Franz Treml 17.06.04
Siemens AG ICM
Email: franz.treml@siemens.com
Tel.: 089 - 636 76599

Oligopolmodelle in der Telekommunikation

Aus:
Regulation and Entry into Telecommunications Markets
Autoren: Paul de Bijl, Finanzministerium, The Hague
Martin Peitz, Universität Frankfurt
Cambridge University Press 2001, 2002

Anliegen der Modelle: Optimale Deregulierungspolitik. Die Festnetze in Europa waren früher staatliche Monopole. Durch Gesetzgebung erfolgte die Öffnung der Märkte für Eintritt neuer Betreiber.
Ein Festnetz besteht vereinfacht aus Überlandleitungen (long-distance network), Vermittlungsanlagen (switch) und dem Zugangsnetz („letzte Meile“, local loop). Das Zugangsnetz ist eine individuelle Verbindung von Vermittlungsstelle zum Kunden, kann also nicht von mehreren Teilnehmern gemeinsam genutzt werden (bei Mobilfunk anders).
Vorraussetzung für Wettbewerb: Öffnung der letzen Meile zu „fairem und den Kosten entsprechendem Preis“ (Telekommunikationsgesetz). Für Gespräche, die vom Netz des Betreibers j ausgehen und im Netz von Betreiber k terminieren, darf Betreiber k eine Gebühr von j verlangen, die Verhandlungssache ist, aber der Überwachung der Deregulierungsbehörde unterliegt. Sonst könnte Betreiber k, der frühere Monopolist, dem Neuling j durch überhöhte Zugangspreise den Markteintritt erschweren.
Annahme: Jeder Betreiber besitzt sein eigenes Netz (facility-based competition), dies vereinfacht die Darstellung (Symmetrie). Für die Alternative – einem Betreiber gehört das Netz, der andere besitzt Zugang (unbundling), gibt es auch Modelle.

1. Statisches Grundmodell:
Bertrand-Oligopol von 2 Betreibern (Spielern):
Betreiber 1 „incumbent“, ehemals staatlicher Monopolist
Betreiber 2 „entrant“,
Marktanteile: $s_1 \geq s_2$
Dazu: Deregulierungsbehörde, die das Ziel verfolgt, die soziale Wohlfahrt (= Konsumentenrente + Produzentenrente) zu maximieren. Die Behörde wird aber nicht als dritter Spieler modelliert (wäre aber interessant, siehe „Inspektor“).
Ausgangslage:
Beide Betreiber haben bereits ein vollständiges Netz aufgebaut. Es gibt n Kunden, von denen $s_1^0 n$ beim etablierten Betreiber subskribiert sind, und $s_2^0 n$ beim Eintretenden.
Beide Betreiber k setzen je eine Grundgebühr m_k und einen Minutenpreis p_k

fest. Die Konsumenten beobachten die Tarife und wechseln gegebenenfalls den Betreiber. Der Wechsel des Betreibers ist mit Kosten verbunden. Im Gegensatz zum ursprünglichen Bertrand-Modell verliert also ein Betreiber nicht sämtliche Kunden, wenn seine Tarife höher sind als die seines Konkurrenten (vgl. „lineare Stadt", „kreisförmige Stadt"). Grund: Ein Teil der Subskribenten ist durch Verträge gebunden, der Ausstieg verursacht Kosten. Wird das Spiel in der Anfangsphase des Deregulierungsprozesses gespielt, so besitzt der etablierte Betreiber auch die höhere Reputation. Kunden trauen ihm eher zu, den Netzbetrieb aufrecht zu erhalten und die gewohnte Dienstgüte zu erbringen.
Nach einem ev. Wechsel sind die Subskribenten an ihre Betreiber gebunden. Es sind dann $s_1 n$ Kunden beim Netzbetreiber 1 und $s_2 n$ bei Betreiber 2 subskribiert. In Abhängigkeit vom Minutenpreis p_k entscheiden sich die Kunden für $x(p_k)$ Gesprächsminuten.
Die Betreiber können voraussehen, wie viele Kunden in Abhängigkeit vom eigenen Tarif und dem des Gegners wechseln werden und beziehen dies in ihre Gewinnmaximierung mit ein. Da der Gewinn oder Verlust an Subskribenten auch von den Tarifen des Konkurrenten abhängt, realisieren beide ein (eindeutig bestimmtes) Nash-Gleichgewicht.

