

## **Prinzipal-Agent-Beziehung: First-best, second-best und third-best**

Von Holger Kraft, Mainz, und Peter Reichling\*, Magdeburg

### **I. Einführung**

Der vorliegende Beitrag hat Vertragsbeziehungen zwischen verschiedenen Individuen zum Thema, die *Prinzipal-Agent-Beziehungen*. Im einfachsten Fall werden Organisationen aus zwei Personen untersucht, in denen ein Akteur (*Agent*) für den anderen Akteur (*Prinzipal*) entgeltlich eine Leistung erbringt. Der Agent besitzt in dieser Konstellation durch eigene Anstrengungen die Möglichkeit, die für gewöhnlich in Geldeinheiten ausgedrückte erzielte Leistung positiv zu beeinflussen. Sein Nutzen aus der Entlohnung mindert sich jedoch um so stärker, je mehr er sich anstrengt. Hieraus resultiert ein Spannungsverhältnis zwischen Prinzipal und Agent. Präferiert der Prinzipal höhere Anstrengungen aufgrund der daraus resultierenden tendenziell höheren Rückflüsse, meidet der Agent *ceteris paribus* hohe Anstrengungen, weil sie seinen Nutzen mindern.

Zentral für die Auswirkungen dieses Interessenkonfliktes ist die Frage, ob der Prinzipal die Handlungen und damit die Anstrengung des Agenten beobachten kann oder nicht. Die erste Situation heißt *First-best*, die zweite Situation nennt man *Second-best-Fall*. Letztere ist von besonderem Interesse, da hier dem Agenten ein über seine Aktivitäten unzureichend informierter Prinzipal gegenübersteht (*Hidden Action*). Keine Informationsasymmetrie soll hingegen bezüglich der Fähigkeiten des Agenten bestehen. Der Prinzipal kann also sicher sein, daß der Agent in der Lage ist, die ihm zugeordnete Aufgabe zu erfüllen. *Hidden Characteristics* treten nicht auf. Im *Second-best-Fall* ist die Monotonie des Entlohnungsschemas, mit dem der Prinzipal den Agenten vergütet, von besonderem Interesse. Ein Ziel des Beitrags stellt die systematische Aufbereitung von Bedingungen dar, die diese Monotonie gewährleisten.

Nach der Modellierung der Prinzipal-Agent-Beziehung (Abschnitt II.) beginnen wir unsere Übersicht mit dem *First-best-Fall* (Abschnitt III.).

---

\* Für wertvolle Anregungen danken wir einem anonymen Gutachter.

Die unsicheren Rückflüsse aus der Tätigkeit des Agenten, die zunächst dem Prinzipal zustehen, sind paretoeffizient zwischen Prinzipal und Agent aufzuteilen. Diese Überlegungen dienen als Benchmark für den Second-best-Fall, in dem der Prinzipal den Agenten nicht mehr beobachten kann (Abschnitt IV.). Anschließend beleuchten wir eine Situation, in der das Gehalt des Agenten mit dem Rückfluß steigen muß (Abschnitt V.). Im Gegensatz zu First- und Second-best-Fall ist dieser Fall bisher wenig untersucht worden. Da eine Situation betrachtet wird, die eine zusätzliche Einschränkung aufweist, nennen wir sie einen *Third-best-Fall*.<sup>1</sup> Die drei betrachteten Fälle werden in einem Beispiel diskutiert (Abschnitt VI.), und wir schließen mit einem kurzen Fazit (Abschnitt VII.).

## II. Das Prinzipal-Agent-Modell

Charakteristisch für Prinzipal-Agent-Beziehungen ist, daß ein Prinzipal einem Agenten anbietet, gegen Entgelt für ihn eine Tätigkeit auszuführen. Reicht dieses Entgelt aus, akzeptiert der Agent das Angebot. Ein Arbeitsvertrag kommt zustande. Der Agent besitzt dann die Möglichkeit, durch seine Anstrengungen den resultierenden zufälligen Rückfluß zu beeinflussen.

Wir verwenden folgende Notation:

$u_P(\cdot)$ :	Risikonutzenfunktion des Prinzipals;
$u_A(\cdot, \cdot)$ :	Risikonutzenfunktion des Agenten;
$\bar{u}_A$ :	Reservationsnutzen des Agenten;
$Z$ :	zufälliger Rückfluß;
$z_i, i = 1, \dots, k$ :	Realisationen des Rückflusses;
$\mathcal{A}$ :	Aktionsraum des Agenten;
$a \in \mathcal{A}$ :	Anstrengungsniveau des Agenten;
$p_i(a)$ :	$\text{Prob}(Z = z_i   a)$ ;
$t_A(\cdot)$ bzw. $t_A(\cdot, \cdot)$ :	Entlohnungsschema;
$t_P(\cdot)$ bzw. $t_P(\cdot, \cdot)$ :	Anteil des Prinzipals am Rückfluß ( $t_P \equiv Z - t_A$ ).

