

Discussion Paper No. 11-025

# **Netzzugang, Wettbewerb und Investitionen**

Roman Inderst and Martin Peitz

# **ZEW**

Zentrum für Europäische  
Wirtschaftsforschung GmbH

Centre for European  
Economic Research

Discussion Paper No. 11-025

## **Netzzugang, Wettbewerb und Investitionen**

Roman Inderst and Martin Peitz

Download this ZEW Discussion Paper from our ftp server:

**<ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp11025.pdf>**

Die Discussion Papers dienen einer möglichst schnellen Verbreitung von neueren Forschungsarbeiten des ZEW. Die Beiträge liegen in alleiniger Verantwortung der Autoren und stellen nicht notwendigerweise die Meinung des ZEW dar.

---

Discussion Papers are intended to make results of ZEW research promptly available to other economists in order to encourage discussion and suggestions for revisions. The authors are solely responsible for the contents which do not necessarily represent the opinion of the ZEW.

## Das Wichtigste in Kürze

Diese Arbeit untersucht die Rolle von Verträgen und Marktcharakteristika bei Investitionen vom Typ der Investitionen in *Next Generation Access Networks* (NGA). Hierzu entwickeln wir ein einfaches Duopolmodell, in dem Wirkungszusammenhänge klar analysiert werden können. Die grundlegende Zielsetzung der Modellierung und Analyse ist es, die wesentlichen Effekte unterschiedlicher Regulierung für Investitionsanreize und Wettbewerb präzise zu erfassen und deren Wirkungen auf die allokativen und dynamischen Effizienz herauszuarbeiten. Die primäre Methode, die wir hierbei verwenden, ist die eines stufenweisen Aufbaus eines formalen Modells. Auf jeder Stufe der Modellierung wird unter Hinzufügung weiterer Elemente und damit einhergehend der Anpassung von Annahmen zunächst die Entstehung und Wirkung der neu auftretenden ökonomischen Effekte erörtert. Soweit möglich und zielführend werden diese Effekte und ihre Wirkung dann in Bezug gesetzt zu den unterschiedlichen Regulierungsansätzen.

Die Untersuchungen zeigen, dass Ex-post-Verträge, die nach den Investitionsentscheidungen getroffen werden, zu einer Welt führen, in der seltener Infrastruktur dupliziert wird, in der es aber einen breiteren Roll-out gegenüber einem Markt gibt, in dem keine Zugangsverträge geschlossen werden können. Im Vergleich zu solchen Ex-post-Verträgen führen Ex-ante-Verträge zu einem noch intensiveren Roll-out und noch seltener zu Duplizierung. Insbesondere Ex-ante-Verträge, aber auch Ex-post-Verträge können allerdings als Instrument zur Reduktion der Wettbewerbsintensität verwendet werden.

## **Non-Technical Summary**

We analyze the role of different contract types and access regulation on innovation and competition in telecommunications. Within a standard duopoly model we show that ex-post access contracts less often lead to the duplication of investment but to a wider roll-out compared to a market in which such contracts cannot be offered. In comparison to such ex-post contracts lead ex-ante contracts to even wider roll-out, but an even less frequent duplication of investments. In particular ex-ante contracts, but also ex-post contracts can be used as an instrument to reduce competitive pressure in the industry.

# Netzzugang, Wettbewerb und Investitionen\*

Roman Inderst<sup>†</sup>

Universität Frankfurt und Imperial College London

Martin Peitz<sup>‡</sup>

University of Mannheim

Februar 2011

## Zusammenfassung

Wir untersuchen die Rolle von Vertragstypen und Zugangsregulierung auf Innovation und Wettbewerb. In einem Duopolmodell zeigen wir, dass Ex-post-Verträge, die nach den Investitionsentscheidungen getroffen werden, zu einer Welt führen, in der seltener Infrastruktur dupliziert wird, in der es aber einen breiteren Roll-out gegenüber einem Markt gibt, in dem keine Zugangsverträge geschlossen werden können. Im Vergleich zu solchen Ex-post-Verträgen führen Ex-ante-Verträge zu einem noch intensiveren Roll-out und noch seltener zu Duplizierung. Insbesondere Ex-ante-Verträge, aber auch Ex-post-Verträge können allerdings als Instrument zur Reduktion der Wettbewerbsintensität verwendet werden.

Stichwörter: Telekommunikation, NGN, Zugangsentgelt, Investition, Innovation, Verträge zwischen Netzbetreibern.

---

\*Diese Studie wurde finanziert durch das Bundesministerium für Wirtschaft. Sie bildet eine Grundlage für Expertisen, die im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft von Roman Inderst, Jürgen Kühling, Karl-Heinz Neumann und Martin Peitz erarbeitet wurden.

<sup>†</sup>Johann Wolfgang Goethe-University, IMFS, Grüneburgplatz 1, 60323 Frankfurt am Main, Germany; Email: [inderst@finance.uni-frankfurt.de](mailto:inderst@finance.uni-frankfurt.de).

<sup>‡</sup>Department of Economics, University of Mannheim, 68131 Mannheim, Germany, sowie CEPR, CESifo, ENCORE, and ZEW; Email: [Martin.Peitz@googlemail.com](mailto:Martin.Peitz@googlemail.com).

# 1 Einleitung

Diese Arbeit untersucht die Rolle von Verträgen und Marktcharakteristika bei Investitionen vom Typ der Investitionen in *Next Generation Access Networks* (NGA). Hierzu entwickeln wir ein einfaches Duopolmodell, in dem Wirkungszusammenhänge klar analysiert werden können. Mit diesem Modell können bereits eine Vielzahl von Aussagen - insbesondere über den Zusammenhang von Wettbewerb und Investitionen - gemacht werden. Hierbei analysieren wir zunächst eine Reihe von unregulierten Märkten. Als erstes betrachten wir einen Markt, in dem kein Unternehmen dem anderen Zugang zum NGA gewährt. Anschließend betrachten wir zunächst Ex-post-Verträge, also Verträge, die nach einer Investition abgeschlossen werden, und danach Ex-ante-Verträge, also Verträge, die bereits vor Investitionsentscheidungen abgeschlossen werden. Danach untersuchen wir eine Reihe von Effekten in regulierten Märkten. Eine Einordnung in die Literatur findet am Ende der Arbeit statt.

Die grundlegende Zielsetzung der Modellierung und Analyse ist es, die wesentlichen Effekte unterschiedlicher Regulierung für Investitionsanreize und Wettbewerb präzise zu erfassen und deren Wirkungen auf die allokativen und dynamischen Effizienz herauszuarbeiten. Die primäre Methode, die wir hierbei verwenden, ist die eines stufenweisen Aufbaus eines formalen Modells. Auf jeder Stufe der Modellierung wird unter Hinzufügung weiterer Elemente und damit einhergehend der Anpassung von Annahmen zunächst die Entstehung und Wirkung der neu auftretenden ökonomischen Effekte erörtert. Soweit möglich und zielführend werden diese Effekte und ihre Wirkung dann in Bezug gesetzt zu den unterschiedlichen Regulierungsansätzen. Allerdings findet eine Gesamtabwägung der Implikationen der verschiedenen Ansätze auch am Ende der Analyse statt.

Die Modellierung in diesem Papier hat nicht den Anspruch, alle Aspekte des Marktes abzudecken. Auch werden vereinfachende Annahmen gemacht, die bewusst gewisse Komplexitäten ausblenden. Dadurch wird eine transparente Herausarbeitung der verschiedenen Effekte erst möglich. Während das stufenweise entstehende Modell durchaus als ein Gerüst und Grundlage für eine weitaus komplexere Analyse dienen kann, so eignet es sich in dieser Form noch nicht dafür, die Wirkung der isolierten ökonomischen Effekte und die Implikationen von Regulierungsmaßnahmen auch quantitativ abzuschätzen.

## 2 Das asymmetrische Hotelling-Modell

### 2.1 Die Industrie

Unser Standardansatz betrachtet ein Duopol mit zwei Unternehmen  $i = 1, 2$ . Wir benutzen das Standardmodell (“workhorse”) eines Wettbewerbes à la Hotelling. Dies erlaubt uns, die auftretenden Effekte in relativ einfacher Weise zu isolieren und mit expliziten Herleitungen zu illustrieren. Weder dieses Standardmodell noch andere einfache Modelle eignen sich allerdings für eine quantitative Abwägung der verschiedenen Effekte, beispielsweise in einer gesamten Wohlfahrtsbetrachtung. Hierzu wäre ein weitaus komplexeres und dann nur noch numerisch zu simulierendes Modell nötig. Allerdings dürfte die Datenbasis nicht hinreichend sein, um eine belastbare quantitative Analyse vorzulegen.

Im betrachteten Hotelling-Modell wird die horizontale Differenzierung der verschiedenen Netze (“Produkte”) wie folgt dargestellt. Man nimmt schematisch an, dass sich Kunden in ihren Präferenzen auf einer “Hotelling-Linie” anordnen lassen. Diese sei der Einfachheit halber das Intervall  $[0, 1]$ . Jeder Kunde ist dann durch einen speziellen Ort repräsentiert:  $x \in [0, 1]$ . Ferner nimmt man oft an, dass Kunden über das Intervall gleichverteilt sind. Dadurch werden lineare Nachfragefunktionen erzeugt. Zuletzt sei angenommen, dass die Produkte der beiden Unternehmen an den Extrempunkten 0 und 1 angesiedelt sind.

Zentral ist nun die Annahme, dass ein Konsument, der sich am Punkte  $x$  befindet, “Transportkosten” in Höhe von  $\tau x$  erleidet, wenn er das Produkt von Unternehmen 1 erwirbt, und von  $\tau(1 - x)$ , wenn er das Produkt von Unternehmen 2 erwirbt. Anders gesagt: Wenn man mit  $u$  den “Bruttonutzen” des Konsumenten bezeichnet, so ist der “Nettonutzen” (allerdings noch ohne Abzug des Preises) gleich  $u - \tau x$ , wenn er das Produkt von Unternehmen 1 kauft, und gleich  $u - \tau(1 - x)$ , wenn er das Produkt von Unternehmen 2 erwirbt. Konsumenten, die näher an 0 liegen,  $x \in [0, 1/2)$ , haben daher eine stärkere Präferenz für das Produkt von Unternehmen 1, während Konsumenten, die näher an 1 liegen,  $x \in (0.5, 1]$ , eine stärkere Präferenz für das Produkt des Unternehmens 2 haben. Ferner misst  $\tau$  den Grad der horizontalen Differenzierung und damit die Wettbewerbsintensität.

Wir nehmen an, dass sich auf dem betrachteten Intervall die “Masse”  $M$  von Konsumenten befindet. Es ist üblich, hier von einer “Masse” statt von einer abzählbaren Menge (zum Beispiel, 100 Tausend) zu sprechen. Neben diesem Wettbewerbssegment hat jedes Unternehmen ein “Hinterland” mit Konsumentenmasse  $m_i$ , das es exklusiv bedient. Dadurch werden besonders loyale Kunden mit starken Wechselkosten oder starken Präferenzen für ein bestimmtes Gut erfasst. Wir betrachten zunächst die Situation, dass die Zahl der Konsumenten im Monopolsegment, die das Produkt kauft, konstant ist. In anderen Worten: Die Nachfrage im Monopolsegment ist perfekt preisinelastisch. Wir nehmen auch an, dass das

Hinterland hinreichend unattraktiv ist, so dass beide Unternehmen keinen Anreiz haben, das Wettbewerbssegment nicht zu bedienen.<sup>1</sup>

Jedes Unternehmen setzt einen Preis  $p_i$ , der für alle Konsumenten gilt. Wir erlauben nun eine zusätzliche vertikale Differenzierung der beiden Produkte. Ein Konsument vom Typ  $x$  erzielt dann einen Nutzen in Höhe von  $u_1 - \tau x - p_1$ , wenn er Produkt 1 konsumiert und von  $u_2 - \tau(1-x) - p_2$ , wenn er Produkt 2 konsumiert. Wenn beispielsweise  $u_1 > u_2$  gilt, weil etwa Unternehmen 1 stärker investiert hat, dann haben alle Konsumenten eine stärkere “vertikale Präferenz” für das Produkt 1. Unternehmen  $i$  entstehen Opportunitätskosten in Höhe von  $k_i$  pro Einheit der Produktes, d.h. das Unternehmen hat konstante Grenzkosten  $k_i$ .

Zusammenfassend gibt es in diesem Modell drei Gründe, warum Unternehmen asymmetrisch sind: (1) die Produkte führen zu unterschiedlichen Wertschätzungen, d.h.  $u_1 \neq u_2$ ; (2) das Hinterland eines jeden Unternehmens ist von unterschiedlicher Größe, d.h.  $m_1 \neq m_2$ , und (3) den Unternehmen entstehen unterschiedliche Kosten, d.h.  $k_1 \neq k_2$ . Eine weitere mögliche Asymmetrie wird im Folgenden darin bestehen, dass Unternehmen unterschiedliche Investitionskosten haben.

Durch diese verschiedenen Parameter können in Erweiterungen auch unterschiedliche, regional ausdifferenzierte Märkte betrachtet werden. Insbesondere können wir dann zwischen urbanen und ländlichen Regionen unterscheiden. Die wichtigsten Variablenamen sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

---

<sup>1</sup>Dies ist immer der Fall, wenn  $u$  (der zuvor eingeführte “Bruttonutzen”) hinreichend hoch, sowie  $\tau$  nicht zu klein und  $m_i/M$  nicht zu hoch ist. In diesem Zusammenhang ist es sinnvoll, den (hypothetischen) Fall mit Preisdiskriminierung zu untersuchen, weil dies erlaubt, die Annahme besser zu verstehen. Bei Preisdiskriminierung setzt jedes Unternehmen den Monopolpreis in seinem jeweiligen Monopolsegment. Im Wettbewerbssegment werden die gleichgewichtigen Wettbewerbspreise im asymmetrischen Hotelling-Modell mit  $m_1 = m_2 = 0$  gewählt.

Potentiell beinhaltet das Monopolsegment Teilnehmer mit niedriger Zahlungsbereitschaft, die deshalb lediglich das für sie attraktivste Unternehmen in Betracht ziehen. In einem solchen Fall ist der Preis im Monopolsegment niedriger als der Preis desselben Unternehmens im Wettbewerbssegment. Falls keine Preisdiskriminierung zwischen den Segmenten möglich ist, üben die Monopolsegmente einen pro-kompetitiven Effekt auf die Preise im Wettbewerbssegment aus. Wir haben diesen Fall mit unserer Annahme ausgeschlossen. Deshalb ist bei Preisdiskriminierung der Preis im Monopolsegment größer als der entsprechende Preis im Wettbewerbssegment. Falls die Unternehmen nicht zwischen den Segmenten diskriminieren können, so impliziert dies, dass das Monopolsegment einen anti-kompetitiven Effekt auf die Preise ausübt, die im Wettbewerbsmarkt gelten.

