Technische Universität Dresden
DREWAG-Lehrstuhl für Energiewirtschaft (EE^2)

Lecture Notes Text 14

A THEORY OF INCENTIVES IN PROCUREMENT AND REGULATION

Jean-Jacques Laffont and Jean Tirole

MIT, Cambridge, London
1993

eingereicht von:

Eric Reuter
Ina Rumiantseva
Mario Große

Part I: Price and Rate-of-Return Regulation

Chapter 1: Cost-reimbursement rules

1.1 Some Background

Die Vorschriften der Kostenerstattung (cost-reimbursement rules) beziehen sich auf die Höhe der Kostenaufteilung zwischen Unternehmen und Steuerzahlern oder Konsumenten. Dabei geht es vor allem um die zentralen Themen, welches Anreizschema wirkungsvoll ist bzw. welchen Kostenanteil eine Firma zu tragen hat.

- unterschiedliche Vorzüge der Regulierungsarten:
  - Cost-of-Service (Service- und Beschäftigungskosten)
  - Profit-Sharing (Gewinnteilungsvereinbarung)
  - Price Cap Regulation (Preisgrenzenregulierung)
  - Cost-Plus Contracts (Erstattung der Kosten plus zusätzlichen Gewinnanteil)
  - Incentive Contracts (Anreizverträge zur Effizienzsteigerung bzw. Kostensenkung)
  - Fixed-Price Contracts (Beratungsverträge)
- Ausgleich der Gewinne gegen Anreize → mathematische Interpretation
- Beispiel:
  - einzelnes unteilbares öffentliches Projekt, fixer Output (keine Preiseinflüsse)
  - Regulierer will Wohlfahrt maximieren → legt Anreizschema fest

1.2 The Model

Das Kapitel beschreibt die Aufstellung des mathematischen Modells für obiges Beispiel und formuliert die relevanten Einflussfaktoren.

Parameter	*Beschreibung*	*Annahme*
S	Wert des öffentlichen Projekts für Konsumenten	
β	Maß für (In-)Effizienz in Geldeinheiten (GE)	
e	Anstrengung/Leistung der Manager in GE	
$\psi(e)$	Aufwand der Firma für die Anstrengungen in GE	$\psi' > 0$ *für* $e > 0$ $\psi'' > 0,\ \psi(0) = 0$ $\lim_{e \to \beta} \psi(e) = +\infty$
t	Nettotransferzahlung vom Regulierer zur Firma	
U	Nutzen/Gewinn der Firma	*Alternativnutzen außerhalb der Partnerschaft =0 ("outside utility")*
λ	"Schattenkosten" von Staatsmitteln	$\lambda > 0$
W	Soziale Wohlfahrt	
v	vorrangige Verteilung der Effizienz β	$v = \Pr(\beta = \underline{\beta})$
a	festgelegte Zahlung an die Firma laut Vertrag	$a = \psi(e^*)$
$F(\cdot)$	stetige Verteilungsfunktion mit Dichte $f(\cdot)$	

Wenn die Firma eine Anstrengung e unternimmt, dann sinken die (monetären) Kosten des Projekts um e und verursachen einen Aufwand von $\psi(e)$ in GE. Der Aufwand steigt mit der Anstrengung: $\psi' > 0$ für e > 0, mit Steigerungsrate $\psi'' > 0$, und erlischt mit $\psi(0) = 0, \lim_{e \to \beta} \psi(e) = +\infty$

- **Kostenfunktion** der (einzigen) ausführenden Firma: $C = \beta - e$ (1.1)
- 1. Fall: **vollständige Information →** Regulierer kann Kosten, Effizienzparameter und Anstrengung überwachen
- Kosten der Firma durch Regulierer erstattet

- Arbeit der Firma muß zusätzlich zur Kostenerstattung vergütet werden, damit sich der Aufwand lohnt und ein Nutzen verbleibt: $U = t - \psi(e)$ (1.2)

- **Individuelle Rationalität (IR)** der Firma, Gewinnorientierung**:** $t - \psi(e) \geq 0$ (1.3)

- verzerrte Besteuerung kostet den Steuerzahler $(1+λ), aber bringt nur 1$ in die Staatskasse

- **Nettogewinn des Projektes** für die Kunden/Steuerzahler: *S-(1+λ)(t+β-e)* (1.4)

- nachträgliche **Soziale Wohlfahrt** (ex post) **:**

$$
\begin{aligned}
& S-(1+\lambda)(t+\beta-e)+t-\psi(e) && \big| +\lambda U-\lambda U \\
&= S-(1+\lambda)(\beta-e)-(1+\lambda)t+t-\psi(e)+\lambda U-\lambda U && \big| U=t-\psi(e) \\
&= S-(1+\lambda)(\beta-e)-(1+\lambda)t+t-\psi(e)+\lambda(t-\psi(e))-\lambda U \\
&= S-(1+\lambda)(\beta-e)-t-\lambda t+t+\lambda t-\psi(e)-\lambda\psi(e)-\lambda U \\
&= S-(1+\lambda)(\beta-e)-(1+\lambda)\psi(e)-\lambda U \\
&= S-(1+\lambda)[\beta-e+\psi(e)]-\lambda U \\
&= S-(1+\lambda)[C+\psi(e)]-\lambda U
\end{aligned}
\tag{1.5}
$$

- Soziale Wohlfahrt = Projektwert – (Projektgesamtkosten + Firmengewinn x Schattenkosten)

- Ablehnung von Firmengewinnen als entscheidendes Merkmal der Wohlfahrtsfunktion!

- Regulierer als “Stackelberg-Führer” → macht einmaliges Angebot

- **Regulierer maximiert Wohlfahrt:** $\max_{\{U,e\}} \left\{ S-(1+\lambda)[\beta-e+\psi(e)]-\lambda U \right\}$ (1.6)

$$U = 0 \ or \ t = \psi(e^*) \tag{1.8}$$

- <u>Lösung:</u> $\psi'(e) = 1 \ oder \ e \equiv e^*$ (1.7)

  → Grenzwert des Anstrengungsaufwands muß der Grenzersparnis entsprechen (= 1)
  → keine Gewinne (durch Existenz der Schattenkosten)

- für diese Lösung existieren viele Verträge mit optimalem Regulierungsergebnis, z.B. Festpreisverträge (**fixed-price contracts):**
  t(C) = a - (C - C),* $a \equiv \psi(e^*)$, $C^* \equiv \beta - e^*$

  → Firma ist allein für seine Kostenersparnisse verantwortlich

  → wählt *e* zur Maximierung von *a - (β – e - C*) - ψ(e)*, also *e = e** mit *U = 0*

- Beobachtung von *β* lässt Regulierer auf *C* schließen *(C = β - e)*

1.3 The Two-Type Case

- Modelländerung: Regulierer überwacht nur noch realisierte *C* (kennt nicht wahres β und *e)*
- β kann zwei Werte annehmen: $\{\underline{\beta}, \overline{\beta}\}$ with $\underline{\beta} < \overline{\beta}$ and $\Delta\beta \equiv \overline{\beta} - \underline{\beta}$