Der Prinzipal maximiert im First-best-Fall seinen Erwartungsnutzen hinsichtlich des beobachtbaren Anstrengungsniveaus und des Entlohnungsschemas. Hierbei sind der Reservationsnutzen des Agenten (*Teilnahmebedingung*) sowie die Aufteilung des Rückflusses auf Prinzipal

---

<sup>1</sup> Innes (1990) und Gillenkirch (1997, S. 119ff.) untersuchen im Rahmen von Haftungsbeschränkungen optimale Verträge bei Monotoniebedingungen an den Anteil des Prinzipals im stetigen Kontext.

und Agent (*Räumungsbedingung*) zu berücksichtigen. Der Rückfluß sei gemäß einer durch die Anstrengung parametrisierten Verteilungsfunktion verteilt. Der Agent kann deshalb durch seine Aktivität lediglich die Wahrscheinlichkeitsverteilung des Rückflusses beeinflussen. Das First-best-Optimierungsproblem lautet nun:<sup>2</sup>

$$(1) \quad \max_{a, t_A(\cdot), t_P(\cdot)} E_a(u_P(t_P(Z, a)))$$

unter den Nebenbedingungen:

$$E_a(u_A(t_A(Z, a), a)) \geq \bar{u}_A; \\ Z = t_P(Z, a) + t_A(Z, a).$$

Der Agent wird im First-best-Fall auf ein vom Prinzipal vorgegebenes Anstrengungsniveau verpflichtet. Deshalb heißt das zugehörige Entlohnungsschema *Forcing-Contract*. Ist das Anstrengungsniveau des Agenten nicht beobachtbar, entsteht das Second-best-Problem. Die durch den Reservationsnutzen bedingte Teilnahmebedingung wird hierbei um die *Anreizbedingung* ergänzt. Letztere bringt zum Ausdruck, daß der Prinzipal dem Agenten das Anstrengungsniveau nicht vorschreiben kann. Das Optimierungsproblem lautet nun:

$$(2) \quad \max_{a, t_A(\cdot), t_P(\cdot)} E_a(u_P(t_P(Z)))$$

unter den Nebenbedingungen:

$$E_a(u_A(t_A(Z), a)) \geq \bar{u}_A; \\ a \in \operatorname{argmax}_{\hat{a}} \{E_{\hat{a}}(u_A(t_A(Z), \hat{a}))\}; \\ Z = t_P(Z) + t_A(Z).$$

Wir betrachten im folgenden einen endlichen Aktionsraum des Agenten. Die Anreizbedingung kann dann durch endlich viele Nebenbedingungen in Ungleichungsform ausgedrückt werden.<sup>3</sup> Der zufällige Rückfluß stelle eine diskrete Zufallsvariable mit einer ebenfalls endlichen

---

<sup>2</sup> Die Erwartungswerte werden bezüglich der parametrisierten Verteilung des Rückflusses gebildet. Deshalb hängt das entsprechende Aktivitätsniveau in der Notation als Index an.

<sup>3</sup> Liegt hingegen ein stetiger Aktionsraum vor, ersetzt man die Anreizbedingung durch eine Optimalitätsbedingung erster Ordnung (*First-Order-Approach*), die i. a. jedoch keine hinreichende Bedingung darstellt. Hierfür sind zusätzliche Annahmen über die Verteilungsfunktion des Rückflusses oder die Nutzenfunktion des Agenten nötig. Vgl. *Rogerson (1985)* bzw. *Jewitt (1988)*.

Anzahl möglicher Realisationen dar. Damit bleiben die Anzahl der Variablen und der Definitionsbereich des Entlohnungsschemas mit der Folge endlich, daß die Kuhn-Tucker-Bedingungen zur Lösung des Optimierungsproblems herangezogen werden können.<sup>4</sup>

Wir treffen folgende übliche Annahmen:

