), in: Journal of Air Law and Commerce, Vol. 51, No. 1, S. 157-196.
- Schatz, Klaus-Werner* (1996): Zur Entwicklung des Begriffs Infrastruktur, in: Heinz Berger (Hrsg.) (1996), Wettbewerb und Infrastruktur in Post und Telekommunikationsmärkten, Baden-Baden, Zeitschrift für öffentliche und gemeinwirtschaftliche Unternehmen, Beiheft 19, S. 122-136.
- Schellhaaß, Horst-Manfred* (1978): Peak-Load-Pricing: Allgemeine Grundsätze, in: WiSt 10/1978, S. 463-469.
- Schotter, A.* (1976): Auctions and Economic Theory, in: Amihud, Yakov (Hrsg.), Bidding and Auctioning for Procurement and Allocation, New York, S. 3-12.
- Schulze, Thomas* (1993): Infrastruktur als politische Aufgabe, Frankfurt a.M. u.a.
- Schumann, Jochen* (1992): Grundzüge der mikroökonomischen Theorie, 6. Auflage, Berlin, Heidelberg, New York, u.a.
- Schwanhäußer, Wulf* (1993): Der spezifische Kapazitätsverbrauch von Fahrplantrassen, in: Internationales Verkehrswesen, Bd. 45, Nr. 5, S. 260-265.

- Schwarz, Peter M. / Taylor, Thomas N. (1987): Public Utility Pricing under Risk; The Case of Self-Rationing: Comment and Extension, in: American Economic Review, Vol. 77, No. 4, S. 734-739.*
- Sherman, Roger / Visscher, Michael (1977): Public Utility Price and Capacity on the Case of osciliating Demand, in: Scandanavian Journal of Economics, Vo. 79, S. 41-43.*
- (1978): Second best Pricing with Stochastic Demand, in: American Economic Review, Vol. 68, No. 1, S. 41-53.
- Sinclair, Robert A. (1995): An Empirical Model of Entry and Exit in Airline Markets, in: Review of Industrial Organization Vol. 10, S. 541-557.*
- Smith, James L. (1981): Non-Aggressive Bidding Behavior and the „Winner’s Curse“, in: Economic Inquiry, Vol. 19, July, S. 380-388.*
- Smith, Vernon L. (1989): Auctions, in: Eatwell, John, Murray Milgate und Peter Newman (Hrsg.), Allocation, Inforation and Markets, London and Basingstoke, S. 39-53, first published in: The New Palgrave: A Dictionary of Economics (1987), S. 138-144.*
- Spulber, Daniel F. (1992): Optimal Nonlinear Pricing and Contingent Contracts, in: International Economic Review, Vol. 33, No. 4, S. 747-772.*
- Starkie, David (1982): Road Indivisibilities, in: Journal of Transport Economics and Policy, S. 259-266.*
- (1986): Efficient and Politic Congestion Tolls, in: Transportation Research, Vol. 20a, No. 2, S. 169-173.
 - (1992): Slot Trading at United States Airports, a Report for the Director General for Transport of the Commission of the European Communities, Putnam, Hayes & Bartlett Ltd., Economic and Management Counsel, London.
- Starkie, David / Thompson, David (1985), The Airports Policy White Paper: Privatization and Regulation, in: Fiscal Studies, Vol.6, S. 30-41.*
- Steiner, Peter O. (1957): Peak Loads and efficient Pricing, in: Quarterly Journal of Economics, Vol. LXXI, S. 585-610.*
- Stoetzer, Matthias-Wolfgang (1991): Regulierung oder Liberalisierung des Luftverkehrs in Europa, Baden-Baden.*
- Stohler, Jacques (1965): Zur rationalen Planung der Infrastruktur, in: Konjunkturpolitik, 11. Jg., Berlin.*
- Stranden, Siri Petersen (1992): Economic regulation of domestic air transport in Sweden, in: Yves Bourdet (Hrsg.), Internationalization, market power and consumer welfare, London / New York, S. 274-296.*
- Telson, Michael L. (1975): The Economics of alternative Levels of Reliability for Electric Power Generation Systems, in: The Bell Journal of Economics, Vol. 6, No. 2, S. 679-694.*
- Tewes, Daniel (1995): PCS-Auktionen in den USA - Struktur und Verfahren, in: wik Newsletter Nr. 18, S. 20-22.*
- Thiel, Stuart E. (1988): Some Evidence on the Winner’s Curse, in: American Economic Review, Vol. 78, No. 5, S. 884-895.*
- Thompon, J. M. (1970): Road Pricing: the Bristish concept of a congestion tax, in: Schweizerisches Archiv für Verkehrswissenschaft und Verkehrspolitik, S. 311-323.*
- Tinbergen, Jan (1962): Shaping the World Economy, New York.*