  $\underline{\beta}$: effizientes Unternehmen; $\overline{\beta}$: ineffizientes Unternehmen

- Vertrag auf Basis von *t* und *C* ergibt folgende Paarung für beide Firmentypen:

  $\{t(\underline{\beta}), C(\underline{\beta})\} \equiv \underline{t}$ for type $\underline{\beta}$

  $\{t(\overline{\beta}), C(\overline{\beta})\} \equiv \bar{t}$ for type $\overline{\beta}$

- Nutzen/ Gewinn von Typ β: $U(\beta) \equiv t(\beta) - \psi(\beta - C(\beta))$ (da $e = \beta - C$)
- **Anreizorientierung IC (incentive compatibility):** bei Paarung von Transferzahlung mit Kosten wird ein auf $\underline{\beta}$ zugeschnittener Vertrag von $\underline{\beta}$ bevorzugt (analog $\overline{\beta}$)

  $$\text{IC}(\underline{\beta}): \quad \underline{t} - \psi(\underline{\beta} - \underline{C}) \geq \bar{t} - \psi(\underline{\beta} - \overline{C}) \tag{1.9}$$

  $$\text{IC}(\overline{\beta}): \quad \bar{t} - \psi(\overline{\beta} - \overline{C}) \geq \underline{t} - \psi(\overline{\beta} - \underline{C}) \tag{1.10}$$

- Addition führt zu:

  $$\begin{aligned} \underline{t} - \psi(\underline{\beta} - \underline{C}) - \bar{t} + \psi(\underline{\beta} - \overline{C}) + \bar{t} - \psi(\overline{\beta} - \overline{C}) - \underline{t} + \psi(\overline{\beta} - \underline{C}) &\geq 0 \\ \psi(\underline{\beta} - \underline{C}) + \psi(\underline{\beta} - \overline{C}) - \psi(\overline{\beta} - \overline{C}) + \psi(\overline{\beta} - \underline{C}) &\geq 0 \end{aligned} \tag{1.11}$$

  oder
  $$\int_{\underline{C}}^{\overline{C}} \int_{\underline{\beta}}^{\overline{\beta}} \psi''(\beta - C)\, d\beta\, dC \geq 0 \tag{1.12}$$

- aus $\psi'' > 0$ und $\underline{\beta} < \overline{\beta}$ folgt: $\overline{C} \geq \underline{C}$ → β wirkt nicht kostensenkend (1.13)
- aus IR folgt: $\underline{U} \geq 0$ und $\overline{U} \geq 0$ (1.14), (1.15)
- $\underline{U} \geq 0$ (1.16)

  überflüssig, folgt aus der Anreizorientierung des effizienten Typs und der Rationalität des ineffizienten Typs (Annahme: ψ wächst)

- Soziale Wohlfahrt:

  $$W(\beta) = S - (1+\lambda)[C(\beta) + \psi(\beta - C(\beta))] - \lambda U(\beta) \tag{1.17}$$

- **Regulierer maximiert *W*** auf Basis der erwarteten Verteilung von β:

$$\max W \equiv vW(\underline{\beta}) + (1-v)W(\overline{\beta})$$

$$\begin{aligned}
\mathrm{IR}(\overline{\beta}):&\quad \underline{U} \geq 0 \text{ und } \overline{U} \geq 0 \\
\mathrm{IC}(\underline{\beta}):&\quad \underline{U} \geq \bar{t} - \psi(\underline{\beta} - \overline{C}) \\
&\quad \geq \bar{t} - \psi(\overline{\beta} - \overline{C}) + \psi(\overline{\beta} - \overline{C}) - \psi(\underline{\beta} - \overline{C}) \\
&\quad \geq \overline{U} + \psi(\overline{\beta} - \overline{C}) - \psi(\underline{\beta} - \overline{C}) \\
&\quad \geq \overline{U} + \psi(e) - \psi(\underline{\beta} - \overline{\beta} + \overline{\beta} - \overline{C}) \\
&\quad \geq \overline{U} + \psi(e) - \psi(-\Delta\beta + e) \\
&\quad \geq \overline{U} + \Phi(\bar{e}) \qquad (1.18)
\end{aligned}$$

$$\text{mit} \quad \Phi(e) \equiv \psi(e) - \psi(e - \Delta\beta) \qquad (1.19)$$

$$\text{und} \quad \bar{e} = \overline{\beta} - \overline{C} \qquad (1.20)$$

(beachte: $\Phi(\cdot)$ ist steigend für $\psi'' > 0$ und konvex für $\psi''' \geq 0$)

- ***Φ*:** bestimmt den Gewinn der effizienten Firma (im Vergleich zur ineffizienten) durch Ermittlung der Einsparung bei den Anstrengungsaufwendungen, die sich aufgrund der Verwendung einer besseren Technologie ergeben

- steigendes *Φ* → Firma erlangt mehr informationelle Gewinne unter einem starken Anreizsystem (hohe Anstrengungen vorausgesetzt) als unter schwachem Anreizsystem

- <u>Optimierungsproblem des Regulierers:</u>

$$\max_{\{\underline{C},\overline{C},\underline{U},\overline{U}\}} \left\{ v\left[S - (1+\lambda)(\underline{C} + \psi(\underline{\beta} - \underline{C})) - \lambda\underline{U}\right] + (1-v)\left[S - (1+\lambda)(\overline{C} + \psi(\overline{\beta} - \overline{C})) - \lambda\overline{U}\right]\right\} \qquad (1.21)$$

mit $\overline{U} \geq 0$ und $\underline{U} \geq \overline{U} + \Phi(\bar{e})$

- im Optimum ersetzen von $\overline{U} = 0$ und $\underline{U} = \Phi(\bar{e}) = \Phi(\overline{\beta} - \overline{C})$ ergibt:

$$W = v\left[S - (1+\lambda)(\underline{C} + \psi(\underline{\beta} - \underline{C})) - \lambda\,\Phi(\overline{\beta} - \overline{C})\right] + (1-v)\left[S - (1+\lambda)(\overline{C} + \psi(\overline{\beta} - \overline{C}))\right]$$

- <u>FOC's (first-order conditions):</u>

(1) $$\frac{\partial W}{\partial \underline{C}} = -v(1+\lambda) - v(1+\lambda)\,\psi'(\underline{\beta} - \underline{C})(-1) \overset{!}{=} 0 \qquad \big|\div(-v(1+\lambda))$$

$$0 = 1 - \psi'(\underline{\beta} - \underline{C})$$

$$\psi'(\underline{\beta} - \underline{C}) = 1 \quad \text{oder} \quad \underline{e} = e^* \quad (\text{laut } 1.7) \qquad (1.22)$$

