INSTITUT FÜR VOLKSWIRTSCHAFTSLEHRE

der

UNIVERSITÄT AUGSBURG

F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit und Kooperationsanreize

von

Karl Morasch

Beitrag Nr. 49 Dezember 1990

01
QC
072
V922
-49

aftliche Diskussionsreihe

01/ QC 072 V922-49

Institut für Volkswirtschaftslehre
Universität Augsburg

Memminger Straße 14
8900 Augsburg
Tel.-Nr. (08 21) 5 98-(1)
Telex 5 3 830 uniaug
Telefax (08 21) 5 98-55 05

F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit und Kooperationsanreize

von

Karl Morasch

Beitrag Nr. 49 Dezember 1990

UB Augsburg

<08026084910036

<08026084910036

Institutsdirektoren: Prof. Dr. R. Blum, Prof. Dr. B. Gahlen, Prof. Dr. H. Hanusch, Prof. Dr. H. Lampert, Prof. Dr. M. Pfaff
Geschäftsführer: Dr. E. von Knorring

F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit und Kooperationsanreize

Karl Morasch
Universität Augsburg
Dezember 1990

1. Einleitung

Kooperationen in Forschung und Entwicklung werden sowohl aus einzelwirtschaftlicher (unternehmenspolitischer) als auch aus gesamtwirtschaftlicher (wettbewerbspolitischer) Sicht ambivalent beurteilt. Für die meisten Unternehmen ist der Zugang zum Know-how des Partners der wichtigste Kooperationsanreiz; daneben spielen auch Kostenüberlegungen und marktstrategische Vorteile eine Rolle. Dem stehen jedoch Nachteile durch den Verlust der technologischen und wettbewerblichen Unabhängigkeit gegenüber. Aus wettbewerbspolitischer Sicht erhofft man sich vor allem eine effizientere Ressourcenallokation und eine Beschleunigung des technischen Fortschritts. Es besteht jedoch die Gefahr, daß der F&E-Wettbewerb eingeschränkt wird und die Anreize zur Forschung vermindert werden. Auch werden negative Auswirkungen auf den Wettbewerb in den entsprechenden Absatzmärkten befürchtet (vgl. MONOPOL-KOMMISSION, 1990).

In diesem Aufsatz stehen die Kooperationsanreize der Unternehmen im Vordergrund; wettbewerbspolitische Überlegungen werden nur am Rande angestellt. Das zugrundegelegte Kooperationsmotiv ist die Sicherung des Zugangs zu einer neuen Produkt-Technologie und damit zum entsprechenden Absatzmarkt. Es wird untersucht, welche Kooperationsstrategien die Unternehmen in Abhängigkeit von ihrer Position im F&E-Wettbewerb präferieren.

Den Anstoß zu der gewählten Modellierung gab die Kooperation zwischen Siemens und IBM bei der Entwicklung von Speicherchips (vgl. DER SPIEGEL, 1990). Es handelt sich in diesem Fall weder um eine patentierbare Entwicklung, die als Patentrennen (mit einem "Sieger") beschrieben werden kann, noch um eine (nicht drastische) Prozeßinnovation, die dem erfolgreichen Unternehmen nur einen Kostenvorteil verschafft. Die Besonderheit besteht darin, daß - wegen der ausgeprägten Lernkurveneffekte in der Chip-Produktion und des daraus resultierenden Preisverfalls - nur die Unternehmen Gewinne machen, die zu den ersten gehören, die eine neue Generation von Speicher-Chips produzieren - es gibt also möglicherweise mehrere "Sieger". Die technologische Position eines Unternehmens läßt sich damit im Prinzip durch eine einzige Größe ausdrücken: die Wahrscheinlichkeit, mit der es rechtzeitig die Fähigkeit zur Produktion der neuen Chip-Generation erwirbt.[1] Diese Größe wird im folgenden als "F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit" bezeichnet.

Mit einem auf Basis dieser Überlegungen entwickelten Modell mit drei Unternehmen werden die folgenden Fragestellungen angegangen:

(1) Bei welchen Konstellationen besteht ein Anreiz zur Kooperation? Kooperieren dann alle Unternehmen oder ergibt sich eine Kooperation von zwei Marktteilnehmern?

(2) Falls nur zwei Unternehmen einen Anreiz zur Kooperation haben: Kooperieren dann eher die Unternehmen, die im F&E-Bereich relativ schwach sind, oder hat das technologisch führende Unternehmen einen Anreiz zur Kooperation mit einem Verfolger?

(3) Worin bestehen die grundlegenden Anreizmechanismen, die eine Kooperation attraktiv oder unattraktiv machen, und welches relative Gewicht haben sie in Abhängigkeit der F&E-Erfolgswahrscheinlichkeiten?

---

1 Auf eine explizite Berücksichtigung der Lernkurveneffekte bei der Modellierung des Absatzmarktes wird jedoch verzichtet, da die für die Kooperationsentscheidung wichtigsten Marktcharakteristika auch mit einer einfacheren Formulierung erfaßt werden können.

In den bisher vorliegenden theoretischen Arbeiten zu F&E-Kooperationen stehen diese Fragen nicht im Mittelpunkt: KATZ (1986) beschäftigt sich vor allem mit den Auswirkungen von Kooperationen auf den F&E-Wettbewerb und behandelt den Einfluß des Absatzmarktes und daraus resultierende Kooperationsanreize nur am Rande. In den Arbeiten von GROSSMAN/SHAPIRO (1987) und BEATH/KATSOULACOS/ULPH (1988) findet sich zwar eine Diskussion der Anreizmechanismen - in beiden Modellen wird jedoch von einem symmetrischen Duopol ausgegangen, so daß weder die Besonderheiten bei Kooperationen zwischen einem Teil der Unternehmen noch die Abhängigkeit der Anreize von unterschiedlichen Ausgangspositionen Berücksichtigung finden.

Das Papier ist wie folgt aufgebaut: Im nächsten Abschnitt wird zunächst das spieltheoretische Modell entwickelt; anschließend werden die Ergebnisse in Abhängigkeit der F&E-Erfolgswahrscheinlichkeiten dargestellt. Die ökonomische Interpretation dieser Ergebnisse und eine eingehende Analyse der grundlegenden Anreizmechanismen erfolgt im dritten Abschnitt. Die Implikationen zweier Modellerweiterungen werden im vierten Abschnitt diskutiert: Werden "side payments" zugelassen, so lassen sich Aussagen über die Stabilität von Kooperationen treffen; umfassen die Kooperationen auch den Absatzmarkt, so ergibt sich ein zusätzlicher Kooperationsanreiz für die Unternehmen. Den Abschluß bildet eine zusammenfassende Darstellung der wichtigsten Ergebnisse.

2. Modellierung

Betrachtet wird eine Branche mit drei Unternehmen *a*, *b* und *c*. Mit der bekannten F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit p_i gelingt dem Unternehmen i die Entwicklung eines homogenen Produkts[2], das mit konstanten Stückkosten hergestellt wird. Im Falle einer F&E-Kooperation haben alle beteiligten Unternehmen (kostenlos) Zugang zu dieser Produktentwicklung, wenn eines der Unternehmen erfolgreich war.[3]

---

2 D.h. jedes "erfolgreiche" Unternehmen stellt dasselbe Produkt her.

3 Bei der Kooperation handelt es sich also im Prinzip um einen Lizenzaustauschvertrag ohne Lizenzgebühren.

In $t=0$ treffen die Unternehmen die Entscheidung, ob sie mit einem oder beiden anderen Unternehmen eine F&E-Kooperation eingehen wollen. Zu diesem Zeitpunkt ist die Entscheidung über die Höhe ihrer F&E-Ausgaben bereits gefallen. Diese sind als irreversible "sunk costs" nicht Gegenstand der Kooperationsvereinbarungen, wie im Modell von KATZ (1986), und können auch nicht, wie bei BEATH/KATSOULACOS/ULPH (1988), an die neue Ausgangssituation (optimal) angepaßt werden.[4]

In $t=1$ konkurrieren die Unternehmen, die entweder selbst erfolgreich waren oder durch die Kooperation Zugang zu der Produktentwicklung haben, mittels des Entscheidungsparameters "Produktmenge" auf einem Oligopolmarkt mit linearer Preisabsatzfunktion.