- (A1) Prinzipal und Agent verhalten sich rational im Sinne des Bernoulli-Prinzips. Also existieren zustandsunabhängige Risikonutzenfunktionen des Prinzipals und Agenten zur Bewertung von unsicheren Zahlungen. Die Nutzenfunktion des Agenten hänge zusätzlich vom Anstrengungsniveau ab. Weiter sei der Grenznutzen des Prinzipals strikt positiv und fallend.
- (A2) Prinzipal und Agent treffen ihre Entscheidungen unabhängig von ihrem Vermögen.
- (A3) Prinzipal und Agent haben homogene Erwartungen bezüglich der parametrisierten Verteilung des Rückflusses. Beide kennen darüber hinaus gegenseitig ihre Risikonutzenfunktionen.
- (A4) Die betrachteten Optimierungsprobleme besitzen mindestens eine Lösung.
- (A5) Die parametrisierte Verteilung des Rückflusses sei *trägerinvariant*, d. h. alle Realisationen besitzen für unterschiedliche Aktivitätsniveaus eine strikt positive Eintrittswahrscheinlichkeit.
- (A6) Der Agent besitze eine additiv separable Nutzenfunktion  $u_A(z, a) = v_A(z) - w_A(a)$ , die den Nutzen aus der Entlohnung von der Nutzeneinbuße durch den Arbeitseinsatz trennt. Der Entlohnungsteil weise einen fallenden Grenznutzen auf, während die Nutzeneinbuße mit dem Arbeitseinsatz wachse:  $v'_A > 0$ ,  $v''_A \leq 0$  und  $w'_A > 0$ . Zusätzlich wird eine Untergrenze  $\underline{z}$  für die Gehaltszahlungen an den Agenten mit  $\lim_{z \rightarrow \underline{z}} v_A(z) = -\infty$  vorausgesetzt.

### III. Der First-best-Fall

Im idealtypischen First-best-Fall nimmt man an, daß der Prinzipal das Anstrengungsniveau des Agenten beobachten kann. Daher richtet sich die Entlohnung des Agenten  $t_A$  nach Rückfluß und Anstrengungsniveau. Der Anteil  $t_P$  des Prinzipals ergibt sich als Residuum aus Rückfluß und

<sup>4</sup> Der stetige Fall würde die Anwendung der Steuerungstheorie erfordern.

Entlohnung. Die Funktion  $t_A$  bezeichnen wir als *Entlohnungsschema*, das Paar  $(t_A, t_P)$  als *Allokation*.

### 1. Festes Anstrengungsniveau

Wir betrachten zunächst das Optimierungsproblem des Prinzipals für ein festes Anstrengungsniveau. Dabei stellen mit dem Entlohnungsschema und dem Anteil des Prinzipals beide Bestandteile der Allokation die zu optimierenden Variablen dar. Zur Unterscheidung in der Notation von der optimalen Lösung für variables Anstrengungsniveau wird zwischen Rückfluß und Anstrengung ein Semikolon anstelle eines Kommas gesetzt. Damit ergibt sich folgende Zielfunktion:

$$(3) \quad \max_{t_A(\cdot; a), t_P(\cdot; a)} E_a(u_P(t_P(Z; a))) = \sum_{i=1}^k p_i(a) u_P(t_P(z_i; a))$$

unter den Nebenbedingungen:

$$E_a(u_A(t_A(Z; a), a)) = \sum_{i=1}^k p_i(a) v_A(t_A(z_i; a)) - w_A(a) \geq \bar{u}_A;$$

$$z_i = t_A(z_i; a) + t_P(z_i; a), \quad i = 1, \dots, k.$$

Einsetzen der Räumungsbedingung in die Zielfunktion liefert eine vereinfachte Optimierungsaufgabe mit konkaver Zielfunktion und Nebenbedingung. Aufgrund der speziellen Struktur des Optimierungsproblems sind die Kuhn-Tucker-Bedingungen notwendig und hinreichend für die (bei strikt risikoaversen Agenten sogar eindeutige) Lösung des Problems. Aus diesen Bedingungen ergibt sich folgende Bedingung für die Allokation im First-best-Fall:

$$(4) \quad \frac{u'_P(z_i - t_A(z_i; a))}{v'_A(t_A(z_i; a))} = \lambda_F = \text{const.} > 0, \quad i = 1, \dots, k.$$

Da der Lagrangemultiplikator  $\lambda_F$  in Beziehung (4) mit den Annahmen (A1) und (A6) strikt positiv ist, erfolgt die Risikoteilung paretoeffizient.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Vgl. Borch (1960). Rees (1987) weist auf die Analogie zur mikroökonomischen Haushaltstheorie hin.

## 2. Variables Anstrengungsniveau

Für jedes feste Anstrengungsniveau maximieren die Lösungen des Optimierungsproblems (3) den Erwartungsnutzen des Prinzipals und sorgen für eine paretoeffiziente Risikoteilung. Mit Hilfe der zugehörigen Entlohnungsschemata  $\hat{t}_A$  lassen sich dann die First-best-Anstrengungsniveaus bestimmen und wie folgt zusammenfassen:

$$\mathcal{A}_F \equiv \{a_F \in \operatorname{argmax}_a \mathbb{E}_a(u_F(Z - \hat{t}_A(Z; a)))\}.$$

Nur die zu den First-best-Aktivitätsniveaus gehörigen paretoeffizienten Entlohnungsschemata werden als First-best-Entlohnungsschemata  $t_A^F$  bezeichnet. Daher sind alle First-best-Entlohnungsschemata  $t_A^F$  paretoeffizient, aber nicht alle paretoeffizienten Entlohnungsschemata  $\hat{t}_A$  stellen auch First-best-Entlohnungsschemata dar.