(2) $$\frac{\partial W}{\partial \overline{C}} = -\nu\lambda\,\Phi'(\overline{\beta}-\overline{C})(-1) - (1-\nu)(1+\lambda) - (1-\nu)(1+\lambda)\psi'(\overline{\beta}-\overline{C})(-1) \overset{!}{=} 0$$

$$0 = \nu\lambda\Phi'(\overline{\beta}-\overline{C}) - (1-\nu)(1+\lambda) + (1-\nu)(1+\lambda)\psi'(\overline{\beta}-\overline{C})$$

$$(1-\nu)(1+\lambda)\psi'(\overline{\beta}-\overline{C}) = (1-\nu)(1+\lambda) - \nu\lambda\Phi'(\overline{\beta}-\overline{C})$$

$$\psi'(\overline{\beta}-\overline{C}) = 1 - \frac{\lambda}{1+\lambda}\frac{\nu}{1-\nu}\Phi'(\overline{\beta}-\overline{C}) \quad \text{(Voraussetzung ist } \overline{e} < e^*\text{)} \qquad (1.23)$$

- Ergebnis: optimal gesteuerter Vertrag

- Zusammenfassung der Ergebnisse:

  - Für ausreichend großes S und $\psi''' \geq 0$ ist die optimale Regulierung bei unvollständiger Information charakterisiert durch:

    $\psi'(\underline{\beta}-\underline{C}) = 1$ oder $e = e^*$

    → effizienter Anstrengungsgrad und positiver Gewinn für Typ $\underline{\beta}$ (effiziente Firma)

    → *keine* **first-best Zuteilung** und

    $\psi'(\overline{\beta}-\overline{C}) = 1 - \frac{\lambda}{1+\lambda}\frac{\nu}{1-\nu}\Phi'(\overline{\beta}-\overline{C})$ mit $\overline{e} < e^*$

    → niedriger Anstrengungsgrad und keine Gewinne für Typ $\overline{\beta}$ (ineffiziente Firma)

    → schwacher Anreizrahmen

  - Die Möglichkeit des effizienten Typs, den ineffizienten Typ nachzuahmen (***asymmetrische Information!***), zwingt den Regulierer zur Ablehnung eines Gewinns für den effizienten Typ, falls er oder sie einen aktiven *ineffizienten* Typ möchte. Dieser Gewinn $\Phi(\overline{e})$ ist eine Funktion des Anstrengungsgrades des *ineffizienten* Typs.

  - Falls der Regulierer auf dem **first-best Anstrengungsgrad** besteht, oder wenn $\overline{C} = \overline{\beta} - e^*$ ist, dann würde das einen höheren Gewinn für den effizienten Typ zur Folge haben (bei $\Phi' > 0$). Deshalb senkt der Regulierer den Anstrengungsgrad, den er vom ineffizienten Typ verlangt, um diesen teuren Gewinn zu reduzieren.

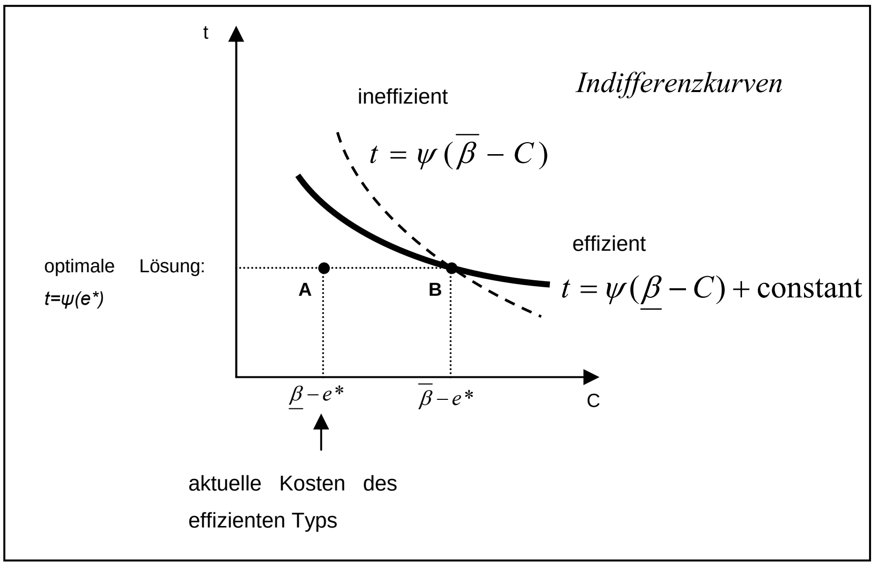

Figure 1.1 Lösung bei vollst. Information {A,B} ist nicht anreizorientiert

- Lösung bei vollständiger Information: {A,B} → hier <u>nicht</u> anreizorientiert

  (= first-best mit $\{ \underline{e} = \overline{e} = e^*; \underline{t} = \overline{t} = \psi(e^*) \}$)

- beide Typen bevorzugen Punkt *B*

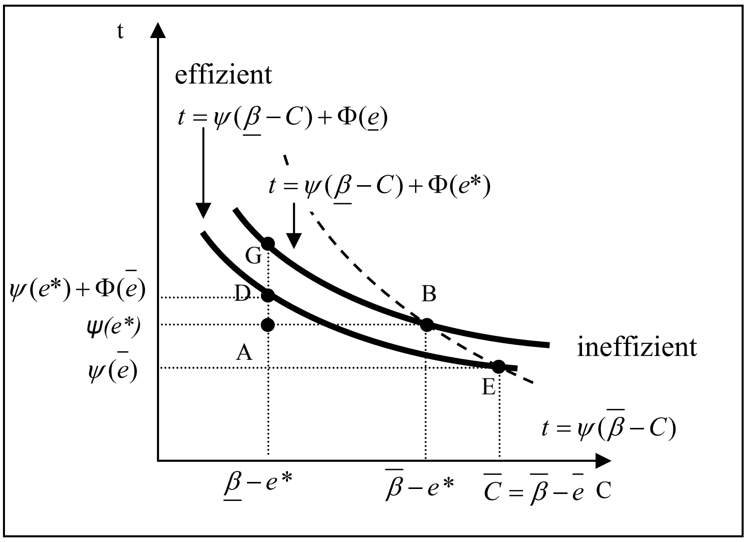

Figure 1.2: Gewährleistung der Anreizorientierung (optimale Lösung)

- <u>Optimale Lösung:</u> *effiziente* Firma ist **indifferent zwischen *D* und *E***
  (ihr individueller Anreizzwang IC hängt vom Optimum ab)

- *Ineffiziente* Firma **präferiert** grundsätzlich Punkt ***E*** (IC-Zwang ist nicht bindend) und sie erzielt keine Gewinne (IR ist bindend)