Dieses Problem läßt sich als zweistufiges Spiel modellieren: Auf der ersten Stufe treffen die Unternehmen ihre Kooperationsentscheidung, auf der zweiten wählen sie die gewinnmaximalen Produktionsmengen. Die Lösung des Spiels erfolgt rekursiv: Zunächst werden die Gewinne im Produktmarkt in Abhängigkeit der Unternehmensanzahl bestimmt. Damit kann für jede mögliche Kooperationsstrategie der Erwartungswert der Gewinne berechnet werden. Daraus läßt sich mit Hilfe eines in 2.3 entwickelten Gleichgewichtskonzepts die im Optimum realisierte Kooperation bestimmen.

2.1 Wettbewerb im Produktmarkt

Haben die Unternehmen die F&E-Phase erfolgreich abgeschlossen, so konkurrieren sie in einem Oligopolmarkt mit linearer Preisabsatzfunktion:

$$\text{(1a)} \quad p = \alpha - \beta \cdot \sum_i x_i \qquad \alpha, \beta > 0$$

---

4 Die Kooperatonsentscheidung wirkt sich somit nur im Absatzmarkt aus - der F&E-Wettbewerb wird nicht beeinflußt.

Alle Unternehmen produzieren mit denselben konstanten Stückkosten κ; die Gewinnfunktion für Unternehmen i lautet somit:

$$\text{(1b)} \quad \pi^i = (\rho - \kappa) \cdot x_i$$

Die Unternehmen wählen die Menge x_i gemäß der Cournot-Nash-Annahme[5] optimal, d.h. im Gleichgewicht gilt:

$$\text{(1c)} \quad \frac{\delta \pi^i}{\delta x_i} = \rho - \kappa - \beta \cdot x_i = 0$$

Abhängig von der Anzahl der Unternehmen n ergibt sich für Unternehmen i die folgende Gewinnfunktion:

$$\text{(1d)} \quad \pi^i_n = \frac{1}{(n+1)^2} \cdot \frac{(\alpha-\kappa)^2}{\beta}$$

Bei Normierung des Monopolfalls auf $\pi^i_{n=1} \equiv 1$ ergeben sich $\pi^i_{n=2} = 4/9$ und $\pi^i_{n=3} = 1/4$. Auf Basis dieser Größen kann dann der Erwartungswert der Gewinne[6] für unterschiedliche Kooperationsstrategien ermittelt werden.

---

5 Jedes Unternehmen bestimmt seine optimale Angebotsmenge unter der Prämisse, daß die Mengen der Wettbewerber konstant bleiben.

6 Für die Kooperationsentscheidung ist nur das Verhältnis der Gewinne bei unterschiedlicher Unternehmensanzahl im Produktmarkt und nicht deren absolute Höhe relevant.

2.2 Grundlagen der Kooperationsentscheidung

Um die Kooperationsentscheidung spieltheoretisch analysieren zu können, müssen zunächst die Strategien der Unternehmen und die sich daraus ergebenden Auszahlungen bestimmt werden.

Eine **Strategie** für Unternehmen i besteht darin, ein bindendes Angebot für eine Kooperation mit keinem, einem oder beiden Konkurrenten zu machen. Es ergeben sich somit die Strategiemengen $S_a = (\emptyset, ab, ac, abc)$, $S_b = (\emptyset, ab, bc, abc)$, $S_c = (\emptyset, ac, bc, abc)$. Eine Kooperation wird dann realisiert, wenn alle beteiligten Unternehmen die entsprechende Strategie gewählt haben.[7]

Als Resultat der Strategien können sich fünf verschiedene "Situationen" mit den entsprechenden **Auszahlungsvektoren** (A_k, B_k, C_k) ergeben.[8] I_k ist dabei der erwartete Gewinn von Unternehmen i, wenn die Kooperation $k \in K = \{\emptyset, ab, ac, bc, abc\}$ realisiert wird.

Die Gewinne hängen von der Anzahl der Unternehmen im Produktmarkt ab. Diese wiederum ist abhängig von der realisierten Kooperation und von der Realisierung der Zufallsvariablen Z_i, die mit der Wahrscheinlichkeit p_i den Wert "F&E erfolgreich" und mit $(1-p_i)$ "F&E nicht erfolgreich" annimmt.[9] Es sei $P^i_k(n=j)$ die Wahrscheinlichkeit, mit der das Unternehmen i im Falle von Kooperation k mit j-1 anderen Unternehmen auf dem Produktmarkt konkurriert. Der erwartete Gewinn läßt sich dann mit Hilfe von (1d) folgendermaßen berechnen:

$$(2) \quad I_k = 1 \cdot P^i_k(n=1) + \frac{4}{9} \cdot P^i_k(n=2) + \frac{1}{4} \cdot P^i_k(n=3)$$

---

7 Z.B. wird *ac* realisiert, wenn $s_a = ac$, $s_c = ac$ und s_b beliebig.

8 Es existieren $4^3 = 64$ verschiedene Strategie-Kombinationen. Diese führen jedoch nur zu fünf unterschiedlichen Auszahlungsvektoren.

9 Es wird davon ausgegangen, daß die Realisierungen der Zufallsvariablen für die verschiedenen Unternehmen voneinander unabhängig sind.

Für die Bestimmung der Auszahlungen I_k wird davon ausgegangen, daß $p_b = p_c$ gilt, d.h. daß Unternehmen *b* und *c* die gleiche F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit haben.[10] Somit gilt: $B_\emptyset = C_\emptyset$, $A_{ac} = C_{ac} = B_{ab} = A_{ab}$, $B_{ac} = C_{ab}$, $B_{bc} = C_{bc}$, $A_{abc} = B_{abc} = C_{abc}$. Die folgenden sieben Gleichungen beschreiben damit alle relevanten Auszahlungen:

$$\text{(3a)}\quad A_\emptyset = p_a - \frac{10}{9}\cdot p_a p_b + \frac{13}{36}\cdot p_a p_b^2$$

$$\text{(3b)}\quad B_\emptyset = p_b - \frac{5}{9}\cdot p_a p_b - \frac{5}{9}\cdot p_b^2 + \frac{13}{36}\cdot p_a p_b^2$$

$$\text{(3c)}\quad A_{ac} = \frac{4}{9}\cdot p_a + \frac{4}{9}\cdot p_b - \frac{23}{36}\cdot p_a p_b - \frac{7}{36}\cdot p_b^2 + \frac{7}{36}\cdot p_a p_b^2$$

$$\text{(3d)}\quad B_{bc} = \frac{8}{9}\cdot p_b - \frac{14}{36}\cdot p_a p_b - \frac{16}{36}\cdot p_b^2 + \frac{7}{36}\cdot p_a p_b^2$$

$$\text{(3e)}\quad A_{bc} = p_a - \frac{3}{2}\cdot p_a p_b + \frac{3}{4}\cdot p_a p_b^2$$

$$\text{(3f)}\quad B_{ac} = p_b - \frac{3}{4}\cdot p_a p_b - \frac{3}{4}\cdot p_b^2 + \frac{3}{4}\cdot p_a p_b^2$$

$$\text{(3g)}\quad A_{abc} = \frac{1}{4}\cdot p_a + \frac{1}{2}\cdot p_b - \frac{1}{2}\cdot p_a p_b - \frac{1}{4}\cdot p_b^2 + \frac{1}{4}\cdot p_a p_b^2$$

---

10 Dies vereinfacht die Berechnungen erheblich, da die Auszahlungen damit nur von zwei Parametern abhängig sind. Außerdem wird eine zweidimensionale graphische Darstellung der Lösungen in Abhängigkeit von (p_a, p_b) möglich. Für die Bestimmung des Gleichgewichts wird diese Annahme so modifiziert, daß sich daraus praktisch kein Informationsverlust ergibt.