Um ein First-best-Aktivitätsniveau gegenüber dem Agenten durchzusetzen, wird der Prinzipal den Agenten gemäß einem Forcing-Contract entlohnen.<sup>6</sup>

$$(5) \quad t_A^{\text{For}}(z_i, a) \equiv \begin{cases} t_A^F(z_i; a_F) & \text{für } a = a_F, \\ -\infty & \text{für } a \neq a_F, \end{cases} \quad i = 1, \dots, k.$$

Ein Forcing-Contract  $t_A^{\text{For}}$  löst somit das Optimierungsproblem (1) für variables Anstrengungsniveau, während das zugehörige First-best-Entlohnungsschema  $t_A^F$  die Lösung des Optimierungsproblems (3) für festes Anstrengungsniveau darstellt.

Wie der Agent besitzt auch der Prinzipal einen Reservationsnutzen, den er mindestens erreichen muß, damit er dem Agenten einen Arbeitsvertrag anbietet. Dies wird in der Maximierungsaufgabe nicht berücksichtigt. Deshalb nimmt man an:

(A7) Der Prinzipal erreicht im Optimum ein Nutzenniveau, das mindestens seinem Reservationsnutzen entspricht.

*Kreps* (1990, S. 172f.) motiviert folgende Aussagen:

**Satz 1:** Die Annahmen (A1) bis (A7) seien erfüllt. Weiter habe sich der Prinzipal für ein First-best-Anstrengungsniveau entschieden, das er mittels Forcing-Contract durchsetzt. Im First-best-Optimum gilt dann:

<sup>6</sup> Vgl. *Varian* (1992, S. 443). Aufgrund von Annahme (A6) ist  $v_A$  nach unten unbeschränkt, so daß der Prinzipal für jedes unerwünschte Aktivitätsniveau eine Zahlung wählen kann, durch die der Reservationsnutzen des Agenten unterschritten wird. Das Symbol „ $-\infty$ “ steht für eine solche Zahlung.

- (i) Die Teilnahmebedingung ist restriktiv, d. h., der Agent erhält gerade seinen Reservationsnutzen.
- (ii) Sind Prinzipal und Agent strikt risikoavers, wachsen sowohl das First-best-Entlohnungsschema als auch der entsprechende Anteil des Prinzipals streng im Rückfluß.
- (iii) Bei risikoneutralem Prinzipal und strikt risikoaversen Agenten erhält der Agent ein Fixum, d. h., sein First-best-Entlohnungsschema ist konstant im Rückfluß. Der Prinzipal erhält den Rückfluß abzüglich dieses Fixums und trägt daher das gesamte Risiko.
- (iv) Bei risikoneutralem Agenten und strikt risikoaversen Prinzipal erhält der Agent den Rückfluß abzüglich einer konstanten Zahlung an den Prinzipal. Der Agent trägt daher das gesamte Risiko.
- (v) In den Fällen (ii) bis (iv) ist die Allokation eindeutig.
- (vi) Sind Prinzipal und Agent risikoneutral, ist das First-best-Entlohnungsschema nicht eindeutig bestimmt.

Ein Forcing-Contract erfüllt beide Aufgaben eines Entlohnungsschemas, Risikoteilung und Motivation des Agenten, unabhängig voneinander. Entfällt die Beobachtbarkeit, muß der Prinzipal bei der Konzipierung eines Entlohnungsschemas einen Kompromiß zwischen den beiden genannten Aufgaben schließen.

#### **IV. Der Second-best-Fall**

Der Second-best-Fall basiert auf der Annahme, daß der Prinzipal den Agenten nicht mehr bei der Ausführung seiner Tätigkeit beobachten kann. Da der Rückfluß jedoch nicht allein von den Aktivitäten des Agenten abhängt, sondern durch einen exogenen Risikofaktor überlagert wird, kann der Prinzipal anhand der Realisation des Rückflusses nicht auf das vom Agenten gewählte Anstrengungsniveau schließen. Eine explizite Berücksichtigung des Aktivitätsniveaus im Entlohnungsvertrag ist daher nicht sinnvoll. Deshalb richtet sich die Entlohnung im Second-best-Fall ausschließlich nach dem Rückfluß. Der neuen Situation wird durch Erweiterung des First-best-Optimierungsproblems um die Anreizbedingungen Rechnung getragen.