2. Mehrperioden-Simulationsmodell

Beschreibt den langen Weg von Anfangszustand

$$s_1^0 = 1, \; s_2^0 = 0$$

bis zu einem „reifen" Markt mit

$$s_1^T \approx s_2^T \; .$$

Das Grundmodell wird in Perioden t = 0,1,...T, gespielt. Die Länge einer Periode beträgt zwei Monate (ein Monat für die Genehmigung der Regulierungsbehörde plus ein Monat zur Implementierung der Preise). Es werden 15 Perioden simuliert, das sind etwa 2.5 Jahre. In diesem Zeitrahmen schließt der eintretende Betreiber zum Etablierten auf.
Das Spiel in der Periode t hängt nur über den Zustand (s_1^{t-1}, s_2^{t-1}) von der Vorgeschichte ab („Markov-Eigenschaft"). Die Spieler verfügen nur über begrenzte Rationalität: sie optimieren ihre Gewinne nur für die gegenwärtige Periode t („kurzsichtig/myopisch"). Es handelt sich also nicht um ein mehrstufiges Strategiespiel, sondern um ein Simulationsmodell des Betreibermarkts, in das rationale Agenten eingebettet sind. Investitionen fallen aus der Betrachtung heraus.

3. Darstellung des Grundmodells

3.1 Nachfragefunktion der Kunden

Sei u(x) der Nutzen eines Kunden als Funktion der Gesprächsminuten x. Alle n Kunden mögen – bis auf eine Konstante - dieselbe Nutzenfunktion besitzen. Die individuelle Nachfrage x eines bei dem Betreiber k vertraglich gebundenen Kunden ist die Lösung des Optimierungsproblems

$$x(p_k) = \arg\max_x [U(x) - x \cdot p_k], \qquad (1)$$

Die notwendige Bedingung 1.Ordnung lautet:

$$U'(x) = p_k .$$

Es gilt

$$U(x) = u_k^0 + u(x),$$

wobei u(x) den Nutzen der Gesprächsminuten bezeichnet. Die Konstante u_k^0 drückt den Wert der „Erreichbarkeit“ aus. Im Index k mag sich eine Präferenz für den Betreiber abbilden.

Beispiel: $u(x) = ax - bx^2$, woraus die individuelle Nachfragefunktion

$$x(p_k) = (a - p_k)/b \qquad (2)$$

resultiert.

Der gesamte Nettonutzen (das, was ein Konsument durch Telnahme am Markt gewinnt) eines an das Netz k gebundenen Kunden ergibt sich zu

$$v_k(p_k, m_k) = u_k^0 + u(x(p_k)) - p_k x(p_k) - m_k, \qquad (3)$$

also vermindert um die Kosten der Gesprächsminuten und die Grundgebühr m_k.

Typische Werte (niederländischer Betreiber):

- a = 20 Cent
- b = 0.016 Cent
- $u_1^0 = u_2^0 = 50$ Cent

3.2 Kosten für Wechsel des Betreibers

Die Verbraucher unterscheiden sich in den Kosten, die ihnen ein Wechsel des Betreibers auferlegen würde. Es sei Z > 0. Die Kunden des Betreibers k seien uniform verteilt im Intervall $[0, s_k Z]$, (Dichtefunktion $f(z) = \frac{n}{Z}$, n Gesamtpopulation). Dies ist eine Abstraktion der „linearen Stadt“. Für einen Kunden mit dem Parameter z bezeichne z die Kosten eines Wechsels. Die Kundenbasis eines Betreibers reicht von Konsumenten, die sofort gehen würden (z nahe 0) bis zu denen, die nur durch substantiell niedrigere Preise zu einem Wechsel veranlasst würden. Je größer der anfängliche Marktanteil s_k^0 des Betreibers ist, desto größer ist die Anzahl der Teilnehmer, die nur durch große Preisunterschiede zu einem Wechsel veranlasst würden. Ein hoher Marktanteil ist „wertvoll“. Das Modell kann leicht auf eine andere Dichtefunktion ausgedehnt werden.

