Gliederung I

- Einführung
- Spieltheorie
- Preissetzung
  - Monopol
  - Oligopol
- Mengensetzung
  - Monopol
  - Oligopol
- Innovationswettbewerb

Homogene Güter

Innovationswettbewerb

- Produkt- vs. Prozessinnovation
- Drastische vs. nicht-drastische Innovation
- Patentrennen
- Innovationsanreize
- Zusammenfassung

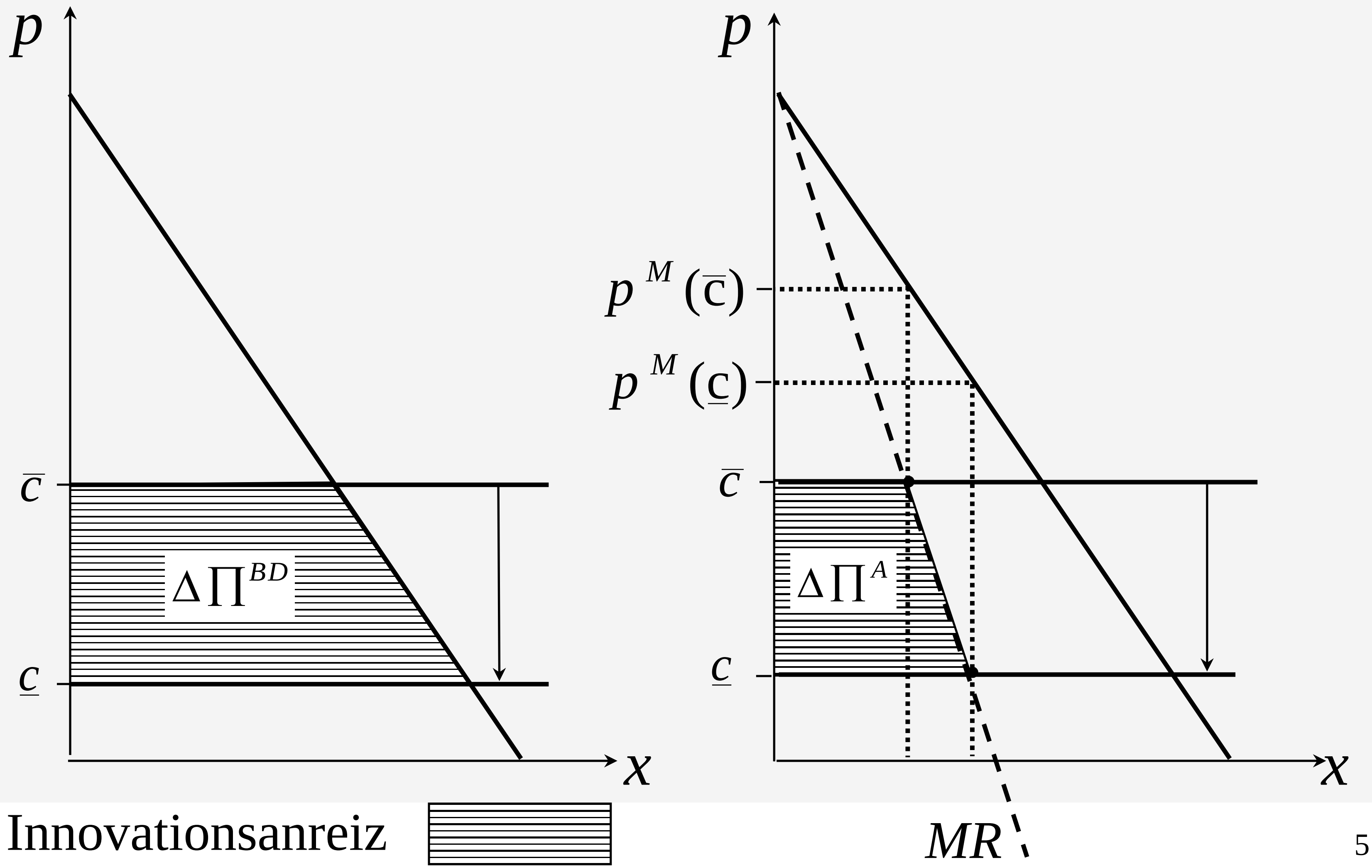
Forschung und Entwicklung

- Drei Ebenen der Forschung:
  - Grundlagenforschung
  - angewandte Forschung mit Projektplanung
  - Entwicklung neuer Produkte und ihre Vermarktung
- Produkt- und Prozessinnovation
- Drei Stufen
  - Erfindung
  - Erstmalige Nutzung der Erfindung
  - Verbreitung der Neuerung