$\alpha_i$	Marktanteil von Unternehmen $i$
$CS$	Maß der Konsumentenwohlfahrt
$F$	fixes Zugangsentgelt
$I_i$	Investitionskosten von Unternehmen $i$
$k_i$	Grenzkosten von Unternehmen $i$
$m_i$	Größe des "Hinterlandes" von Unternehmen $i$
$M$	Größe des Wettbewerbssegments
$p_i$	Kundenpreis von Unternehmen $i$
$\pi_i$	Gewinne von Unternehmen $i$
$q_i$	Kundenzahl von Unternehmen $i$
$Q$	Gesamtnachfrage im Markt
$\tau$	Maß für Wettbewerbsintensität
$u_i$	Wertschätzung für Unternehmen $i$
$w$	Zugangsentgelt pro Teilnehmer
$W$	Wohlfahrtsmaß
$z$	Erfolgswahrscheinlichkeit der Investition

### Variablennamen

## 2.2 Wettbewerb und Gleichgewicht

Im Wettbewerbssegment gibt es einen Konsumententypen, der indifferent zwischen Produkt 1 und Produkt 2 ist. Dieser Konsument  $\hat{x}$  erfüllt  $u_2 - p_2 - (1 - \hat{x})\tau = u_1 - p_1 - \hat{x}\tau$ . Wenn wir diese Gleichung nach  $\hat{x}$  lösen, so erhalten wir

$$\hat{x}(p_1, p_2) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2\tau} [(u_1 - p_1) - (u_2 - p_2)],$$

als eine Funktion der Preise. Alle Konsumenten links von  $\hat{x}$  kaufen Produkt 1, alle Konsumenten rechts von  $\hat{x}$  kaufen Produkt 2. Die Nachfrage nach Produkt 1 im Wettbewerbssegment ist somit  $\hat{x}$ , und die Nachfrage nach Produkt 2 ist  $1 - \hat{x}$ . Wenn Unternehmen 1 den Preis erhöht, so fällt seine Nachfrage im Wettbewerbssegment. Der indifferente Konsument bewegt sich nach links. Genau umgekehrt verhält es sich, wenn Unternehmen 2 den Preis erhöht:

$$\frac{\partial \hat{x}}{\partial p_1} = -\frac{1}{2\tau} \quad \text{und} \quad \frac{\partial \hat{x}}{\partial p_2} = \frac{1}{2\tau}.$$

Die gesamte Nachfrage der beiden Unternehmen ist

$$q_1 = m_1 + M\hat{x} \quad \text{und} \quad q_2 = m_2 + M(1 - \hat{x}).$$

Somit sind die Gewinne von Unternehmen 1 (vor Abzug von Fixkosten)

$$\pi_1 = q_1(p_1 - k_1) = (m_1 + M\hat{x})(p_1 - k_1).$$

Entsprechend sind die Gewinne von Unternehmen 2:

$$\pi_2 = q_2(p_2 - k_2) = (m_2 + M(1 - \hat{x}))(p_2 - k_2).$$

Es ist nun hilfreich, folgende Parameter zu definieren:  $\hat{m}_1 = m_1/M$  und  $\hat{m}_2 = m_2/M$ . Damit erhalten wir

$$\pi_1 = M(\hat{m}_1 + \hat{x})(p_1 - k_1) \quad \text{und} \quad \pi_2 = M(\hat{m}_2 + (1 - \hat{x}))(p_2 - k_2).$$

Der Faktor  $M$  wird damit zu einem Skalierungsfaktor der Größe des (regionalen) Marktes.

Jedes Unternehmen setzt nun seinen Preis so, dass es, gegeben den Preis des Wettbewerbers, seinen Gewinn maximiert. Eine notwendige Bedingung für Gewinnmaximierung ist, dass der Grenzwinn null ist. Aus den Ableitungen erster Ordnung erhalten wir nach Umformen die Funktionen der besten Antwort, also eine Aussage darüber, welchen Preis Unternehmen 1 im Gewinnmaximum wählt, wenn es davon ausgeht, dass das andere Unternehmen 2 den Preis  $p_2$  wählt:

$$p_1 = \tau\hat{m}_1 + \frac{1}{2}k_1 + \tau\frac{1}{2} + \frac{1}{2}[u_1 - u_2] + \frac{1}{2}p_2.$$

Entsprechend ist der Fall von Unternehmen 2:

$$p_2 = \tau\hat{m}_2 + \frac{1}{2}k_2 + \tau\frac{1}{2} + \frac{1}{2}[u_2 - u_1] + \frac{1}{2}p_1.$$

Wir beobachten, dass die Funktion der besten Antwort steigend im Preis des Wettbewerbers ist. Damit sind Preise "strategische Komplemente". Dies ist die typische Eigenschaft in Märkten mit Preiswettbewerb.

Wir untersuchen Situationen, in denen die Entscheidungen der Unternehmen gegenseitige beste Antworten sind. Solche Situationen werden als ein Nash-Gleichgewicht bezeichnet. In einem Nash-Gleichgewicht hat kein Unternehmen einen Anreiz abzuweichen. Die Entscheidungen der beiden Unternehmen sind somit kompatibel. Das Nash-Gleichgewicht wird durch den Schnittpunkt der Funktionen der besten Antworten bestimmt.

Als gleichgewichtige Preise erhalten wir:

$$\begin{aligned} p_1^* &= \frac{2}{3}k_1 + \frac{1}{3}k_2 + \tau\frac{4\hat{m}_1}{3} + \tau\frac{2\hat{m}_2}{3} + \tau + \frac{1}{3}(u_1 - u_2), \\ p_2^* &= \frac{2}{3}k_2 + \frac{1}{3}k_1 + \tau\frac{4\hat{m}_2}{3} + \tau\frac{2\hat{m}_1}{3} + \tau + \frac{1}{3}(u_2 - u_1). \end{aligned}$$

## 2.3 Diskussion

Aus den gleichgewichtigen Preisen ergibt sich folgender Preisunterschied:

$$[p_2^* - p_1^*] = \frac{2}{3}[u_2 - u_1] + \frac{1}{3}(k_2 - k_1) + \tau \frac{2}{3}(\hat{m}_2 - \hat{m}_1).$$

Der Preisunterschied ist ceteris paribus umso größer (1) je größer der Nutzenunterschied der Produkte,  $u_2 - u_1$ , (2) je größer der Kostenunterschied,  $k_2 - k_1$ , und (3) je größer der Unterschied in der Größe der jeweiligen "Hinterländer",  $\hat{m}_2 - \hat{m}_1$  (d.h. der relativ loyalen Konsumenten).

Ferner errechnen sich die Anteile im kompetitiven Marktsegment als

$$\hat{x}^* = \frac{1}{2} - \frac{1}{6\tau}(u_2 - u_1) + \frac{1}{6\tau}(k_2 - k_1) + \frac{1}{3}(\hat{m}_2 - \hat{m}_1).$$

Damit erhalten wir auch die Gleichgewichtsgewinne

$$\begin{aligned} \pi_1^* &= M \frac{1}{2\tau} \left( \frac{1}{3}(u_1 - u_2) + \frac{1}{3}(k_2 - k_1) + \frac{2\hat{m}_2}{3(1/\tau)} + \frac{4\hat{m}_1}{3(1/\tau)} + \tau \right)^2, \\ \pi_2^* &= M \frac{1}{2\tau} \left( \frac{1}{3}(u_2 - u_1) + \frac{1}{3}(k_1 - k_2) + \frac{2\hat{m}_1}{3(1/\tau)} + \frac{4\hat{m}_2}{3(1/\tau)} + \tau \right)^2. \end{aligned}$$

Diese Ausdrücke werden für die nachfolgende Analyse von Wettbewerb und Investitionsverhalten zentral sein. Um die nachfolgende Analyse besser nachvollziehen zu können, sei ferner auf folgendes Resultat verwiesen, das sich unmittelbar aus den Bedingungen erster Ordnung für die Gewinnmaximierung ergibt:

$$\begin{aligned} \pi_1^* &= \left( -\frac{dq_1}{dp_1} \right) (p_1^* - k_1)^2 = M \frac{1}{2\tau} (p_1^* - k_1)^2, \\ \pi_2^* &= \left( -\frac{dq_2}{dp_2} \right) (p_2^* - k_2)^2 = M \frac{1}{2\tau} (p_2^* - k_2)^2. \end{aligned}$$

Eine wichtige Frage ist auch, welche Eigenschaften das Marktgleichgewicht relativ zum sozialen Optimum hat. Die soziale Wohlfahrt (noch ohne Berücksichtigung der Investitionskosten) ist gegeben durch

$$W = M [(\hat{x} + \hat{m}_1)(u_1 - k_1) + (1 - \hat{x} + \hat{m}_2)(u_2 - k_2) - T(\hat{x})],$$

wobei die Transportkosten  $T(\hat{x})$  bestimmt sind durch

$$\begin{aligned} T(\hat{x}) &= \int_0^{\hat{x}} \tau x dx + \int_{1-\hat{x}}^1 \tau(1-x) dx \\ &= \frac{\tau \hat{x}^2}{2} + \frac{\tau(1-\hat{x})^2}{2} = \frac{\tau}{2}(1 + 2\hat{x}^2 - 2\hat{x}). \end{aligned}$$

Transportkosten werden minimiert, wenn sich der indifferente Konsument  $\hat{x}$  im Punkt  $1/2$  befindet.

Es ist hierbei zu betonen, dass das Hotelling-Modell in der Formulierung, die wir momentan benutzen, immer einen vollständig abgedeckten Markt aufweist. Wohlfahrtsverluste und -gewinne durch Preisverschiebungen ergeben sich damit nur dadurch, dass im Gleichgewicht Konsumenten mehr oder weniger effizient bedient werden. Zu einer Vergrößerung oder Verringerung des gesamten Marktes und dem daraus folgenden Wohlfahrtsverlust aufgrund von Marktmacht (“deadweight loss”) kommt es allerdings nicht. Darauf wird später noch eingegangen.

Für ein bestimmtes Investitionsvolumen und daher fixe Größen  $u_i$  wird die Wohlfahrt maximiert, wenn

$$\frac{dW}{d\hat{x}} = (u_1 - k_1) - (u_2 - k_2) - \tau(2\hat{x} - 1) = 0.$$

Somit ist die effiziente Allokation bestimmt durch

$$\begin{aligned}\hat{x}^W &= \frac{1}{2} + \frac{(u_1 - k_1) - (u_2 - k_2)}{2\tau} \\ &= \frac{1}{2} - \frac{u_2 - u_1}{2\tau} + \frac{k_2 - k_1}{2\tau}.\end{aligned}$$

Wir können diese Allokation mit der gleichgewichtigen Allokation, gegeben durch  $\hat{x}^*$ , vergleichen. Wir beobachten zunächst, dass im Falle vollständiger Symmetrie ( $u_1 = u_2$ ,  $k_1 = k_2$ ,  $m_1 = m_2$ ) die gleichgewichtige Allokation auch effizient ist. Wenn zwar die Marktverhältnisse der beiden Unternehmen gleich sind ( $m_1 = m_2$ ), aber eines den Kunden ein attraktiveres Angebot machen kann, da  $u_i - k_i > u_j - k_j$ , so sind die gleichgewichtigen Marktanteile nicht mehr effizient. Das effizientere Unternehmen, etwa  $i = 1$ , wenn  $u_1 - k_1 > u_2 - k_2$ , wird einen zu geringen Marktanteil haben. Dies ergibt sich daraus, dass aufgrund des höheren Marktanteils für dieses Unternehmen eine marginale Preisreduktion “teurer” ist, da sie eben auf eine größere Menge anzuwenden ist. Im Gleichgewicht wird damit das effizientere Unternehmen eine höhere Marge aufweisen und einen zwar größeren, aber nicht hinreichend großen Marktanteil besitzen.

Wenn nun letztlich beide Unternehmen dieselbe Effizienz besitzen, d.h.  $u_1 - k_1 = u_2 - k_2$ , hat das Unternehmen mit dem größeren Hinterland einen im Vergleich zum sozialen Optimum zu niedrigen Marktanteil im Wettbewerbssegment. Der Grund ist wiederum, dass ein Unternehmen mit einem großen Hinterland weniger aggressiv im Wettbewerbssegment agiert, da ohne eine Preisdifferenzierung über die verschiedenen Segmente jede Preisreduktion auf eine größere Menge ( $M\hat{x}^* + m_i$ ) anzuwenden ist und damit letztlich teurer wird.

## 2.4 Erweiterung: Elastische Gesamtnachfrage

Die bisherige Analyse hängt kritisch von der Annahme ab, dass die Gesamtnachfrage perfekt preisinelastisch ist. Im Folgenden analysieren wir den Fall, dass die Nachfragen in den Monopolssegmenten preisabhängig sind, d.h.  $m_1(p_1)$  ist fallend in  $p_1$  und  $m_2(p_2)$  fallend in  $p_2$ . Wir spezifizieren die Nachfrage im Monopolssegment als eine lineare Funktion des Preises,  $m_i(p_i) = \hat{m}_i(a_i + u_i - b_i p_i)$ . Die Nachfrage nach Produkt 1 ist somit

$$\begin{aligned} q_1 &= M \left[ \frac{1}{2} + \frac{1}{2\tau} [(u_1 - p_1) - (u_2 - p_2)] + \hat{m}_1(a_1 + u_1 - b_1 p_1) \right] \\ &= M \left[ \left( \frac{1}{2} + \hat{m}_1 a_1 + \left( \frac{1}{2\tau} + \hat{m}_1 \right) u_1 - \frac{1}{2\tau} u_2 \right) - \left( \frac{1}{2\tau} + \hat{m}_1 b_1 \right) p_1 + \frac{1}{2\tau} p_2 \right]. \end{aligned}$$

Mit symmetrischen Hinterländern  $\hat{m} \equiv \hat{m}_1 = \hat{m}_2$ ,  $a \equiv a_1 = a_2$ ,  $b \equiv b_1 = b_2$  kann die Nachfrage geschrieben werden als eine lineare Funktion der beiden Preise<sup>2</sup>

$$q_i = M(\alpha_i - \beta p_i + \gamma p_j),$$

wobei

$$\begin{aligned} \alpha_i &= \frac{1}{2} + \hat{m}a + \left( \frac{1}{2\tau} + \hat{m} \right) u_1 - \frac{1}{2\tau} u_2, \\ \beta &= \frac{1}{2\tau} + \hat{m}b, \\ \gamma &= \frac{1}{2\tau}. \end{aligned}$$

Das Problem der Gewinnmaximierung  $\max_{p_i} (p_i - k_i) q_i$  führt zu den Bedingungen erster Ordnung:

$$\begin{aligned} p_1 &= \frac{\alpha_1 + \beta k_1 + p_2 \gamma}{2\beta}, \\ p_2 &= \frac{\alpha_2 + \beta k_2 + p_1 \gamma}{2\beta}. \end{aligned}$$

Im Gleichgewicht ist der Preis von Unternehmen 1 gegeben durch

$$p_1^* (4\beta^2 - \gamma^2) = 2\beta [\alpha_1 + \beta k_1] + \gamma [\alpha_2 + \beta k_2].$$

---

<sup>2</sup>Eine solche lineare Nachfrage wird typischerweise in der Literatur von einem repräsentativen Konsumenten mit linear-quadratischer Nutzenfunktion abgeleitet.

Somit sind der Gleichgewichtspreis und die Preis-Kosten-Differenz:

$$p_1^* = \frac{2\beta(\alpha_1 + \beta k_1) + \gamma(\alpha_2 + \beta k_2)}{4\beta^2 - \gamma^2},$$

$$p_1^* - k_1 = \frac{2\beta(\alpha_1 + \gamma\alpha_2) - (2\beta^2 - \gamma^2)k_1 + \gamma\beta k_2}{4\beta^2 - \gamma^2}$$

Im Fall mit preisabhängigen Nachfragen im Hinterland führen höhere Investitionen zu einer höheren Preis-Kosten-Differenz. Für den Wettbewerber gibt es zwei gegenläufige Effekte: Einerseits wird seine Position im Wettbewerbssegment geschwächt, andererseits hat das investierende Unternehmen einen geringeren Anreiz, in intensiven Wettbewerb zu treten, weil die relative Bedeutung des Hinterlandes gestärkt wurde. Es gilt

$$\frac{d(p_1^* - k_1)}{du_2} \propto -\frac{1}{2\tau} + \gamma \left( \frac{1}{2\tau} + \widehat{m} \right) = \gamma\widehat{m} - (1 - \gamma)\frac{1}{2\tau}.$$

Die Ableitung ist positiv, wenn das Hinterland hinreichend bedeutsam ist, d.h. wenn insbesondere  $\widehat{m}$  hinreichend groß ist. In dem so spezifizierten Markt ist es mit dieser linearen Version nun möglich zu untersuchen, inwieweit die im Hotelling-Modell gewonnenen Einsichten robust sind.