- Train, Kenneth E.* (1992): Optimal Regulation, Cambridge, Mass. / London.
- Turvey, Ralph* (1970): Public utility pricing and output under risk: comment, in: *American Economic Review*, Vol. 60, No. 3, S. 485-486.
- TÜV Rheinland* (1995), Feldversuch „Autobahntechnologien A 555“ - Ergebnisse und Vorschläge, Bericht im Auftrag des Bundesministers für Verkehr.
- UK Department of the Environment* (1976), Transport Policy: A Consultation Document (2 vols), London, HMSO (zitiert aus Button, Kenneth, J. (1993), *Transport Economics*, 2. Auflage, Cambridge, S. 115, 116).
- United States General Accounting Office* (1989), Barriers to Competition in the Airline Industry (GAO/T-RCED-89-65), Washington D.C.
- Vickrey, William* (1961): Counterspeculation, Auctions, and competitive sealed Tenders, in: *The Journal of Finance*, Vol. 16, 1, S. 8-37.
- (1962): Auction and Bidding Games, in: *Recent Advances in Game Theory (Conference Proceedings)*, Princeton University Press, S. 15-27.
 - (1969): Congestion Theory and Transport Investment, in: *American Economic Review*, Vol. 59, 2, S. 251-260.
 - (1971): Responsive Pricing of Public Utility Services, in: *Bell Journal of Economics and Management Science*, 2, S. 337-346.
- Visscher, Michael L.* (1973): Welfare-maximising Price and Output with Stochastic Demand: Comment, in: *American Economic Review*, Vol. 63, No. 1, S. 224-229.
- Viswanathan, N. / Edison, T. S. Tse* (1989): Monopolistic Provision of Congested Service with incentive-based Allocation of Priorities, in: *International Economic Review*, Vol. 30, No. 1, S. 153-174.
- von Rohr, Anna / Stoetzer, Matthias-Wolfgang* (1991): Die Allokation von Landerechten auf Flughäfen, in: *Wirtschaftsdienst* 1991/VI, S. 311-315.
- von Ungern-Sternberg, Thomas* (1991). Swiss Auctions, in: *Econometrica*, Vol. 58, S. 341-357.
- Walker, Jearl* (1989): Wie sich ein Verkehrsstau entwickelt, in: *Spectrum der Wissenschaft* 1989/11, S. 182 ff.
- Walters, Alan A.* (1961): The Theory and Measurement of Private and Social Costs of Highway Congestion, in: *Econometrica*, Vol. 29, S. 676-699.
- (1968): The Economics of Road User Charges, Washington D.C.
 - (1978): Airport - An Economic Survey, in: *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 12, S. 125-149.
- Watson, Peter L. / Holland, Eduard P.* (1978): Relieving Traffic Congestion: The Singapore Area License Scheme, World Bank Staff Paper No. 281, Washington D.C.
- Weinhold, Marisa* (1995): Computerreservierungssysteme im Luftverkehr, Baden-Baden.
- Wendlik, Herbert* (1993): Politik und Elemente der Slotvergabe, in: *Zeitschrift für Verkehrswissenschaft*, Heft 4, S. 260-276.
- Wenglorz, Georg W.* (1992): Die Deregulierung des Linienluftverkehrs im Europäischen Binnenmarkt, Heidelberg.
- Willeke, Rainer* (1993): Zur Frage der externen Kosten und Nutzen des motorisierten Straßenverkehrs, in: *Zeitschrift für Verkehrswissenschaft*, 64. Jg., Nr. 7, S. 215-236.