Fünf Modelle

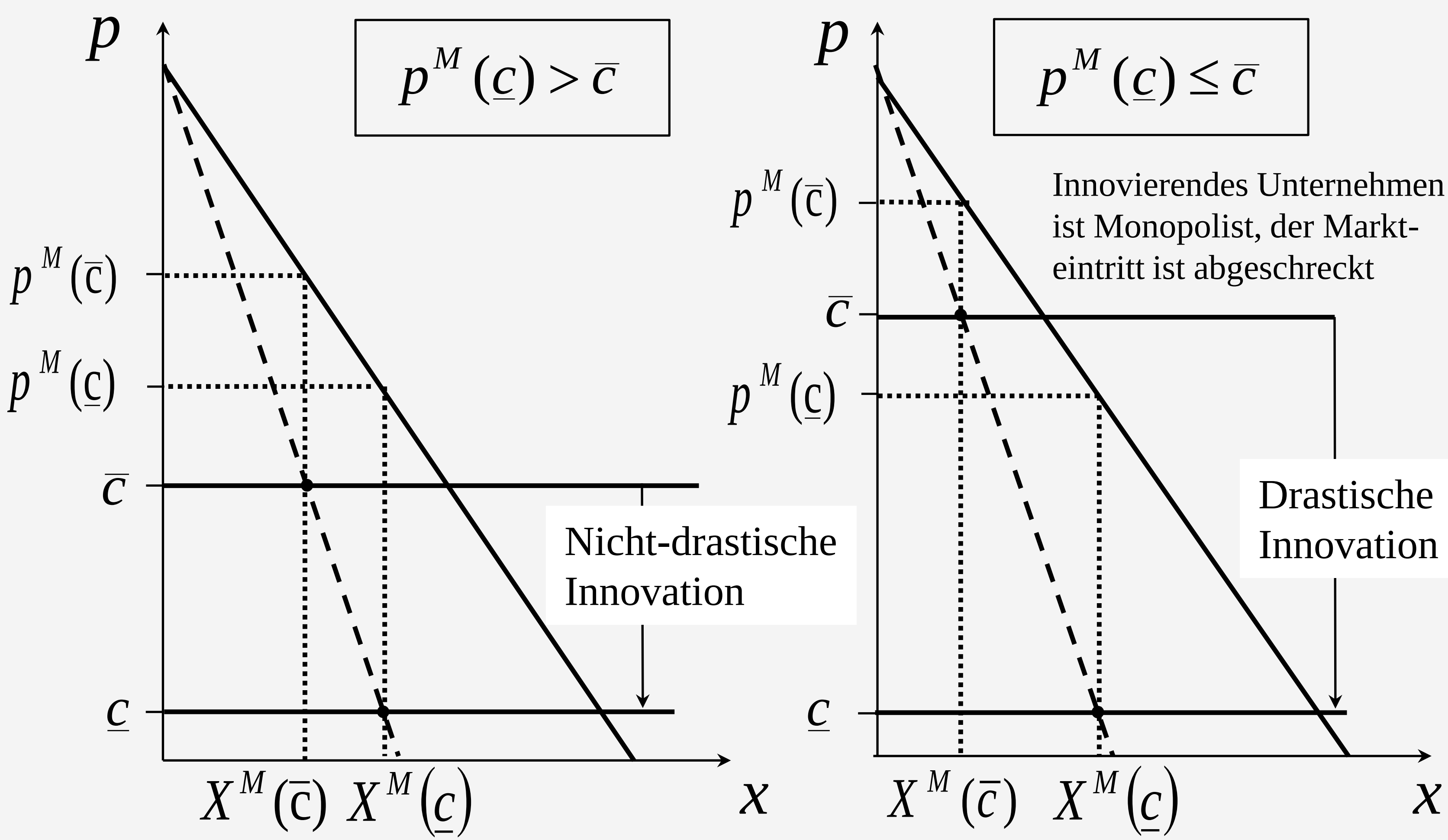
- Patentrennen bezüglich der Prozessinnovation
- Prozessinnovation führt zur Senkung der Grenzkosten: $\underline{c} < \overline{c}$
- Innovationsanreize für bzw. bei
  - Wohlwollendem Diktator
  - Monopolist
  - Vollständiger Konkurrenz
  - Zwei symmetrischen Unternehmen
  - Zwei asymmetrischen Unternehmen

Wohlwollender Diktator vs. Monopolist



Innovationsanreiz

Drastische vs. nicht-drastische Innovation



Übung: Drastische oder nicht-drastische Innovation

- Inverse Nachfragefunktion $p=a-X$
- Alle Unternehmen haben identische Stückkosten $\bar{c}$, wobei gilt
  $\bar{c} < a < 2\bar{c}$
- Lediglich ein Unternehmen reduziert seine Stückkosten auf $\underline{c} = 2\bar{c} - a$

Schließen Sie auf die Art der Innovation.

Vollständige Konkurrenz

- Innovationsanreize
  - Für drastische Innovationen:

$$\Delta\Pi^{PC,drastisch} = \Pi^{M}\left(\underline{c}\right) - 0 > \Pi^{M}\left(\underline{c}\right) - \Pi^{M}\left(\bar{c}\right) = \Delta\Pi^{A}$$

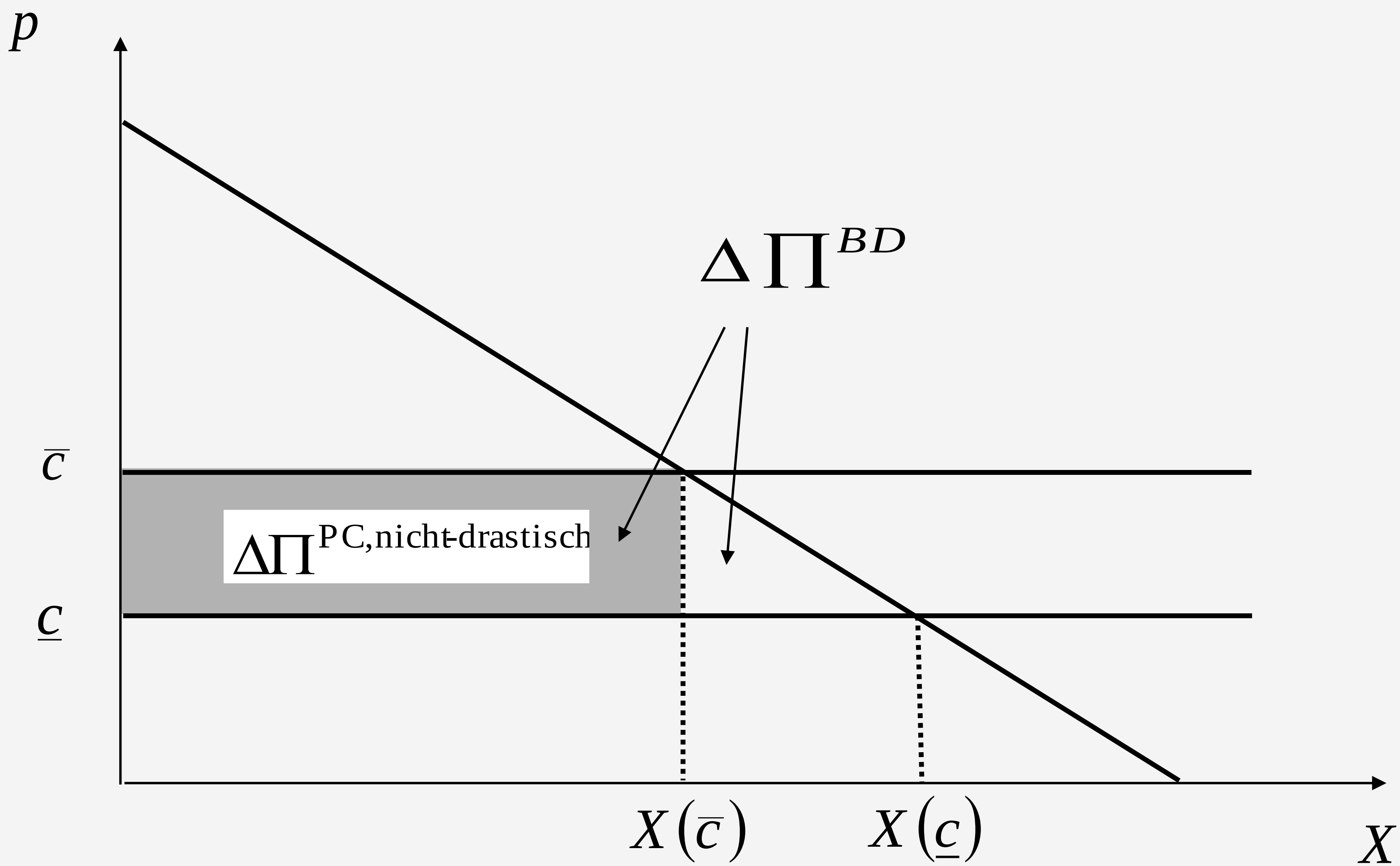
  - Für nicht-drastische Innovationen:

$$\Delta\Pi^{PC,nichtdrastisch} = \left(\bar{c} - \varepsilon - \underline{c}\right) X\left(\bar{c} - \varepsilon\right) = \int_{\underline{c}}^{\bar{c}} D\left(\bar{c}\right) dc$$

$$\Delta\Pi^{A} < \Delta\Pi^{PC,nichtdrastisch} \leq \Delta\Pi^{BD}$$

(Vergleichen Sie dazu die nächste Folie und die Folie „Wohlwollender Diktator vs. Monopolist“)

