Innovationswettbewerb unter Spillover

Problem in der Wahl der optimalen F&E-Ausgaben F_i:
geschaffenes Wissen nützt auch dem Konkurrenten, da Wissensspillover meistens nicht vollständig vermeidbar ist

wichtige Kanäle:

- Mitarbeiterfluktuationen; *personengebundenes Wissen*
- Auswertung der Patentschrift; *nicht-personengebundenes Wissen*

Möglichkeit zur Lösung des Spillover-Problems: F&E-Kooperation, also gemeinsame Anstrengung und gemeinsame Nutzung; Spillover-Effekt wird internalisiert, da man in der optimalen Wahl der Ausgaben die gesamten positiven Effekte (inklusive Spillover) berücksichtigen kann

Beispiel für F&E-Kooperation

PSA-Konzern (Peugeot und Citroën) konkurriert auf Endproduktebene (PKW) und kooperiert auf der F&E Ebene, bei:

Produkt	F&E-Partner	Endprodukt
Otto-Motoren	BMW	Peugeot 107 1er BMW Citroën C4
Dieselmotoren	Ford	
Kleinstwagen[1]	Toyota	Peugeot 107 Citroën C1 Toyota Aygo

[1] betrifft eine Vielzahl von Komponenten, die aus gemeinsamer Entwicklungsarbeit stammen; die PKW werden in einem gemeinsamen Werk (Kolín, CZ) hergestellt

Modellierung

Kosten der F&E-Ausgaben:

$$C_i(F_i) = C(F_i), \quad i = 1, 2$$

Kosten der Produktion identisch und konstant:

$$c_1 = c_2 = c$$

Forschung führt (deterministisch) zu einer Verringerung der Stückkosten:

$$\Delta c_1 = F_1 + \beta F_2$$
$$\Delta c_2 = F_2 + \beta F_1$$

daher sind die Kosten nach der Forschungsperiode:

$$c_{i,F} = c_i - \Delta c_i, \quad i = 1, 2$$

β mißt also den Grad des Wissensspillovers; Δc_i kann als *effektive F&E-Tätigkeit* bezeichnet werden

Mengenwettbewerb auf Stufe 2

Gewinnfunktionen:

$$\Pi_1(F_1, F_2, x_1, x_2) = (a - bX)x_1 - (c - \Delta c_1)x_1 - C(F_1)$$
$$\Pi_2(F_1, F_2, x_1, x_2) = (a - bX)x_2 - (c - \Delta c_2)x_2 - C(F_2)$$

Vereinfachungen (um uns auf Spillover-Effekte zu konzentrieren):
$a - c = 1$, $b = 1$; damit werden die Gewinnfunktionen zu:

$$\begin{aligned}
\Pi_1 &= (1 + \Delta c_1 - x_1 - x_2)x_1 - C(F_1) \\
&= (1 + [F_1 + \beta F_2] - x_1 - x_2)x_1 - C(F_1) \\
\Pi_2 &= (1 + \Delta c_2 - x_1 - x_2)x_2 - C(F_2) \\
&= (1 + [F_2 + \beta F_1] - x_1 - x_2)x_2 - C(F_2)
\end{aligned}$$

Reaktionsfunktionen und CNG

optimale Mengen aus den FOC der Gewinnfunktionen:

$$x_1^R(x_2) = \frac{1 + \Delta c_1 - x_2}{2}$$
$$x_2^R(x_1) = \frac{1 + \Delta c_2 - x_1}{2}$$

und durch Substitution die Gewinnmengen:

$$\begin{aligned} x_1^C(F_1, F_2) &= \frac{1 + 2\Delta c_1 - \Delta c_2}{3} \\ &= \frac{1 + (2 - \beta)F_1 + (2\beta - 1)F_2}{3} \\ x_2^C(F_1, F_2) &= \frac{1 + 2\Delta c_2 - \Delta c_1}{3} \\ &= \frac{1 + (2 - \beta)F_2 + (2\beta - 1)F_1}{3} \end{aligned}$$