Damit weiter die Techniken der Optimierung unter Nebenbedingungen angewendet werden können, muß noch ausgeschlossen werden, daß der Agent bei Indifferenz zwischen mehreren Anstrengungsniveaus ein für

den Prinzipal suboptimales Niveau wählt. Deshalb treffen wir folgende Annahme:<sup>7</sup>

- (A8) Der Agent entscheidet sich bei Indifferenz zwischen zwei Anstrengungsniveaus für dasjenige Niveau, das den Erwartungsnutzen des Prinzipals maximiert.

### 1. Risikoteilung und Wohlfahrtsverlust

Wie im First-best-Fall betrachten wir das Optimierungsproblem des Prinzipals zunächst für festes Anstrengungsniveau. Die Second-best-Optimierungsaufgabe besitzt dann folgende Gestalt:

$$(6) \quad \max_{t_A(\cdot; a), t_P(\cdot; a)} E_a(u_P(t_P(Z; a))) = \sum_{i=1}^k p_i(a) u_P(t_P(z_i; a))$$

unter den Nebenbedingungen:

$$\begin{aligned} E_a(u_A(t_A(Z; a), a)) &= \sum_{i=1}^k p_i(a) v_A(t_A(z_i; a)) - w_A(a) \geq \bar{u}_A; \\ E_a(u_A(t_A(Z; a), a)) &\geq E_{\tilde{a}}(u_A(t_A(Z; a), \tilde{a})), \quad \forall \tilde{a} \in \mathcal{A}; \\ z_i &= t_A(z_i; a) + t_P(z_i; a), \quad i = 1, \dots, k. \end{aligned}$$

Dieses Optimierungsprogramm liefert dasjenige Entlohnungsschema, das den Erwartungsnutzen von Prinzipal und Agent für das fixierte Anstrengungsniveau maximiert. Zudem zieht der Agent dieses Anstrengungsniveau allen anderen Niveaus vor. Das feste Aktivitätsniveau besitze den Index  $j_0$ , und wir definieren  $a_{\min} \equiv \min \mathcal{A}$ .

Einsetzen der Räumungsbedingungen und Umformungen der Teilnahme- bzw. Anreizbedingungen liefern:

$$(7) \quad \max_{t_A(\cdot; a)} E_a(u_P(t_P(Z; a))) = \sum_{i=1}^k p_i(a) u_P(z_i - t_A(z_i; a))$$

unter den Nebenbedingungen:<sup>8</sup>

<sup>7</sup> Diese Annahme ist zulässig, weil der Agent die Präferenzen des Prinzipals kennt.

<sup>8</sup> Wir fügen im folgenden bei den Anreizbedingungen  $j \neq j_0$  an, um redundante Nebenbedingungen zu vermeiden.

$$\sum_{i=1}^k p_i(a)v_A(t_A(z_i; a)) - w_A(a) \geq \bar{u}_A;$$

$$\sum_{i=1}^k p_i(a)v_A(t_A(z_i; a)) - w_A(a) \geq \sum_{i=1}^k p_i(a_j)v_A(t_A(z_i; a)) - w_A(a_j),$$

$$j = 1, \dots, m, \quad j \neq j_0.$$

Die Anreizbedingungen sind, außer im Fall eines risikoneutralen Agenten, selbst für festes Anstrengungsniveau i. a. weder konkav noch konvex, weil der Erwartungsnutzen des Agenten auf beiden Seiten der Ungleichung auftritt. Deshalb ist eine Transformation des Problems erforderlich, damit die Kuhn-Tucker-Bedingungen notwendige und hinreichende Bedingungen für jede optimale Lösung der Maximierungsaufgabe darstellen.

Wir beginnen mit dem Fall eines strikt risikoaversen Agenten. Wir setzen  $v_{Ai} \equiv v_A(t_A(z_i; a))$ , womit sich  $t_A(z_i; a) = v_A^{-1}(v_{Ai})$  ergibt. Einsetzen in Problem (7) liefert folgende äquivalente Optimierungsaufgabe:<sup>9</sup>

$$(8) \quad \max_{v_{Ai}} E_a(u_P(t_P(Z; a))) = \sum_{i=1}^k p_i(a)u_P(z_i - v_A^{-1}(v_{Ai}))$$

unter den Nebenbedingungen:

$$\sum_{i=1}^k p_i(a)v_{Ai} - w_A(a) \geq \bar{u}_A;$$

$$\sum_{i=1}^k p_i(a)v_{Ai} - w_A(a) \geq \sum_{i=1}^k p_i(a_j)v_{Ai} - w_A(a_j), \quad j = 1, \dots, m, \quad j \neq j_0.$$

Die Zielfunktion ist strikt konkav in  $v_{Ai}$ , und die Nebenbedingungen sind linear. Damit sind die Kuhn-Tucker-Bedingungen wieder notwendig und hinreichend für die eindeutige Lösung des Problems.<sup>10</sup> Hierbei geht auch Annahme (A4) ein, daß eine Lösung existiert.