$\Delta\Pi^{PC,nicht-drastisch}$, grafisch



Annahmen und Notationen für den dyopolistischen Innovationswettbewerb

- Patentrennen bezüglich der Prozessinnovation
- F&E-Ausgaben der Unternehmen 1 und 2 sind F_1 und F_2 mit Kosten von $C(F_i) = F_i$
- Maß für Innovationsschwierigkeit: F_0
- Wahrscheinlichkeit, dass Unternehmen *i* innoviert: $$w_i = \frac{F_i}{F_0 + F_1 + F_2}$$
- Wahrscheinlichkeit keiner Innovation: $$\overline{w} = \frac{F_0}{F_0 + F_1 + F_2}$$

Übung: Innovationswahrscheinlichkeit

Wie hängt die Innovationswahrscheinlichkeit w_1 von F_0 , F_1 und F_2 ab?

F_1	F_2	Innovationswahrsch. Unternehmen 1
½ F_0	½ F_0	
$6F_0$	F_0	
$34F_0$	F_0	
$100F_0$	F_0	
F_0	0	

Symmetrischer Innovationswettbewerb

$$\boxed{\begin{matrix}F_1\\ F_2\end{matrix}} \longrightarrow \begin{matrix}\Pi_1\\ \Pi_2\end{matrix}$$

Zunächst ist kein Unternehmen am Markt etabliert. Das erfolgreiche Unternehmen tritt in den Markt ein und erhält Π^M.

Gleichgewicht (symmetrischer Fall)

- Gewinnfunktion von Unternehmen 1:

$$\Pi_1(F_1, F_2) = \frac{F_1}{F_1 + F_2 + F_0}\Pi^M - F_1$$

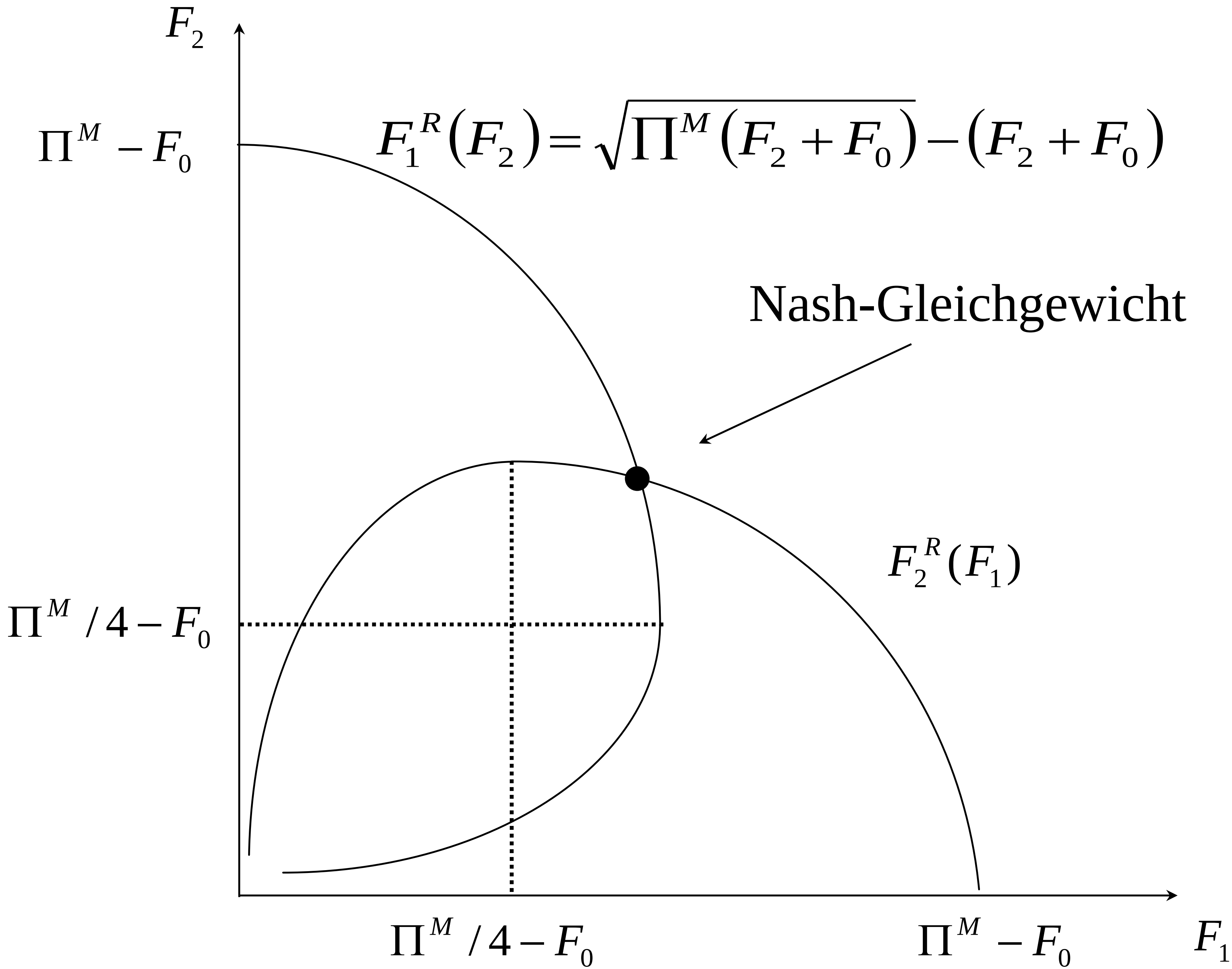
- Reaktionsfunktion von Unternehmen 1:

$$F_1^R(F_2) = \sqrt{\Pi^M(F_2 + F_0)} - (F_2 + F_0)$$

- Nash-Gleichgewicht:

$$\left(F_1^N, F_2^N\right), \; F_1^N = F_2^N = -\frac{1}{2}F_0 + \frac{1}{2}\left(\frac{1}{4}\Pi^M + \frac{1}{4}\sqrt{\Pi^M\left(\Pi^M + 8F_0\right)}\right)$$