Sei

$$v_2(p_2, m_2) > v_1(p_1, m_1).$$

Das heißt: der neue Wettberber biete bessere Konditionen als der etablierte Betreiber. Für einen Kunden z des etablierten Betreibers lohnt sich ein Wechsel zum Herausforderer genau dann, wenn

$$v_2(p_2,m_2) - z > v_1(p_1,m_1).$$

Aus Stetigkeitsgründen gibt es einen indifferenten Konsumenten z_o mit

$$v_2(p_2,m_2) - z_0 = v_1(p_1,m_1). \qquad (4)$$

Bei den Tarifen p_k, m_k, $k = 1{,}2$, resultiert:

Kunden $z \in [0, z_0]$ des etablierten Betreibers wechseln zu Betreiber 2, Kunden $z \in (z_0, Z s_1^0]$ bleiben. Alle Kunden von Betreiber 2 bleiben. Da $z_0 = v_2(p_2,m_2) - v_1(p_1,m_1)$, beträgt der Anteil von Betreiber 1, der zu Betreiber 2 wechselt:

$$\frac{v_2(p_2,m_2) - v_1(p_1,m_1)}{Z s_1^0}, \qquad (5)$$

während der Anteil der Kunden von 1, die bleiben,

$$\frac{Z s_1^0 - v_2(p_2,m_2) - v_1(p_1,m_1)}{Z s_1^0}, \qquad (6)$$

beträgt. Der Marktanteil des Betreibers k beträgt nach dem Wechsel von Kunden demnach:

$$s_k(p_1,m_1,p_2,m_2) = s_k^0 + \frac{v_k(p_k,m_k) - v_{-k}(p_{-k},m_{-k})}{Z}. \qquad (7)$$

Man sieht: der Parameter Z beschreibt die Marktträgheit („stickness"). Je größer Z, desto weniger sind die Konsumenten zum Wechsel bereit. Die Gesamtkosten für den Wechsel der Teilnehmer betragen

$$\int_0^{v_2-v_1} z \frac{n}{Z} dz = n \frac{[v_2(p_2,m_2) - v_1(p_1,m_1)]^2}{2Z} \qquad (8)$$

Typische Werte (niederländischer Betreiber):

- Population n = 8000000
- Z = 6000 Cent. Das bedeutet also: falls der Marktanteil des etablierten Betreibers 100% beträgt, müsste der Markteintretende ihn um einen Nettonutzen von 60 € überbieten, um ihm alle Kunden wegzunehmen.

3.3 Kosten, Verkehrslast, Gewinne

Es werden in drei Arten von Kosten unterschieden:

- Fixkosten, die unabhängig von der Verkehrslast und der Anzahl der Subskribenten anfallen (hier auf 0 gesetzt)
- Fixkosten $s_k n f_k$, die von der Zahl der Subskribenten $s_k n$ abhängen, aber nicht von der durch diese Teilnehmer erzeugte Verkehrslast (die Fixkosten der letzten Meile), mit $f_k = 6€$.
- Kosten, die vom Verkehrsvolumen abhängen.

Seien $c_{k,j}$ die vom Verkehrsvolumen abhängigen Minutenkosten des Betreibers k (also die – hier als konstant angenommenen – Grenzkosten). Der Index j bezeichne den Typ des Gesprächs. Man unterscheidet:

- Gespräche, die aus dem Netz k kommen und im Netz k terminieren: j:= 1,
- Gespräche vom Netz k in das Netz des Konkurrenten –k: j:=2
- Gespräche vom Netz des Konkurrenten –k in das Netz k: j:=3

Unter der Annahme symmetrischer Kosten eingehender und ausgehender Gespräche gilt $c_{k,1} = c_{k,2} + c_{k,3}$.