- Willeke, Rainer / Baum, Herbert* (1972): Theorie und Praxis des Road Pricing, in Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, Heft 2, S. 63-85.
- Willeke, Rainer / Holz, Hans Peter* (1991): Die zukünftige Entwicklung des Schienen- und Luftverkehrs in der Bundesrepublik Deutschland vor dem Hintergrund von Integration und Liberalisierung in der Europäischen Gemeinschaft - Ordnungspolitische Folgerungen aus den veränderten verkehrlichen und verkehrspolitischen Rahmenbedingungen, Forschungsbericht im Auftrag des BMV (unveröffentlicht), Köln.
- Williams, Arlington W. / Smith, Vernon L.* (1984): Cyclical Double-Auction Marktes with and Without Speculators, in: Journal of Business, Vol. 57, No. 1, S. 1-33.
- Williams, Steven R.* (1991): Existence and Convergence of Equilibria in the Buyer's Bid Double Auction, in: Review of Economic Studies, Vol. 58, S. 351-374.
- Williamson, Oliver E.* (1966): Peak-Load Pricing and Optimal Capacity under Indivisibility Constraints, in: American Economic Review, Vol. 56, S. 810-827.
- Wilson, Robert* (1969): Competitive Bidding with disparate Information, in: Management Science, Vol. 15, S. 446-448.
- (1985): Incentive Efficiency of Double Auctions, in: Econometrica Vol. 53, No. 5, S. 1101-1115.
 - (1989a): Efficient and Competitive Rationing, in: Econometrica, Vol. 57, No. 1, S. 1-40.
 - (1989b): Ramsey Pricing of Priority Service, in: Journal of Regulatory Economics, Vol. 1, S. 189-202.
- Wingo, Lowdon Jr.* (1964): Transportation and Urban Land, Washington D. C.
- Winston, Clifford* (1985): Conceptual Development in the Economics of Transportation: An Interpretive Survey, in: Journal of Economic Literature, Vol. XXIII, S. 57-94.
- Wohl, Martin / Martin, Brian V.* (1967): Traffic System Analysis, New York u.a.
- Wolf, Hartmut* (1991): Zur Vergabe von Start-/Landerechten auf europäischen Flughäfen: Administrative Lenkung oder Auktionsverfahren?, in: Die Weltwirtschaft Nr. 2 1991, S. 187-199.
- (1994): Alternative Verfahren der Slotallokation auf hochbelasteten Flughäfen, Kieler Arbeitspapiere Nr. 652, Kiel.
 - (1995): Möglichkeiten und Grenzen marktwirtschaftlicher Verfahren zur Vergabe von Start-/Landerechten auf Flughäfen - Vorschlag für ein „zweitbestes Auktionsverfahren“, Kieler Arbeitspapier Nr. 671, Kiel.

Sonstige Quellen

- Telefonat im Dezember 1996 mit Herrn Linz von der Bahn AG, Geschäftsbereich Fahrweg, zum Thema Trassenpreise.
- Telefonat vom 10.7.96 mit Herrn Obert von der Flugplankoordination Frankfurt am Main, zum Thema Flughafenkapazität.
- Telefonat vom 3.9.96 mit Herrn Kolb von der Flugplankoordination Frankfurt am Main, zum Thema Abfertigung von Flugzeugen bei Nachfrageüberschüssen.