An dieser Stelle sei nochmals auf zwei zentrale Implikationen dieser Spezifizierung des Spiels hingewiesen:

- Die einzelnen Unternehmen haben keine Möglichkeit, ihren F&E-Einsatz anzupassen, wenn sie eine Kooperation eingehen.
- Die Unternehmen kooperieren nur in der F&E-Phase - auf dem Absatzmarkt herrscht Wettbewerb.

2.3 Gleichgewicht in Kooperationsstrategien

Bei der Bestimmung des Gleichgewichts wird davon ausgegangen, daß zwischen den Spielern keine "side payments" möglich sind. Die Kooperationspartner können also den Gesamtvorteil, den sie aus der Kooperation ziehen, nicht untereinander aufteilen . Eine Kooperation kommt somit nur zustande, wenn sie für jedes beteiligte Unternehmen zu einer höheren Auszahlung führt. Mit Hilfe der folgenden rekursiven Definition lassen sich dann die ökonomisch sinnvollen Kooperationen in Abhängigkeit von p_i bestimmen:

Eine Kooperation $k^* \in K$ ist ein **Gleichgewicht in Kooperationsstrategien (GKS)**, wenn für alle Kooperationspartner gilt, daß sie k^* allen anderen Kooperationen k vorziehen, die für $K\backslash\{k^*\}$ ein GKS darstellen würden.[11] Unternehmen i zieht eine Kooperation k einer Kooperation k' genau dann vor, wenn $I_k > I_{k'}$.

---

11 Es werden also nur Kooperationsstrategien als Alternativen berücksichtigt, die auch tatsächlich realisiert werden würden. Dieses Konzept hat sich beim vorliegenden Modell bewährt; bei anderen Auszahlungen können jedoch auch pareto-dominierte - und damit ökonomisch unplausible - GKS auftreten.

$k^*(p_a,p_b)$, das GKS in Abhängigkeit der F&E-Erfolgswahrscheinlichkeiten, läßt sich bestimmen, indem für jedes Unternehmen i und jede mögliche Kombination von Kooperationen (k,k')[12] die Ungleichung $I_k > I_{k'}$ nach p_a aufgelöst wird und auf Basis dieser Information für jedes $k \in K$ ermittelt wird, für welche (p_a,p_b) die Bedingungen für ein Gleichgewicht in Kooperationsstrategien erfüllt sind.

Die folgenden beiden Annahmen ermöglichen im vorliegenden Modell die Bestimmung eines eindeutigen GKS für alle zulässigen (p_a,p_b):

(a) $p_a > p_b$, d.h. Unternehmen *a* ist "technologisch führend".[13]

(b) Um entscheiden zu können, ob es zu einer Kooperation *ab* oder *ac* kommt wird von einer Affinität zwischen den Unternehmen *a* und *c* ausgegangen; somit zieht Unternehmen *a* bei gleichen Auszahlungen eine Kooperation mit Unternehmen *c* einer solchen mit *b* vor.

Damit ergeben sich die folgenden GKS (Berechnung siehe Anhang):

$$(4) \quad k^*(p_a,p_b) = \begin{cases} \phi & \text{für } p_a \leq \frac{2}{3} \\ ac & \text{für } p_a > \frac{2}{3} \text{ und } p_a < \tau_1 \cdot p_b \\ bc & \text{für } p_a > \frac{2}{3} \text{ und } p_a \geq \tau_1 \cdot p_b \end{cases}$$

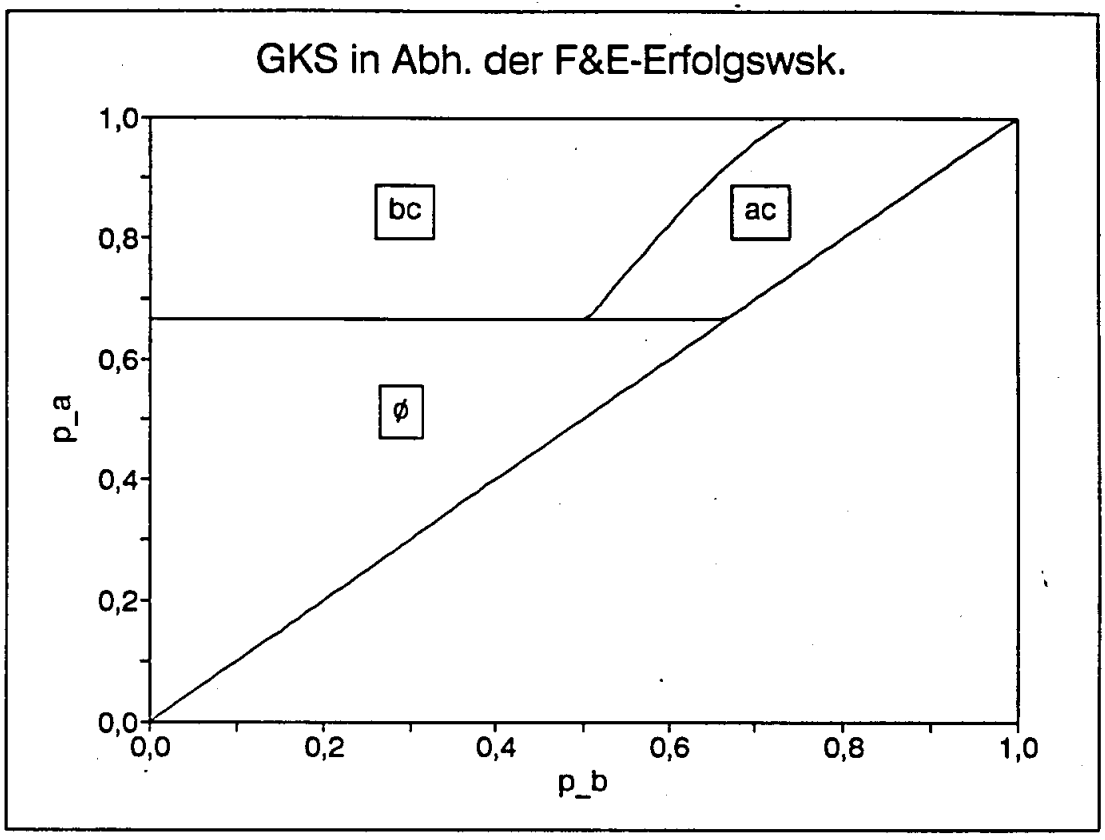
$$\text{mit } \tau_1 = \frac{16 - 7 \cdot p_b}{20 - 31 \cdot p_b + 20 \cdot p_b^2}$$

---

12 Mathematisch exakt handelt es sich dabei um alle (k,k'), die die binäre Relation $R = \{(k,k') \in K \times K, k > k')$ erfüllen. Das Zeichen ">" bezieht sich dabei auf die Ordnung der Elemente in K - z.B. ist *ac* > *ab*.

13 Der Fall zweier technologisch führender Unternehmen ist weniger interessant, da in diesem Fall entweder keine Kooperation entsteht oder die technologisch führenden Unternehmen miteinander kooperieren.