- <u>Ergebnis:</u> Punkt ***E***

- Warum reduziert die Begrenzung des Anstrengungsgrades beim ineffizienten Typ die Gewinne des effizienten Typs?
  - notwendige Anstrengung *e** vom ineffizienten Typ → Punkt *B* gegenüber *E* bevorzugt (entlang der Null-Nutzenkurve)
  - aber: effizienter Typ würde sich auf höhere Nutzenkurve bewegen (von *D* nach *G*)
  - wird der first-best Anstrengungsgrad umgesetzt, beispielsweise durch Menü {*G,B*}, so ist es für den Regulierer optimal, wenn er den Anstrengungsgrad verändert um Gewinne abzuziehen

1.4 Continuum of Types

- <u>Modelländerung:</u> β als durchlaufender Parameter im Intervall $\left[\underline{\beta}, \overline{\beta}\right]$
- <u>Exkurs:</u> **Offenbarungsprinzip** (revelation principle) → Appendix A1.2
  - 2 beobachtbare Variablen: Kosten *C*, Transferzahlung *t*
  - jeder Regulierungsmechanismus ist ein Offenbarungsmechanismus, der zur wahrheitsgemäßen Enthüllung unternehmerischer Kostenparameter führt
    → ähnlich einem Spiel mit der Firmenstrategie σ
  - optimale Strategie des Typs β: $\sigma^*(\beta)$ → Kosten $C(\sigma)$, Transferzahlung $t(\sigma)$
  - Regulierer als "Principal" nutzt die optimale Strategie seines "Agents" für seinen Regulierungsmechanismus durch Ankündigung von: $\{\, C(\sigma^*(\hat{\beta})), t(\sigma^*(\hat{\beta})) \,\}$
  - Agent gibt <u>vorher</u> bekannt (da er den Mechanismus kennt): $\hat{\beta} = \beta$ (wahres β)
  - <u>Beweis:</u> bei Annahme von $\beta' \neq \beta$ muß gelten:

    $$t(\sigma^*(\beta')) - \psi(\beta - C(\sigma^*(\beta'))) > t(\sigma^*(\beta)) - \psi(\beta - C(\sigma^*(\beta)))$$

    dann gibt es ein $\sigma' = \sigma^*(\beta') \neq \sigma^*(\beta)$, sodass

    $$t(\sigma') - \psi(\beta - C(\sigma')) > t(\sigma^*(\beta)) - \psi(\beta - C(\sigma^*(\beta)))$$

    was der Optimalität von $\sigma^*(\cdot)$ widerspricht

    → *wahrheitsgemäße Offenbarung der Firmenkosten*
- Annahme eines Offenbarungsmechanismus $\{t(\hat{\beta}), C(\hat{\beta})\}_{\hat{\beta}\in[\underline{\beta},\overline{\beta}]}$ mit $\hat{\beta}$ = Bekanntgabe der Firma

- Nutzen der Firma (mit angekündigtem $\hat{\beta}$ und wahrem β):

$$\varphi(\beta,\hat{\beta}) \equiv t(\hat{\beta}) - \psi(\beta - C(\hat{\beta})) \tag{1.27}$$

- Bedingung für wahre Aussage - für jedes Paar β und β' in $[\underline{\beta},\overline{\beta}]$:

$$t(\beta) - \psi(\beta - C(\beta)) > t(\beta') - \psi(\beta - C(\beta')), \tag{1.28}$$

$$t(\beta') - \psi(\beta' - C(\beta')) > t(\beta) - \psi(\beta' - C(\beta)) \tag{1.29}$$

- zusammengefaßt zu

$$\psi(\beta' - C(\beta)) - \psi(\beta - C(\beta)) \geq \psi(\beta' - C(\beta')) - \psi(\beta - C(\beta')) \tag{1.30}$$

- oder anders geschrieben:

$$\int_{\beta}^{\beta'} \int_{C(\beta)}^{C(\beta')} \psi''(x-y)dxdy \geq 0 \tag{1.31}$$

- <u>FOC:</u>

$$\varphi_2(\beta,\hat{\beta}) = 0 \tag{1.32}$$

$$oder \quad \dot{t}(\hat{\beta}) = -\psi'(\beta - C(\hat{\beta}))\dot{C}(\hat{\beta}) \tag{1.33}$$

- definiere $U(\beta) \equiv \varphi(\beta,\hat{\beta})$ (Gewinn Typ β)

- <u>Exkurs:</u> **Umhüllungs-Theorem** (envelope theorem), angewendet zur Maximierung von (1.27) ....behauptet, dass für kleine Änderungen von a gilt:

  - *dy*/da* kann errechnet werden durch Konstanthalten von x als optimalen Wert x^* und Berechnung von $\partial y/\partial a\ \{x = x^*(a)\}$.

- beides ergibt (unter Vernachlässigung der Änderung von $\hat{\beta}$):

$$\dot{U}(\beta) = -\psi'(\beta - C(\beta)) \quad \text{(Grenznutzen/Grenzgewinn)} \tag{1.34}$$

- <u>Zusammenfassung:</u>

  Wenn $\beta \in [\underline{\beta},\overline{\beta}]$, so ist ein Paar bestehend aus zwei stückweise differenzierbaren Funktionen U(·) und C(·) dann anreizorientiert (und <u>nur</u> dann), wenn gilt:

$$\dot{U}(\beta) = -\psi'(\beta - C(\beta)),$$

$$\dot{C}(\beta) \geq 0 \tag{1.35}$$

1.5 The Main Economic Conclusions

Das Kapitel faßt die wichtigsten Ergebnisse zusammen und zeigt wie sie auf weiterführende Themen des Buches angewendet werden können.

- Vergleich von Zuständen bei optimaler Regulierung: Veränderungen von β, des Anstrengungsaufwands, der Unsicherheit von β sowie den Schattenkosten öffentlicher Mittel

- **Result 1.1:** Asymmetrische Information (Zurückhalten von Informationen) erlaubt der regulierten Firma, Gewinne zu erzielen.

- **Result 1.2:** Asymmetrische Information reduziert den Einfluss der Anreizsysteme (Anstrengung sinkt)

  - Einfluß von Beratungsverträgen abhängig von Unsicherheit

  - Festpreisverträge: v.a. Produktionsverträge und Lowtech Projekte

  - Kosten-Plus Verträge: v.a. Entwicklungsverträge (F&E, Erschließung, Bauprojekte) und Hightech-Projekte

  → Low-powered Verträge, wenn keine Standardtechnologien verwendet werden

  → Gewinnerzielung riskant bei problembehafteten Projekten (vertragliche Absicherung)

- **Def.1.1**

  i. <u>bei 2 Typen von β:</u> Verteilung $(\tilde{\nu}, 1-\tilde{\nu})$ *günstiger* als Verteilung $(\nu, 1-\nu)$, wenn:

  $$\tilde{\nu} \geq \nu$$

  ii. <u>bei kontinuierlichen Typen:</u> Verteilung G in $[\underline{\beta}, \overline{\beta}]$ günstiger als Verteilung F, wenn

  $$G(\beta) \geq F(\beta) \text{ für alle } \beta \textit{ (first-order stochastic dominance)}$$

  und $$\frac{g(\beta)}{G(\beta)} \leq \frac{f(\beta)}{F(\beta)} \text{ für alle } \beta \textit{ (hazard rate dominance)}$$

  - Verteilung vorziehen, die effiziente Typen bevorzugt

  - G hat niedrigere Zufallsrate → Wahrscheinlichkeit, dass gegenüber der Basistechnologie keine Verbesserungen mehr möglich sind (nach bereits durchgeführter Verbesserung $[\overline{\beta} - \beta]$) ist für G kleiner als für F

- **Result 1.3:** Firma vom Typ β erzielt höhere Gewinne, wenn die Wahrscheinlichkeits-verteilung des Regulierers ungünstiger ist.