Sachwortverzeichnis

- Abnutzungskosten 94
- Ad hoc Preisreaktion 131f.
- Ad hoc Preissetzung 138, 206f.
- Aggregationseffizienzen 235ff., 279, 288, 292, 293, 295f., 298, 300, 309, 316ff., 321ff.
- Aktivitätsregel 311ff., 316
- Auktion 35, 182, 192, 202, 208ff., 322f.
 - Balinski/Sand (BS) 255ff., 262ff., 305ff.
 - diskriminierende 224
 - einstufige 256, 259, 314
 - Englische 210, 212f., 216, 218f., 221ff., 225f., 228, 234f., 309, 315
 - Holländische 211f., 214, 216, 218f., 221ff., 225, 228, 234f.
 - mehrstufige 213, 234, 251ff., 261ff., 309, 315
 - Rassenti/Smith/Bulfin (RSB) 255, 262ff., 305ff.
 - sequentielle 223ff., 240, 244ff., 311
 - simultane 223ff., 234, 244, 251ff., 256, 299, 309, 311, 315
 - simultane, mehrstufige mit getrennten Geboten (SMG) 251ff., 255, 259ff., 305, 309, 314
 - simultane, mehrstufige mit kombinierten Geboten (SMK) 255, 259ff., 305ff.
 - spontane 177
 - sverfahren 118, 204, 320ff.
 - verdeckte zum höchsten Gebotspreis 211, 213f., 216, 219, 221ff., 224, 228, 234f.
 - verdeckte zum zweithöchsten Gebotspreis 212, 213f., 216, 218f., 221ff., 225, 228, 234f., 258, 309, 315
 - verdeckte 256, 258
- Ausschluß 153ff.
- Ausschlußkosten 34, 140, 152ff., 172, 198ff., 203
- Ausschlußprinzip 56, 157ff., 198, 319
- Automatische Gebührenerhebung (AGE) 154, 158
- Back-up-Strategie** 251, 253f., 309, 311, 315
- Bedienungsunsicherheit 167, 196
- Bedienungswahrscheinlichkeit 176, 190, 197, 289
- Beeinträchtigungskosten 27f., 65, 67, 83, 88, 90, 97, 110ff., 119ff., 123, 163f.
- Betriebskosten 94, 140, 152ff., 177ff., 180, 186, 206f., 263, 286, 306
- Bevorzugsungsrecht (s.a. Prioritätsrecht) 198
- Bietberechtigung 291, 313f.

- Bieteridentität 235, 299
- Bieterstruktur
 - asymmetrische 215ff., 267
 - symmetrische 209, 228ff., 234f.
- Bietfunktion 209, 216
- Bietverhalten 211, 293, 296f.
- Black out 23, 134

- cheating 218
- city-pair 235ff., 272
- common value Auktion 220f.
- common value Gut 231
- Computerreservierungssysteme 230, 275
- congestion costs 27
- constant quality Nachfragefunktion 67, 85ff., 95f., 110ff., 113, 286
- correlated value Auktion 220f.
- correlated value Gut 231

- Delay** 134ff.
- Dimension (der Infrastruktur) 69, 94ff., 173
- Diskriminierung 51, 53, 55, 154
- Disruption costs 156
- Double Auction 299f., 317
- Downward biasing 219, 221
- Durchführungskosten 156, 198ff.

- Eigenwirtschaftlichkeit** 102ff.
- Engpässe 23, 24, 26, 37, 49, 60

- ERMES Funkruffrequenzen 230
- Eulersche Homogenitätsbeziehung 103, 105
- EVU (Elektrizitätsversorgungsunternehmen) 137
- Externalität 88ff., 92, 98
- Externe Effekte 74, 76f.
- Externe Kosten 84, 88, 92

- Fahrplangebundenheit 181, 193
- Fahrplantrassen 33
- First-come-first-serve 145ff., 156, 182
- Flughafengebühr 41
- Flugplankoordination 46
- Flugplankoordinator 37, 47, 201

- Gebot(e)** 208
 - getrennte 251ff., 255, 259ff., 309, 316
 - kombinierte 255, 259f.
 - konditionale 255, 258f.
- Gebotsrücknahmemöglichkeit 255, 259ff., 262ff., 309, 310, 316
- Grenzkosten, private 72, 84, 88, 90ff.
- Grenzkosten, soziale 74ff., 81, 88, 92ff., 97f., 286
- Grenzkostenpreise 102, 106
- Großvaterrechte 49, 51, 52, 53, 237, 270

- Heterogenität** 108ff., 123, 175, 190, 203, 285ff., 320

- Homogene Nutzer 94ff.
- Homogener Verkehr 65
- Homogenes Produkt 190
- Homogenitätsannahme 68, 72, 91, 107ff., 122
- Hub and Spoke 279f.