Dieses Ergebnis ist in der folgenden Graphik nochmals dargestellt:



Haben alle Unternehmen relativ niedrige F&E-Erfolgswahrscheinlichkeiten ($p_a < 2/3$), so kommt es zu keiner Kooperation. Bei höheren F&E-Erfolgswahrscheinlichkeiten und relativ geringer Differenz zwischen p_a und p_b kooperieren Unternehmen *a* und *c*.[14] Ansonsten kommt es zu einer Kooperation zwischen *b* und *c*. Eine ausführliche Analyse der Faktoren, die zu diesem Ergebnis führen, folgt im nächsten Abschnitt.

3. Ökonomische Interpretation

Im vorliegenden Modell reduziert eine F&E-Kooperation die erwarteten Branchengewinne: Durch die Kooperation erhöht sich die erwartete Anzahl der Unternehmen im Absatzmarkt, und mehr Unternehmen führen zu intensiverem

---

14 Im Bereich $(p_a - p_b) < 1/4$ für $p_a = 1$ und $(p_a - p_b) < 1/6$ für $p_a = 2/3$.

Wettbewerb und damit zu niedrigeren Gewinnen. Diese Eigenschaft des Modells hat folgende Implikationen:

- Eine F&E-Kooperation aller Unternehmen minimiert die Branchengewinne und kann somit kein Gleichgewicht in Kooperationsstrategien sein.

- Eine Kooperation zwischen zwei Unternehmen kann deren Auszahlungen nur auf Kosten des dritten Unternehmens erhöhen. Eine F&E-Kooperation hat also einen negativen externen Effekt.[15]

- Wenn eine F&E-Kooperation realisiert wird, erhöht sich die Gesamtwohlfahrt (definiert als Summe aus Produzenten- und Konsumentenrente).

Drei Faktoren beeinflussen die Attraktivität einer Kooperation für die beteiligten Unternehmen:

(1) Für ein kooperierendes Unternehmen erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, im Produktmarkt präsent zu sein, da dies auch dann gewährleistet ist, wenn das Unternehmen selbst in der F&E-Phase scheitert und nur sein Kooperationspartner erfolgreich ist.

(2) Die Kooperation führt jedoch auch dazu, daß bei eigenem F&E-Erfolg und gleichzeitigem Scheitern des Partners ein geringerer Gewinn erzielt wird, da in diesem Fall der Partner auf dem Produktmarkt als zusätzlicher Konkurrent auftritt.

Diese beiden gegenläufigen Anreize werden in Anlehnung an BEATH/KATSOULACOS/ULPH (1988) als **Koordinationseffekt** und als **Wettbewerbseffekt** bezeichnet. Im vorliegenden Modell mit drei Unternehmen gibt es jedoch einen weiteren Anreiz zur Kooperation:

(3) Durch die F&E-Kooperation der Konkurrenzunternehmen entsteht für das dritte Unternehmen ein **negativer externer Effekt**, der diesem Unterneh-

---

15 In den theoretischen Modellen zur Kartellbildung hat demgegenüber ein Kartell, das nur eine Teil der Unternehmen umfaßt, eine positiven externen Effekt auf die Gewinne der anderen Unternehmen (vgl. z.B. D'ASPREMONT et.al., 1983).

men auch dann einen Anreiz zur Kooperation gibt, wenn der Wettbewerbseffekt den Koordinationseffekt überwiegt.

Das relative Gewicht des Koordinations- und des Wettbewerbseffekts in Abhängigkeit der F&E-Erfolgswahrscheinlichkeiten läßt sich besonders gut am Vergleich der Auszahlungen der Kooperationen ø und *bc* aufzeigen. Die zusätzliche Erfolgschance im Falle der Kooperation *bc* beträgt für jedes beteiligte Unternehmen $p_b \cdot (1 - p_b)$[16], und die Veränderung des erwarteten Gewinns in Abhängigkeit von p_a errechnet sich somit als:

$$\text{(5a)} \quad p_b \cdot (1 - p_b) \cdot \left[\tfrac{4}{9} \cdot (1 - p_a) + \tfrac{1}{4} \cdot p_a \right]$$

Ein geringeres p_a führt also zu einem höheren absoluten Vorteil der Kooperation aufgrund des Kooperationseffekts. Der Verlust durch vermehrten Wettbewerb bei eigenem F&E-Erfolg und Scheitern des Partners - die Wahrscheinlichkeit dafür beträgt ebenfalls $p_b \cdot (1 - p_b)$ - steigt jedoch auch mit sinkendem p_a:

$$\text{(5b)} \quad p_b \cdot (1 - p_b) \cdot \left[(1 - \tfrac{4}{9}) \cdot (1 - p_a) + (\tfrac{4}{9} - \tfrac{1}{4}) \cdot p_a \right]$$

Bei geringem p_a überwiegt die Auswirkung des Wettbewerbseffekts, da der Verlust potentieller Monopolgewinne dominiert.[17] Steigt p_a, so macht sich bemerkbar, daß der Übergang vom Duopol zum Oligopol mit drei Unternehmen einen relativ geringen Verlust für das Unternehmen darstellt.[18] Der Gesamteffekt beträgt

$$\text{(5c)} \quad p_b \cdot (1 - p_b) \cdot \left[-\tfrac{1}{9} \cdot (1 - p_a) + \tfrac{1}{18} \cdot p_a \right]$$

und wird für $p_a > 2/3$ positiv.

---

16 Mit der Wahrscheinlichkeit p_b schließt der Partner die F&E-Phase erfolgreich ab; das Unternehmen selbst scheitert mit der Wahrscheinlichkeit $(1 - p_b)$.

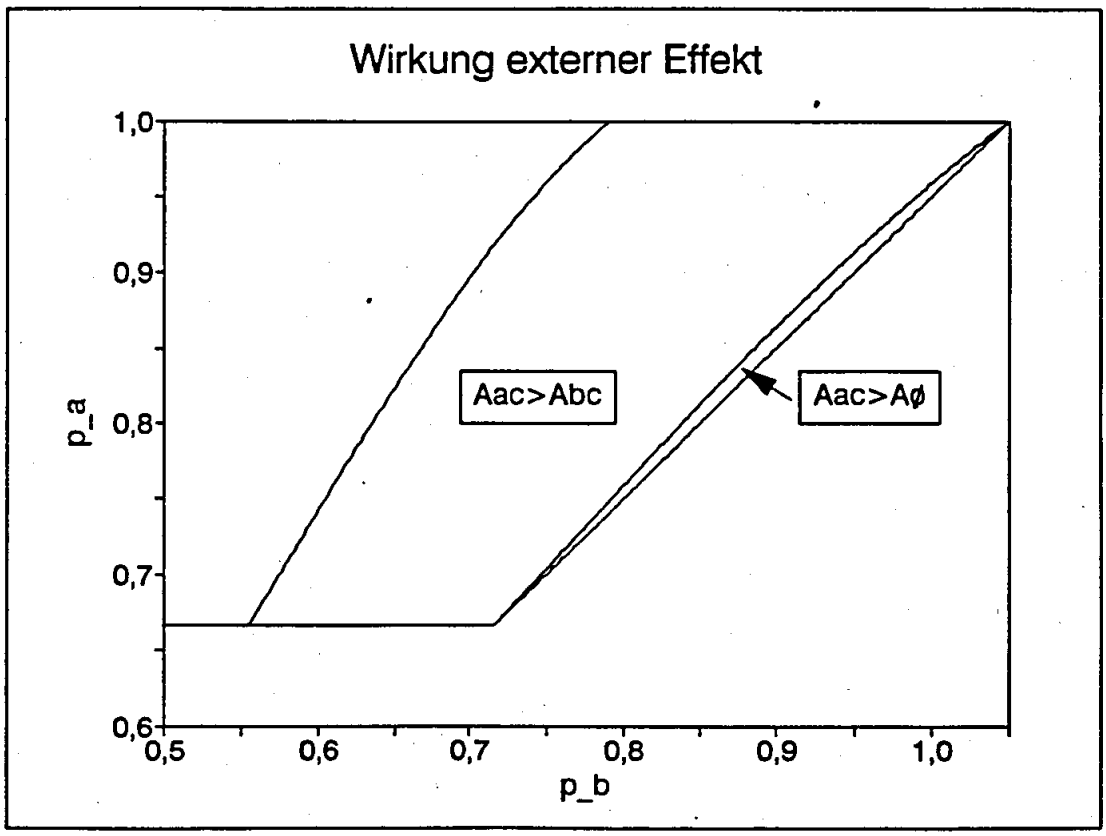
17 $(1 - 4/9) = 5/9 > 4/9$.