Für ein Gespräch, das vom Netz –k ausgeht und im Netz k terminiert, bezahle der Betreiber von –k an den Betreiber von k einen Minutenpreis τ_k (terminating access price). Diese Größe ist einer der Parameter, mit dem die Deregulierungsbehörde die Entwicklung des Wettbewerbs beeinflussen kann. Im Fall eines symmetrischen Regimes gilt $\tau_k = \tau_{-k} =: \tau$.

Weiter sei ein balancierter Verkehr angenommen. Die gesamte Verkehrslast, die vom Netz 1 ausgeht, ergibt sich zu

Anzahl der Subskribenten von k * Gesprächsminuten pro Subskribent = $n s_k x(p_k)$.

Bei balanciertem Verkehr mündet davon die Last $n s_k s_l x(p_k)$ im Netz des Betreibers l ($k = l$ ist zugelassen). Diese Annahme erscheint vernünftig, da nach Annahme für einen Teilnehmer von k der gleiche Minutenpreis berechnet wird, unabhängig davon ob das Gespräch im Netz von k terminiert oder im Netz –k.

Typische Werte:

- $c_1 = c_{1,1} = c_{2,1} = 2$ €ct
- $c_2 = c_{1,2} = c_{2,2} = 1.5$ €ct
- $c_3 = c_{1,3} = c_{2,3} = 0.5$ €ct
- $f = f_1 = f_2 = 10$ €ct

Für den Gewinn des Betreibers k ergibt sich

$$
\begin{aligned}
\Pi_k(p_1, m_1, p_2, m_2) \;=\; & n s_k s_k x(p_k)(p_k - c_{k,1}) \\
& + n s_k s_{-k} x(p_k)(p_k - c_{k,2} - \tau_{-k}) \\
& + n s_k s_{-k} x(p_{-k})(\tau_k - c_{k,3}) \\
& + n s_k (m_k - f_k),
\end{aligned}
\tag{9}
$$

wobei die Marktanteile $s_k(p_1, m_1, p_2, m_2)$ durch (7) gegeben sind.

Interpretation:

- Der erste Term ist das Produkt der Gesprächsminuten, die von Netz k ausgehen und im Netz k münden, multipliziert mit der Differenz von Minutenpreis und Minutenkosten.
- Der zweite Term bezeichnet den Gewinn aus Gesprächen, die vom Netz k ausgehen und im Netz –k enden. Für jede Gesprächsminute muss Betreiber k an Betreiber –k den Betrag τ_{-k} zahlen.
- Der dritte Term bezeichnet den Gewinn aus den Gesprächen, die vom Netz –k ausgehen und im Netz k terminieren. Für jede Gesprächsminute erhält Betreiber k von –k den Betrag τ_k überwiesen.
- Der vierte Term bezeichnet die Einnahmen aus der Grundgebühr minus die Fixkosten der letzten Meile.

3.4 Soziale Wohlfahrt

Als Maßstab für die Dienstgüte der Regulierung fungiert die Soziale Wohlfahrtsfunktion, definiert als

Wohlfahrt = Konsumentenrente + Produzentenrente.