- **Result 1.4:**

  i. Anstrengung Typ β niedriger, wenn Wahrscheinlichkeitsverteilung des Reg. günstiger

  ii. Wenn F und G stetig und $\psi(\cdot)$ constant:

  → Anstieg des Anreizsystems niedriger bei der günstigeren Verteilung (Ausschlussgrenze muss für beide Verteilungen $\overline{\beta}$ sein, damit die Firma unentbehrlich bleibt)

- **Result 1.5:** Effiziente Typen profitieren mehr von ungünstiger Verteilung als weniger effiziente Typen → effizienter Typ hat größeren Anreiz, dem Regulierer Ineffizienz vorzutäuschen (Schwierigkeit der Effizienzbestimmung durch Regulierer)

- **Result 1.6:** Ein steigender Gesamtwert des Projekts (S) erhöht die Firmengewinne
  - Ausschluss schwacher Typen steigt mit S
  - Gewinn eines Typs steigt mit dem Ausschluss schwacher Typen (kein Wettbewerb)

- **Result 1.7:** Schwache Anreizsysteme sind notwendig, um die Produktion von Ersatzleistungen anzuregen (Ersatzinvestitionen, Qualitätsverbesserungen)

1.6 Implementation: Relevance and Informational Requirements of Menus

Der Abschnitt befaßt sich mit der Anwendung des optimalen Anreizschemas, insbesondere mit dem Sinn von alternativen Vertragsangeboten (besonders bei Informationsasymmetrien verwendet) und deren Informationsbedarf.

Warum lassen sich in der Praxis keine Vertragsangebote durch die Regulierer beobachten?

- Betrachtung zum Zeitpunkt des Vertragsabschlusses (Verhandlungen bereits abgechlossen)
- viele Unternehmen besitzen schon detaillierte Anreizverträge für ihre Manager, z.B. Gewährung von Boni oder Aktienoptionen:
  - Verkauf von Aktienoptionen: *schwaches* Anreizsystem, da Belohnung für Leistungen in der Vergangenheit
  - Kauf/Erwerb/Verteilung von Aktienoptionen: *starkes* Anreizsystem für die zukünftige Firmenentwicklung (Manager ist von Profitsteigerung überzeugt)
- aktuelle Regulierungsempfehlungen befürworten die ausdrückliche Verwendung von Vertragsoptionen
  - Vorschlag 1: Versorger müssen zwischen Preisgleitung (Staffeltarife) oder Preisgrenzenregulierung wählen

- Vorschlag 2: Entscheidung der Firma zwischen Servicekosten- (CoS ... cost-of-service) und Preisgrenzenregulierung (PC ... price cap)

  → Optimist wählt PC

  → Pessimist wählt CoS (garantiert Fortbestand der Firma bei kritischer Effizienz)

- Festpreisvertrag in der Palette der Vertragsangebote nicht immer optimal (industriespezifisch, siehe Kapitel 1.11)
- optimales Anreizsystem hängt von subjektiver Verteilung $F(\cdot)$ ab, Ursachen sind:
  - Regulierer könnte an optimaler Regelung kein Interesse haben
  - Regulierer könnte die Verteilung zugunsten der Firma oder einer Interessengruppe verschieben
- Umsetzung optimaler Anreizsysteme kritisch bei Unsicherheiten oder Manipulationen (außer cost-plus Verträge, bei denen der Regulierer sämtliche Kosten erstattet → unattraktiv, kaum Anreize)
- Ermittlung der Bandbreite möglicher Kosten eher durch objektive Firmendaten und bisherige Performance als durch subjektive Bewertung des Regulierer möglich
- Informationsbedarf für eine Vertragspalette ist ähnlich dem für Einzelverträge
- Regulierer bietet standardmäßig mindestens 1 Anreizvertrag an, der Gewinnbeteiligung zuläßt

1.7 Using Yardstick "Competition" to Reduce Informational Asymmetries

Da Informationsasymmetrien die Wirksamkeit der Regulierung einschränken, sollte der Regulierer alle verfügbaren Informationen zu deren Vermeidung nutzen.

- Performancevergleich bei Firmen mit ähnlichen Technologiestandards
- Beispiel:
  - 2 öffentliche regionale Versorger mit jeweils festem Output 1 (kein Wettbewerb)
  - Kostenfunktion von Versorger i (i = 1;2): $C^i = \beta^a + \beta^i - e^i$
  - β^a ... gemeinsamer (aggregierter) Effizienzdruck, β^i ... eigener Effizienzdruck
  - Wohlfahrt: $\sum_i \left\{S - (1+\lambda)[C^i + \psi(e^i)] - \lambda U^i\right\}$ mit Rente $U^i = t^i - \psi(e^i)$
  - Regulierer beobachtet nur realisierte Kosten, β^a u. β^i vor Vertrag bei Firma i bekannt

- für $\beta^a \equiv 0$ (nur eigener Effizienzdruck, Firmen ohne Beziehung zueinander)

  → Einzelregulierung optimal (Kap. 1.3 u. 1.4)

- für $\beta^i \equiv 0$ (nur gemeinsamer Effizienzdruck, Firmen eng verbunden)

  → Angebot eines Festpreisvertrages mit **„Yardstick Competition“** (YC, relative Performancebewertung) an beide Firmen, ermöglicht first-best-Ergebnis (wie bei symmetrischer Info) trotz geringerer Technologieinformationen des Regulierers:
  $t^i = \psi(e^*) - (C^i - C^j)$

  - Maximierung von U^i ergibt $e^i = e^*$ (wählen beide e^* → keine Gewinnerzielung)
  - first-best durch Herausfiltern der gemeinsamen (aggregierten) Unsicherheit

- für $\beta^a, \beta^i \neq 0$ (üblicher Effizienzdruck)

  - gleiche Wohlfahrt wie in Kap. 4 (Regulierer beobachtet nur β^a , aber nicht β^i)
  - Herausfiltern der gemeinsamen (aggregierten) Unsicherheit durch YC

- <u>Beispiele für YC:</u>

  - Krankenversicherung der USA erstattet den Krankenhäusern nur die durchschnittlichen Behandlungskosten vergleichbarer Einrichtungen
  - Kopplung der Elektrizitätspreise an die Brennstoffpreise anderer Energieversorger