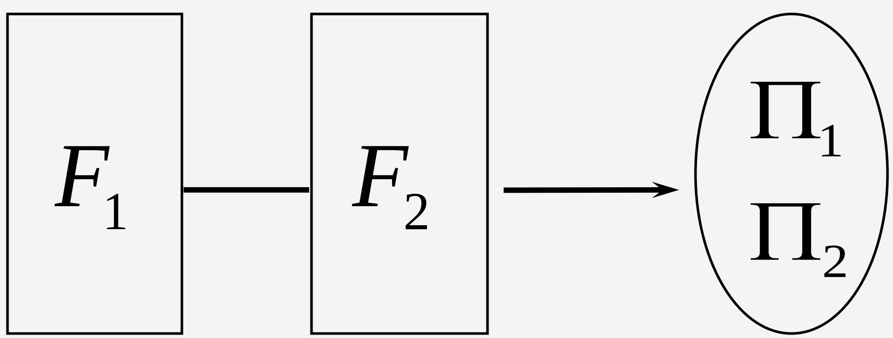
$$\left(\frac{\partial F_1^N}{\partial F_0} = \frac{\partial F_2^N}{\partial F_0} < 0 \qquad mit \qquad \frac{\partial F_1^N}{\partial \Pi^M} = \frac{\partial F_2^N}{\partial \Pi^M} > 0\right)$$



F_2
$\Pi^M - F_0$
$F_1^R(F_2) = \sqrt{\Pi^M(F_2+F_0)} - (F_2+F_0)$
Nash-Gleichgewicht
$F_2^R(F_1)$
$\Pi^M/4 - F_0$
$\Pi^M/4 - F_0$
$\Pi^M - F_0$
F_1

Übung: Sequentieller, symmetrischer Fall

Betrachten Sie den symmetrischen Fall mit $F_0=0$. Berechnen Sie das Gleichgewicht im sequentiellen Spiel:



Lös.: $\left(\frac{1}{4}\Pi^M, F_2^R\right)$

Asymmetrischer Fall: Ein etabliertes Unternehmen, ein potentieller Konkurrent

$$\longrightarrow \boxed{\begin{matrix}F_1\\ F_2\end{matrix}} \longrightarrow \boxed{\begin{matrix}p_1\\ p_2\end{matrix}} \longrightarrow \begin{matrix}\Pi_1\\ \Pi_2\end{matrix}$$

- Monopolist (Unternehmen 1)
  mit Durchschnittskosten $\bar{c}$
  und potentieller Konkurrent (Unternehmen 2)
- Prozessinnovation führt zur Senkung der Durchschnittskosten: $\underline{c} < \bar{c}$
- Gewinne vor Abzug der F&E-Ausgaben
  - Kein Unternehmen innoviert $\Pi_1 = \Pi^M(\bar{c}), \;\; \Pi_2 = 0$
  - Etabliertes Unternehmen innoviert $\Pi_1 = \Pi^M(\underline{c}), \;\; \Pi_2 = 0$
  - Herausforderer innoviert (Preiswettbewerb)

$$\Pi_1 = \Pi_1^d = 0 \quad \textit{und} \quad \Pi_2 = \Pi_2^d = \begin{cases} \Pi_2^a, & \text{Nicht-drastische Innovation} \\ \Pi_2^b, & \text{Drastische Innovation} \end{cases}$$

Gewinnfunktionen (asymmetrischer Fall)

- Gewinnfunktion von Unternehmen 1 (Monopolist):

$$\Pi_1(F_1,F_2)=\frac{F_1}{F_1+F_2+F_0}\Pi^M(\underline{c})+\frac{F_2}{F_1+F_2+F_0}\Pi_1^d+$$

$$+\frac{F_0}{F_1+F_2+F_0}\Pi^M(\overline{c})-F_1$$

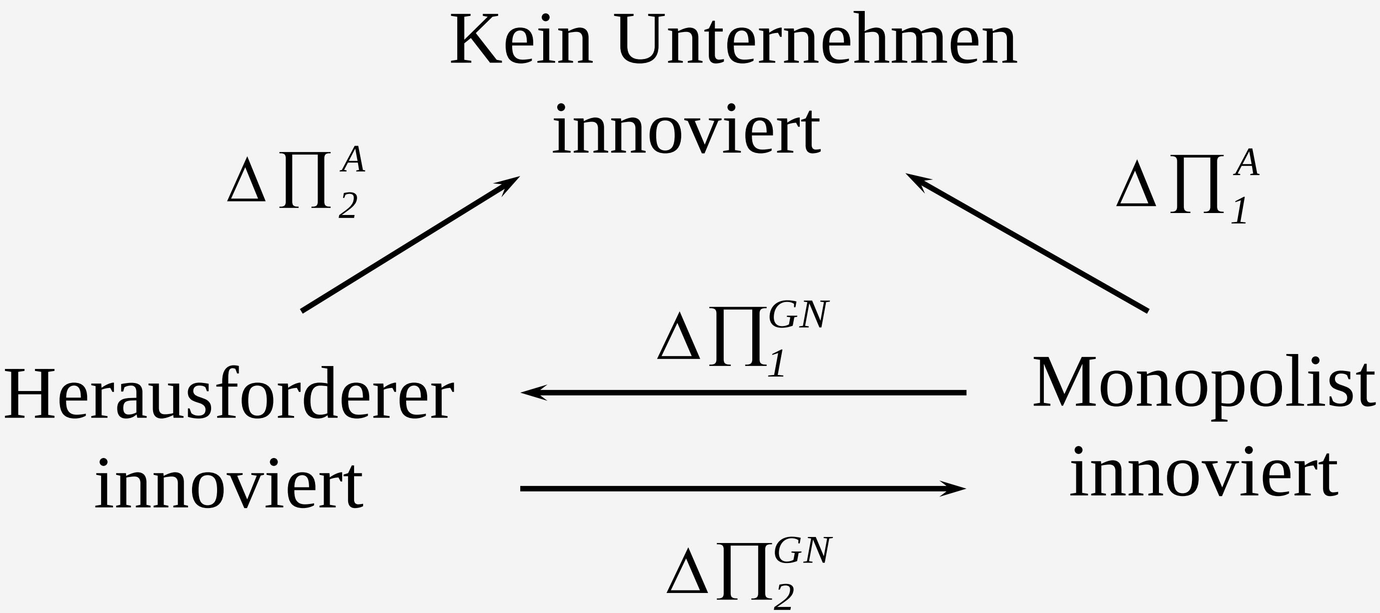
- Gewinnfunktion von Unternehmen 2:

$$\Pi_2(F_1,F_2)=\frac{F_2}{F_1+F_2+F_0}\Pi_2^d-F_2$$

Innovationsanreize

1) Innovation vs. keine Innovation $\triangleq \Delta \prod^{A}$

2) Innovation vs. Innovation $\triangleq \Delta \prod^{GN}$

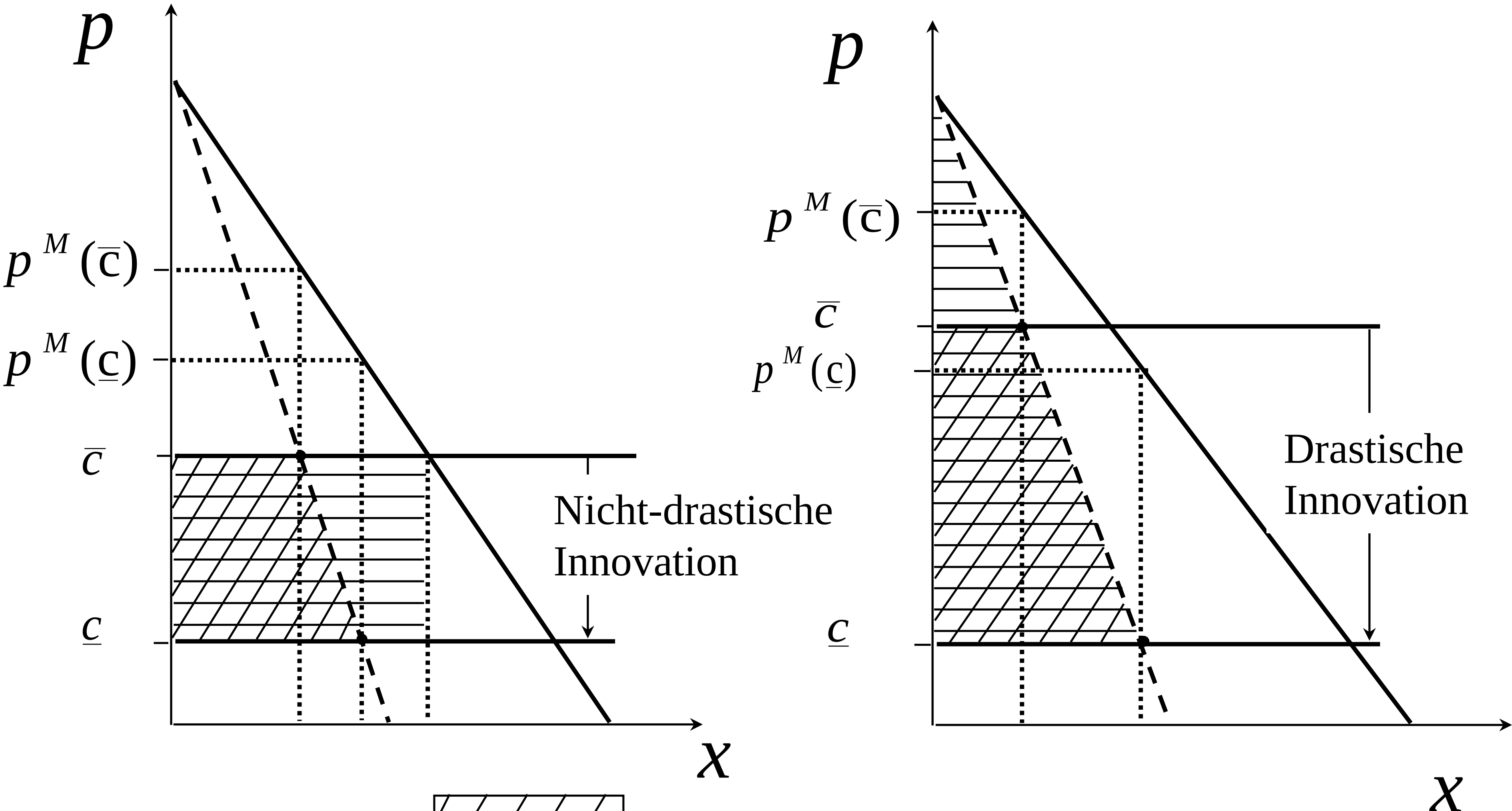


Ersetzungseffekt (Arrow)

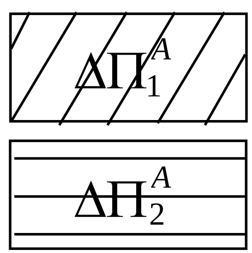
- Der Arrow-Effekt ist definiert als die Differenz der Gewinne eines Unternehmens, wenn es innoviert anstatt nicht zu innovieren.
- Wenn der Etablierte innoviert, ersetzt er sich selbst. Wenn der Herausforderer innoviert, erreicht er positive Gewinne im Vergleich zu Gewinnen gleich null:

$$\Delta\Pi_2^d = \begin{cases} \Pi_2^a \approx \left(\overline{c} - \underline{c}\right) \cdot X\left(\overline{c}\right), & \textit{Nicht-drastische Innovation} \\ \Pi_2^b = \Pi^M\left(\underline{c}\right), & \textit{Drastiche Innovation} \end{cases}$$

$$\Delta\Pi_1^A = \Pi^M\left(\underline{c}\right) - \Pi^M\left(\overline{c}\right) \leq \Pi_2^d - 0 = \Delta\Pi_2^A$$



Innovationsanreiz nach dem Ersetzungseffekt



Für das etablierte Unternehmen

Für den potentiellen Konkurrenten

Effizienzeffekt (Gilbert, Newbery)

- Der Gilbert-Newbery-Effekt ist definiert als die Differenz der Gewinne eines Unternehmens, wenn es selbst anstelle des Konkurrenten innoviert.
- Der Anreiz des etablierten Unternehmens, ein Monopolist zu bleiben, ist größer als der Anreiz des Herausforderers, ein Dyopolist zu werden:
$$\Delta\Pi_1^{GN} = \Pi^M(\underline{c}) - \Pi_1^d \geq \Pi_2^d - 0 = \Delta\Pi_2^{GN}$$

Gilbert-Newbery-Effekt: $\Pi_1^d + \Pi_2^d \leq \Pi^M(\underline{c})$

Aus bisherigen Folien folgt: $\Pi_1^d + \Pi_2^d \leq \Pi^M(\underline{c}) \quad (1)$

Drastische Innovation
Unternehmen 2:

$\Pi_1^d = 0 \quad und \quad \Pi_2^d = \Pi^M(\underline{c})$

Blockade und "=" in Gleichung (1)

Nicht-drastische Innovation
Unternehmen 2:

$\Pi_1^d = 0$ und

$\Pi_2^d = \Pi_2^a \approx \left(\bar{c} - \underline{c}\right) \cdot X\left(\bar{c}\right) < \Pi^M\left(\underline{c}\right)$

Abschreckung und "<" in Gleichung (1)

→ Gleichung auf vorheriger Folie ist wahr

Ersetzungs- vs. Effizienz-Effekt

- Ersetzungseffekt
  - Herausforderer hat größeren Anreiz zu innovieren

$$\Delta\Pi_1^A \leq \Delta\Pi_2^A$$

- Effizienzeffekt
  - Etabliertes Unternehmen hat größeren Anreiz zu innovieren

$$\Delta\Pi_1^{GN} \geq \Delta\Pi_2^{GN}$$

Gleichgewicht (asymmetrischer Fall)

- Reaktionsfunktion von Unternehmen 1:

$$F_1^R(F_2) = -(F_2 + F_0) + \sqrt{F_0\left(\Pi^M(\underline{c}) - \Pi^M(\overline{c})\right) + F_2\left(\Pi^M(\underline{c}) - \Pi_1^d\right)}$$

$$= -(F_2 + F_0) + \sqrt{F_0 \Delta\Pi_1^A + F_2 \Delta\Pi_1^{GN}}$$

- Reaktionsfunktion von Unternehmen 2:

$$F_2^R(F_1) = -(F_1 + F_0) + \sqrt{(F_0 + F_1)\Pi_2^d}$$

$$= -(F_1 + F_0) + \sqrt{F_0 \Delta\Pi_2^A + F_1 \Delta\Pi_2^{GN}}$$

- Nash-Gleichgewicht: “Vergessen Sie’s”

Identifizierung des Ersetzungseffektes

- Je größer die Gewinne des Monopolisten ohne Innovation sind, desto geringer sind die Anreize des Monopolisten zu innovieren:

$$F_1^R(F_2) = -(F_2 + F_0) + \sqrt{F_0 \Delta\Pi_1^A + F_2 \Delta\Pi_1^{GN}}$$

$$\frac{\partial F_1^R}{\partial \Pi^M(\bar{c})} < 0$$

Spezialfall: Alleiniger Effizienz-effekt

- Hypothese: $F_0 = 0$
  d.h. es ist sicher, dass ein Unternehmen innoviert
- Reaktionsfunktion von Unternehmen 1:

$$F_1^R(F_2) = -F_2 + \sqrt{F_2(\Pi^M(\underline{c}) - \Pi_1^d)}$$

- Reaktionsfunktion von Unternehmen 2:

$$F_2^R(F_1) = -F_1 + \sqrt{F_1 \Pi_2^d(\underline{c})}$$

- Nash-Gleichgewicht:

$$\left((\Pi^M(\underline{c}) - \Pi_1^d) \frac{(\Pi^M(\underline{c}) - \Pi_1^d)\Pi_2^d}{\left(\Pi^M(\underline{c}) - \Pi_1^d + \Pi_2^d\right)^2} ; \Pi_2^d \frac{(\Pi^M(\underline{c}) - \Pi_1^d)\Pi_2^d}{\left(\Pi^M(\underline{c}) - \Pi_1^d + \Pi_2^d\right)^2} \right)$$

Zusammenfassung I

- Je höher der erzielbare Monopolgewinn ist, desto höher sind bei einem Patentrennen die F&E-Ausgaben im Nash-Gleichgewicht.
- Je weniger wahrscheinlich ein Erfolg der Innovationen ist, desto geringer sind die Ausgaben der Unternehmen für F&E.
- F&E-Ausgaben können strategische Komplemente oder strategische Substitute sein.
- Manchmal kann es sich für einen Monopolisten lohnen, ein Patent anzumelden, ohne es tatsächlich zu nutzen (schlafendes Patent).

Zusammenfassung II

Innovationsanreize für ein asymmetrisches Dyopol:

- Wenn der Etablierte innoviert, ersetzt er sich selbst. Wenn der Herausforderer innoviert, erreicht er positive Gewinne im Vergleich zu Gewinnen von null.
  - Ersetzungseffekt
- Der Anreiz des etablierten Unternehmens, ein Monopolist zu bleiben (und kein Dyopolist zu werden), ist größer als der Anreiz des Herausforderers, ein Dyopolist zu werden.
  - Effizienzeffekt

Innovationswettbewerb mit Spillover-Effekt

- Grundidee
- Simultaner Mengenwettbewerb (2. Stufe)
- Simultaner F&E-Wettbewerb (1. Stufe)
- Simultane F&E-Kooperation (1. Stufe)
- Vergleich von F&E-Wettbewerb mit F&E-Kooperation
- Zusammenfassung

Grundidee

- Oft ist es nicht möglich, die Vorteile von F&E-Aktivitäten vollständig zu internalisieren:
  - Mitarbeiterfluktuation
  - Patentanalysen
- F&E-Kooperation kann in einigen Industrien beobachtet werden (z.B. hat die PSA verschiedene Kooperationsprojekte). Auf dem Produktmarkt konkurrieren die Unternehmen häufig noch.

VW Sharan, Ford Galaxy

https://de.wikipedia.org/wiki/VW_Sharan

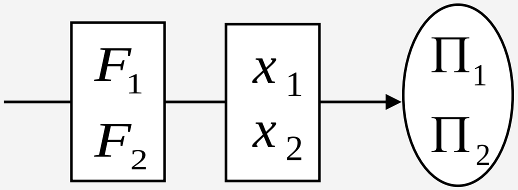
https://de.wikipedia.org/wiki/Ford_Galaxy

Das Modell

- Vor der Innovation $c = c_1 = c_2$
- Die Innovation reduziert Kosten um

$$\begin{aligned} \Delta c_1 &= F_1 + \beta F_2 \\ \Delta c_2 &= F_2 + \beta F_1 \end{aligned} \quad \text{auf} \quad \begin{aligned} c - \Delta c_1 \\ c - \Delta c_2 \end{aligned}$$

- β misst den Spillover-Effekt.
- F_i... F&E-Aktivität; $C(F_i)$... Kosten der F&E-Aktivität
- Struktur



Gewinnfunktion

- Gewinnfunktionen:

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

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

Annahme: $a - c = 1 \quad und \quad b = 1$

$$\Pi_1(F_1, F_2, x_1, x_2) = (1 + \Delta c_1 - x_1 - x_2)x_1 - C(F_1)$$

$$= (1 + [F_1 + \beta F_2] - x_1 - x_2)x_1 - C(F_1)$$

$$\Pi_2(F_1, F_2, x_1, x_2) = (1 + \Delta c_2 - x_1 - x_2)x_2 - C(F_2)$$

$$= (1 + [F_2 + \beta F_1] - x_1 - x_2)x_2 - C(F_2)$$

Cournot-Wettbewerb (2. Stufe)

- Reaktionsfunktionen:

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

- Cournot-Gleichgewicht:

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

$$x_2^C(F_1, F_2)\, analog$$

- Reduzierte Gewinnfunktionen:

$$\Pi_1^C(F_1, F_2) = \left[\tfrac{1+2\Delta c_1 - \Delta c_2}{3}\right]^2 - C(F_1)$$

$$\Pi_2^C(F_1, F_2) = \left[\tfrac{1+2\Delta c_2 - \Delta c_1}{3}\right]^2 - C(F_2)$$

Das Cournot-Ergebnis hängt ab von …

- Der „effektiven“ F&E-Aktivität Δc_i :

$$\frac{\partial x_i^C}{\partial \Delta c_i} > 0 \quad und \quad \frac{\partial x_j^C}{\partial \Delta c_i} < 0$$

- Der F&E-Aktivität F_i :

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

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

Übung: F&E-Wettbewerb auf der 1. Stufe

- Nehmen Sie $C(F_i) = \frac{1}{2}\gamma F_i^2 \ mit \ i = 1,2$ an. Finden Sie das symmetrische Gleichgewicht im F&E-Spiel.

$$Lös.: \ F_1^N = F_2^N = \frac{2(2-\beta)}{9\gamma - 2(1+\beta)(2-\beta)}$$

Analyse der direkten und indirekten Effekte (F&E-Wettbewerb) I

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

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

Einfluss von F_1 auf den Gewinn von Unternehmen 1:

$$\frac{d\Pi_1^C}{dF_1} = \underbrace{\frac{\partial \Pi_1}{\partial F_1}}_{\substack{\text{Direkter}\\ \text{Effekt}}} + \underbrace{\underbrace{\frac{\partial \Pi_1}{\partial x_1}}_{=0} \underbrace{\frac{dx_1^C}{dF_1}}_{>0}}_{=0} + \underbrace{\underbrace{\frac{\partial \Pi_1}{\partial x_2}}_{<0} \underbrace{\frac{dx_2^C}{dF_1}}_{\frac{\partial x_2^C}{\partial F_1} = \frac{2\beta - 1}{3}\begin{cases} <0, & \beta < \frac{1}{2} \\ >0, & \beta > \frac{1}{2}\end{cases}}}_{\text{Strategischer Effekt } \begin{cases} >0, & \beta < \frac{1}{2} \\ <0, & \beta > \frac{1}{2}\end{cases}}$$

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

Analyse der direkten und indirekten Effekte (F&E-Wettbewerb) II

Einfluss von F_1 auf den Gewinn von Unternehmen 2:

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

$$= \underbrace{\beta x_2^C}_{>0} \qquad \underbrace{- x_2^C \frac{2-\beta}{3}}_{<0}$$

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

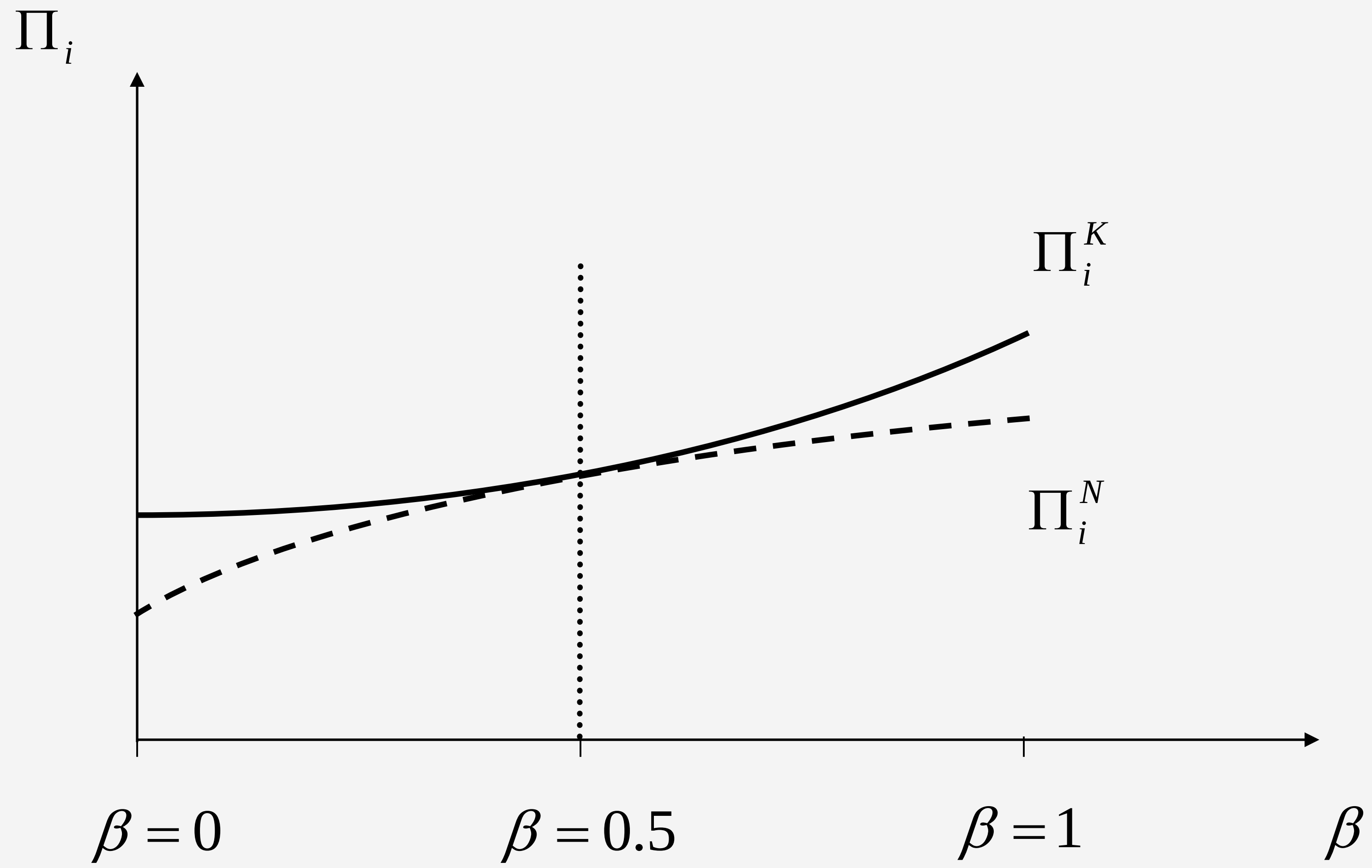
Übung: F&E-Kooperation auf der 1. Stufe

- Unternehmen kooperieren auf der ersten und konkurrieren auf der zweiten Stufe. Somit gilt:
- Die Unternehmen wollen die gemeinsame reduzierte Gewinnfunktion