Die Produzentenrente (producers surplus PS) ist die Summe der Profite:

$$PS = \Pi_1(p_1, m_1) + \Pi_2(p_2, m_2) \tag{10}$$

Die Konsumentenrente (consumers surplus CS) ist der agregierte (Netto-) Nutzen aller Konsumenten, vermindert um die Kosten, die bei dem Wechsel des Betreibers entstehen:

$$CS = n\left\{ s_1 v_1(p_1, m_1) + s_2 v_2(p_2, m_2) - \frac{[v_1(p_1, m_1) - v_2(p_2, m_2)]^2}{2Z} \right\} \tag{11}$$

Während die Betreiber ihre jeweiligen Gewinne maximieren, ist es die Aufgabe der Regulierungsbehörde, die Soziale Wohlfahrt zu optimieren, z.B. durch Beeinflussung der Parameter τ_k. Die Regulierungsbehörde wird aber im deBijl-Peitz-Modell nicht als dritter Spieler modelliert.
Bemerkung [F.T.]: Während der Nutzen keine beobachtbare Größe darstellt, lässt sich die Konsumentenrente bestimmen als die Fläche unter der Nachfragefunktion und also – wenigstens im Prinzip – auch messen.

3.5 Gleichgewicht

Gegeben seien die anfänglichen Marktanteile s_k^0, ebenso die Kosten $c_{k,j}$, die Zugangskosten τ_k und die Marktträgheit Z. Die Betreiber entscheiden simultan über die Grund und Minutenpreise p_k, m_k. Die Konsumenten beobachten diese Preise, entscheiden über ihre Subskription und führen ihre Telefongespräche durch. Marktanteile s_k und Nachfrage nach Gesprächsminuten realisieren sich und führen zu Gewinnen $\Pi_k(p_k, m_k)$
Rationales Verhalten der Teilnehmer führt zur Realisierung eines Nash-Gleichgewichts $(p_1^*, m_1^*, p_2^*, m_2^*)$, charakterisiert durch

$$\Pi_1(p_1^*, m_1^*, p_2^*, m_2^*) \geq \Pi_1(p_1, p_2^*, m_1, m_2^*) \quad \text{für alle} \quad p_1, m_1 \tag{12}$$

$$\Pi_2(p_1^*, m_1^*, p_2^*, m_2^*) \geq \Pi_2(p_1^*, p_2, m_1^*, m_2) \text{ für alle } p_2, m_2 .$$

Wie üblich, kann dies durch die Bedingungen erster Ordnung ausgedrückt werden.

3.6 Ergebnisse des statischen Modells:

Sind die Marktanteile s_k strikt positiv und ist Z genügend groß (der Markt träge) oder die Zugangspreise τ_k nahe den Grenzkosten der letzten Meile, dann existiert genau ein Nash-Gleichgewicht.

Unter den Symmetrieannahmen $\tau_k = \tau_{-k} = \tau$, $c_{1,j} = c_{2,j} =: c_j$, $f_1 = f_2$ gilt

$$p_1^* = p_2^* = \frac{1}{2}(c_1 + c_2 + \tau) , \tag{13}$$

$$m_1^* = m_2^* = f + \frac{Z}{2} + \frac{1}{4b}(2a c_1 - c_1^2 - 2a c_2 + c_2^2 - 2a\tau + 2 c_2 \tau + \tau^2)$$

(Die Konstanten a und b stammen aus der Nachfragefunktion $x(p_k) = (a - b_k)/b$). Interpretation:

Die Minutenpreise sind gleich den „gefühlten“ Grenzkosten (perceived marginal costs). Bei Preiskonkurrenz kann eine Firma nur dadurch Marktanteile hinzugewinnen, indem sie durch Preissenkung die Konsumentenrente der Verbraucher erhöht. Dieser Preisdruck zwingt die Betreiber, die Minutenpreise den Grenzkosten anzugleichen. Marktmacht , resultierend aus der Loyalität zu einer Marke/einem Betreiber oder hohen Kosten des Wechsels zu einem anderen Betreiber manifestiert sich in den Grundgebühren m_k . Im Gleichgewicht stammt der Gewinn zu hundert Prozent aus der Grundgebühr.

In einem symmetrischen Gleichgewicht, d.h. $s_1^0 = s_2^0$ besitzt der Zugangspreis τ keinen Einfluss auf das Gewinnniveau.

Numerische Resultate/Ergebnisse des Mehrperiodenmodells
Siehe Buch.