Interpretationen I

schließlich die reduzierten Gewinnfunktionen in Abhängigkeit von F_1, F_2:

$$\Pi_1^C(F_1, F_2) = \left(\frac{1 + 2\Delta c_1 - \Delta c_2}{3}\right)^2 - C(F_1)$$
$$\Pi_2^C(F_1 . F_2) = \left(\frac{1 + 2\Delta c_2 - \Delta c_1}{3}\right)^2 - C(F_2)$$

je größer die „effektive Forschungstätigkeit" eines Unternehmens, desto größer die eigene Produktionsmenge:

$$\frac{\partial x_i^C}{\partial \Delta c_i} > 0$$

und desto geringer die Produktionsmenge des Konkurrenten:

$$\frac{\partial x_j^C}{\partial \Delta c_i} < 0$$

Interpretationen II

eine Erhöhung der eigenen Forschungsausgaben führt zu einer Erhöhung der Produktionsmenge:

$$\frac{\partial x_i^C}{\partial F_i} = \frac{2-\beta}{3} > 0$$

sie führt aber nur dann zu einer Senkung der Menge des Konkurrenten, wenn der Spillovereffekt nicht „zu groß" ist:

$$\frac{\partial x_j^C}{\partial F_i} = \frac{2\beta - 1}{3} \begin{cases} < 0, & \beta < \frac{1}{2} \\ > 0, & \beta > \frac{1}{2} \end{cases}$$

das bedeutet in anderen Worten: Vergrößerungen von F_i erhöhen den Marktanteil umso mehr, je kleiner der Wissensspillover ist

Stufe 1 des Simultanen F&E-Wettbewerbs

auf Stufe 1 werden die reduzierten Gewinnfunktionen $\Pi_1(F_1, F_2)$ und $\Pi_2(F_1, F_2)$ nach dem jeweiligen Aktionsparameter F_i abgeleitet und die Reaktionsfunktionen gebildet, man erhält

$$F_1^R(F_2), F_2^R(F_1)$$

der Schnittpunkt der beiden Funktionen ergibt mit (F_1^N, F_2^N) das Nash-Gleichgewicht des Gesamtspiels und die Lösungen für die Gewinne:

$$(\Pi_1^N, \Pi_2^N)$$

für ein Beispiel braucht man noch eine konkrete Kostenfunktion für die F&E-Tätigkeit; so ein Beispiel mit Lösung findet sich in PW, S. 231

Allgemeine Analyse der Effekte der F&E-Wahl

für eine Analyse der direkten und indirekten Effekte der Veränderung von F_1 reicht die Formulierung der Gewinnfunktion von Stufe 2 in Abhängigkeit von F_1:

$$\Pi_1^C(F_1) = \Pi_1(F_1, x_1^C(F_1), x_2^C(F_1))$$
$$\Pi_2^C(F_1) = \Pi_2(F_1, x_1^C(F_1), x_2^C(F_1))$$

Ableitung der reduzierten Gewinnfunktionen:

$$\frac{d\Pi_1^C}{dF_1} = \frac{\partial \Pi_1}{\partial F_1} + \underbrace{\underbrace{\frac{\partial \Pi_1}{\partial x_1}}_{=0} \underbrace{\frac{dx_1^C}{dF_1}}_{>0}}_{=0} + \frac{\partial \Pi_1}{\partial x_2} \frac{dx_2^C}{dF_1}$$

Direkte Effekte der F&E-Wahl

dir. Effekt (erster Summand): erfasst Stückkostenreduktion und Erhöhung der Forschungskosten (gegben x_1^C, x_2^C); im vereinfachten linearen Fall von oben erhält man

$$\frac{\partial \Pi_1}{\partial F_1} = x_1^C - \frac{\partial C(F_1)}{\partial F_1}$$

- erster Term entspricht der Gewinnerhöhung durch Stückkostensenkung um eine kleine Einheit pro im CNG produzierter Mengeneinheit
- zweiter Term der Veränderung der F&E-Kosten durch die Erhöhung der Forschungsintensität
- ohne zusätzliche Effekte von F_1 würde gelten müssen: die beiden müssen im Optimum gleich sein, d.h. zusätzliche Forschungsausgaben müssen gleich hoch sein wie die Kosteneinsparung, die sie bringen

Indirekte Effekte der F&E-Wahl

die ind. Eff. erfassen die Anpassungen der optimalen Mengen;

(eigener) indir. Effekt Null (wegen Envelope-Theorem)

Vorzeichen des „strategischen Effekts" abhängig von β:

$$\underbrace{\frac{\partial \Pi_1}{\partial x_2}}_{<0} \frac{\partial x_2^C}{\partial F_1} \begin{cases} > 0, & \beta < \frac{1}{2} \\ < 0, & \beta > \frac{1}{2} \end{cases}$$

erster Faktor negativ, da der Preis durch eine Erhöhung von x_2 sinkt und dadurch für ein gegebenes x_1 der Profit von U1 sinkt; der zweite Faktor hängt von β ab (und verhält sich so wie bereits oben in den „Interpretationen II" besprochen), also wird der Gesamtausdruck positiv bei kleinen Spillovereffekten und negativ bei großen