- IATA** 47, 49
- Information 212ff., 221f., 244ff., 259, 306, 309, 310
 - sbedarf 228ff.
 - sgenerierung 213, 230, 233ff., 309, 315, 321ff.
 - sproblem 251, 254, 257, 295, 298
 - sverbreitung 226f.
 - sverfügbarkeit 262
- Infrastruktur 24
 - Ausbau der (s.a. Erweiterung der) 26, 97ff.
 - Erweiterung der 57, 97ff.
 - Nutzung der, siehe Nutzung
 - Investitionen 60
- Indifferenzkurve 175
- Investitionskosten 155
- Isonutzenlinie 163

- Kapazität** 29, 30, 37, 38, 49, 55, 57ff., 94ff.
 - serweiterung (s.a. Infrastrukturerweiterung) 273
- Kapazitätskosten 94, 174ff.
- Kartelle (Bieter-) 217ff.
- Käuferrente (s.a. pay off) 209f. (im Zusammenhang mit Auktionen)
- Knappheit 30, 31, 32, 33, 35, 55
- Kollusion 217ff.
- Kollusionsresistenz 233f., 259, 321
- Kollusionsvermeidung 233, 306
- Kollusionswahrscheinlichkeit 228ff., 309, 315f.
- Kollusives Verhalten 226f., 229ff., 234, 321f.
- Komplexitätskosten 265f., 297ff., 306, 309, 315ff.
- Kontrollkosten 152, 155, 198ff., 203
- Koordinationskosten 264
- Kosten aufgrund der vergebenen Option 162ff., 177, 180, 186ff., 206f.
- Kostendeckung 175
- Kosten der unsicheren Bedienung 161, 178, 183, 196f., 203, 206f.

- Lastmanagement** 137f., 140, 155
- Loser's curse 219ff., 230, 232, 259, 261, 309, 315, 321
- Loss 134f.
- Lotterie 148
- Lowest willingness to pay (LWP) 143, 146ff.

- Markteintrittsbarriere** 53, 218, 275ff.
- Maut 158
- Mengenbeschränkung 29, 66, 122, 137f., 153ff., 198, 203
- Mengenpolitik 137f.

- Mengenregulierung 137
- Mindestinkremente 211
- Monopolisierungsgefahr 237ff.
- Monopolisierungsstrategie 273ff., 300, 316, 322
- Nachfrage
- deterministische 160
 - interdependente 84
 - stochastische 175
 - qualitätsangepaßte 85ff., 95
- Nachfrageschwankungen
- prognostizierbare 34, 127
 - stochastische 34, 127ff.
- Nachfrageüberschuß 42, 45
- stochastischer 160ff., 319, 323
- Newcomer Regeln 43, 50f.
- Nichtausschließbarkeit 153
- Nichtrivalität 27, 34, 36, 39, 56, 64, 67, 77
- Normgeschwindigkeit 116ff.
- Nutzung (auch Infrastrukturnutzung) 29, 34, 39, 40
- geregelte 29, 33, 57, 66, 96, 97, 117ff., 127f., 143ff., 165, 173, 181, 199, 202ff., 208ff., 318ff.
 - ungeregelte 29, 32ff., 56, 82, 95, 124f., 127f., 162ff., 202ff., 286, 318ff.
- Nutzungsrecht 31, 36, 55f., 208, 285ff., 320ff.
- zeitlich befristetes 278f., 281ff., 316
- Opportunitätskosten 26, 27, 30, 31, 32, 43, 66, 84, 88, 90, 94, 107, 113, 117ff., 124f., 146, 195, 204, 215, 235, 237, 269, 274, 287f., 291, 309, 315f., 318
- Pay-off (s.a. Käuferrente) 216ff.
- Peak-Load Preise 25, 43, 56ff., 77, 103f., 127
- Pigou-Steuer 76f., 92
- Predatory bidding 226
- Preispolitik 138
- Prioritäten Regeln 43
- Priorität(srechte) 138, 187f., 190ff., 195ff., 289, 317, 320
- Priority-Pricing 138, 155, 185ff., 195ff., 207, 286, 289, 319f.
- Private-Value Gut 215, 231
- Private-Value Auktion 209, 220ff.
- Produktdifferenzierung 176, 190
- Qualität 29, 36, 39, 85ff., 96, 98, 134, 172ff., 203
- endogene 67, 84, 87
 - exogene 67
 - lastabhängige 26
- Quality deterioration, siehe auch 134ff.
- Qualitätsverschlechterung 150ff., 162
- Random rationing (RAN) 143, 146, 148ff., 182, 187
- Rationierung 33, 34, 40, 48, 51, 134, 139ff.