### 3 Investitionsanreize ohne Verträge

#### 3.1 Allgemeine Betrachtungen

Investitionen können im Allgemeinen sowohl Kosten reduzieren als auch die Wertschätzung des Produktes erhöhen. In der aktuellen Diskussion über den Ausbau der Netze erscheinen Investitionen, die die Wertschätzung des Produktes erhöhen, die relevantere Dimension. In unserem Modell verändert somit das Investitionsvolumen  $I_i$  die Wertschätzung  $u_i$ .

Wir betrachten zunächst, wie im Hotelling-Modell eine Veränderung der Wertschätzung  $u_i$  die entsprechenden Profite beeinflusst. Hierzu betrachten wir folgende Ableitung:

$$\begin{aligned} \frac{d\pi_1^*}{du_1} &= M \frac{1}{3\tau} (p_1^* - k_1) \\ &= M \frac{1}{3\tau} \left[ \frac{1}{3} (k_2 - k_1) + \tau \frac{4\widehat{m}_1}{3} + \tau \frac{2\widehat{m}_2}{3} + \tau + \frac{1}{3} [u_1 - u_2] \right] \\ &= M \frac{1}{9\tau} [(u_1 - u_2) + (k_2 - k_1)] + \frac{1}{3} \left( 1 + \frac{4\widehat{m}_1}{3} + \frac{2\widehat{m}_2}{3} \right). \end{aligned}$$

Daraus lassen sich eine Reihe von Eigenschaften ableiten, die auch für die Betrachtung des gleichgewichtigen Investitionsverhaltens zentral sind. Wir beobachten, dass bei einem hohen Ausgangsniveau der Wertschätzung der marginale Effekt auf den Gewinn besonders groß ist (formal gesprochen gilt  $d^2\pi_i^*/(du_i)^2 > 0$ ). Bezüglich einer hohen Wertschätzung des Produktes des Wettbewerbers gilt das Gegenteil. Falls der Wettbewerber ein Produkt mit hoher Wertschätzung anbietet, d.h. falls etwa  $u_2$  hoch ist, so impliziert dies, dass der Grenzgewinn aufgrund einer Steigerung der Wertschätzung  $u_1$  gering ist. Formal gilt:  $d^2\pi_i^*/du_i du_j < 0$ . Investitionen sind somit strategische Substitute (siehe beispielsweise Belleflamme und Peitz, 2010). Dies ist eine typische Eigenschaft statischer Modelle, in denen Unternehmen Investitionen wählen, um damit den Wettbewerb zu beeinflussen.

Da diese Überlegungen bei der folgenden Analyse wiederholt auftauchen, seien sie nun noch kurz vertieft. Hier spielen die folgenden beiden Effekte eine zentrale Rolle. Zunächst ist auch ohne Wettbewerb, daher im Monopol, der Anreiz in  $u_i$  zu investieren umso höher, je größer bereits insgesamt die Zahl der Kunden ist. Denn von jedem Kunden kann nach einer Investition in  $u_i$  ein höherer Preis  $p_i$  abverlangt werden. Im Wettbewerb hängt nun der Marktanteil eines Unternehmens auch von der Attraktivität des Angebotes des anderen Unternehmens und damit von dessen Investition ab. Zusätzlich spielt im Wettbewerb nun auch folgender Effekt eine Rolle. Je größer der Unterschied zwischen  $u_1$  und  $u_2$  ist, umso mehr sind die Unternehmen vertikal differenziert. Grob gesprochen vermindert dies die Wettbewerbsintensität.<sup>3</sup> Dies wird auch dadurch verdeutlicht, dass sich auch eine Intensivierung der horizontalen Differenzierung unterschiedlich auf die Investitionsanreize auswirkt, wie wir nun zeigen.

Wir erinnern uns, dass der Parameter  $\tau$  die Substituierbarkeit der Produkte misst. Wenn  $\tau$  klein ist, sind die Produkte gute Substitute und der Wettbewerb ist intensiv. Wir beobachten, dass in einer symmetrischen Situation ( $u_1 = u_2$ ,  $k_1 = k_2$ ,  $m_1 = m_2$ ) Folgendes gilt:  $d^2\pi_i^*/du_i d\tau < 0$ . Dies bedeutet, dass bei intensiverem Wettbewerb der marginale Gewinn aufgrund einer erhöhten Investition bei stärkerem Wettbewerb (d.h. niedrigerem  $\tau$ ) steigt. Der Grund dafür ist, dass der sogenannte “Business-Stealing-Effekt” stärker ist. Durch höhere Investitionen ist es leichter möglich, dem Wettbewerber Kunden abzujagen. Dies erhöht die Anreize, solche Investitionen zu tätigen.

Allerdings gilt dies nicht länger in einem asymmetrischen Markt, zumindest nicht für das Unternehmen, das *weniger* kompetitiv ist. Wenn etwa  $u_1 - k_1 > u_2 - k_2$  gilt, so hat Unternehmen 1 stärkere Anreize zu investieren, wenn die horizontale Differenzierung abnimmt, aber Unternehmen 2 hat schwächere Anreize:

---

<sup>3</sup>Formal kann gezeigt werden, dass eine größere Differenz die gesamten Industrieprofiten erhöht. Im Falle von  $u_1 = u_2$ , daher ohne vertikale Differenzierung, sind dagegen die Industrieprofiten am geringsten.

$d^2\pi_2^*/du_2d\tau > 0$ . Der Grund hierfür ist, grob gesprochen, dass es bei einer Abnahme der horizontalen Differenzierung einen stärkeren Anreiz gibt, eine bereits bestehende vertikale Differenzierung auszubauen, um dadurch Preiswettbewerb zu reduzieren.

Die folgenden Überlegungen machen deutlich, dass es im bestehenden Modellrahmen eine Tendenz dazu gibt, dass durch neue Investitionen bereits bestehende kompetitive Unterschiede im Gleichgewicht noch weiter verstärkt werden. Diese Tatsache, die insbesondere damit zusammenhängt, dass Investitionen “strategische Substitute” sind, gilt nicht nur spezifisch für das betrachtete Modell. Allerdings gilt sie nicht zwangsläufig und insbesondere nicht in Modellen mit einer differenzierteren dynamischen Struktur. In solchen Modellen kann ein Unternehmen, das nicht allzuweit “zurückliegt” (etwa:  $u_2 - u_1 < 0$ ), besonders hohe Anreize besitzen, um in einem “Sprung” an die Spitze zu gelangen.

Der Anreiz, sich durch erhöhte Investitionen einen Wettbewerbsvorteil zu verschaffen, ist möglicherweise sozial exzessiv. Falls sich eine Qualitätserhöhung einzu-eins in einen höheren Preis übertragen würde, änderte sich der indifferente Konsument nicht und die Wohlfahrt erhöhte sich in gleichem Maße wie der Gewinn des investierenden Unternehmens. Das investierende Unternehmen passt aber seinen Preis an und erhöht ihn unterproportional. Das investierende Unternehmen hat einen Anreiz, die Investition zu erhöhen auch deshalb, weil es damit dem Wettbewerber Kunden abjagen kann. Das “business stealing”, das zu keinen gesamtwirtschaftlichen Renten führt, geht nicht in die soziale Wohlfahrt, sehr wohl aber in den Gewinn des Unternehmens ein. Deshalb können die privaten Anreize zur Investition sozial exzessiv sein.

In einem zwei-stufigen Spiel, in dem die Unternehmen auf einer ersten Stufe investieren und auf einer zweiten Stufe im Preiswettbewerb miteinander stehen, gilt dass

$$\frac{d\pi_1^*}{du_1} = \frac{dI_1}{du_1},$$

wobei  $I_1$  das Investitionsniveau ist, das erforderlich ist, um Qualität  $u_1$  anbieten zu können. Die Wohlfahrt ist gegeben durch  $W = \pi_1 - I_1 + \pi_2 - I_2 + CS$ , wobei  $CS$  die Konsumentenrente bezeichnet. In der sozialen Wohlfahrtsfunktion wird damit sehr wohl berücksichtigt, dass ein höheres  $u_1$  zu einem niedrigeren Gewinn des Wettbewerbers führt. Andererseits erhöht  $u_1$  aber die Konsumentenrente, was wiederum das investierende Unternehmen nicht berücksichtigt. Dieser Effekt wird ebenfalls vom investierenden Unternehmen ignoriert. Dies führt tendenziell zu einem aus Wohlfahrtssicht zu niedrigen Investitionsniveau. Auch wenn sich das Zusammenspiel dieser beiden Effekte in einem konkreten Modell nachvollziehen und dann anhand gewählter Parameter sogar errechnen lässt, so können daraus aber keine allgemein robusten Ergebnisse abgeleitet werden.

## 3.2 Diskrete Investitionen

**Unterschiedliche Technologien.** Wir betrachten eine Investition in den Aufbau der Zugangsnetze. Solche Investitionsentscheidungen sind für einen bestimmten, regional abgegrenzten Markt eher diskreter Natur, d.h. ein Unternehmen entscheidet sich, ob es in eine bestimmte Technologie in diesem regionalen Markt investiert.<sup>4</sup>

Wir unterstellen nun zunächst, dass ein Unternehmen, das nicht investiert, weiterhin seine alte Technologie nutzt. Ein Unternehmen  $i$ , das nicht investiert hat, hat Charakteristiken  $u_i = u^A$  und  $k_i = k^A$  (die ‐Ausgangstechnologie‐). Eine Investition von  $I_i$  führt zu einem attraktiveren Angebot  $u_i = u^N > u^A$  (die ‐neue Technologie‐), beispielsweise durch ein schnelleres Up- und Download. Außerdem können sich die Kosten pro Teilnehmer verändern, von  $k^A$  nach  $k^N$ , die höher oder niedriger sein können.

**Anreize.** Falls das andere Unternehmen nicht investiert, ist eine solche Investition profitabel, wenn der Anstieg der Gewinne nach Abzug der Investitionskosten positiv ist. Diese Bedingung ist

$$I_i \leq I_i^* \equiv M \left[ \frac{1}{18\tau} [(k^A - k^N) + (u^N - u^A)]^2 + \frac{1}{6} [(k^A - k^N) + (u^N - u^A)] \left( \frac{4\hat{m}_i}{3} + \frac{2\hat{m}_j}{3} + 1 \right) \right].$$

Falls das andere Unternehmen investiert, ist die Investition profitabel falls

$$I_i \leq I_i^{**} \equiv M \frac{1}{18\tau} \left[ [(k^A - k^N) + (u^N - u^A)]^2 - \frac{1}{6} [(k^A - k^N) + (u^N - u^A)] \left( \frac{4\hat{m}_i}{3} + \frac{2\hat{m}_j}{3} + 1 \right) \right].$$

Diese Bedingung ist härter, d.h.  $I_i^{**} < I_i^*$ . Der Gewinnzuwachs fällt also geringer aus, wenn erwartet wird, dass der Wettbewerber (auch) investiert. Dies spiegelt lediglich die bereits zuvor gemachten allgemeinen Betrachtungen zu den Investitionsanreizen wieder.

Wir schreiben nun die gleichgewichtigen Gewinne in Abhängigkeit davon, ob Unternehmen 1 und 2 investiert haben, als  $\pi_1^*(d_1, d_2)$  und  $\pi_2^*(d_1, d_2)$ , wobei  $d_i = 1$ , falls Unternehmen  $i$  investiert hat und  $d_i = 0$ , falls es nicht investiert hat. Für den Fall  $m_1 = m_2$  (so dass  $I_1^* = I_2^* \equiv I^*$  und  $I_1^{**} = I_2^{**} \equiv I^{**}$ ) können wir drei Regimes unterscheiden:<sup>5</sup>

<sup>4</sup>Über das gesamte Marktgebiet hinweg ist andererseits das ‐Roll-Out‐ einer neuen Technologie eher kontinuierlich skalierbar.

<sup>5</sup>Wir abstrahieren von sogenannten ‐gemischten Gleichgewichten‐, die etwa als ‐Koordinationsversagen‐ interpretiert werden können. Allerdings dürften sich in der Realität Investitionsplanung und -durchführung über einen längeren Zeitraum erstrecken, auch wenn dies in dem betrachteten Spiel als einmalige Entscheidung modelliert wird, so dass ein Koordinationsversagen wenig plausibel erscheint.

1.  $I \leq I^{**}$ : Das nötige Investitionsvolumen ist so niedrig, dass beide Unternehmen einen Anreiz haben zu investieren, unabhängig von der Investitionsentscheidung des Wettbewerbers.
2.  $I^{**} < I \leq I^*$ : Das nötige Investitionsvolumen ist auf einem Niveau, dass sich die Investition nur dann lohnt, wenn der Wettbewerber die Investition nicht tätigt.
3.  $I > I^*$ : Das nötige Investitionsvolumen ist so hoch, dass kein Unternehmen einen Anreiz hat zu investieren, unabhängig von der Investitionsentscheidung des Wettbewerbers.

Im ersten Fall ist es nun durchaus möglich, dass  $\pi_i^*(1, 1) - I < \pi_i^*(0, 0)$ . Das entspricht der Situation eines Gefangenendilemmas. Falls beide Unternehmen bindende Verträge bezüglich der Investitionen (nicht aber bezüglich der Preise) miteinander abschließen könnten, so würden sie vereinbaren, keine Investitionen zu tätigen. Da sie ihre Entscheidungen aber nichtkooperativ treffen, investieren beide und erzielen damit niedrigere Gewinne als in der Ausgangssituation.

Lassen wir nun Asymmetrien in der Ausgangssituation der beiden Unternehmen zu, so ergibt sich aus den gemachten allgemeinen Überlegungen zu den Investitionsanreizen, dass das Unternehmen mit dem höheren ursprünglichen Marktanteil die höheren Anreize zu investieren hat und dass somit die "Hürden" ( $I_i^*$  und  $I_i^{**}$ ) niedriger sind. Es wird dann wahrscheinlicher, dass, falls nur ein Unternehmen investiert, es sich um das größere Unternehmen handelt. Falls nun auch die realen Kosten für die Investition unterschiedlich ausfallen, so ergeben sich hieraus natürlich weitere offensichtliche Asymmetrien.

**Sequentielle Investitionen.** Wir betrachten nun der Vollständigkeit halber auch die Situation, dass auf einer ersten Stufe ein "Incumbent" seine Investitionsentscheidung trifft, auf einer zweiten Stufe der Wettbewerber seine Investitionsentscheidung trifft und auf einer dritten Stufe die Unternehmen simultan ihre Preise setzen. Wir gehen zunächst wieder von einer ansonsten symmetrischen Situation aus. Wir erhalten dann unmittelbar folgendes Ergebnis:

1.  $I \leq I^{**}$ : Es investieren wieder beide Unternehmen.
2.  $I^{**} < I \leq I^*$ : Es investiert nur der Incumbent. Wir stellen damit fest, dass nun immer der Incumbent investiert, wenn nur ein Unternehmen investiert. Seine Profite sind aufgrund des "First-Mover-Vorteils" strikt höher als die des anderen Unternehmens, das nun nicht mehr investiert.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup>Formal bedeutet dies, dass  $\pi_1^*(1, 0) - I > \pi_1^*(0, 1)$ . Dies muss gelten, weil in diesem Regime  $\pi_1^*(1, 0) - I > \pi_1^*(0, 0)$  und  $\pi_2^*(1, 0) - I > \pi_2^*(0, 0)$ .

3.  $I^* < I$ : Es investiert keines der Unternehmen.