18 $(4/9 - 1/4) = 7/36 < 1/4$.

Am Beispiel der Entscheidung des Unternehmens *a* zwischen der Strategie ø und der Strategie *ac* läßt sich die Bedeutung des negativen externen Effekts für die Kooperationswahl darstellen. Auch wenn nur einer der Konkurrenten erfolgreich war, muß Unternehmen *a* im Absatzmarkt mit beiden konkurrieren. Der negative externe Effekt für *a* aus einer Kooperation *bc* beträgt somit:

$$(5d)\quad 2 \cdot p_b \cdot (1 - p_b) \cdot \left[\frac{4}{9} - \frac{1}{4} \right] \cdot p_a$$

Die Bedeutung des negativen externen Effekts läßt sich anhand folgender Graphik demonstrieren:



Eine Kooperation alleine aufgrund des Koordinations- und Wettbewerbseffekts ($A_{ac} > A_{ø}$) wird von *a* nur dann angestrebt, wenn p_a und p_b nahezu gleich sind. Um den negativen externen Effekt aus einer Kooperation *bc* zu vermeiden, geht *a* jedoch auch bei erheblichen Unterschieden zwischen p_a und p_b eine Kooperation *ac* ein.

4. Modellerweiterungen

In diesem Abschnitt sollen zwei alternative Modellformulierungen untersucht werden:

- Die Einführung von "side payments" erlaubt Aussagen über die Stabilität von Kooperationen.
- Wenn sich eine Kooperation auch auf den Absatzmarkt erstreckt, ergibt sich ein zusätzlicher Kooperationsanreiz.

4.1 "Side Payments" und Stabilität von Kooperationen

Bisher wurde davon ausgegangen, daß eine Kooperation nur dann zustande kommt, wenn jeder Teilnehmer dabei eine höhere Auszahlung realisiert. Haben die Spieler jedoch die Möglichkeit, ihrem (potentiellen) Partner die Kooperation durch kompensierende Zahlungen ("side payments" oder Seitenzahlungen) attraktiv zu machen, so ändert sich das Entscheidungskriterium: Eine Kooperation wird nun auch dann einer Alternative vorgezogen, wenn damit nur höhere gemeinsame Auszahlungen verbunden sind. Es wird davon ausgegangen, daß Seitenzahlungen nur zwischen Kooperationspartnern möglich sind - ansonsten würde es im vorliegenden Modell, wegen der Verminderung der Branchengewinne, zu keiner Kooperation kommen.

Eine Kooperation *abc* minimiert die Branchengewinne und wird somit auch bei der Möglichkeit von Seitenzahlungen nicht realisiert. Die Kooperation *bc* wird für $p_a > p_b$ grundsätzlich der Kooperation *ac* vorgezogen, da die negativen Auswirkungen auf die Branchengewinne in diesem Fall weniger stark sind (die erwartete Anzahl der Unternehmen im Absatzmarkt ist geringer).

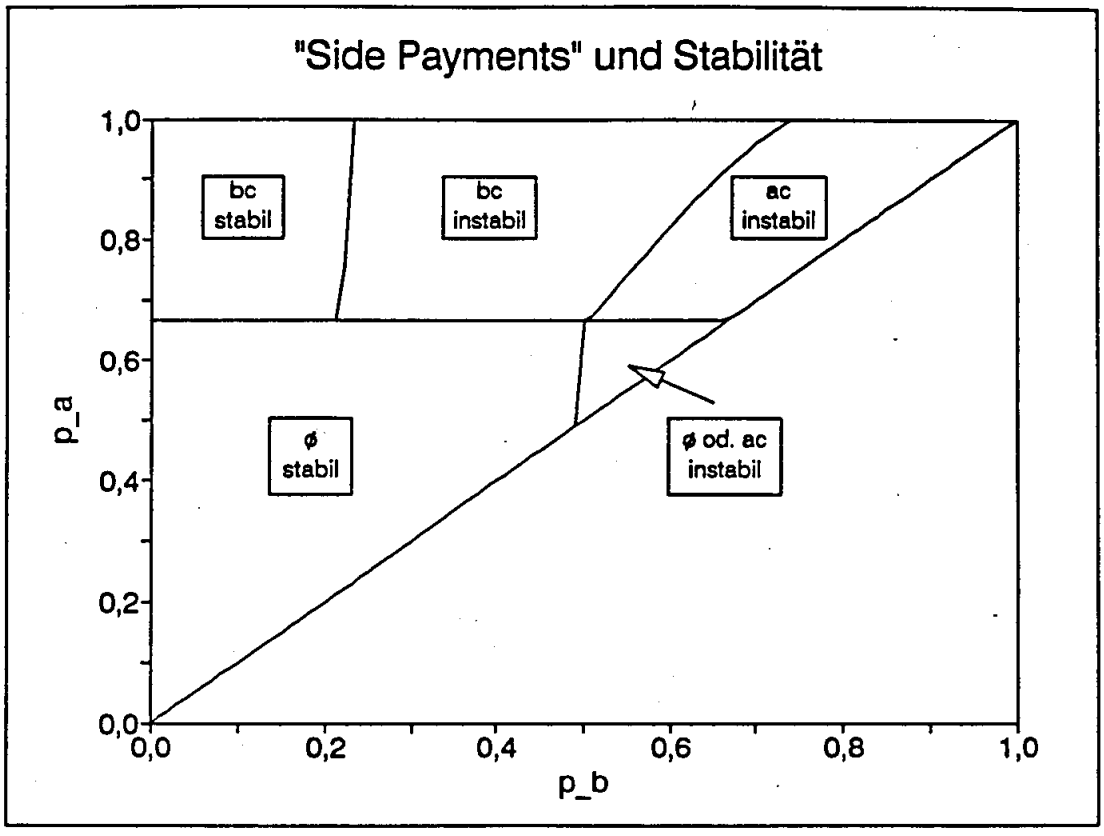
Es ist jedoch nur für bestimmte (p_a, p_b) gewährleistet, daß eine Aufteilung des Gesamtgewinns unter den Kooperationspartnern möglich ist, die keinem von ihnen einen Anreiz zu einer Kooperation mit einem Nicht-Teilnehmer gibt. Erfüllt eine Kooperation diese Bedingung, so wird sie im folgenden als **stabil** bezeichnet - für die anderen Fälle wird versucht, jeweils die ökonomisch plausibelste instabile Kooperation zu ermitteln.

Für $p_a \leq 2/3$ ist die Kooperation $\emptyset$ stabil, solange $A_\emptyset + C_\emptyset > A_{ac} + C_{ac}$. Dies ist für $p_b < 1/2$ der Fall. Für $p_a > 2/3$ ist die Kooperation *bc* stabil, solange $A_{bc} + C_{bc} > A_{ac} + C_{ac}$. Dies gilt, falls $p_a > \tau_5 \cdot p_b$ mit

$$(6) \qquad \tau_5 = \frac{p_b}{2 - 11 \cdot p_b + 10 \cdot p_b^2}$$

Im Bereich $p_a \leq 2/3$ kann für $p_b > 1/2$ nicht mehr grundsätzlich davon ausgegangen werden, daß keine Kooperation realisiert wird, da sowohl *b* als auch *c* einen Anreiz haben, *a* durch Seitenzahlungen zu einer Kooperation zu bewegen (der Nachteil, den das dritte Unternehmen dadurch erleidet, ist jedoch größer als der Vorteil aus dieser Kooperation). Im Bereich $p_a > 2/3$ ist für $p_a > \tau_1 \cdot p_b$ (d.h. $A_{bc} > A_{ac}$) die Kooperation *bc* am plausibelsten (*c* kann in diesem Fall die Kooperation *ac* nur durch Seitenzahlungen für *a* attraktiv machen). Für $p_a < \tau_1 \cdot p_b$ erscheint *ac* wahrscheinlicher (*b* muß in diesem Fall *a* oder *c* durch Seitenzahlungen aus ihrer Kooperation locken).