- first-come-first-serve 46
- institutionelle 133
- natürliche 140, 161
- nicht pretiale 126ff., 181
- pretiale 77, 144ff., 157ff., 185, 201, 278
- skosten 139ff., 173
- smechanismus 34f.
- spontane 134, 161ff., 166f.
- sverfahren 43, 140, 177, 319
- zeitliche 156
- Reservierung 138, 140, 155, 178ff., 195ff., 207
- Reserve-Kapazität 137, 172
- Revenue-Equivalence-Theorem 215
- Risikoaversion 209, 216
- Risikofreude 216
- Risikoneutralität 216
- Road-Price (ing) (s. a. Straßennutzungspreis) 70
- Schienenennutzung 116
- Schwachlastnachfrage 58
- Sekundärmarkt 35, 231, 238, 266f., 269ff., 292ff., 306, 322
- Skalenerträge 103, 106, 279f., 316
 - konstante 58, 60, 62, 102
 - sinkende 78
- Slotauktion 208, 233ff.
- Slotleasing 277f.
- Slots 30, 33, 36, 38ff., 47ff., 51, 54, 56, 157ff., 229ff., 236ff., 275ff., 319, 321
- Slotvergabe 184
- soziale Durchschnittskosten 72ff., 81, 87, 90ff., 97f.
- soziale Grenzkosten (siehe Grenzkosten, soziale)
- Spitzenlastnachfrage 58
- Stauexternalitäten (s.a. Externalität) 74, 88, 101
- Staukosten (s.a. Beeinträchtigungskosten) 27, 65, 97, 122
- Staumodell 70, 78
- Stoppregel 311ff.
 - all open until close 312f., 316
 - Markt-für-Markt 311
- Straßennutzungspreis (s.a. Road-Price) 76ff.
- Strom
 - versorgung 154, 161
 - wirtschaft 134, 140, 146
- Subadditivität 121
- Transformationskurve 175
- Terminal (Flughafen-) 275, 280f.
- Terminmärkte 176ff.
- Trassen 117, 321
- Trassenmanagement 116
- Überlasten 23ff., 32, 133ff., 139ff., 186
 - angebotsinduzierte 128f., 195ff.

- kapazitätsinduzierte (siehe angebotsinduzierte)
- nachfrageinduzierte 128f., 179, 183, 190ff.
- nicht prognostizierbare (s. a. spontane) 139ff., 154ff.
- spontane (s.a nicht prognostizierbare) 195ff.
- Übernutzung 122
- Umsetzungskosten 156, 198ff., 203
- Unreliability Kosten 166ff., 177, 180, 186ff.
- Unteilbarkeiten 60ff.
- Upward biasing 220
- Use-or-lose-Regel 270, 277f., 292
-
- Verkehrsdichte 79ff., 93ff.
- Verkehrsfluß 79ff., 93ff.
- Verkehrsinfrastrukturen (s. a. Infrastruktur) 23f.
-
- Verschwendungskosten 158
- Versicherungslösung 197, 202
- Versorgungssicherheit 167, 172ff., 179
- Versteigerungsverfahren, siehe Auktionsverfahren
-
- Warteschlangen 140, 156
- Wartezeit 154, 161
- Wettbewerbspolitik 51, 279
- Wettbewerbsverzerrung 274ff.
- Winner's curse 219ff., 230, 232, 259, 261, 309, 315, 321
- W-Kosten 143ff., 159f., 172, 178, 180, 182, 186ff., 202f., 206f., 264ff., 295, 297f.
-
- Zeitkosten 71f., 91, 297ff., 306
- Zufallsprinzip 182
- Zufallsrationierung (s. a. Random rationing) 143, 148ff., 182