**Wohlfahrt.** Als nächstes diskutieren wir, ob aus Wohlfahrtssicht zu viel oder zu wenig investiert wird. Wir untersuchen zunächst die Frage, ob die öffentliche Hand ein Interesse an einer *Duplizierung* der Investition hat, wenn sie nicht die Preissetzung auf dem Markt kontrolliert.<sup>7</sup>

Die Duplizierung von Investitionen hat mehrere Auswirkungen. Zunächst werden fixe Kosten dupliziert. Solange allerdings das Unternehmen, das investiert hat, dem Wettbewerber keinen Netzzugang zur Verfügung stellt, ist Duplizierung der einzige Weg, allen Konsumenten den höherwertigen Service anzubieten. (Wir unterstellen dabei zunächst auch, dass die Innovation nicht drastisch in dem Sinne ist, dass nur das innovative Unternehmen auf dem kompetitiven Markt aktiv ist, wenn der Wettbewerber nicht investiert hat.) Die Investitionen erhöhen die Renten im Markt (brutto der fixen Kosten). Desweiteren beeinflussen die Investitionsentscheidungen den Wettbewerb im Markt. Falls nur ein Unternehmen investiert hat, besteht asymmetrischer Wettbewerb. Aufgrund höherer Qualität des investierenden Unternehmens entsteht eine Fehlallokation in der Dimension der Transportkosten: Transportkosten werden bei symmetrischer Nachfrage minimiert. Falls nun, anders als im betrachteten Hotelling-Modell, auch die gesamte Nachfrage elastisch wäre (und daher nicht immer gleich  $M + m_1 + m_2$ ), so würde sich daraus noch ein zusätzlicher Effekt von Investitionen ergeben.

Die Aufrechnung der unterschiedlichen Effekte, wie Investitionen die Wohlfahrt beeinflussen, und ein Vergleich mit den privaten Anreizen der Unternehmen ist allgemein *wenig* aufschlussreich. Zwar könnten im konkreten Fall entweder explizit oder aber auch nur in numerischen Beispielen dann Aussagen getroffen werden, diese sollten aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass eine solche quantitative Abwägung natürlich nur innerhalb des engen Modellrahmens und der jeweiligen Parameterwerte gilt.

Trotz dieser erheblichen Einschränkungen wollen wir im Folgenden eine solche Abwägung kurz diskutieren. Der Einfachheit halber beschränken wir uns hierbei auf den Fall  $m_1 = m_2 = 0$ . Unsere Notation ist nun der Einfachheit halber wie folgt:  $\hat{x}(1, 0)$  bezeichnet den gleichgewichtigen indifferenten Konsumenten für den Fall, dass Unternehmen 1, nicht aber Unternehmen 2 investiert hat. Analog seien  $\hat{x}(0, 0)$ ,  $\hat{x}(0, 1)$  und  $\hat{x}(1, 1)$  definiert. Falls nur Unternehmen 1 investiert, ist die Wohlfahrt

$$W(1) = M [\hat{x}(1, 0)(u_N - k_N) + (1 - \hat{x}(0, 1))(u_A - k_A) - T(\hat{x}(0, 1))] - I.$$

---

<sup>7</sup>Da die Preise nicht kontrolliert werden, spricht man hier auch von einem "Second-Best-Standard".

Falls beide Unternehmen investiert haben, ist die Wohlfahrt

$$W(2) = M [(u_N - k_N) - T(\hat{x}(1, 1))] - 2I.$$

Wir bewerten nun diese Wohlfahrt an der Stelle der kritischen Investitionsschwelle  $I^{**}$ . Falls  $W(1) > W(2)$  an der Stelle  $I^{**}$  gilt, so bedeutet dies, dass es effizienter wäre, die Investition des zweiten Unternehmens zu unterbinden.

Wir setzen  $M = 1$ . Aus der vorangegangenen Analyse erhalten wir  $\hat{x}(1, 1) = \frac{1}{2}$  und  $\hat{x}(1, 0) = \frac{1}{2} + \frac{1}{6\tau}\Delta$ , wobei  $\Delta \equiv (u_N - k_N) - (u_A - k_A)$  der um die Kosten angepasste Nutzenunterschied zwischen neuer und alter Technologie ist. Das kritische Investitionsvolumen ist dann  $I^{**} = \frac{1}{18\tau}\Delta^2 - \frac{1}{6}\Delta$ . Bewertet an  $I^{**}$  erhalten wir dann als Wohlfahrtsdifferenz

$$\begin{aligned} W(2) - W(1) &= (1 - \hat{x}(1, 0))\Delta + T(\hat{x}(1, 0)) - T(\hat{x}(1, 1)) - I^{**} \\ &= \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{6\tau}\Delta\right)\Delta + \left(\frac{\tau}{2}\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{6\tau}\Delta\right)^2 + \frac{\tau}{2}\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{6\tau}\Delta\right)^2\right) - \frac{\tau}{4} \\ &\quad - \left(\frac{1}{18\tau}\Delta^2 - \frac{1}{6}\Delta\right) \\ &= \frac{2}{3}\Delta - \frac{7}{36}\frac{\Delta^2}{\tau} \end{aligned}$$

Wir sehen, dass für jedes beliebige  $\tau$  der Ausdruck negativ ist, falls der um die Kosten adjustierte Nutzenunterschied zwischen neuer und alter Technologie hinreichend groß ist. Falls die nötigen Kosten  $I$  etwas kleiner sind als  $I^{**}$ , wird im Gleichgewicht von beiden Unternehmen investiert, obwohl aus Wohlfahrtssicht dies nicht wünschenswert ist. Insbesondere wenn die Produkte der beiden Unternehmen gute Substitute sind ( $\tau$  klein), wird es zu exzessiven Investitionen kommen.<sup>8</sup>

## 4 Investitionen unter Ex-post-Verträgen

### 4.1 Benchmark

Wir betrachten nun Verträge, die dem Wettbewerber Zugang zum ausgebauten Netz gewähren, die erst nach einer Investition geschlossen werden. Wir bezeichnen dies als Zugangsrechtsmodell, weil das investierende Unternehmen dem Wettbewerber das Recht gibt, das eigene Zugangsnetz zu benutzen. Wir betrachten zunächst sogenannte *lineare* Verträge, d.h. der Wettbewerber erhält Zugang zum NGA und

---

<sup>8</sup>Dies gilt allerdings nur solange auch beide Firmen in allen Marktsegmenten auch bei unterschiedlicher Investitionsentscheidung aktiv bleiben.

zahlt ein Zugangsentgelt pro Kunden. Wir unterstellen des Weiteren im Moment, dass das investierende Unternehmen die ganze Verhandlungsmacht hat. Konkret betrachten wir somit die Situation, dass Unternehmen 1 investiert hat und Unternehmen 2 nicht investiert hat, aber entscheidet, ob es das Angebot annimmt, Zugang zu einem Zugangsentgelt  $w$  pro Kunden zu erhalten. Abhängig von der Zahl der “Interconnection Points” teilen sich die Kosten wie folgt auf: Ein Teil fällt im Netz von Unternehmen 1, das Netzzugang gewährt, an und ein Teil im Netz von Unternehmen 2. Der Einfachheit halber setzen wir den Teil, der im Netz von Unternehmen 2 anfällt, auf Null.

Die Abfolge der Entscheidungen ist wie folgt: Nachdem Unternehmen 1, nicht aber Unternehmen 2, investiert hat, bietet Unternehmen 1 einen Vertrag  $w$  an, der spezifiziert, zu welchem Preis Unternehmen 2 Zugang für einen zusätzlichen Teilnehmer erhält. Anschließend setzen die beiden Unternehmen ihre Preise im Markt.

Ein wichtiges Ergebnis ist, dass aufgrund der perfekt preisinelastischen Gesamtnachfrage (die Zahl der Teilnehmer ist immer  $M + m_1 + m_2$ ) die Höhe von  $w$  den Gewinn von Unternehmen 2 unverändert lässt.<sup>9</sup> Als unmittelbare Implikation erhalten wir, dass die konkrete Ausgestaltung des linearen Vertrages damit im betrachteten Standardmodell *irrelevant* für Unternehmen 2 ist, ob es sich auf einer vorgelagerten Stufe entscheidet zu investieren oder ob es dies nicht tut und stattdessen Netzzugang sucht. Dies sei nun im Detail illustriert.

Eine Erhöhung von  $w$  um  $\Delta w$  führt zu einer Preiserhöhung von  $\Delta w$  sowohl bei Unternehmen 2 als auch bei Unternehmen 1. In dem betrachteten Modell wälzt das Unternehmen, dem Zugang gewährt wird, die erhöhten Zugangskosten ganz auf die Konsumenten ab. Das Unternehmen, das Zugang gewährt, erhöht ebenfalls den Preis, obwohl seine Kosten  $k_N$  sich nicht verändert haben. Der Grund ist, dass seine Opportunitätskosten ebenfalls um  $\Delta w$  gestiegen sind, weil jeder Teilnehmer, den es verliert, einen zusätzlichen Gewinn über  $\Delta w$  im Zugangsmarkt generiert. Die ökonomischen Kosten für jeden Teilnehmer steigen somit um  $\Delta w$  für *beide* Unternehmen.

Im Vergleich zu einem Markt ohne Verträge sehen wir somit, dass Unternehmen 1 seine Gewinne im Vergleich zu  $\pi^*(1, 0)$  erhöht. Im Zugangsrechtsmodell sind die Gewinne des Zugang suchenden Unternehmens gleich der Gewinne  $\pi^*(1, 1)$ . Allerdings muss es selbst keine Investition tätigen. Deshalb zieht es Unternehmen 2 immer vor, nicht selbst zu investieren, sondern das Zugangsnetz des Wettbewerbers zu nutzen. Dies gilt, obwohl der Zugangspreis vom Unternehmen 1 frei gewählt werden kann.

---

<sup>9</sup>Dies gilt genauer gesagt bis zu einer Obergrenze, ab der einige Konsumenten nicht mehr aktiv sind. Das Maximierungsproblem von Unternehmen 1 muss deshalb erfüllen, dass Unternehmen 1 nicht die Gewinne erhöhen kann, wenn es  $w$  so setzt, dass diese Obergrenze verletzt wird.

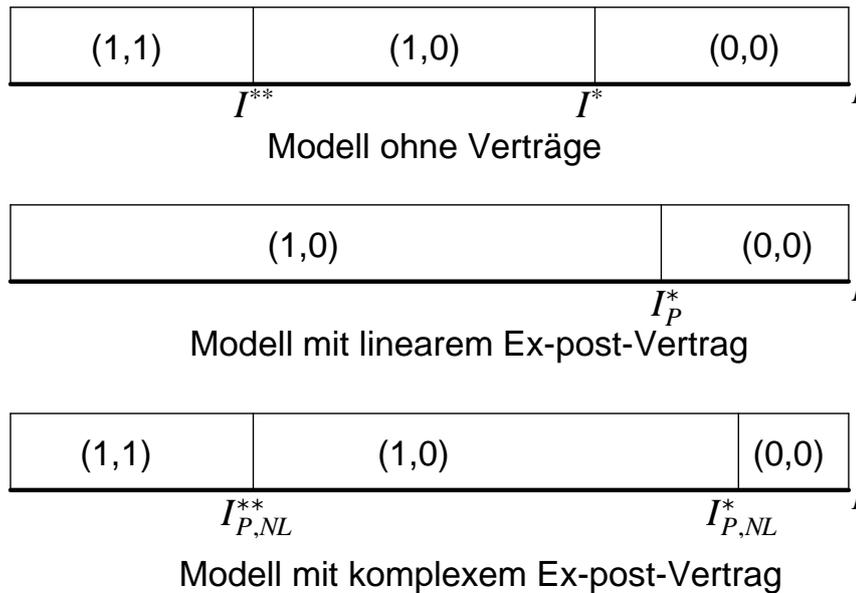


Abbildung 1: Investitionen bei Ex-post-Verträgen

Wenn wir nun die Investitionen auf der vorgelagerten Stufe betrachten und der Einfachheit halber sequentielle Investitionen unterstellen, gibt es damit kein Gleichgewicht, in dem Unternehmen 2 investiert, d.h. es kommt zu keiner Duplikation des Zugangsnetzes. Es gibt nun einen neuen kritischen Wert  $I_P^*$ , unterhalb dessen Unternehmen 1 investiert; überschreitet  $I$  diesen Wert, finden keine Investitionen statt. Der kritische Wert  $I_P^*$  ist größer als  $I^*$ . Dieses Ergebnis gilt, weil das Zugang gewährende Unternehmen Renten in Höhe von  $(M + m_1 + m_2)(w - c)$  im Zugangsmarkt abschöpfen kann, wenn  $w$  gewinnmaximal so gewählt wurde, dass immer noch der Markt ganz abgedeckt ist. Grafik 1 illustriert diese Einsicht.

**Komplexere Zugangsverträge.** Bislang betrachten wir lineare Zugangsverträge, bei denen das Zugang suchende Unternehmen den gleichen Preis je Nutzer zahlt. Prinzipiell muss dies nicht so sein. Beispielsweise könnte ein Vertrag auch die Zahlung einer fixen Gebühr zusammen mit einem – wohl dann niedrigeren – zusätzlichen variablen Entgelt festlegen. Damit kann das Zugang gewährende Unternehmen eine weitergehende Rentenabschöpfung erreichen. Im gegenwärtig betrachteten Fall, in dem das Zugang gewährende Unternehmen die gesamte Verhandlungsmacht hat, kann es die Rente sogar vollständig abschöpfen und damit das Zugang suchende Unternehmen auf den Gewinn drücken, den dieses ohne das Zugangsrecht hätte:  $\pi^*(0, 1)$ . Konkret bedeutet das, dass der Vertrag dann eine zusätzliche fixe Nutzungsgebühr der Höhe  $F = \pi^*(1, 1) - \pi^*(0, 1)$  vorsieht.

Dies hat nun wiederum Rückwirkungen auf die Anreize zu investieren. Der Fall, in dem kein Unternehmen investiert, wird nun noch seltener: Die entsprechende Grenze unter nichtlinearen Verträgen,  $I_{P,NL}^*$ , liegt strikt unter der vorherigen Grenze:  $I_{P,NL}^* > I_P^* > I^*$ . Andererseits gibt es jetzt allerdings wieder einen Parameterbereich, in dem beide Unternehmen investieren:  $I \leq I_{P,NL}^{**}$ . Da im vorliegenden Fall, in dem die gesamte Verhandlungsmacht beim Zugang gewährenden Unternehmen liegt, das nicht investierende Unternehmen auf dem Gewinnniveau  $\pi^*(1, 0)$  bleibt, ist diese Grenze gleich der Grenze ohne Verträge:  $I_{P,NL}^{**} = I^{**}$ .

**Verhandlungsmacht.** Im Grundmodell spielt die Verteilung der Verhandlungsmacht *keine* Rolle sofern man nur lineare Verträge betrachtet. Beide Unternehmen stellen sich strikt besser wenn  $w$  so gewählt wird, dass letztlich das Monopolergebnis erreicht wird.<sup>10</sup> Die Verteilung der Verhandlungsmacht spielt allerdings sehr wohl eine Rolle unter komplexeren Zugangsverträgen. Da bei der späteren Analyse von Regulierung diese auch einen Einfluss auf die Verhandlungsmacht hat, sind hier einige Ausführungen hilfreich.