Effekt auf den Konkurrenten

der Effekt einer Erhöhung von F_1 auf U2 ist:

$$\frac{d\Pi_2^C}{dF_1} = \frac{\partial \Pi_2}{\partial F_1} + \underbrace{\underbrace{\frac{\partial \Pi_2}{\partial x_2}}_{=0} \underbrace{\frac{dx_2^C}{dF_1}}_{?}}_{=0} + \frac{\partial \Pi_2}{\partial x_1} \frac{dx_1^C}{dF_1}$$

der direkte Effekt im ersten Term ist größer Null wenn es Spillovereffekte gibt; im vereinfachten Bsp. von oben:

$$\frac{\partial \Pi_2}{\partial F_1} = \beta x_2^C \geq 0$$

denn durch den Spillover verringern sich die Stückkosten von U2 ohne Forschungskostenanstieg

Indirekte Effekte beim Konkurrenten

der strategische Effekt setzt sich zusammen aus dem zweiten Faktor:

$$\frac{dx_1^C}{dF_1} = \frac{2-\beta}{3} > 0$$

und aus der Veränderung des Gewinns von U2 durch die Mengenerhöhung von U1; durch die Mengenerhöhung von U1 sinkt der Marktpreis und dadurch der Gewinn von U2; wegen $b = 1$ in unserem vereinfachten Beispiel führt eine Mengenerhöhung um $\Delta x_1 = \Delta X = 1$ zu einer Preissenkung von einer Geldeinheit, und U2 verliert eine Geldeinheit pro produzierter Mengeneinheit (vgl. die Ableitung der Gewinnfunktion im Beispiel nach x_1 von oben):

$$\frac{\partial \Pi_2}{\partial x_1} = -x_2^C$$

also ist der strategische Effekt insgesamt negativ

Indirekte Effekte beim Konkurrenten Insgesamt

zusammengefasst:

$$\frac{\partial \Pi_2}{\partial F_1} + \frac{\partial \Pi_2}{\partial x_1} \frac{dx_1^C}{dF_1} = \beta x_2^C - x_2^C \frac{2-\beta}{3}$$

es hängt also wieder von β ab:

$$\left(\frac{4}{3}\beta - \frac{2}{3} \right) x_2^C \begin{cases} < 0, & \beta < \frac{1}{2} \\ > 0, & \beta > \frac{1}{2} \end{cases}$$

ist der Spillover hoch, dann erhöhen höhere Forschungsausgaben von U1 den Gewinn von U2 wegen der Kostenreduktion ohne Forschungsausgaben für U2; ist der Spillover niedrig, dann überwiegt der strategische Effekt und Π_2 sinkt wenn F_1 erhöht wird; die Abweichung von $\partial \Pi_i / \partial F_i = 0$ kann man als Über- bzw. Unterinvestition betrachten, denn die Stückkosten ließen sich noch gewinnbringend senken, aber der strategische Effekt führt dazu, dass das nicht optimal ist; das Problem kann aber durch ein F&E-Kartell (oder F&E-Kooperation) gelöst werden

F&E-Kooperation auf Stufe 1

bei Kooperation maximieren die beiden Unternehmen gemeinsam

$$\Pi^C(F_1, F_2) = \Pi_1^C(F_1, F_2) + \Pi_2^C(F_1, F_2)$$

also die Gewinne aus dem Cournot-Duopol der zweiten Stufe; nun wird auch der Spillovereffekt der eigenen Forschungstätigkeit berücksichtigt, und im Kooperationsoptimum gilt $\partial\Pi^C/\partial F_i = 0, i = 1, 2$; die ausführliche Schreibweise ermöglicht die Analyse der verschiedenen Effekte:

$$\begin{aligned}\Pi^C(F_1, F_2) = {} & \Pi_1(F_1, F_2, x_1^C(F_1, F_2), x_2^C(F_1, F_2)) \\ & + \Pi_2(F_1, F_2, x_1^C(F_1, F_2), x_2^C(F_1, F_2))\end{aligned}$$

Effekte bei F&E-Kooperation

die Optimalitätsbedingung gibt jetzt eine lange Liste von Effekten:

$$\frac{\partial \Pi^C}{\partial F_1} = \frac{\partial \Pi_1}{\partial F_1} + \frac{\partial \Pi_1}{\partial x_1}\frac{\partial x_1^C}{\partial F_1} + \frac{\partial \Pi_1}{\partial x_2}\frac{\partial x_2^C}{\partial F_1} + \frac{\partial \Pi_2}{\partial F_1} + \frac{\partial \Pi_2}{\partial x_1}\frac{\partial x_1^C}{\partial F_1} + \frac{\partial \Pi_2}{\partial x_2}\frac{\partial x_2^C}{\partial F_1}$$

die Terme mit $\partial \Pi_i / \partial x_i, i = 1,2$ fallen wegen des Envelope-Theorems weg; vom Rest ist keiner der Terme neu, alle wurden schon oben besprochen; nur berücksichtigt jetzt U1 auch den Effekt von F_1 auf dessen Profit Π_2; U1 berücksichtigt, dass eine Erhöhung von F_1 einen positiven direkten Effekt hat auf Π_2 und einen negativen strategischen Effekt