Ordnet man der Teilnahmebedingung den Lagrangemultiplikator  $\lambda_S$  und den Anreizbedingungen die Lagrangemultiplikatoren  $\mu_j, j \neq j_0$ , zu, lautet die Lagrangefunktion im Second-best-Fall:

<sup>9</sup> Vgl. Grossmann/Hart (1983).

<sup>10</sup> Vgl. Mangasarian (1969, S. 73ff.).

$$\begin{aligned}
 L(v_{Ai}, \lambda_F, \mu_j) &= \sum_{i=1}^k p_i(a) u_P(z_i - v_A^{-1}(v_{Ai})) \\
 (9) \quad &+ \lambda_S \left( \sum_{i=1}^k p_i(a) v_{Ai} - w_A(a) - \bar{u}_A \right) \\
 &+ \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq j_0}}^m \mu_j \left( \sum_{i=1}^k (p_i(a) - p_i(a_j)) v_{Ai} - w_A(a) + w_A(a_j) \right).
 \end{aligned}$$

Damit ergeben sich folgende Kuhn-Tucker-Bedingungen:

$$\begin{aligned}
 p_i(a) u'_P(z_i - v_A^{-1}(v_{Ai})) &(-v_A^{-1})'(v_{Ai}) + \lambda_S p_i(a) \\
 &+ \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq j_0}}^m \mu_j (p_i(a) - p_i(a_j)) = 0, \quad i = 1, \dots, k; \\
 \lambda_S \left( \sum_{i=1}^k p_i(a) v_{Ai} - w_A(a) - \bar{u}_A \right) &= 0; \\
 (10) \quad \sum_{i=1}^k p_i(a) v_{Ai} - w_A(a) - \bar{u}_A &\geq 0; \\
 \mu_j \left( \sum_{i=1}^k (p_i(a) - p_i(a_j)) v_{Ai} - w_A(a) + w_A(a_j) \right) &= 0, \quad j = 1, \dots, m, \quad j \neq j_0; \\
 \sum_{i=1}^k (p_i(a) - p_i(a_j)) v_{Ai} - w_A(a) + w_A(a_j) &\geq 0, \quad j = 1, \dots, m, \quad j \neq j_0; \\
 \lambda_S \geq 0, \quad \mu_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, m, \quad j \neq j_0.
 \end{aligned}$$

Analog zum First-best-Fall erhält man hieraus die Optimalitätsbedingung für Entlohnungsschemata im Second-best-Fall, die sich aus verschiedenen Modellspezifikationen herleiten läßt:<sup>11</sup>

$$(11) \quad \frac{u'_P(z_i - t_A(z_i; a))}{v'_A(t_A(z_i; a))} = \lambda_S + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq j_0}}^m \mu_j \left( 1 - \frac{p_i(a_j)}{p_i(a)} \right), \quad i = 1, \dots, k.$$

Wie im First-best-Fall liegt eine restriktive Teilnahmebedingung vor. Der Agent erhält also gerade seinen Reservationsnutzen. Diese Aussage läßt sich verifizieren, indem man die Optimalitätsbedingung (11) mit  $p_i(a)$  multipliziert und über  $i = 1, \dots, k$  summiert.<sup>12</sup> Damit wird deutlich,

<sup>11</sup> Vgl. Ross (1973), Mirrlees (1976), Holmström (1979), Grossmann/Hart (1983) und Rogerson (1985). Im Fall eines risikoneutralen Agenten und eines strikt risikoaversen Prinzipals bleibt die Transformation wirkungslos, und man erhält sofort die Optimalitätsbedingungen (11) mit  $v'_A \equiv 1$ .

<sup>12</sup> Hier geht die additive Separabilität der Nutzenfunktion des Agenten ein. Vgl. Macho-Stadler/Pérez-Castrillo (1997, S. 44).

daß die Lösung eines Second-best-Problems paretoeffizient ist.<sup>13</sup> Ein Akteur kann also seinen Erwartungsnutzen nur zu Lasten des anderen vergrößern.