  $\Pi^C(F_1,F_2) := \Pi_1^C(F_1,F_2) + \Pi_2^C(F_1,F_2)$ maximieren.
- Berechnen Sie die Kartelllösung bei Annahme der quadratischen Kostenfunktion

$$Lös.: F_1^K = F_2^K = \frac{2(\beta+1)}{9\gamma-2(1+\beta)^2}$$

Vergleich der Gewinne bei F&E-Wettbewerb und F&E-Kooperation



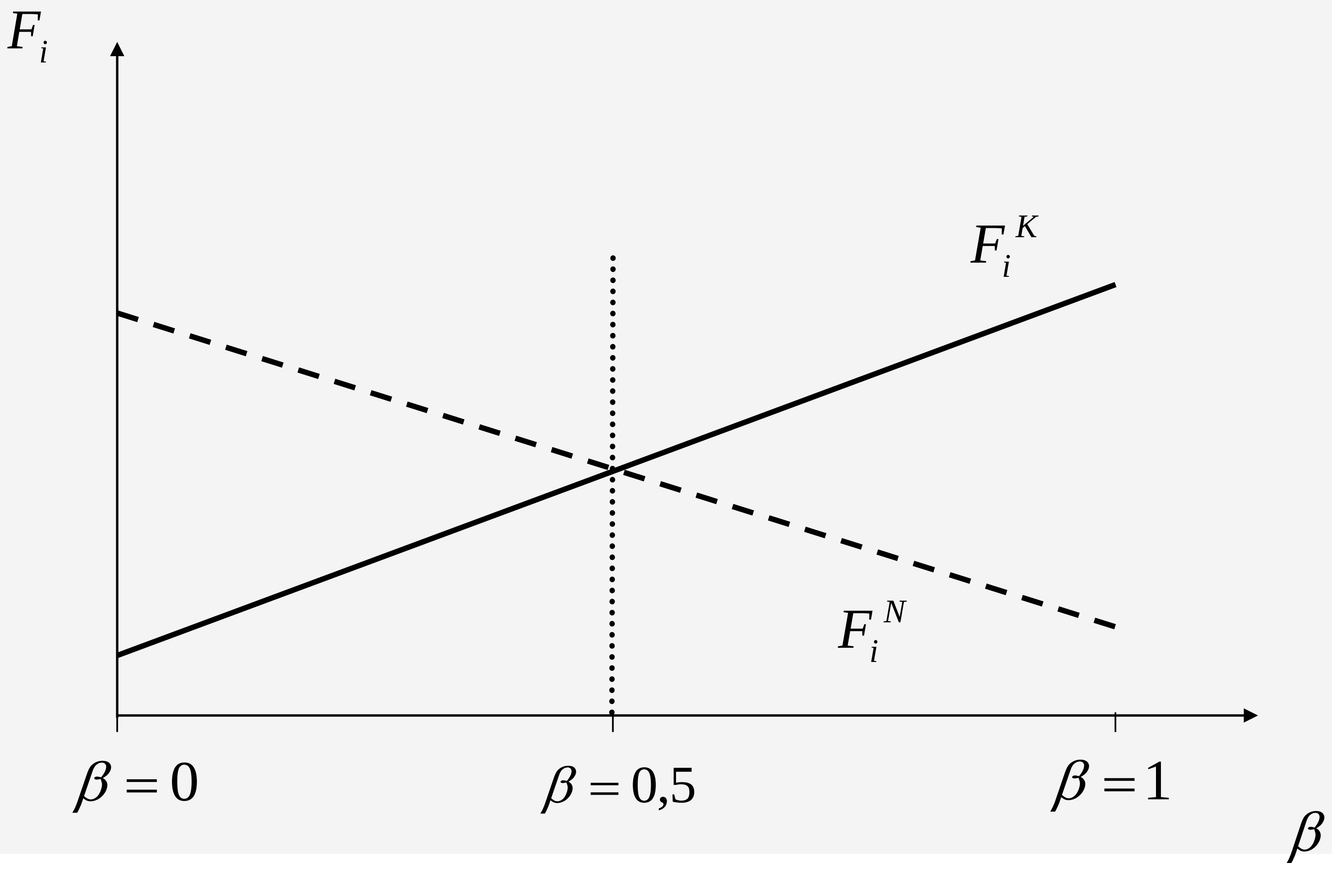
Analytischer Vergleich von Wettbewerb und Kooperation

- Ergibt der F&E-Wettbewerb höhere F&E-Aktivitäten als die F&E-Kooperation?
- In diesem konkreten Modell ergibt sich

$$F_1^N + F_2^N - \left(F_1^K + F_2^K\right)$$

$$= \frac{2(2-\beta)}{9\gamma - 2(1+\beta)(2-\beta)} - \frac{2(1+\beta)}{9\gamma - 2(1+\beta)^2} \begin{cases} > 0 & , \beta < \frac{1}{2} \\ < 0 & , \beta > \frac{1}{2} \end{cases}$$

Grafischer Vergleich von Wettbewerb vs. Kooperation



Interpretation des Vergleichs mithilfe externer Effekte

- Der Einfluss von Unternehmen 1 auf den Gewinn von Unternehmen 2 ist ein externer Effekt; siehe Folie „Analyse der direkten und indireken Effekte (F&E-Wettbewerb) II“
- Ergebnis war

$$\frac{\partial \Pi_2}{\partial F_1} + \frac{\partial \Pi_2}{\partial x_1}\frac{dx_1^C}{dF_1} \begin{cases} < 0, & \beta < \frac{1}{2} \rightarrow neg.ext.Effekt F_i^K < F_i^N \\ > 0, & \beta > \frac{1}{2} \rightarrow pos.ext.Effekt F_i^K > F_i^N \end{cases}$$

- Bingo!

Zusammenfassung: Wenn Spillover-Effekte hinreichend wichtig sind,

- Wollen Unternehmen aus strategischen Gründen wenig in F&E investieren;
- Wollen Unternehmen kooperieren, um suboptimale F&E-Aktivitäten zu verhindern;
- Können Regierungen F&E-Kooperationen zulassen, um F&E-Aktivitäten zu fördern.