    → Herausfiltern von Preissprüngen bei bestimmten Brennstoffen und Anreiz zur Kostensenkung bei deren Beschaffung

- <u>Fazit:</u>

  - YC bei Regulierung kaum genutzt (trotz günstiger Eigenschaften)

    → Problem der Vergleichbarkeit von Firmen
  - steigende Nutzung der YC bei Wasser- und Elektrizitätsversorgung

    → aktuelle Diskussion (1993) zur Einführung der YC bei Strompreisen der regionalen Stromversorger im UK für Großabnehmer

1.8 Adding Investment to the Model

- Parteien in Langzeitverträgen tätigen spezifische Investitionen mit versunkenen Kosten (Bsp.: Joskow - Kohleindustrie)

- Erweiterung des Basismodells durch Einschieben der Investitionsentscheidung vor den Produktionsprozess

- <u>Focus:</u> Rendite (RoR on investment), Investitionskontrolle (investment control) und Enteignung (expropriation)

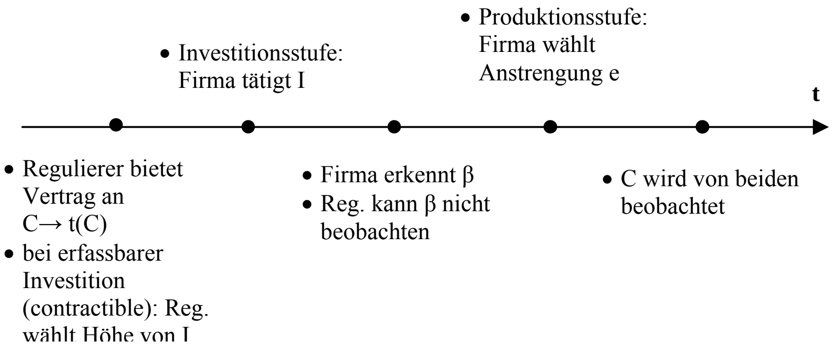

Figure 1.8: Investitionsentscheidung bei Langzeitverträgen

- Investition ($I \geq 0$) bestimmt Wahrscheinlichkeitsverteilung $F(\beta \mid I)$ für den Effizienzparameter $\beta \in [\underline{\beta}, \overline{\beta}]$

- <u>Annahme:</u>
  - höhere Investitionen → Effizienz wahrscheinlich: $F_I \equiv \partial F / \partial I > 0 \; for \; \beta \in [\underline{\beta}, \overline{\beta}]$
  - sinkende Renditen: $F_{II} < 0$

- Kosten der Firma ex post: $C = \beta - e$

- Sozialoptimales Investitionsniveau $\hat{I}$ minimiert die Summe der Investmentkosten und die ex post Kosten: $\hat{I}$ minimiert $\left\{ I + \int_{\underline{\beta}}^{\overline{\beta}} \beta dF(\beta|I) \right\}$ oder $\left\{ I - \int_{\underline{\beta}}^{\overline{\beta}} F(\beta|I) d\beta + \overline{\beta} \right\}$

- sozialoptimales Anstrengungsniveau: $e(\beta) = e^* \; für \; alle \; \beta \; mit \; \psi'(e^*) = 1$

- sozialoptimaler Gewinn: $U(\beta) = 0 \; für \; alle \; \beta$

1.8.1 Contractible Investment

- Annahmen: symmetrische Information bei Vertragsabschluß, Kostenüberwachung durch Reg.
- Regulierer wählt *I* und kann von vornherein eine Regelung der Kostenerstattung aufstellen
  → Investition ist finanziell berechenbar (investment contractible)
- Regulierer bietet Regelung der Kostenerstattung an: *C*→ *t(C)* für Produktion mit *t* als Nettotransfer
- Nutzen der Firma ex post: $U = t - \psi(e)$
- Kapitel 1.4 ergab: $\dot{U}(\beta) = -\psi'(e(\beta))$
- daraus ergibt sich:

$$\int_{\beta}^{\bar{\beta}} \psi'(e(x))dx = -U(\overline{\beta}) - (-U(\beta))$$

$$U(\beta) = U(\overline{\beta}) + \int_{\beta}^{\bar{\beta}} \psi'(e(x))dx$$

- 2 Fälle: mit oder ohne Beteiligungszwang (ex post participation constraint)
  - nachträglicher Beteiligungszwang
  - *kein* nachträglicher Beteiligungszwang

No Ex post Participation Constraint

- Manager kann sich im Erstvertrag verpflichten, die Partnerschaft auch bei schlechter Effizienzveränderung β nicht zu beenden
- Bereitschaft des Managers, den Vertrag einzugehen (ex ante):

$$\int_{\underline{\beta}}^{\bar{\beta}} U(\beta)dF(\beta|I) \geq 0$$

- Regulierer → Soziales Optimum durch Angebot eines ***fixed-price contract***
  t(C) = a - C (entweder Investitions- oder Produktionskostenerstattung)
- Regulierer kann die Investitionsentscheidung eher delegieren als sie der Firma aufzuzwingen:
  Beweis: Firma maximiert

$$\max_{\{I,e(\cdot)\}}\left\{\int_{\underline{\beta}}^{\overline{\beta}}[a-C-I-\psi(\cdot)]dF(\beta|I)\right\}$$

$$=\max_{\{I,e(\cdot)\}}\left\{\int_{\underline{\beta}}^{\overline{\beta}}[a-(\beta-e(\beta))-I-\psi(e(\beta))]dF(\beta|I)\right\}$$

$$=\max_{\{I,e(\cdot)\}}\int_{\underline{\beta}}^{\overline{\beta}}adF(\beta|I)-\int_{\underline{\beta}}^{\overline{\beta}}(\beta-e(\beta))dF(\beta|I)-\int_{\underline{\beta}}^{\overline{\beta}}IdF(\beta|I)-\int_{\underline{\beta}}^{\overline{\beta}}\psi(e(\beta))dF(\beta|I)$$

$$0=1-\psi'(e(\beta))$$

$\psi'(e(\beta))=1$ oder $e(\beta)=e^*$ für alle β

und

I minimiert $\left\{I+\int_{\underline{\beta}}^{\overline{\beta}}\beta dF(\beta|I)\right\}$ oder $I=\hat{I}$

Wohlfahrtsoptimierung führt zu Angebot eines Festpreises *a* zur Deckung aller Kosten:

$a=t(C)+C$ mit: $t=\psi(e)$ (IR)

$$C=\beta-e+I$$

$$\beta=\int_{\underline{\beta}}^{\overline{\beta}}\beta dF(\beta|I)$$

$$e=e^* \ und \ I=\hat{I}$$

ergibt

$$a=\int_{\underline{\beta}}^{\overline{\beta}}\beta dF(\beta|I)-e^*+\psi(e^*)+\hat{I}$$