In der Regel erfüllt das optimale Entlohnungsschema jedoch nicht Bedingung (4), da der Summenausdruck in der Second-best-Optimalitätsbedingung (11) nicht notwendigerweise konstant ist. Um diese Tatsache zu unterstreichen, heißen solche Lösungen des Second-best-Falls *eingeschränkt paretoeffizient*, während man Lösungen, die Bedingung (4) genügen, *uneingeschränkt paretoeffizient* nennt.<sup>14</sup> Lösungen von First-best-Problemen sind wegen Optimalitätsbedingung (4) immer uneingeschränkt paretoeffizient. Für festes Anstrengungsniveau bedeutet im folgenden die Sprechweise „(un-)eingeschränkt paretoeffizientes Entlohnungsschema“, daß die Risikoteilung durch das Entlohnungsschema (un-)eingeschränkt paretoeffizient erfolgt.

Bisher haben wir die Second-best-Problematik nur für ein festes (nicht notwendigerweise optimales) Anstrengungsniveau betrachtet. Sucht man ein optimales Anstrengungsniveau, stellt sich das gleiche Problem wie im First-best-Fall: Die Abhängigkeit der Zielfunktion und der Nebenbedingungen vom Anstrengungsniveau ist im Optimierungsproblem (8) i. a. unbestimmt.

Es bietet sich daher folgendes Vorgehen an: Für jedes feste Anstrengungsniveau löst man Problem (8) und bestimmt das jeweilige i. d. R. eingeschränkt paretoeffiziente Entlohnungsschema  $\check{t}_A(\cdot, a)$ . Diejenigen Entlohnungsschemata, die zusammen mit dem induzierten Anstrengungsniveau den Erwartungsnutzen des Prinzipals maximieren, werden dann als Second-best-Entlohnungsschemata  $t_A^S(\cdot; a_S)$  bezeichnet. Daraus wählt der Prinzipal eines aus. Die Second-best-Anstrengungsniveaus fassen wir in folgender Menge zusammen:

$$A_S \equiv \{a_S \in \operatorname{argmax}_a E_a(u_P(Z - \check{t}_A(Z; a)))\}.$$

Prinzipal und Agent besitzen homogene Erwartungen bezüglich der parametrisierten Verteilung und kennen gegenseitig ihre Nutzenfunktionen. Dadurch verfügt der Prinzipal über die notwendigen Werte, um die Second-best-Aktivitätsniveaus zu bestimmen. Hat sich der Prinzipal für ein Anstrengungsniveau  $a_S$  entschieden, bietet er dem Agenten das entsprechende Second-best-Entlohnungsschema an. Da letzteres für  $a_S$  die

<sup>13</sup> Vgl. Rasmusen (1994, S. 175).

<sup>14</sup> Vgl. Terberger (1994, S. 97).

Teilnahme- und Anreizbedingungen erfüllt, akzeptiert der Agent das Angebot und zieht die Anstrengung  $a_S$  allen anderen Aktivitätsniveaus vor. Damit kennt der Prinzipal trotz der Informationsasymmetrie die Anstrengung des Agenten.

Da der Agent seine Arbeit unbeobachtet verrichtet und aufgrund des realisierten Rückflusses nicht auf das tatsächliche Anstrengungsniveau zurückgeschlossen werden kann, ist der Prinzipal jedoch nicht in der Lage, sein Wissen vor einer neutralen Instanz zu beweisen. Deshalb hat es keinen Sinn, wenn der Prinzipal im Arbeitsvertrag ein Anstrengungsniveau festschreibt, weil im Streitfall keine Möglichkeit besteht, dem Agenten einen Verstoß nachzuweisen. Der Prinzipal kann also nur mit der Höhe der Gehaltszahlungen Einfluß auf den Agenten nehmen. Um dieser Tatsache Rechnung zu tragen, unterscheidet man zwischen *verifizierbaren* und *nicht verifizierbaren Variablen*.<sup>15</sup> Erstere können Grundlage der Entlohnung eines Agenten sein, letztere jedoch nicht.

Die Auswirkungen der Unbeobachtbarkeit des Agenten trägt aufgrund der restriktiven Teilnahmebedingung allein der Prinzipal. Dies motiviert die folgende Definition: Der *Wohlfahrtsverlust*  $D$ , der in einem Second-best-Optimum gegenüber einem First-best-Optimum entsteht und deshalb die Auswirkungen der Informationsasymmetrie auf die Organisation aus Prinzipal und Agent mißt, lautet für beliebige First-best- und Second-best-Anstrengungsniveaus:

$$D \equiv E_{a_F}(u_P(t_P^F(Z; a_F))) - E_{a_S}(u_P(t_P^S(Z; a_S))).$$

In einem Second-best-Optimum ändern sich gegenüber einem First-best-Optimum i. a. sowohl das Anstrengungsniveau als auch das Entlohnungsschema. Ist jedoch ein First-best-Anstrengungsniveau ebenfalls second-best und wird es im Second-best-Fall durch ein uneingeschränkt paretoeffizientes Entlohnungsschema induziert, tritt kein Wohlfahrtsverlust auf, da das optimale Entlohnungsschema für ein festes Anstrengungsniveau aufgrund der strikten Konkavität der Zielfunktion eindeutig festgelegt ist.