Komplexere Verträge erlauben es, zwei Ziele von Verträgen separat und ohne Konflikte zu verfolgen. Das erste Ziel ist die Maximierung der *gemeinsamen* Industrieprofiten. Im vorliegenden Fall wird dies dadurch erreicht, dass  $w$  so hoch gewählt wird, bis die Monopollösung erreicht ist. Das zweite Ziel ist es, die entstandenen Profite (Renten) dann entsprechend der Verhandlungsmacht der beiden Parteien aufzuteilen. Bereits mit einem zweiteiligen Tarif  $(F, w)$  lässt sich dies über die beiden Bestandteile erreichen. Dann hat eine Verschiebung von Verhandlungsmacht *keine* Auswirkung auf das Marktergebnis bei gegebenen Investitionen, sondern nur auf die Verteilung der Renten zwischen den Unternehmen. Dies hat dann allerdings Auswirkungen auf die Investitionsanreize. Hat auch das Zugang suchende Unternehmen Verhandlungsmacht, so verschieben sich die Investitionsgrenzen konkret wie folgt. Falls nur ein Unternehmen investiert, so wird aufgrund des entstehenden “Hold-Up-Problems” (das besteht, weil das nicht investierende Unternehmen nun eine Rente behalten kann)<sup>11</sup> die neue Schwelle  $I_{P,VH}^*$  unter der vorherigen Schwelle  $I_{P,NL}^*$  liegen. Andererseits sinkt wieder die Wahrscheinlichkeit, dass es zu einer Duplizierung von Investitionen kommt:  $I_{P,VH}^{**}$  liegt unterhalb von  $I_{P,NL}^{**}$ . Es gilt also  $0 = I_P^{**} < I_{P,VL}^{**} < I_{P,NL}^{**}$  und  $I^* < I_P^* < I_{P,NL}^*$  sowie  $I^* < I_{P,VH}^* < I_{P,NL}^*$ . Im Allgemeinen ist nicht klar, ob  $I_P^* < I_{P,VH}^*$ , weil das nicht investierende Unternehmen bei Verhandlungen im Extremfall die Gewinne des investierenden Unternehmens auf  $\pi^*(1, 0)$  drücken kann. Grafik 2 fasst die gleichgewichtigen Investitionsentscheidungen in den vier Szenarien zusammen. Eine stärkere Verhandlungsposition von

---

<sup>10</sup>Dies gilt weiterhin unter der Annahme, dass es immer optimal ist, eine Abdeckung des gesamten Marktes zu erzielen.

<sup>11</sup>Zum “Hold-Up-Problem” siehe Grossman und Hart (1986).

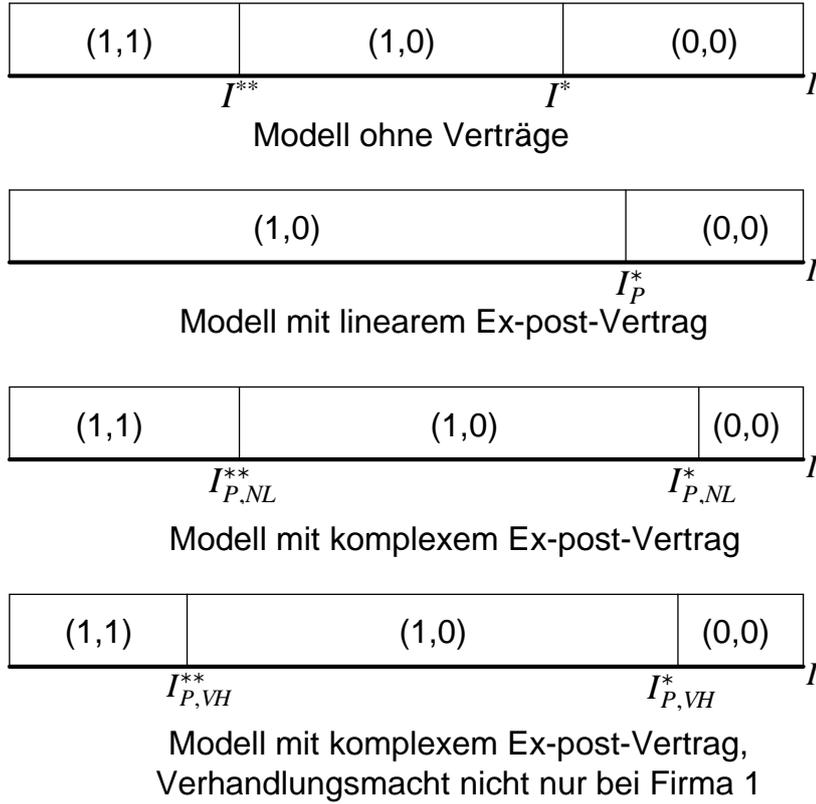


Abbildung 2: Investitionen bei Ex-post-Verträgen (Fortsetzung)

Unternehmen 2 führt dazu, dass es weniger häufig zur Duplizierung der Investition kommt, weil Unternehmen 2 alternativ einen für sich attraktiveren Vertrag durchsetzen kann.

## 4.2 Elastische Gesamtnachfrage und Zugangsentgelte

Die bisherige Analyse hängt kritisch von der Annahme ab, dass die Gesamtnachfrage perfekt preiselastisch ist. Im Folgenden analysieren wir die oben beschriebene Erweiterung, dass die Nachfragen in den Monopolesegmenten preisabhängig sind, d.h.  $m_1(p_1)$  ist fallend in  $p_1$  und  $m_2(p_2)$  fallend in  $p_2$ . Der Spezialfall mit konstantem  $m_1 = 0$  wurde in de Bijl und Peitz (2006) untersucht.

Die Gewinnfunktion von Unternehmen 1 ist nun

$$\begin{aligned}
 \pi_1 &= (p_1 - k_N)(M\hat{x}(p_1, p_2) + m_1(p_1)) + (w - k_N)(M(1 - \hat{x}(p_1, p_2)) + m_2(p_2)) \\
 &= [(p_1 - w)(M\hat{x}(p_1, p_2) + m_1(p_1)) + (w - k_N)(M + m_1(p_1) + m_2(p_2))]. \quad (1)
 \end{aligned}$$

Die Gewinnfunktion von Unternehmen 2 ist

$$\pi_2 = (p_2 - w)(M(1 - \hat{x}(p_1, p_2)) + m_2(p_2)).$$

Die Gleichgewichtspreise  $p_1^*$  und  $p_2^*$  hängen nun von  $w$  ab. Es gilt nun allerdings im Gegensatz zum Grundmodell mit perfekt preisinelastischer Gesamtnachfrage, dass  $dp_2^*/dw < 1$ , weil eine Preiserhöhung im Monopolesegment zu einer verringerten Nachfrage führt. Das impliziert, dass ein höherer Zugangspreis zum NGA zu einem niedrigeren Gewinn des Zugangssuchenden führt. Entsprechend wird trotz gestiegener Opportunitätskosten Unternehmen 1 auch seinen Preis so anpassen, dass  $dp_1^*/dw < 1$  gilt.

Allerdings besteht mit preiselastischer Gesamtnachfrage nun folgende wichtige Asymmetrie zwischen beiden Unternehmen: Unternehmen 1 hat keine (von  $w$  abhängigen) Opportunitätskosten, wenn es mehr an die Kunden in seinem Monopolesegment,  $m_1(p_1)$ , verkauft. Für Unternehmen 2 gelten allerdings natürlich auch die Kosten aus dem Zugangsentgelt  $w > k_N$  für den Verkauf im eigenen Monopolesegment,  $m_2(p_2)$ . Unternehmen 1 wird nun im Gleichgewicht tendenziell einen niedrigeren Preis setzen, weil es mit niedrigeren Opportunitätskosten in seinem Monopolesegment arbeitet, als es der Wettbewerber tut. Deshalb wird es *partielle Marktverdrängung* geben: Ein höherer Zugangspreis  $w$  führt tendenziell zu stärker asymmetrischen Marktergebnissen, und der Marktanteil des Wettbewerbers sinkt.

Das Grundmodell mit einer perfekt preisinelastischen Gesamtnachfrage ist von zentraler Bedeutung, da es unter anderem zeigt, dass bei asymmetrischen Investitionen das investierende Unternehmen möglicherweise keine oder nur schwache Anreize hat, den Markt zu verschließen. Zumindest kann nicht davon ausgegangen werden, dass zwangsläufig Anreize zu einem vollständigen oder partiellen Marktverschluss bestehen. Bei preiselastischer Gesamtnachfrage gilt allerdings, dass im Falle eines Zugangsrechts das Zugang gewährende Unternehmen einen höheren Marktanteil aufweist (“partial foreclosure”). Hier kann es dann auch weiterhin zu einer Duplizierung der Investitionen kommen – auch bei nur linearen Zugangsverträgen. Zumindest in dem betrachteten Spiel, in dem das Zugang gewährende Unternehmen die gesamte Verhandlungsmacht bei der Vergabe des Zugangsrechts hat, wird ferner auch bei linearen Verträgen das Zugang suchende Unternehmen strikt schlechter gestellt, als wenn es selbst investiert hätte (wobei die fixen Investitionskosten nicht berücksichtigt sind).

**Komplexere Zugangsverträge und Verhandlungsmacht.** Bei preiselastischer Nachfrage können komplexere Zugangsverträge auch dazu dienen, ein insgesamt effizienteres Ergebnis zu erreichen. Um dies zu illustrieren, betrachten wir zunächst wieder den Fall, dass das Zugang gewährende Unternehmen die gesamte Verhandlungsmacht hat und damit ein “take-it-or-leave-it”-Angebot macht. Wir

hatten bereits für das Grundmodell mit perfekt preiselastischer Gesamtnachfrage festgestellt, dass im Falle eines linearen Zugangsentgeltes  $w$  das Zugang suchende Unternehmen eine Rente erhält und daher einen Gewinn macht, der gleich  $\pi^*(1, 1)$  und damit höher als  $\pi^*(0, 1)$  ist. Qualitativ gilt dieses Ergebnis auch unter preiselastischer Nachfrage.

Dabei ist allerdings folgende Beobachtung zentral. Wie oben bereits angeführt wurde, steuert bei einem linearen Zugangsentgelt die Größe  $w$  sowohl die Höhe der gesamten Industrieprofiten als auch wie diese verteilt werden. Dies führt nun bei preiselastischer Nachfrage allgemein dazu, dass unter der für das Zugang gewährende Unternehmen optimalen Wahl von  $w$  die Endkundenpreise der beiden Unternehmen nicht mehr denen entsprechen, die ein integriertes Monopolunternehmen für beide Produkte wählen würde. Auch bei symmetrischen Ausgangssituationen ist der Preis des Zugang suchenden Unternehmens höher und sein Marktanteil deshalb niedriger, insbesondere auch im Vergleich zur Monopollösung. Wenn allerdings das Zugang gewährende Unternehmen auch ein Fixum  $F$  festsetzen kann, so wird es einen geringeren Einheitspreis  $w$  wählen, um dadurch höhere Industrieprofiten zu erreichen, die es nun aber mit dem Fixum abschöpfen kann. Kurz gesagt: Durch ein komplexeres Gebührensystem wird eine "doppelte Marginalisierung" verhindert.

Dieses Ergebnis gilt auch dann, wenn die Verhandlungsmacht anders verteilt ist. Falls das mögliche Gebührenmodell hinreichend komplex ist, so bleiben der (marginale) Einheitspreis  $w$  und damit die Endkundenpreise unbeeinflusst von der Verteilung der Verhandlungsmacht, die nur eine Rentenverschiebung zwischen den Unternehmen bewirkt. Dies ist anders bei rein linearen Tarifen, da nun im Falle einer preiselastischen Gesamtnachfrage eine Erhöhung der Verhandlungsmacht des Zugang suchenden Unternehmens eine Verringerung von  $w$  bedeutet und damit niedrigere Preise bei allen Unternehmen sowie einen höheren Marktanteil des Zugang suchenden Unternehmens impliziert.

Diese Diskussion darf allerdings nicht darüber hinwegtäuschen, dass komplexere Zugangsverträge auch zu Lasten der Kunden gehen können, wenn sie es den Unternehmen ermöglichen, höhere Preise zu erwirken. Um dies zu sehen, sei zunächst daran erinnert, dass mit dem zweiteiligen Entgeltsystem  $(F, w)$  nicht die Monopollösung erreicht werden kann. Nehmen wir stattdessen einen allgemeineren Vertrag, der im Sinne einer Verteilung der Kosten die Zahlungen des Zugang suchenden Unternehmens an den Absatz beider Unternehmen koppelt:  $Z(q_1, q_2)$  als Zahlung in Abhängigkeit von  $q_1$  und  $q_2$ . Unter Symmetrie kann beispielsweise folgendes einfache Entgeltsystem die Monopollösung unter einer beliebigen Verteilung der Verhandlungsmacht erreichen. Zunächst leistet das Zugang suchende Unternehmen eine fixe Zahlung  $F$  an das Zugang gewährende Unternehmen. Dann wird nach Realisierung der Mengen auf jedes Unternehmen fiktiv der Anteil an einer Kostenpauschale  $K$  proportional zur Menge verteilt:  $q_1 K / (q_1 + q_2)$  und  $q_2 K / (q_1 + q_2)$ . Die

Pauschale  $K$  wird dann dazu verwendet, um etwa neue Infrastrukturprojekte zu realisieren, von denen die beiden Unternehmen gleichermaßen profitieren. Durch die Wahl von  $K$  können nun die marginalen Kosten für beide Unternehmen so gesteuert werden, dass sie in der Tat die Monopollösungen wählen. Durch  $F$  kann eine asymmetrische Rentenverschiebung zwischen den Unternehmen erfolgen.

### 4.3 Zusammenfassung: Ex-post-Verträge

Es bietet sich zunächst ein Vergleich zur Situation an, in der Verträge zwischen den Unternehmen nicht möglich sind. Dann kann folgendes festgehalten werden:

1. Mit (Ex-post-) Verträgen investiert zumindest ein Unternehmen häufiger als ohne Verträge. Dies ist umso mehr der Fall, wenn die Verhandlungsmacht stärker beim Zugang gewährenden Unternehmen liegt und wenn komplexere Zugangsverträge geschlossen werden können.
2. Mit (Ex-post-) Verträgen kommt es weniger häufig dazu, dass beide Unternehmen investieren (Duplizierung der Investition). Dies ist ferner umso seltener der Fall, wenn die Verhandlungsmacht stärker beim Zugang suchenden Unternehmen liegt. Komplexere Verträge machen eine Duplizierung wahrscheinlicher, insbesondere wenn die Verhandlungsmacht eher beim Zugang gewährenden Unternehmen liegt.

Falls Investitionen stattfinden, so profitieren Kunden von Duplizierung, da dann der Wettbewerb am intensivsten ist. Wenn nur ein Unternehmen investiert, dann können Kunden, die ansonsten nicht davon profitieren würden, unter einem Zugangsrecht auch die neue Technologie nutzen. Allerdings kann gerade durch den Zugangsvertrag erst die Möglichkeit bestehen, dass die Unternehmen den Preiswettbewerb erheblich beschränken. Kunden können dann schlechter gestellt sein im Vergleich zu einer Situation, in der kein Unternehmen investiert, aber beide ohne Beschränkung im Preiswettbewerb stehen. Abstrahiert man allerdings von letzterem Fall, so kann grob festgehalten werden, dass die Möglichkeit, Zugangsverträge abzuschließen, wohl insbesondere dann im Interesse der Kunden ist, wenn generell die wirtschaftliche Rentabilität der Investition gefährdet ist. Im gegenteiligen Fall dürften allerdings Kunden vom stärkeren Wettbewerb bei Duplizierung der Investitionen profitieren.

## 5 Investitionen unter Ex-ante-Verträgen

### 5.1 Verhandlungssituation

Wir betrachten nun die Möglichkeit, dass die beiden Unternehmen bereits vor einer Investition langfristige Verträge über die gemeinsame Nutzung der neuen Technologie schreiben können. In Bezug auf die Wahl der möglichen Verträge (linear oder komplexer) gelten noch die Überlegungen, die wir für den Fall von Ex-post-Verträgen angestellt haben.