- Firma letztlich selbst für eigene Entscheidungen verantwortlich (Investition oder Anstrengung) → vollständige Internalisierung der Konsequenzen aus den Entscheidungen
- keine Gewinnerzielung bei sozialoptimaler Wahl des Festpreises (Symmetrische Information) → ex post Gewinne können ex ante abgeschöpft werden

  → keine sozialen Kosten ($\lambda = 0$) , Investition im Wohlfahrtsoptimum

Ex post Participation Constraint

- Konträre Annahme: Manager müssen sich im Anfangsvertrag ***nicht*** verpflichten, die Partnerschaft mit der Firma auch bei Erkennen eines schlechten β nicht zu beenden

Gründe für ex post IR-Zwang in Vertragsklauseln:

(1) Angestellte dürfen nicht gezwungen werden, in der Firma zu bleiben
(2) Angestellte könnten sich als risikoavers offenbaren (Vertragsklausel muß Negativnutzen ausschließen, genannt **„infinite risk aversion below zero"**)

→ Regulierer muss Vertrag anbieten, sodass $U(\beta)$ für alle β *nicht negativ* wird: $U(\bar{\beta}) \geq 0$

- Maximierung der Wohlfahrtsfunktion unter Risikoneutralität und $U(\bar{\beta}) \geq 0$ der Manager

- <u>FOC:</u>

$$1+\lambda = (1+\lambda)\int_{\underline{\beta}}^{\bar{\beta}} F_I \, d\beta + \lambda \int_{\underline{\beta}}^{\bar{\beta}} \psi'(e)\left[\frac{F_I}{f}\frac{\partial}{\partial \beta}\left(\frac{F}{f}\right) - \frac{\partial}{\partial I}\left(\frac{F}{f}\right)\right] dF \qquad (1.71)$$

Grenzkosten (sozial) der Investition

Grenzkostenersparnis durch die Investition

Term modelliert Anreizprobleme auf Produktionsebene: entfällt mit $\lambda = 0$ (keine sozialen Kosten)

- Korrektur der Investition durch unvollständige Anreize hat 2 Effekte:

  (1) $I\uparrow$ → Verteilung wechselt zu niedrigen β's ($F_I > 0$) mit kleinen Anreizkorrekturen

  → fördert Investitionen

  (2) Investitionen erfordern Gewinnabschöpfung (wegen vorteilhafter β's)

  → verringert Investitionen

- <u>Fazit:</u> Investitionen sind größer, wenn es keine nachträglichen Anreizprobleme gibt. Wegen symmetrischer Infos über den Investitionsdrang kann der Regulierer den Investitionsgrad der Firma steuern und volle Kostenerstattung gewährleisten.

1.8.2 Noncontractible Investment

- Optimum erfassbarer Investitionen (contractible): Kostenerstattungsregel

  → Regierung und Firma teilen sich die Produktionkosten

- bei nicht erfassbaren Investitionen und gleichem Anreizschema: Optimalitätsproblem

  → Firma wählt evtl. nicht den erforderlichen Investitionsgrad (da keine Internalisierung des Produktionskostenanteils der Regierung)

- Regulierer muss dies bei der Kostenerstattungsregel beachten: $C \to t(C)$ oder $C \to t(I+C)$ (bei monetären Investitionen mit buchhalterischer Erfassung)

  → Firma entscheidet über Investitionsgrad

- <u>Praxis:</u> Spektrum reicht von Erstattung der Investitionsausgaben (*contractible*) bis zu Bemühungen um hohe Qualität der Investition (*non-contractible*)

- <u>Fazit:</u> Während Investitionen bei Erfassbarkeit angeregt werden, führen nicht erfassbare Investitionen zu starken Anreizen bei der Kostenerstattungsregel. Für beide Parteien ist eine (faire) Aufteilung der Investitionskosten unmöglich.

1.8.3 Private Information on the Desirability of Investment: Rate of Return on Investment, Incentives, and the Averch-Johnson Model

- Insiderinformationen der Firma (Regulierer hat beispielsweise wenig Informationen über Effizienz oder Investitionskosten, überträgt deshalb Investitionsentscheidung an die Firma)
  → Anreizsystem: $(I, C) \rightarrow t(I, C)$ mit $t = I + C$ (Nettotransfer = Gesamtkosten)
- Regulierer behält Kontrolle durch Rendite der Investition (RoR on investment)
- aktuelle Debatten über RoRoI:
  - Soll die RoR an Renditen alternativer Kapitalanlagen gekoppelt werden?
  - Sollen die Investitionskosten mit der Regierung oder den Eigentümern geteilt werden?
  - seit 1980er Jahren garantiert *cost-of-service* Regulierung faire Kapitalrenditen bei öffentlichen Versorgern in den USA
  - wiederholte Investitionsverbote in den 1980ern (insbes. Kernkraftwerke)
  - *price-cap* Regulierung garantiert nicht automatisch Renditen
- 2 mögliche Einstellungen zur RoR-Politik:
  - *entweder* Weitergabe der Inv.kosten an die Steuerzahler und Immobilienbesitzer
  - *oder* Sensibilisierung der Firma für ihre Investitionsentscheidung

Pass Investment Costs along Taxpayers or Ratepayers

- Annahme: Principal/Agent-Problem bei Investitionen gering → Anreizsystem muss Höhe der Betriebskosten begrenzen, da Ausgaben für Investitionsausrüstung auch für die Firma schwer zu kontrollieren (geringe Gewinnaussichten) → Zahlung der Kapitalmarktrendite angemessen

Sensitize the Firm to Its Investment Choices

- Investitionsentscheidungen sind riskant und können nachteilig ausfallen
- Firma könnte Insiderwissen haben über wahrscheinliche Kosten oder Effektivität der Inv.
  → starkes Interesse an der Investitionentscheidung, da zukünftige Gewinne bestimmt werden
  → Schaffung von Anreizen für einen optimalen Investitiongrad: Vorschrift oder Vertrag?
- Problemfragen:
  - Verbindung zwischen nachträglichem Anreizschema und Investitionsgrad nötig?
  - Sollten gegenwärtig hohe Investitionen an das Versprechen einer zukünftigen *price-cap* oder *cost-of-service* Regulierung gekoppelt sein?
  - Sollten Investitionstätigkeiten eher durch Subventionen oder durch Steuern stimuliert werden?
  - Sollten ausufernde Renditen verboten werden?
  - Ist Überinvestition nach *Averch-Johnson* ein Problem optimaler Anreizprogramme?