Die folgende Graphik stellt die plausibelsten Kooperationen und ihre Stabilitätseigenschaften im Überblick dar:



4.2 Kooperation im Produktmarkt

Bisher wurde davon ausgegangen, daß die Unternehmen nur im F&E-Bereich kooperieren und sich auf dem Absatzmarkt als oligopolistische Wettbewerber verhalten. Im folgenden soll untersucht werden, welche Auswirkungen die Möglichkeit zu Kooperationen auf beiden Stufen im vorliegenden Modell hat.

Um die entsprechenden GKS bestimmen zu können, müssen zunächst die relevanten Auszahlungen I^2_k ermittelt werden.[19] Das Cournot-Modell mit konstanten Stückkosten und linearer Preisabsatzfunktion hat die Eigenschaft, daß Kooperationen zweier Unternehmen in einem Markt mit drei und mehr Unternehmen diesen keinen Vorteil bringen: Die kooperierenden Unternehmen ha-

---

19 Die hochgestellte "2" steht dabei für "Kooperation auf beiden Stufen".

ben zwar einen Anreiz, gemeinsam vom ursprünglichen Nash-Gleichgewicht abzuweichen; im neuen Gleichgewicht erhält jedes kooperiernde Unternehmen jedoch nur den halben Duopolgewinn, der geringer ist als der Gewinn im Oligopol mit drei Unternehmen ($4/9 : 2 = 2/9 < 1/4$).[20] Für die Berechnung der Auszahlungen wird darum davon ausgegangen, daß sich die kooperierenden Unternehmen in diesem Fall wie Cournot-Wettbewerber verhalten. Daraus resultieren folgende veränderte Auszahlungen:[21]

$$(7a)\quad A^2_{ac} = \tfrac{1}{2}\cdot p_a + \tfrac{1}{2}\cdot p_b - \tfrac{3}{4}\cdot p_a p_b - \tfrac{1}{4}\cdot p_b^2 + \tfrac{1}{4}\cdot p_a p_b^2$$

$$(7b)\quad B^2_{bc} = p_b - \tfrac{1}{2}\cdot p_a p_b - \tfrac{1}{2}\cdot p_b^2 + \tfrac{1}{4}\cdot p_a p_b^2$$

$$(7c)\quad A^2_{abc} = \tfrac{1}{3}\cdot p_a + \tfrac{2}{3}\cdot p_b - \tfrac{2}{3}\cdot p_a p_b - \tfrac{1}{3}\cdot p_b^2 + \tfrac{1}{3}\cdot p_a p_b^2$$

Auf Basis dieser Auszahlungen ergeben sich die folgenden GKS (Berechnung siehe Anhang):

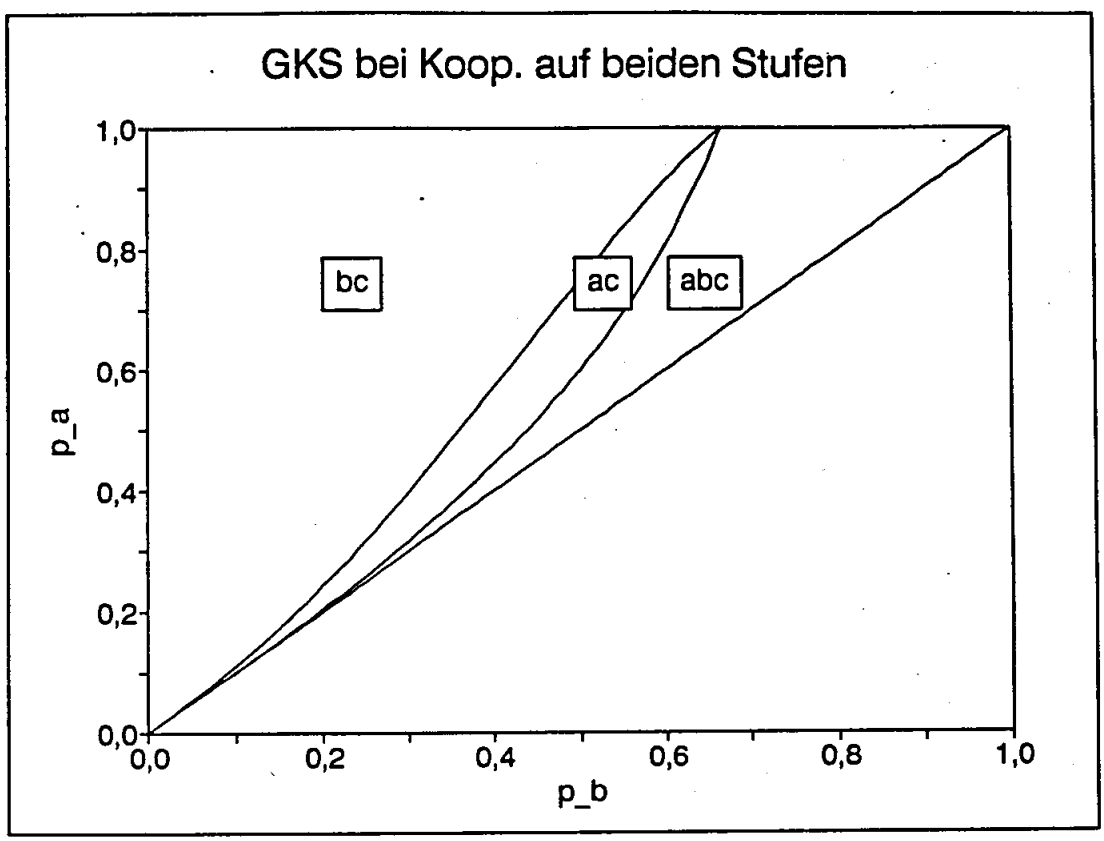
$$(8)\quad k^*(p_a, p_b) = \begin{cases} bc & \text{für} \quad p_a \geq \tau_6\cdot p_b \\ ac & \text{für} \quad \tau_6\cdot p_p < p_a \leq \tau_7\cdot p_b \\ abc & \text{für} \quad p_a < \tau_7\cdot p_b \end{cases}$$

---

20 Die Kooperation im Absatzmarkt hätte in diesem Fall einen positiven externen Effekt auf den Nicht-Teilnehmer. Vgl. SALANT/SWITZER/REYNOLDS (1983) zur Diskussion des gleichen Problems im Zusammenhang mit Unternehmenszusammenschlüssen.

21 $A_\emptyset$ und $B_\emptyset$ ändern sich selbstverständlich nicht; A_{bc} und B_{ac} bleiben unverändert, weil sich zwei kooperierende Unternehmen im Produktmarkt mit drei Unternehmen wie Cournot-Oligopolisten verhalten.

Die folgende Graphik veranschaulicht dieses Ergebnis:



Eine Kooperation lohnt sich für jedes (p_a,p_b), weil die gemeinsame Gewinnmaximierung den negativen Wettbewerbseffekt vermindert. Bei hohen F&E-Wahrscheinlichkeiten ist eine Kooperation *abc* besonders attraktiv, da die (sehr wahrscheinlichen) negativen Auswirkungen des Wettbewerbs im Produktmarkt vermieden werden. Die Möglichkeit einer Kooperation auf beiden Stufen erhöht also den Kooperationsanreiz, die Auswirkungen auf die Gesamtwohlfahrt sind jedoch negativ.