Wir fokussieren uns nun zunächst auf die Verhandlungssituation. Dabei stellt sich zunächst die Frage, welche Gewinne die beiden Unternehmen erzielen, falls es zu einem Abbruch der Verhandlungen kommt. Um für diesen Fall ein eindeutiges Gleichgewicht zu erhalten, nehmen wir der Einfachheit halber an, dass dann ein Unternehmen,  $i = 1$ , als erstes entscheiden kann, ob es noch immer investieren will. (Dies entspricht der oben diskutierten sequentiellen Struktur.) Für diesen Fall haben wir das Gleichgewicht durch die Schwellenwerte  $I^*$  und  $I^{**}$  für den Fall ohne Ex-post-Verträge bereits charakterisiert. Je nach möglicher Vertragswahl (ex post) sind diese Grenzen dann entsprechend anzupassen, beispielsweise auf  $I_{P,NL}^*$  und  $I_{P,NL}^{**}$  im Falle nicht-linearer Ex-post-Zugangsverträge. Durch das Gleichgewicht im Falle nicht erfolgreicher Ex-ante-Verhandlungen bestimmen sich dann die sogenannten “outside options”, d.h. die Gewinne, die entstehen, falls die Verhandlungen erfolglos verlaufen. Wir bezeichnen diese Gewinne mit  $\pi_1^{BD}$  und  $\pi_2^{BD}$  (wobei  $BD$  für “breakdown” steht, also den Zusammenbruch der Verhandlungen). Beispielsweise gelten für  $I > I^{**}$  und im Falle von Symmetrie die Gewinne  $\pi_i^{BD} = \pi^*(0, 0)$ , da dann kein Unternehmen investieren wird. Würde ohne Ex-ante-Verträge hingegen genau ein Unternehmen,  $i = 1$ , investieren, da  $I^{**} < I < I^*$ , so ergäbe sich  $\pi_1^{BD} = \pi^*(1, 0) - I$  und  $\pi_2^{BD} = \pi^*(0, 1)$ .

Nehmen wir nun an, dass ein Ex-ante-Vertrag hinreichend flexibel ist, so dass, wie oben dargestellt wurde, die Frage der Rentenverteilung abgekoppelt werden kann von der Frage, wie die gemeinsamen Industriegewinne maximiert werden. Falls beispielsweise zweiteilige Verträge betrachtet werden,  $(F, w)$ , so wird  $w$  unabhängig von der Verteilung der Verhandlungsmacht so gewählt, dass die Unternehmen damit der Monopollösung unter der neuen Technologie so nahe wie möglich kommen. Die fixe Zahlung  $F$  wird zur Aufteilung der entstehenden Rente verwandt. Wir bezeichnen nun die gesamten Industriegewinne (brutto der Investitionskosten), die unter dem optimalen Zugangsvertrag möglich sind, falls genau ein Unternehmen investiert hat, mit  $\Pi_M^N$ . Damit ist der “net surplus”, der durch die Investition eines Unternehmens geschaffen werden kann, generell durch

$$NS = (\Pi_M^N - I) - (\pi_1^{BD} + \pi_2^{BD})$$

bestimmt. Im Falle  $I^{**} < I < I^*$  kann dies dann beispielsweise wie folgt präzisiert

werden:

$$\begin{aligned} NS &= (\Pi_M^N - I) - [\pi^*(1, 0) + \pi^*(0, 1) - I] \\ &= \Pi_M^N - [\pi^*(1, 0) + \pi^*(0, 1)] \end{aligned}$$

Falls  $NS > 0$  und falls beide Parteien über gleiche Verhandlungsmacht verfügen, so wird nun der Vertragsbestandteil  $F$  so bestimmt, dass jedes Unternehmen den gleichen Anteil am “net surplus” erzielt. Damit ergibt sich beispielsweise für Unternehmen 1 ein Gewinn von  $\pi_1^{BD} + NS/2$ . Speziell für den Fall  $I^{**} < I < I^*$  bedeutet dies, dass Unternehmen 1 den Gewinn

$$[\pi^*(1, 0) - I] + \frac{1}{2} [\Pi_M^N - \pi^*(1, 0) - \pi^*(0, 1)]$$

erzielt. Für Unternehmen 2 erhalten wir entsprechend einen Gewinn von  $\pi_2^{BD} + NS/2$  oder explizit für den Fall  $I^{**} < I < I^*$ :

$$\pi^*(0, 1) + \frac{1}{2} [\Pi_M^N - \pi^*(1, 0) - \pi^*(0, 1)] .$$

## 5.2 Investitionen

Die Implikationen von Ex-ante-Verträgen für die Investitionsbereitschaft der Unternehmen sind ähnlich der oben dargestellten Implikationen, wenn wir lediglich Ex-post-Verträge zulassen. Im Falle einer perfekt preiselastischen Nachfrage ergibt sich nun immer und daher unabhängig von den möglichen Zugangsverträgen, dass es nicht mehr zu einer Duplizierung von Investitionen kommt:  $I_A^{**} = 0$  mit Ex-ante-Verträgen. Bei Preis-elastischer Nachfrage kann es allerdings auch bei Ex-ante-Verträgen noch zu einer Duplizierung kommen, sofern die Zugangsverträge nicht hinreichend flexibel gestaltet werden können.

Gleichzeitig erlauben Ex-ante-Verträge das “Hold-Up-Problem” zu reduzieren oder im Falle hinreichend komplexer Zugangsverträge vollständig zu vermeiden. Zur Erinnerung: Das “Hold-Up-Problem” entsteht dann, wenn nur ein Unternehmen investiert, es aber aufgrund der Ex-post-Verhandlungsmacht des Zugang suchenden Unternehmens nicht die gesamte entstehende Rente extrahieren kann. Damit liegt auch die Grenze  $I_A^*$  über dem entsprechende Schwellenwert, der anzuwenden ist, falls nur Ex-post-Verträge möglich sind. Für Märkte mit perfekt preiselastischer Marktnachfrage illustriert Grafik 3 das Investitionsverhalten von Unternehmen, die entweder keine Verträge, Ex-post-Verträge oder Ex-ante-Verträge abschließen.

Somit erhalten wir unmittelbar folgende Ergebnisse:

1. Falls Ex-ante-Verträge möglich sind, so investiert zumindest ein Unternehmen häufiger, als wenn entweder nur Ex-post-Verträge möglich sind oder aber keine Verträge geschlossen werden können.

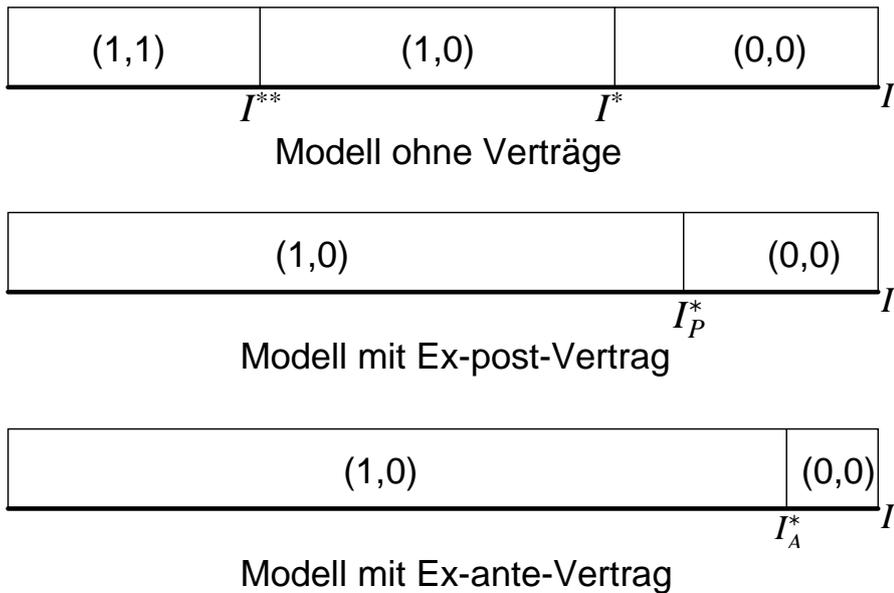


Abbildung 3: Investitionen bei Ex-ante- versus Ex-post-Verträgen

2. Mit Ex-ante-Verträgen kommt es auch weniger häufig dazu, dass beide Unternehmen investieren (Duplizierung).

Wie bereits bei der Diskussion der Implikationen von Ex-ante-Verträgen gilt auch hier wiederum, dass die Vermeidung von Duplizierung zu Lasten der Kunden geht. Kunden können aber von Ex-ante-Verträgen profitieren, sofern dies überhaupt erst Investitionen wirtschaftlich möglich macht.

Einen Aspekt, den unsere Modellierung nicht berücksichtigt hat, ist die Möglichkeit, dass eine neue Technologie in der Zukunft verfügbar ist, die die Wettbewerbsintensität erhöht. Falls Zugang zur Vorgängertechnologie essentiell ist, um diese Technologie verwenden zu können, befinden wir uns in einem Markt, der die Eigenschaft einer “ladder of investment” hat, wo also Marktzugang mit der aktuellen Technologie essentiell ist, um später eine neue Technologie einzusetzen. In einem solchen Fall haben Ex-ante-Verträge den Nachteil für das Zugang gewährende Unternehmen, dass es sich einen zukünftigen Wettbewerber gewissermaßen heranzüchtet. Aus Wohlfahrtssicht besteht damit die Gefahr, dass selbst bei der Möglichkeit, Ex-ante-Verträge abzuschließen, das investierende Unternehmen keinen Marktzugang gewährt und es somit zu “foreclosure” kommt.

### 5.3 Unsicherheit

In unserem Modell antizipieren Unternehmen vollständig den Wert, den die Investition generiert. Dies ist sicherlich eine Abstraktion von der Realität, insbesondere, weil wir hier nicht von einer inkrementellen Investition sprechen, sondern von der Einführung eines neuen Zugangsnetzwerkes. Zukünftige Nachfrage und die Höhe der Investitionskosten für das NGA sollten deshalb als unsicher angesehen werden.

In unserem Modell sind Unternehmen risikoneutral, was eine Standardannahme in der Literatur ist. Diese Annahme erscheint uns als angebracht, wenn Unternehmen einen relativ reibungslosen Zugang zu Kapitalmärkten haben, beispielsweise weil sie im Markt etabliert sind und deshalb transparent für die Investoren sind. In einem solchen Fall sollten wir unterstellen, dass die Eigentümer der Unternehmen diversifizierte Investoren sind, die deshalb nicht für irgendwelche idiosynkratischen Risiken kompensiert werden müssen. In manchen Situationen ist die Annahme trotzdem eine gewisse Abstraktion, weil nicht-lineare Steuern und finanzielle Schwierigkeiten zu Kosten im Unternehmen führen, wenn "Cash Flows" zu volatil sind. Falls jedoch Unternehmen  $i = 1, 2$  bereits etabliert im Markt sind und relativ leichten Zugang zu externer Finanzierung haben und sogar die Möglichkeit haben, eine interne Finanzierung zu gewährleisten, werden Ex-ante-Verträge weniger benötigt, um die Investitionsrisiken adäquat zwischen ihnen zu teilen; das bedeutet allerdings nicht, dass die Investitionskosten nicht geteilt werden müssen, um eine effiziente Investition sicherzustellen.

In diesem Zusammenhang ist es wichtig zu bemerken, dass Unsicherheit nicht notwendigerweise zu einem verschärften "Hold-Up-Problem" führt. Um dies zu sehen, sei  $z$  die Wahrscheinlichkeit, mit der das Nutzenniveau  $u^N$  nach der Investition erreicht wird. Mit der verbleibenden Wahrscheinlichkeit  $1 - z$  bleibe das Nutzenniveau der Konsumenten auf dem Ausgangsniveau  $u^A$ , d.h. Konsumenten haben keine Wertschätzung für die neue Technologie relativ zur Bestehenden. Falls Unternehmen hinreichend flexible Ex-post-Verträge haben, um den Markt zu monopolisieren, werden sie bei einer hohen Realisation das gesamte Nutzeninkrement  $u^N - u^A$  abschöpfen. Bei gleich starker Verhandlungsmacht auf dieser Stufe zwischen beiden Unternehmen wird jedes der beiden Unternehmen die Hälfte des Nettogewinns abschöpfen. Wenn wir nun  $z$  variieren, müssen wir sicherstellen, dass der erwartete "surplus" der Investition konstant bleibt, weil wir Projekte mit der gleichen Erwartungsauszahlung aber unterschiedlichen Risiken miteinander vergleichen wollen. Bei einer solchen Veränderung wird das investierende Unternehmen genau die Hälfte des Zugewinns der Investition in der Industrie erhalten. Dies gilt unabhängig davon, wie riskant die Investition ist, d.h. wie groß  $z$  ist. Bei seiner Entscheidung, ob es investieren soll, vergleicht das Unternehmen den Zugewinn der Erwartungsauszahlung mit den Investitionskosten  $I$ . Unsicherheit führt damit *nicht* zu einer Verschärfung des "Hold-Up-Problems".

## 6 Regulierung

### 6.1 Allgemeine Bemerkungen

**Wirkungsweisen** Grob können wir zwischen zwei möglichen Wirkungsweisen einer Regulierung in unserem Modellrahmen unterscheiden. Zunächst mag Regulierung direkt die von den Unternehmen getroffenen Entscheidungen “bindend” beeinflussen. Paradigmatisch ist hier die Vorgabe einer kostenorientierten Zugangsregelung zu nennen, während ohne Regulierung das investierende Unternehmen einen höheren Preis fordern würde. Der Großteil der sich anschließenden Diskussion und Analyse beschäftigt sich mit solcher direkten Regulierung.

Regulierung kann aber auch indirekt wirken. Dann kommt die von der Regulierung als Drohpunkt angesetzte Alternative nicht zum Zuge, da sich die Unternehmen auf eine andere Lösung einigen oder Strategien wählen, so dass die Regulierung nicht zum Zuge kommt. Die Marktverhältnisse wären aber ohne Regulierung anders. Als Beispiel sei angenommen, dass nun die Regulierung einem nicht investierenden Unternehmen die Möglichkeit einräumt, die neue Technologie zu einem bestimmten Tarif zu erhalten. Diese Alternative mag für das Unternehmen besser sein als die Alternative, letztlich ohne die neue Technologie um Kunden konkurrieren zu müssen. Dadurch verbessert sich die “outside option” des Unternehmens bei Verhandlungen, auch wenn sich die Unternehmen dann auf eine andere vertragliche Lösung einigen. Diese Lösung würde aber ohne die bessere “outside option” anders aussehen, zum Beispiel da das Fixum  $F$  höher wäre und damit die Profite des Zugang gewährenden Unternehmens höher und die des Zugang suchenden Unternehmens niedriger.

**Konflikt zwischen Investitionsanreizen und Wettbewerb** Regulierung kann verschiedene Ziele verfolgen. Ein vorrangiges Ziel kann das der Maximierung der gesamtwirtschaftlichen Wohlfahrt mit Einbezug der dynamischen Investitionsentscheidungen sein. Hierbei werden Konsumentenrente und Produzentenrente gleich gewichtet. Alternativ kann ein stärkeres Gewicht auf die Konsumentenrente gelegt werden.

Die obige Analyse suggeriert einen gewissen Konflikt zwischen der Schaffung hoher Investitionsanreize und der Sicherstellung, dass nach erfolgter Investition sich ein intensiver Wettbewerb einstellt. Beispielsweise werden durch die Erhöhung eines simplen linearen Tarifs  $w$  die Endkundenpreise beider Unternehmen in unserem Modell steigen, während hingegen die Investitionsanreize für das Unternehmen, das Zugang gewährt, steigen. Alternativ können Investitionsanreize sowie Endkundenpreise durch das Verbot oder die Zulassung von bestimmten Ex-ante (“cost sharing”) Verträgen (siehe unten) beeinflusst werden. Wie oben dargestellt wurde, reduziert die Möglichkeit, solche Verträge abzuschließen, die Wahrschein-

lichkeit, dass Investitionen dupliziert werden und somit ein besonders intensiver Preiswettbewerb eintritt. Andererseits steigt damit die Wahrscheinlichkeit, dass überhaupt erst von zumindest einem Unternehmen die Investitionen getätigt werden.

Allerdings darf nicht außer Acht gelassen werden, dass ein solcher möglicher Konflikt auch durch die Wahl der Regulierung beeinflusst wird. Wie wir noch im Detail darstellen werden, betrifft dies etwa die Art und Weise, wie Kosten umgewälzt werden können. Dies kann möglicherweise so geschehen, dass sich dadurch preissteigernde Wirkungen nur in geringerem Maße entfalten.