Resultat bei der F&E-Kooperation

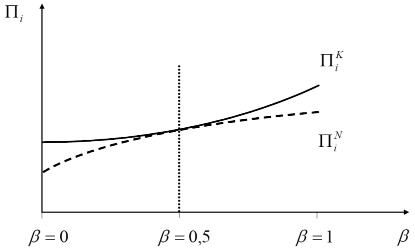
steigt β, dann steigen die Forschungsausgaben bei Kooperation; warum?

- erstens berücksichtigt U1 die stärkere Kostenreduktion der eigenen Forschungsausgaben auf den anderen (Stückkosten U2 sinken mehr)
- zweitens steigt der strategische Effekt $\frac{\partial \Pi_2}{\partial x_1} \frac{\partial x_1^C}{\partial F_1} = -x_2^C \frac{2-\beta}{3}$, mit steigendem β (er wird weniger negativ), wodurch bei höherem Spillover mehr für Forschung ausgegeben wird

Kooperation ist ebenfalls von Instabilität bedroht, aber wenn die Kooperation legal ist, dann lassen sich auch legale Verträge abschließen

Kooperationsanreiz aus Sicht der Unternehmen

Graphik zeigt, wie sich Profite bei Wettbewerb (Π_i^N) und F&E-Kooperation (Π_i^K) zueinander verhalten:



Kooperation also vorteilhaft für Unternehmen; es ist auch klar, dass die Absprache nie zu einer Verschlechterung führen kann, weil man auch durch Absprache die unkooperativen Forschungsausgaben festlegen kann

Gesamtwirtschaftliche Sicht der F&E-Ausgaben

man nehme an, dass der wohlwollende Diktator die F&E-Ausgaben der Unternehmen erhöhen würde, da er auch die Effekte auf die Konsumentenrente berücksichtigt, und sich niedrigere Kosten und Preise positiv darauf auswirken; wann sind also die F&E-Ausgaben insgesamt höher? Für das Beispiel gilt:

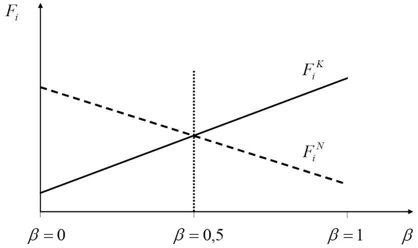
$$
\begin{aligned}
& F_1^N + F_2^N - (F_1^K + F_2^K) > 0 \\
\Leftrightarrow & \frac{2(2-\beta)}{9\gamma - 2(1+\beta)(2-\beta)} - \frac{2(1+\beta)}{9\gamma - 2(1+\beta)^2} > 0
\end{aligned}
$$

daraus lässt sich wieder durch Umformungen die gleiche Fallunterscheidung bei $\beta = 0,5$ ermitteln (nächste Seite)

Vergleich von Kooperation und Wettbewerb

$$\beta < 0,5 \Leftrightarrow F_1^N + F_2^N > F_1^K + F_2^K$$
$$\beta > 0,5 \Leftrightarrow F_1^N + F_2^N < F_1^K + F_2^K$$

graphisch sieht das so aus:



Zusammenfassung

Unternehmen bevorzugen immer F&E-Kooperation

gesamtwirtschaftlich ist Kooperation nur bei hohem Spillover wünschenswert

Einschränkung: Forschungskooperation könnte eine gute Ausgangssituation für Mengenabsprachen schaffen

weitere Einschränkung: PW behaupten (ohne Quellen), dass empirisch nicht eindeutig nachweisbar ist, dass Spillovereffekte die Anreize zur Forschung im Wettbewerb tatsächlich reduzieren

in dem Fall dass das Modell die Umwelt richtig abbildet ist aber interessant, dass bei hohem Spillovereffekt, $\beta > 0,5$, von einer Regulierungsbehörde zwar die Rahmenbedingungen für F&E-Kooperation geschaffen werden sollen (d.h. nicht verbieten), aber sonst keine finanziellen oder anderen Förderungen nötig sind