5. Schlußbemerkungen

Die drei in der Einleitung gestellten Fragen lassen sich auf Basis des Modells folgendermaßen beantworten:

(1) Die Unternehmen haben nur dann einen Anreiz zu einer F&E-Kooperation, wenn das im F&E-Bereich führende Unternehmen (der "Technologieführer") eine relativ hohe Erfolgswahrscheinlichkeit hat. Zu einer Kooperation aller Unternehmen kommt es nur, wenn sich diese auch auf den Absatzmarkt erstreckt.

(2) Besteht ein Anreiz zur F&E-Kooperation, so kooperiert der Technologieführer mit einem der "Verfolger", solange die Differenz der F&E-Erfolgswahrscheinlichkeiten nicht zu groß ist. Grund dafür ist der negative externe Effekt, der sich für den Technologieführer bei einer Kooperation der beiden Verfolger ergeben würde.

(3) Drei Anreizmechanismen beeinflussen die Kooperationsentscheidung: Der Koordinationseffekt und der negative externe Effekt machen eine F&E-Kooperation attraktiv, der Wettbewerbseffekt wirkt dem entgegen. Das relative Gewicht des Koordinationseffekts gegenüber dem Wettbewerbseffekt steigt mit zunehmender F&E-Wahrscheinlichkeit des nicht an der Kooperation beteiligten Unternehmens. Mit zunehmender Differenz der F&E-Wahrscheinlichkeit zwischen Technologieführer und Verfolger nimmt die Bedeutung des negativen externen Effekts relativ zum Wettbewerbseffekt ab.

Diese Ergebnisse sind jedoch nicht allgemein auf F&E-Kooperationen übertragbar: Im vorliegenden Modell ist eine ganz spezifische Kooperationsform vorgegeben und Auswirkungen der Kooperation auf den F&E-Wettbewerb bleiben unberücksichtigt. Im Prinzip sind die Anreizmechanismen zwar auch in anderen Modellen wirksam (vgl. z.B. BEATH/KATSOULACOS/ULPH, 1988), es kommen jedoch weitere Faktoren hinzu und die relative Bedeutung der Effekte verändert sich.

Anhang

Grundlage der folgenden Berechnungen sind die bereits in 2.3 formulierten Annahmen:

(a) $p_a > p_b$, d.h. Unternehmen *a* ist "technologisch führend".

(b) Unternehmen *a* zieht bei gleichen Auszahlungen eine Kooperation mit Unternehmen *c* einer solchen mit *b* vor.

1. GKS bei F&E-Kooperation

Um das GKS zu bestimmen, wird dann wie folgt vorgegangen: Zunächst werden die GKS für $K\backslash\{abc\}$ bestimmt. Für $p_a < 2/3$ ist $B_\emptyset > B_{bc}$ und mit (a) gilt auch $A_\emptyset > A_{ac}$; damit ist $\emptyset$ das entsprechende GKS. Für $p_a > 2/3$ ist $A_{ac} > A_{bc}$, falls $p_a < \tau_1 \cdot p_b$ mit

$$(9a) \quad \tau_1 = \frac{16 - 7 \cdot p_b}{20 - 31 \cdot p_b + 20 \cdot p_b^2}$$

Da wegen (a) $C_{ac} > C_{bc}$ und wegen (b) $A_{ac} > A_{ab}$ gilt, ist in diesem Fall *ac* das GKS. Für $p_a > \tau_1 \cdot p_b$ ergibt sich entsprechend *bc* als GKS.

Die Kooperation *abc* ist kein GKS: Für $p_a < 2/3$ ergibt sich $A_{abc} > A_\emptyset$, falls $p_a < \tau_2 \cdot p_b$ mit

$$(9b) \quad \tau_2 = \frac{18 - 9 \cdot p_b}{27 - 22 \cdot p_b + 4 \cdot p_b^2}$$

Es gilt jedoch $\tau_2 < 1$ für $p_b < 1$, was einen Widerspruch zu (a) darstellt. Für $p_a > 2/3$ gilt, daß $A_{abc} > A_{bc}$, falls $p_a < \tau_3 \cdot p_b$, und $B_{abc} > B_{bc}$ für $p_a > \tau_4 \cdot p_b$ mit

$$(9c) \quad \tau_3 = \frac{2 - p_b}{3 - 4 \cdot p_b + 2 \cdot p_b^2}$$

$$(9d) \quad \tau_4 = \frac{14 - 7 \cdot p_b}{9 - 4 \cdot p_b + 2 \cdot p_b^2}$$

Wegen $\tau_3 > \tau_4$ für $p_b < 1$ sind diese beiden Bedingungen nicht gleichzeitig zu erfüllen.

2. GKS bei Kooperation auf beiden Stufen

Für alle relevanten (p_a, p_b) gilt $B_{abc} > B_{bc} > B_{\emptyset}$. Damit sind die GKS nur von Unternehmen *a* abhängig. Für $p_a > \tau_6 \cdot p_b$, mit

$$(9e) \quad \tau_6 = \frac{2 - p_b}{2 - 3 \cdot p_b + 2 \cdot p_b^2}$$

gilt $A_{bc} > A_{ac}$; damit ist *bc* das entsprechende GKS. Für $p_a < \tau_6 \cdot p_b$ gilt $A_{ac} > A_{abc}$, und somit ist *ac* das entsprechende GKS, falls $p_a > \tau_7 \cdot p_b$, mit

$$(9f) \quad \tau_7 = \frac{2 - p_b}{2 - p_b - \cdot p_b^2}$$

Für $p_a < \tau_7 \cdot p_b$ gilt umgekehrt $A_{ac} < A_{abc}$, und *abc* ist GKS.

Literatur

BEATH, John, KATSOULACOS, Yannis, ULPH, David (1988), R&D Rivalry vs. R&D Cooperation under Uncertainty, Récherches Economiques de Louvain, vol. 54, S. 373 - 384.

D'ASPREMONT, Claude, JAQUEMIN, Alexis, JASKOLD-GABSZEWICZ, Jean, WEYMARK, John (1983), On the Stability of Collusive Price Leadership, Canadian Journal of Economics, vol. 16, S. 17 - 25.

DER SPIEGEL (1990), Chips: Gewicht in der Schale, Heft 5/90, S. 88 - 90.

GROSSMAN, Gene M., SHAPIRO, Carl (1987), Dynamic R&D Competition, Economic Journal, vol. 97, S. 372 - 387.

KATZ, Michael L. (1986), An Analysis of Cooperative Research and Development, Rand Journal of Economics, vol. 17, S. 527 - 543.

MONOPOLKOMMISSION (1990), Wettbewerbspolitik vor neuen Herausforderungen: Hauptgutachten 1988/1989, Baden-Baden: Nomos.

SALANT, Steven, SWITZER, Sheldon, REYNOLDS, Robert (1983), Losses from Horizontal Mergers: The Effects of an Exogenous Change in Industry Structure on Cournot-Nash Equilibrium, Quarterly Journal of Economics, vol. 48, S. 185 - 199.

UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK AUGSBURG

Bisher erschienen unter der Fachgruppe Makroökonomie

Beitrag Nr.	1:	Bernhard Gahlen	Neuere Entwicklungstendenzen und Schätzmethoden in der Produktionstheorie
Beitrag Nr.	2:	Ulrich Schittko	Euler- und Pontrjagin-Wachstumspfade
Beitrag Nr.	3:	Rainer Feuerstack	Umfang und Struktur geburtenregelnder Maßnahmen
Beitrag Nr.	4:	Reinhard Blum	Der Preiswettbewerb im § 16 GWB und seine Konsequenzen für ein "Neues Wettbewerbskonzept"
Beitrag Nr.	5:	Martin Pfaff	Measurement Of Subjecitve Welfare And Satisfaction
Beitrag Nr.	6:	Arthur Strassl	Die Bedingungen gleichgewichtigen Wachstums

Bisher erschienen unter dem Institut für Volkswirtschaftslehre

Beitrag Nr.	7:	Reinhard Blum	Thesen zum neuen wettbewerbspolitischen Leitbild der Bundesrepublik Deutschland
Beitrag Nr.	8:	Horst Hanusch	Tendencies In Fiscal Federalism
Beitrag Nr.	9:	Reinhard Blum	Die Gefahren der Privatisierung öffentlicher Dienstleistungen
Beitrag Nr.	10:	Reinhard Blum	Ansätze zu einer rationalen Strukturpolitik im Rahmen der marktwirtschaftlichen Ordnung
Beitrag Nr.	11:	Heinz Lampert	Wachstum und Konjunktur in der Wirtschaftsregion Augsburg
Beitrag Nr.	12:	Fritz Rahmeyer	Reallohn und Beschäftigungsgrad in der Gleichgewichts- und Ungleichgewichtstheorie
Beitrag Nr.	13:	Alfred E. Ott	Möglichkeiten und Grenzen einer Regionalisierung der Konjunkturpolitik
Beitrag Nr.	14:	Reinhard Blum	Wettbewerb als Freiheitsnorm und Organisationsprinzip

Beitrag Nr.	15:	Hans K. Schneider	Die Interdependenz zwischen Energieversorgung und Gesamtwirtschaft als wirtschaftspolitisches Problem
Beitrag Nr.	16:	Eberhard Marwede Roland Götz	Durchschnittliche Dauer und zeitliche Verteilung von Großinvestitionen in deutschen Unternehmen
Beitrag Nr.	17:	Reinhard Blum	Soziale Marktwirtschaft als weltwirtschaftliche Strategie
Beitrag Nr.	18:	Klaus Hüttinger Ekkehard von Knorring Peter Welzel	Unternehmensgröße und Beschäftigungsverhalten - Ein Beitrag zur empirischen Überprüfung der sog. Mittelstands- bzw. Konzentrationshypothese -
Beitrag Nr.	19:	Reinhard Blum	Was denken wir, wenn wir wirtschaftlich denken?
Beitrag Nr.	20:	Eberhard Marwede	Die Abgrenzungsproblematik mittelständischer Unternehmen - Eine Literaturanalyse -
Beitrag Nr.	21:	Fritz Rahmeyer Rolf Grönberg	Preis- und Mengenanpassung in den Konjunkturzyklen der Bundesrepublik Deutschland 1963 - 1981
Beitrag Nr.	22:	Peter Hurler Anita B. Pfaff Theo Riss Anna Maria Theis	Die Ausweitung des Systems der sozialen Sicherung und ihre Auswirkungen auf die Ersparnisbildung
Beitrag Nr.	23:	Bernhard Gahlen	Strukturpolitik für die 80er Jahre
Beitrag Nr.	24:	Fritz Rahmeyer	Marktstruktur und industrielle Preisentwicklung
Beitrag Nr.	25:	Bernhard Gahlen Andrew J. Buck Stefan Arz	Ökonomische Indikatoren in Verbindung mit der Konzentration. Eine empirische Untersuchung für die Bundesrepublik Deutschland
Beitrag Nr.	26A:	Christian Herrmann	Die Auslandsproduktion der deutschen Industrie. Versuch einer Quantifizierung
Beitrag Nr.	26B:	Gebhard Flaig	Ein Modell der Elektrizitätsnachfrage privater Haushalte mit indirekt beobachteten Variablen

Beitrag Nr.	27A:	Reinhard Blum	Akzeptanz des technischen Fortschritts - Wissenschafts- und Politikversagen -
Beitrag Nr.	27B:	Anita B. Pfaff Martin Pfaff	Distributive Effects of Alternative Health-Care Financing Mechanisms: Cost-Sharing and Risk-Equivalent Contributions
Beitrag Nr.	28A:	László Kassai	Wirtschaftliche Stellung deutscher Unternehmen in Chile. Ergebnisse einer empirischen Analyse (erschienen zusammen mit Mesa Redonda Nr. 9)
Beitrag Nr.	28B:	Gebhard Flaig Manfred Stadler	Beschäftigungseffekte privater F&E-Aufwendungen - Eine Paneldaten-Analyse
Beitrag Nr.	29:	Gebhard Flaig Viktor Steiner	Stability and Dynamic Properties of Labour Demand in West-German Manufacturing
Beitrag Nr.	30:	Viktor Steiner	Determinanten der Betroffenheit von erneuter Arbeitslosigkeit - Eine empirische Analyse mittels Individualdaten
Beitrag Nr.	31:	Viktor Steiner	Berufswechsel und Erwerbsstatus von Lehrabsolventen - Ein bivariates Probit-Modell
Beitrag Nr.	32:	Georg Licht Viktor Steiner	Workers and Hours in a Dynamic Model of Labour Demand - West German Manufacturing Industries 1962 - 1985
Beitrag Nr.	33:	Heinz Lampert	Notwendigkeit, Aufgaben und Grundzüge einer Theorie der Sozialpolitik
Beitrag Nr.	34:	Fritz Rahmeyer	Strukturkrise in der eisenschaffenden Industrie - Markttheoretische Analyse und wirtschaftspolitische Strategien
Beitrag Nr.	35	Manfred Stadler	Die Bedeutung der Marktstruktur im Innovationsprozeß - Eine spieltheotische Analyse des Schumpeterschen Wettbewerbs

Beitrag Nr.	36	Peter Welzel	Die Harmonisierung nationaler Produktionssubventionen in einem Zwei-Länder-Modell
Beitrag Nr.	37	Richard Spies	Kostenvorteile als Determinanten des Marktanteils kleiner und mittlerer Unternehmen
Beitrag Nr.	38A	Viktor Steiner	Langzeitarbeitslosigkeit, Heterogenität und "State Dependence": Eine mikroökonometrische Analyse
Beitrag Nr.	38B	Peter Welzel	A Note on the Time Consistency of Strategic Trade Policy
Beitrag Nr.	39	Günter Lang	Ein dynamisches Marktmodell am Beispiel der Papiererzeugenden Industrie
Beitrag Nr.	40	Gebhard Flaig Viktor Steiner	Markup Differentials, Cost Flexibility, and Capacity Utilization in West-German Manufacturing
Beitrag Nr.	41	Georg Licht Viktor Steiner	Abgang aus der Arbeitslosigkeit, Individualeffekte und Hysteresis. Eine Panelanalyse für die Bundesrepublik
Beitrag Nr.	42	Thomas Kuhn	Zur Theorie der Zuweisungen im kommunalen Finanzausgleich
Beitrag Nr.	43	Uwe Cantner	Produkt- und Prozeßinnovation in einem Ricardo-Außenhandelsmodell
Beitrag Nr.	44	Thomas Kuhn	Zuweisungen und Allokation im kommunalen Finanzausgleich
Beitrag Nr.	45	Gebhard Flaig Viktor Steiner	Searching for the Productivity Slowdown: Some Surprising Findings from West German Manufacturing
Beitrag Nr.	46	Manfred Stadler	F&E-Verhalten und Gewinnentwicklung im dynamischen Wettbewerb. Ein Beitrag zur Chaos-Theorie
Beitrag Nr.	47	Alfred Greiner	A Dynamic Theory of the Firm with Endogenous Technical Change
Beitrag Nr.	48	Horst Hanusch Markus Hierl	Productivity, Profitability, and Innovative Behavior in West German Industries