Bei der Beurteilung von Regulierungseingriffen müssen drei Wohlfahrtseffekte berücksichtigt werden:

- die Investitionsentscheidungen (und damit die Qualität der angebotenen Produkte),
- die Allokation im Wettbewerbssegment (und damit die Transportkosten),
- der “deadweight loss” im Monopolesegment (falls  $m_i(p_i)$  fallend in  $p_i$ ).

Der Rest dieses Abschnitts gliedert sich wie folgt: Zunächst diskutieren wir die Effekte von Preisregulierung zu laufenden Kosten. Danach beschäftigen wir uns mit weiteren kostenbasierten Regulierungen. Zuletzt betrachten wir Zugangsregulierung, die nicht notwendigerweise kostenbasiert ist und ihre Implikationen für Investitionsanreize.

**Einfache Preisregulierung: Diskussion** Als Ausgangspunkt sei eine Regulierung betrachtet, die bei asymmetrischen Investitionen das investierende Unternehmen zwingt, den Zugang zu laufenden Kosten,  $w = k^N$ , zu gewähren. In unserem Grundmodell mit vollkommen preisinelastischer Gesamtnachfrage konkurrieren sich dann die Unternehmen auf die gleiche Marge herab, die sie auch ohne die neue Investition hätten. (Im Falle von  $k^N < k^A$  würden die Endkundenpreise fallen, während diese im Falle von  $k^N > k^A$  steigen.) Der gesamte Nutzen der neuen Technologie wird vollständig zu den Konsumenten transferiert. Insbesondere ist das investierende Unternehmen nicht in der Lage, aus den Kostenvorteilen der Investition Kapital zu schlagen, sofern diese bestehen (d.h. falls  $k^N < k^A$ ), da diese auch an das konkurrierende Unternehmen weitergegeben und dann letztlich wegkonkurriert werden.

In diesem Grundmodell würden daher bei einer Regulierung  $w = k^N$  keine Investitionen getätigt werden. Bei einer preiselastischen Nachfrage gilt nicht mehr dieses extreme Resultat, allerdings besteht das grundsätzliche Problem weiterhin, wenn die Gesamtnachfrage im Markt nicht hinreichend sensitiv auf Preisänderungen reagiert.

Damit nicht nur Investitionen überhaupt stattfinden, sondern damit diese auch in einem effizienten Maße stattfinden, muss das investierende Unternehmen einen Teil der Renten abschöpfen können. Wenn im Grundmodell bei asymmetrischen Investitionen allerdings eine vertragliche Lösung ohne Regulierung gewählt wird, so wird nicht nur die neu entstandene Konsumentenrente vollständig durch die beiden Unternehmen abgeschöpft (und im Falle komplexerer Verträge und einseitiger Verhandlungsmacht auch vollständig durch das investierende Unternehmen allein). Zusätzlich erlaubt der Vertrag den Unternehmen auch eine weitgehende (im Grundmodell vollständige) Einschränkung des Wettbewerbs und damit die Abschöpfung von Renten, die die Konsumenten *ohne* neue Investitionen realisieren könnten.

Will man dem investierenden Unternehmen eine Rente zugestehen, ohne damit den Preiswettbewerb übergebühlich zu beeinträchtigen, so bietet sich in Anlehnung an die obige Diskussion der verschiedenen Vertragsformen die Nutzung von Verträgen an, die die marginalen (Zugangs-)Kosten reduzieren und gleichzeitig einen “inframarginalen” Transfer (etwa durch ein Fixum) erlauben. Eine höhere Marge auf die (neuen) (Grenz-)kosten  $k^N$  ist allerdings nötig, da sonst keine zusätzlichen Industriegewinne entstehen, durch die die Investitionskosten insgesamt abgedeckt werden können. Mit preiselastischer Gesamtnachfrage verschiebt sich durch die neue Technologie allerdings auch die Nachfragekurve nach außen, so dass nicht zwangsläufig durch die erhöhten Preise der “deadweight loss” größer wird. Auch werden in diesem Fall bereits bei  $w = k^N$  höhere Industriegewinne erzielt, so dass eine kostenorientierte Regulierung mit  $w = k^N$  möglicherweise bereits zu den gewünschten Investitionen führt.

## 6.2 Kostenbasierter Zugang

**Zugang zu Grenzkosten** Der Regulierer kann festsetzen, dass Unternehmen 1 Netzzugang zu Grenzkosten  $k_1$  anbietet. Eine solche Regulierung, wenn sie von den Unternehmen bei ihren Investitionsentscheidungen so antizipiert wird, führt dazu, dass höchstens ein Unternehmen in die neue Technologie investiert; eine Duplizierung der Investition wird also in jedem Fall vermieden. Da Unternehmen 1 alleine für die Fixkosten aufkommen muss und der Wettbewerb nicht durch höhere Zugangsentgelte geschwächt wird, wird es nur dann investieren, wenn  $I \leq \pi^*(1, 1)$ . Da  $\pi^*(1, 0) > \pi^*(1, 1)$ , finden Investitionen also weniger häufig statt als in einem Markt, in dem Netzzugang nicht stattfindet.

Wie oben diskutiert, bei perfekt preiselastischer Nachfrage zieht kein Unternehmen einen Vorteil aus der Investition und für jedes  $I > 0$  wird kein Unternehmen bereit sein zu investieren. Dies führt zu der paradoxen Situation, dass beide Unternehmen sich besserstellen, wenn der Regulierer diese “harte” Regulierung ankündigt: Die angedrohte Regulierung zu Grenzkosten führt dazu, dass kein

Unternehmen einen Anreiz hat zu investieren. Somit entstehen Gewinne  $\pi^*(0, 0)$ . Ohne Zugangsregulierung käme es dagegen bei hinreichend niedrigen Investitionskosten zu Investitionen durch beide Unternehmen. Jedes Unternehmen würde dann einen Gewinn von  $\pi^*(1, 1) - I$  machen. Da bei perfekt preisinelastischer Nachfrage  $\pi^*(1, 1) = \pi^*(0, 0)$  gilt, stellen sich die Unternehmen in der Tat besser bei einer Zugangsregulierung zu Grenzkosten. Wir betonen nochmals, dass wir es hier mit einer Regulierung zu tun haben, die im Gleichgewicht nicht zur Anwendung kommen wird; sie ist aber entscheidend für das Marktergebnis.

**Fixe Kostenumverteilung** Wenn die Investitionskosten durch eine fixe Zahlung umverteilt werden, gilt das Ergebnis im Grundmodell weiterhin, weil höhere Investitionen weder zu höheren Preis-Kosten-Differenzen noch zu einem höheren Absatz führen. Im Fall mit preisabhängiger Nachfrage gilt allerdings, dass eine Umverteilung fixer Kosten nach einem festen Schlüssel sehr wohl die Investitionsanreize erhöht. Eine solche Umverteilung kann beispielsweise darin bestehen, dass die gleichgewichtigen Nachfragen  $q_1^*$  und  $q_2^*$  bei der Wahl des Verteilungsschlüssels verwendet werden: Unternehmen 2 muss dann  $(q_2^*/Q^*)I$  als fixe Zahlung an Unternehmen 1 leisten, um Netzzugang zu Grenzkosten  $k_1 = k^N$  zu erhalten. Bei diesem Verteilungsschlüssel sind die beiden Unternehmen indifferent, wer von beiden die Investition tätigt. Natürlich führt auch diese “Cost-Sharing-Regel” typischerweise nicht zur “first-best-effizienten” Investition, weil Unternehmen nicht alle durch die Investition entstehenden Renten abschöpfen können.

**Fixe Kostenumverteilung und Unsicherheit** Falls es Unsicherheit über die abdiskontierten Gewinne der Investition gibt, so muss darauf geachtet werden, dass der geeignete Kosten-Benchmark verwendet wird. Um dies zu erläutern, betrachten wir wieder die Situation, dass mit Wahrscheinlichkeit  $z$  die Investition erfolgreich ist und mit Wahrscheinlichkeit  $1 - z$  nicht erfolgreich ist. Falls Kosten nur dann auf den Wettbewerber umgelegt werden dürfen, wenn die Investition erfolgreich ist, dann bedeutet dies, dass das investierende Unternehmen die Kosten alleine tragen muss, wenn es sich herausstellt, dass die Investition nicht erfolgreich ist. Dies kann durch einen Risikoaufschlag im Erfolgsfall kompensiert werden. Der geeignete Kosten-Benchmark ist es dann, im Erfolgsfall die anteiligen Kosten bei Misserfolg auf den Wettbewerber umzulegen, d.h. dass der Wettbewerber im Erfolgsfall nicht nur  $\alpha_2 I$  zu zahlen hat, sondern außerdem noch einen Risikoaufschlag von  $\frac{1-z}{z}\alpha_2 I$ . Hierbei haben wir unterstellt, dass Unternehmen risikoneutral sind. Bei Risikoaversion muss dieser Zuschlag erhöht werden.

**Zugang mit fixem Kostenaufschlag** Falls Netzzugang auf linearer Basis erfolgen soll und fixe Kosten umgelegt werden sollen, kann dies durch ein line-

res Zugangsentgelt geschehen, das im Gleichgewicht die Eigenschaft hat, dass das Zugang suchende Unternehmen gerade den Anteil an den Fixkosten trägt, der ihm anteilmäßig aufgrund der Zahl der Zugänge entstünde, d.h.  $w$  erfüllt  $(w - k^N)q_2^* = (q_2^*/Q^*)I$ . Dies ist äquivalent zu  $w = k^N + I/Q^*$ . Damit liegt das Zugangsentgelt oberhalb der Grenzkosten. Dem investierenden Unternehmen entstehen damit höhere Gewinne als bei grenzkostenbasiertem Zugang aufgrund eines direkten und eines indirekten Effektes. Der direkte Effekt besteht darin, dass das Unternehmen Gewinne im Zugangsgeschäft macht (da  $w > k^N$ ). Der höhere Zugangspreis führt außerdem dazu, dass der Wettbewerb im Endkundengeschäft weniger intensiv ist (indirekter Effekt). Diese höheren Gewinne gehen auf Kosten der Konsumenten, unter der Annahme, dass die Investitionsentscheidung nicht durch die Einführung eines Kostenaufschlags verändert wurde.

Falls beide Unternehmen die gleiche Investitionseffizienz haben, wird das Marktergebnis nicht dadurch verändert, welches der beiden Unternehmen investiert. Die Zugangsregulierung ist somit neutral bezüglich der Investitionsanreize. Gibt es Unterschiede zwischen beiden Unternehmen hinsichtlich der Effizienz der Investition, so ist es das in dieser Hinsicht effizientere Unternehmen, das einen stärkeren Anreiz hat zu investieren. Falls der Staat eine Eintrittsregulierung unternimmt, indem er eine Lizenz zum Ausbau der Netze vergibt, so wird bei dieser Regulierung das effizientere Unternehmen die Lizenz erwerben. Eine solche Regulierung findet beispielsweise statt, wenn der Netzausbau subventioniert wird, und es vorher eine Auktion gab, auf der die niedrigste Subvention, die zum Aufbau eines NGA-Netzes gewährt werden muss, ermittelt wird.

**Zugang mit variablem Kostenaufschlag** Der bisher diskutierte Zuschlag hat die Eigenschaft, dass im Gleichgewicht die Investitionskosten anteilmäßig getragen werden. Eine Regulierungsbehörde, die zum Ziel hat, dass Investitionskosten anteilmäßig getragen werden, muss hierzu die gleichgewichtigen Mengen perfekt vorhersagen können. Falls dies nicht möglich ist, so kann die Regulierungsbehörde dazu übergehen, einen Zugangspreis zu wählen, der erst ex post im Wettbewerb bestimmt wird und der die Eigenschaft hat, dass Fixkosten abhängig von den Preisentscheidungen anteilmäßig getragen werden. Es muss also gelten, dass die Gewinne aus dem Zugangsgeschäft gleich den anteiligen Investitionskosten sind, d.h.  $(w - k^N)q_2 = (q_2/Q)I$  oder äquivalent  $w = k^N + I/Q$ . Bei perfekt preiselastischer Nachfrage ergeben sich keine Änderungen zum vorherigen Fall. Bei einer preisabhängigen Gesamtnachfrage dagegen hat Unternehmen 1 aber einen stärkeren Anreiz, die Menge zu reduzieren, um damit ein höheres Zugangsentgelt  $w$  zu erhalten. Umgekehrt hat Unternehmen 2 einen Anreiz, die eigene abgesetzte Menge zu erhöhen, weil dies das Zugangsentgelt absenkt. Eine solche Regulierung bewirkt also, dass relativ zum Fall mit linearem Kostenaufschlag die gleichgewich-

tige Allokation zu einer größeren Zahl von Konsumenten für das Zugang suchende Unternehmen führt. Aus dieser Perspektive betrachtet stellt der veränderte Kostenaufschlag einen erfolgreichen Versuch dar, die Marktanteile des Zugang suchenden Unternehmens zu erhöhen. Die Auswirkungen auf Konsumentenwohlfahrt  $CS$  und gesamte Wohlfahrt  $W$  hängen von der konkreten Spezifizierung des Modells ab.

Es bleibt festzuhalten, dass der Zugang mit variablem Kostenaufschlag nicht neutral bezüglich der Investitionen ist: Abhängig von Angebots- und Nachfragecharakteristiken haben Unternehmen unterschiedliche Investitionsanreize, auch wenn es keine Unterschiede der Unternehmen hinsichtlich der Effizienz der Investition gibt.

### 6.3 Zugangsregulierung: Diskussion

**Zugangsregulierung und Investitionen** Der Einfachheit halber betrachten wir hier lineare Zugangsregulierung, also Netzzugang zum Preis  $w$ . Bei perfekt preisinelastischer Nachfrage sind die Gewinne des investierenden Unternehmens steigend in  $w$ , die Gewinne des Zugang suchenden Unternehmens verändern sich nicht in  $w$ . Das impliziert, dass Investitionen in ein Zugangsnetzwerk wahrscheinlicher sind, je höher  $w$ . Eine Duplizierung der Investition wird in keinem Fall stattfinden. Bei preiselastischer Nachfrage sind die Gewinne des investierenden Unternehmens weiterhin steigend in  $w$ , die des Zugang suchenden Unternehmens sind dagegen fallend in  $w$ . Ein höherer Zugangspreis führt hier dazu, dass weniger Konsumenten im Hinterland des Zugang suchenden Unternehmens einen Vertrag abschließen werden. Aufgrund der geringeren Gewinne bei Netzzugang kann es nun für das Zugang suchende Unternehmen attraktiv sein, selbst die Investition zu tätigen. Damit erhöht ein höherer Zugangspreis die Investitionsanreize des Zugang suchenden Unternehmens und damit die Wahrscheinlichkeit, dass es zu Infrastrukturwettbewerb mit der neuen Technologie kommt.

Falls die gleichgewichtigen Gewinne, die wir mit  $\pi^*(1, 0; w)$  bezeichnen, nicht die Investitionskosten decken, so muss der Aufbau des NGA-Netzes subventioniert werden, damit es zur Investition kommen kann. Genauer gesagt muss der Gewinnzuwachs  $\pi^*(1, 0; w) - \pi^*(0, 0)$  abzüglich der Investitionskosten  $I$  und zuzüglich der Subvention nicht-negativ sein.