Uncertainty about the Cost of Investment

- Bsp.: Firma verpflichtet sich zur Durchführung eines Investitionsprojekts (Bau KKW)
  $I = \beta - e$, Betriebskosten durch I ersetzt
- Grenzrate der RoRoI ist negativ → Gegensatz zum *Averch-Johnson Effekt*: Gewinn steigt mit der Investition
- Aufteilung der Investitionskosten führt zu Unterinvestition (nicht wohlfahrtsoptimal)
  → positive Transferzahlungen
- Firma erzielt höheren Gewinn, wenn sie den Investitionsgrad verschweigt
- Verbindung zwischen aktuellen Investitionen und zukünftigem Anreizschema nicht notwendig

Uncertainty about the Effectiveness of Investment

- Annahme: Kosten für bestimmte Investitionshöhe sowie Effektivität sind bekannt
  $C = \beta - e$, mit C als Betriebskosten von morgen und erlerntem β
- komplexe Analyse ergibt:
  - gewählter Investitionsgrad korreliert mit nachträglichem Anreizschema
  - optimale Wahl ist Kopplung einer zukünftigen *price-cap* Regulierung an Investitionen in der Gegenwart

1.9 Investment under Noncommitment

- Analyse: Investitionen ohne Langfristverträge (LTC) auf Produktionsebene
- Verzerrungen der Partnerschaft bei fehlendem LTC und den damit nötigen Nachverhandlungen (ex post):

  (1) Verhandlungsineffizienz durch Asymmetrische Informationen (AI)

  Bsp.: Kohlengrube mit Insiderwissen über steigende Abbaukosten, Kohle-KW mit Insiderinformationen über Betriebskosten des Brenners oder Preise alternativer Lieferanten

  → vollständige Ausnutzung des Gewinnpotentials unwahrscheinlich, da beide Firmen zu gierig sind, um Überschüsse zu teilen (eher Zurückhaltung bei solchen Geschäften)

  (2) Investitionsineffizienz → beide Parteien wählen generell eine sozial ungeeignete spezifische Investition (zu wenig und zu unspezifisch)

  Bsp.: a) Kraftwerk ohne LTC kauft teuren „Alles-Brenner“ (für mehrere Kohlesorten), um sich Wahl des Brennstofflieferanten offen zu halten → unspezifisch

  b) höherwertige Investitionen werden bei Nachverhandlungen nicht ausreichend bewertet (bessere Brennerqualität) → Unterinvestition

- Anwendung bei Firma/Firma, Regulierer/Firma, Monopol/Monopson (Nachfragemonopol)
- Fazit: Firma produziert teurer als unter Symmetrischer Information (SI)

1.9.1 Rent Extraction Generating Underinvestment

- Effekt der Unterinvestition bei SI und fehlendem LTC und wenn β beobachtbar:

  $U(\beta) = 0$ *für alle* β → kein Investitionsanreiz ($I = 0$), da Regulierer alle Gewinne wohlfahrtsoptimal abschöpft

- bei reiner Gleichgewichtsstrategie kennt der Regulierer die Gleichgewichtsinvestition I^*
  - Reg. bietet Anreizsystem wie in Kap. 1.3
  - Firma wählt vorher die Investitionshöhe, um ihren erwarteten Gewinn abzüglich der Investitionskosten zu maximieren:

    $$I^* \text{ maximiert } \left\{ \int_{\underline{\beta}}^{\overline{\beta}} \psi'(e^*(\beta; I^*)) F(\beta \mid I) d\beta - I \right\}$$

    für $F_I > 0$ → Investitionsanreiz

    für $\psi'(e^*(\beta; I^*)) \leq 1$ *für alle* β → weniger Inv. als wohlfahrtsoptimal: $I^* < \hat{I}$

    Bsp.: Effiziensteigerung für 1\$ bewirkt Gewinnsteigerung < 1\$ → Unterinvestition

- Fazit: *Investitionsanreiz* wäre wohlfahrtsoptimal durch Angebot eines Festpreisvertrages, da die Firma sämtliche Kostenersparnisse für sich behalten kann → Investitionstätigkeit hoch

  → Problem der nicht optimalen Gewinnverteilung, da zuviel Gewinn in Firma verbleibt!

1.9.2 Four Mechanisms Mitigating the Underinvestment Effect

- 4 Mechanismen mildern Unterinvestitionseffekte:

  (1) Investitionen oft nicht messbar, wenn in Inv.phase teilweise mit Betriebskosten verknüpft
  → Investitionsanreiz durch Totalkostenerstattung (IK +BK)

  (2) Abschluß von LTC, bevor Investitionen getätigt werden bzw. versunken sind (Kap. 1.8.1)
  → Aussicht auf Festpreisvertrag kann bereits Anreize bewirken

  (3) wiederholte Verhandlungsrunden können Vertrauen in die Regulierungsbehörde schaffen
  → bei fairem Regulierer sinkt die Angst vor Zwangsenteignungen der Investitionen

  (4) Existenz von nichtstaatlichen Investitionsalternativen (auch kommerziell *und* staatl.)

a) unterspezifische Inv. → mehr Verhandlungsmacht gegenüber Regierung

b) Umschichtung kommerz. Kosten auf öffentliche Projekte → Arbitragegewinne

Beispiele.: Manipulation der Buchhaltung im Verteidigungssektor; Einsatz der besten Ingenieure und Know-how nur für kommerzielle Projekte

- Fazit: Trotz verschiedener Möglichkeiten der Verringerung lassen sich die Effekte der Unterinvestition nicht vollständig aufheben.

1.10 Multiperiod Relationship under Commitment: False Dynamics

- Annahme: Firma realisiert mehrere identische Projekte zu den Zeitpunkten $\tau = 1,...,T \; mit \; C_\tau = \beta - e_\tau$
- Lösung des dynamischen Problems → optimal ist Angebot eines statischen Anreizschemas für jede Periode einzeln
- Addition von Investitionsentscheidungen:
  - Firma wählt Abfolge positiver oder negativer Investitionskosten $I_1,....,I_T$, denen eine Technologie $g(I_1,....,I_T) \leq 0$ zugrunde liegt, z.B. 2 Perioden mit $I_1 = +1 \; und \; I_2 = -2$

    → $C_\tau = \beta - e_\tau + I_\tau$
  - Firma trägt nur anteilige Inv.kosten → Gewinne entsprechen diesem Anteil
- Fazit: Wohlfahrtsoptimale Investitionsentscheidungen treten auch dann ein, wenn Regulierer nur die Gesamtkosten und nicht die Investitionen selbst beobachten kann.

1.11 Risk Aversion

- Annahme: Firma bevorzugt mittlere var *t* = Varianz der Transferzahlungen

  $U = Et - r \operatorname{var} t - \psi(e)$
- wenn keine Abweichungen bei Kostenbeobachtung: $C = \beta - e$ → wie Kap. 1.3 und 1.4
- bei Abweichungen: $C = \beta - e + \varepsilon$ → komplexe Analyse, da optimale Kostenerstattungsregeln nicht mehr *linear* von Kosten abhängig
- Optimale Auswahl an linearen Anreizprogrammen: $t = a(\hat{\beta}) - b(\hat{\beta})C$

  → Risikoaversion *r* führt zu sinkendem Kostenanteil der Firma (Anstieg $b(\beta)$ sinkt mit *r*)