**Zugangsregulierung und “Quality of Service” (QoS)** Immer dann, wenn das investierende Unternehmen durch regulierten Netzzugang weniger Renten erhält, besteht die Gefahr, dass dieses Unternehmen die Qualität des Zugangs des Wettbewerbers reduziert. Falls der Netzzugang komplementäre Investitionen auf Seiten des Wettbewerbers erfordert, so reicht die antizipierte positive Wahrscheinlichkeit, dass eine solche Qualitätsminderung erfolgt, um den Wettbewerber zu

veranlassen, seine Investitionen in diese komplementären Investitionen niedriger zu halten, als es andernfalls geschehen würde. In unserem Modell kann eine Reduktion der Qualität des Netzzugangs durch einen Faktor  $\lambda < 1$  ausgedrückt werden, so dass nach der Investition die Wertschätzung für das investierende Unternehmen  $u_N$  ist, während dem Unternehmen, das Netzzugang erhält, lediglich eine Wertschätzung  $\lambda u_N$  zugeordnet ist. Bei notwendigen komplementären Investitionen, die der Wettbewerber typischerweise (aufgrund des Faktors  $\lambda < 1$ ) in geringerem Maße als das investierende Unternehmen tätigen wird, entsteht ein noch größerer Nutzenunterschied. Dies führt zu asymmetrischem Wettbewerb. Dieser asymmetrische Wettbewerb ist gewissermaßen regulierungsinduziert. Um dies zu vermeiden, muss bei reguliertem Netzzugang darauf geachtet werden, dass das investierende Unternehmen keine Nicht-Preis-Aktionen tätigen kann, die den Wettbewerb zu seinen Gunsten verzerren.

## 7 Einordnung in die Literatur

In unserer Analyse haben wir uns mit Wettbewerb, Zugangsentgelten und Investitionsanreizen beschäftigt. Im letzten Teil haben wir Implikationen der Zugangsregulierung erarbeitet. Unserer Ansicht nach wird der Zusammenhang zwischen Zugangsregulierung und Wettbewerb im nachgelagerten Markt in der öffentlichen Diskussion nur unzureichend berücksichtigt. Allerdings sind wir nicht die ersten, die sich damit auseinandersetzen. Im Folgenden geben wir eine kurze Übersicht über die bestehende Literatur. Diese Übersicht hat nicht den Anspruch, vollständig zu sein.

Zunächst ist zu bemerken, dass es beginnend mit Arrow (1962) eine große Literatur über Investitionsanreize gibt. Ein erster Zugang zu dieser Literatur ist beispielsweise Belleflamme und Peitz (2010). Desweiteren ist zu bemerken, dass es eine große Zahl von Arbeiten über entbündelten Netzzugang gibt. Beispielsweise Gual und Seabright (2000), eine Arbeit, die für die DGCOMP der Europäischen Kommission erstellt wurde, und de Bijl und Peitz (2005) geben einen Überblick über die ökonomischen Fragestellungen bei entbündeltem Netzzugang und die wichtigsten regulatorischen Herausforderungen. Eine große Zahl bestehender Arbeiten zum Thema Netzzugang (“one-way access”) haben die optimale Preissetzung eines Regulators im Zugangsmarkt im Sinne des “second best” (Ramsey-Preissetzung) in einem Umfeld untersucht, das durch homogene Dienste im nachgelagerten Markt gekennzeichnet ist. Andere Arbeiten unterstellen einen “competitive fringe”, also einen Markt mit einem differenzierten Incumbent und vielen kleinen Wettbewerbern, die alle einen perfekt substitutiven Service anbieten. Frühere Literatur hat Regeln bezüglich Zugangsentgelten bei gegebenen Endkundenpreisen betrachtet. In diesem Zusammenhang ist insbesondere die Efficient Component Pricing Rule

(ECPR) zu nennen. Dies wird ausführlich in Armstrong (2002) diskutiert; siehe auch Laffont und Tirole (2000) und Vogelsang (2003). Nur wenige Arbeiten untersuchen allerdings nachgelagerte Märkte mit unvollständigem Wettbewerb. Auf einige dieser Arbeiten ist im Folgenden nun näher einzugehen.

Laffont und Tirole (1994) untersuchen Ramsey-Preissetzung in einer Situation unvollständigen Wettbewerbs im nachgelagerten Markt. Armstrong und Vickers (1998) betrachten einen asymmetrischen Markt, der dadurch gekennzeichnet ist, dass eines der beiden Unternehmen effizienter ist. Sie zeigen, dass die Regulierungsbehörde das Instrument Zugangsentgelt so benutzen möchte, dass sich das effizientere Unternehmen besser stellt. Grund ist, dass andernfalls das effizientere Unternehmen einen aus sozialer Sicht zu niedrigen Marktanteil gewinnt. (Diese Einsicht ist auch in unserer Analyse enthalten, siehe auch Lewis und Sappington, 1999). De Bijl und Peitz (2006) zeigen, dass die Effekte der Zugangsregulierung davon abhängig sind, ob es vollständige oder partielle Marktabdeckung gibt. Wir haben diesen Aspekt in einer früheren Sektion näher beleuchtet.

Ein Großteil der Literatur enthält eine Analyse der kurzen Frist, die die Investitionen als gegeben betrachtet. Ein solcher Ansatz lässt sich unmittelbar erweitern, um die Möglichkeit ineffizienten Marktzutritts zu betrachten. Valletti (2003) diskutiert Investitionsanreize, ohne dies aber explizit zu modellieren. Guthrie (2006) gibt einen Überblick über die Literatur, die den Zusammenhang zwischen Infrastrukturinvestitionen und unterschiedlichen regulatorischen Regimen betrachtet. Bezogen auf Telekommunikationsmärkte geben Cambini und Jiang (2009) einen Überblick über theoretische und empirische Arbeiten, die den Zusammenhang zwischen Investitionen und Regulierung betrachten.

Eine Reihe theoretischer Arbeiten zu einseitigem Netzzugang und Investitionsanreizen sind Foros (2004), Kotakorpi (2006), Vareda (2009a, 2009b), Brito et al. (2009), Klumpp und Su (2009) und Nitsche und Wiethaus (2009). In diesen Arbeiten werden die Anreize eines Incumbents näher untersucht, die Qualität seines Zugangsnetzwerkes zu verbessern. Gans (2001), Gans und King (2004), Hori und Mizuno (2006, 2009), sowie Vareda und Hoernig (2007) untersuchen die Anreize von zwei Unternehmen in einem Wettrennen, ein neues Zugangsnetz aufzubauen. Zu einigen dieser Arbeiten möchten wir einige weitere Anmerkungen machen.

Foros (2004) betrachtet Regulierung als eine Möglichkeit, effiziente Investitionsanreize für das vertikal integrierte Unternehmen (typischerweise der Incumbent) zu induzieren und zugleich zu verhindern, dass "foreclosure" entsteht. Bourreau und Dogan (2005) untersuchen in einem dynamischen Modell den Einfluss von Entgelten für entbündelten Netzzugang auf die Investitionsanreize des Zugang suchenden Unternehmens in ein alternatives Zugangsnetz. Hierbei wird die Situation betrachtet, dass der Netzzugang nicht reguliert ist. Aufgrund dynamischer Anreize gibt der Incumbent freiwillig Zugang, weil er damit den Aufbau eines alternativen

Netzes zumindest hinauszögern kann. Außerdem wird gezeigt, dass der Incumbent möglicherweise keinen Anreiz hat, in Qualitätsverbesserungen zu investieren. Diese Ergebnisse werden allerdings nur in einem sehr speziellen Modell gezeigt. (Zu dieser Thematik siehe auch Pindyck (2007), sowie die Diskussion in De Bijl und Peitz (2002).)

In einem regulierten Markt betrachtet Vareda (2009b) die Interaktion zwischen Investitionen des Incumbents des aktuellen Netzes in die Qualität seines Netzes und dem Aufbau eines alternativen NGA Netzaufbaus durch einen Wettbewerber. Vareda und Hoernig (2010) betrachten ein Investitionswettrennen zwischen zwei Unternehmen, wobei "bypass" möglich ist (d.h. eine Investition, mit der der Netzzugang umgangen wird). Sie zeigen, dass zwei-stufige Tarife nicht immer ausreichen, um effiziente Investitionspfade im Sinne des "first best" zu induzieren, weil der fixe Bestandteil dieses zwei-stufigen Tarifs zwei Aufgaben erfüllen soll: den Zeitpunkt der Investition des Unternehmens, das zuerst investiert, und den des Unternehmens, das als zweites investiert, zu optimieren.

Schließlich nehmen Nitsche und Wiethaus (2009) einen expliziten Vergleich verschiedener regulatorischer Instrumente in einem zweistufigen Modell vor. Im Falle von "regulatory holidays" wird angenommen, dass das investierende Unternehmen keinen Zugang gewährt und deshalb eine vollständige Marktverschließung praktiziert. Wie unsere Analyse zeigt, mag dies allerdings auch, wenn keine Ex-ante-Verträge geschlossen werden, nicht optimal sein. Ferner wird die Analyse in einem linear-quadratischen Beispiel durchgeführt. Ob das angestellte Ranking der regulatorischen Instrumente deshalb allgemeiner gilt oder aber insbesondere für die Technologien in einem bestimmten Markt gelten kann, bleibt daher fraglich.

Bezüglich der Auswirkungen regionaler Differenzierung ist insbesondere auf regional nicht ausdifferenzierte Endkundenpreise einzugehen. Falls Unternehmen denselben Preis in allen regional differenzierten Märkten setzen (bei Nichtdiskriminierungsverbot setzen müssen), werden Investitionsanreize beeinflusst. Einerseits haben Unternehmen, die entweder selbst in einen regionalen Markt investieren oder von diesem ausgeschlossen sind, einen Anreiz, in neue Märkte vorzustößen, andererseits führt Wettbewerb in regionalen Märkten dazu, dass auch die Preise in den Märkten, in denen kein Wettbewerb herrscht, abgesenkt werden. Typischerweise wird es zu einer gewissen Überlappung kommen, d.h. in einigen Märkten werden beide Unternehmen aktiv sein, aber nicht zu einer vollständigen Überlappung. Eine formale Analyse zu dieser Thematik ist Hoernig, Valletti und Barros (2002). Bei einer solchen Preissetzung im Endkundenmarkt sind auch Investitionsentscheidungen und Zugangsregulierung interdependent zwischen den verschiedenen Regionen. Dies impliziert, dass eine regionale Regulierung, die die Interdependenzen vernachlässigt, problematisch erscheint.

# Literatur

- [1] Armstrong, M. (2002), The Theory of Access Pricing and Interconnection, in: M. Cave, S. Majumdar , and I. Vogelsang (eds.), *Handbook of Telecommunications Economics*, Amsterdam: North Holland.
- [2] Armstrong, M., Doyle, C. und J. Vickers (1996), The Access Pricing Problem: A Synthesis, *Journal of Industrial Economics* 44, 131–150.
- [3] Armstrong, M. und J. Vickers (1998), The Access Pricing Problem with Deregulation: A Note, *Journal of Industrial Economics* 46, 115–121.
- [4] Arrow, K. (1962), Economic Welfare and the Allocation of Resources Inventions, in: Nelson, R. (ed.), *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton University Press.
- [5] Belleflamme, P. und M. Peitz (2010), *Industrial Organization: Markets and Strategies*, Cambridge University Press.
- [6] Bourreau, M. und P. Dogan (2005), Unbundling the Local Loop, *European Economic Review* 49, 173-199.
- [7] Cave, M. (2010), Snakes and Ladders: Unbundling in a Next Generation World, *Telecommunications Policy* 34, 80-85.
- [8] Cambini, C., und Y. Jiang, (2009), Broadband Investment and Regulation: A Literature Review, *Telecommunications Policy*, forthcoming.
- [9] Chang, H., H. Koski und S.K. Majumdar (2003), Regulation and Investment Behaviour in the Telecommunications Sector: Policies and Patterns in US and Europe, *Telecommunications Policy* 27, 677-699.
- [10] De Bijl, P. und Peitz, M. (2002), *Regulation and Entry into Telecommunications Markets*, Cambridge University Press.
- [11] De Bijl, P. und Peitz, M. (2005), Local Loop Unbundling in Europe: Experience, Prospects and Policy Challenges, *Communications and Strategies* 57, 33-57.

- [12] de Bijl, P und Peitz, M. (2006), Local Loop Unbundling: One-Way Access and Imperfect Competition, in: R. Dewenter and J. Haucap (eds.), *Access Pricing: Theory and Practice*, Elsevier Science, 91-117.
- [13] Foros, O. (2004), Strategic Investments with Spillovers, Vertical Integration and Foreclosure in the Broadband Access Market, *International Journal of Industrial Organization* 22, 1-24.
- [14] Gans, J. (2001), Regulating Private Infrastructure Investment: Optimal Pricing for Access to Essential Facilities, *Journal of Regulatory Economics* 20, 167-189.
- [15] Gans, J., und S. King (2004), Access Holidays and the Timing of Infrastructure Investment, *Economic Record* 80, 89-100.
- [16] Gans, J. und P. Williams (1999), Access Regulation and the Timing of Infrastructure Investment, *Economic Record* 79, 127-138.
- [17] Grossman, S. und O. Hart (1986), The Costs and Benefits of Ownership: A Theory of Vertical and Lateral Integration, *Journal of Political Economy* 94, 691-719.
- [18] Gual, J. und P. Seabright (2000), The Economics of Local Loop Unbundling, paper prepared for DGCOMP (European Commission), University of Navarra und University of Cambridge.
- [19] Guthrie, G. (2006), Regulating Infrastructure: The Impact on Risk and Investment, *Journal of Economic Literature* 44, 925-972.
- [20] Hoernig, S., T. Valletti und P.P. Barros (2002), Universal Service and Entry: The Role of Uniform Pricing and Coverage Constraints, *Journal of Regulatory Economics* 21, 169-190.
- [21] Hori, K. und K. Mizuno (2006), Access Pricing and Investment with Stochastically Growing Demand, *International Journal of Industrial Organization* 24(4), 795-808.

- [22] Jay, S., D. Ilic und T. Plückebaum (2009), Optionen des Netzzugangs bei Next Generation Access, WIK Diskussionsbeitrag 332.
- [23] Jorde, T.M., J.G. Sidak und D.J. Teece (2000), Innovation, Investments, and Unbundling, *Yale Journal of Regulation* 17, 1-37.
- [24] Klumpp, T. und X. Su (2008), Open Access and Dynamic Efficiency, mimeo.
- [25] Kotakorpi, K. (2006), Access Price Regulation, Investment and Entry in Telecommunications, *International Journal of Industrial Organization* 24, 1013-20.
- [26] Laffont, J.-J., und J. Tirole (1994), Access Pricing and Competition, *European Economic Review* 38, 1673-1710.
- [27] Laffont, J.-J. und J. Tirole (2000), Competition in Telecommunications. Cambridge MA: MIT Press.
- [28] Lewis, T.R., und D.E.M. Sappington (1999), Access Pricing with Unregulated Downstream Competition, *Information Economics and Policy* 11, 73-100.
- [29] Nitsche, R. und L. Wiethaus (2009), Access Regulation and Investment in Next Generation Networks: A Ranking of Regulatory Regimes, ESMT Working Paper.
- [30] Pindyck, R. (2007), Mandatory Unbundling and Irreversible Investment in Telecom Networks, *Review of Network Economics* 6, 274-298.
- [31] Rosston, G.L. und R.G. Noll (2002), The Economics of the Supreme Court's Decision on Forward Looking Costs, *Review of Network Economics* 1, 81-89.
- [32] Sappington, D. E. (2006), Regulation in Vertically-Related Industries: Myths, Facts, and Policy, *Review of Industrial Organization* 28(3), 3-16.
- [33] Valletti, T. (2003), The Theory of Access Pricing and Its Linkage with Investment Incentives, *Telecommunications Policy* 27, pp.659-75.

- [34] Vareda, J. (2009a), Access regulation and the Incumbent Investment in Quality Upgrades and Cost Reduction, mimeo.
- [35] Vareda, J. (2009b), Quality upgrades and Bypass under Mandatory Access, mimeo.
- [36] Vareda, J., und S. Hoernig (2010), Racing for Investment under Mandatory Access, *The B.E. Journal of Economic Analysis & Policy* 10 (1).
- [37] Vogelsang, I. (2003), Price Regulation of Access to Telecommunications Networks, *Journal of Economic Literature* 41, 830-862.