Wir betrachten deshalb drei Spezialfälle, in denen trotz Informationsasymmetrie im Second-best-Fall ein Wohlfahrtsverlust vermieden wird. Hierbei wird keine trägerinvariante parametrisierte Verteilungsfunktion der Rückflüsse vorausgesetzt.<sup>16</sup>

<sup>15</sup> Vgl. Macho-Stadler/Pérez-Castrillo (1997, S. 5f.).

<sup>16</sup> Vgl. Grossmann/Hart (1983).

1. Für ein First-best-Anstrengungsniveau existiert ein  $i_0$  mit  $p_{i_0}(a_F) = 0 < p_{i_0}(a_j)$ ,  $j = 1, \dots, k$ , für  $a_j \neq a_F$ .

Aufgrund der besonderen Anforderung an die parametrisierte Verteilung der Rückflüsse ist die Annahme der Nichtbeobachtbarkeit des Agenten verletzt, wenn der Rückfluß  $z_{i_0}$  auftritt. In diesem Fall kann der Prinzipal nachweisen, daß der Agent ein unerwünschtes Anstrengungsniveau gewählt hat. Wie im First-best-Fall ist der Prinzipal deshalb in der Lage, einen Forcing-Contract zu vereinbaren. Dies unterstreicht die Bedeutung von Annahme (A5) einer trägerinvarianten parametrisierten Verteilung für die Informationsasymmetrie.

2. Der Agent ist risikoneutral.

Setzt man einen risikoneutralen Agenten voraus, ist dieser bei fester erwarteter Entlohnung indifferent bezüglich der Risikoteilung. Der Prinzipal kann daher dem Agenten ohne Zahlung einer Prämie das gesamte Risiko aufbürden. Dadurch wird einerseits das Risiko effizient aufgeteilt, andererseits liegt es dann im Interesse des Agenten, das optimale Anstrengungsniveau zu wählen, da ihm der gesamte Rückfluß abzüglich des festen Anteils des Prinzipals zufließt.

3. Der Prinzipal ist risikoneutral, und es gilt  $a_{\min} \in A_F$ .

Weil sich der Prinzipal risikoneutral verhält, stellt ein fixes Gehalt das uneingeschränkt paretoeffiziente Entlohnungsschema dar. Da dieses Gehalt für keinerlei Motivation sorgt, wählt der Agent die geringste Anstrengung. Dieses Aktivitätsniveau reicht aber bereits für ein First-best-Optimum aus. Dadurch entsteht in der vorliegenden Situation kein Anreizproblem.

In allen drei Fällen schränken die zusätzlichen Voraussetzungen die betrachtete Situation soweit ein, daß die Informationsasymmetrie oder das Motivationsproblem entfallen. Damit geht ein entscheidendes Charakteristikum des Second-best-Problems verloren, so daß der Prinzipal bei der Wahl des Entlohnungsschemas keinen Kompromiß zwischen uneingeschränkt paretoeffizienter Risikoteilung und optimalem Arbeitsanreiz finden muß. Diese Situationen sind daher von nachrangigem Interesse. Gleichwohl liefern die Aussagen eine Motivation für Annahme (A5) und folgende Annahme:

- (A9) Der Agent ist strikt risikoavers.

Der folgende Satz beinhaltet eine Aussage bezüglich des Wohlfahrtsniveaus, wenn keine uneingeschränkt paretoeffiziente Risikoteilung vorliegt:

*Satz 2:* Die Annahmen (A1) bis (A9) seien erfüllt. Existiert ein Second-best-Aktivitätsniveau, so daß das entsprechende Second-best-Entlohnungsschema keine uneingeschränkt paretoeffiziente Risikoteilung gewährleistet, ergibt sich notwendigerweise ein Wohlfahrtsverlust.

Um die Aussage dieses Satzes zu verdeutlichen, gehen wir von einer Second-best-Situation aus, in der gegenüber dem entsprechenden First-best-Fall kein Wohlfahrtsverlust vorliegt. Dann existiert ein Second-best-Anstrengungsniveau, das auch das First-best-Problem löst. Also gibt es ein zugehöriges First-best-Entlohnungsschema. Da die Lösung des Second-best-Problems für ein festes Anstrengungsniveau eindeutig ist, stimmen First- und Second-best-Entlohnungsschema überein. Letzteres weist deshalb uneingeschränkte Paretoeffizienz auf. Ineffiziente Risikoteilung ist sozusagen irreparabel.

## *2. Verlauf des Entlohnungsschemas*

Wir wenden uns nun mit der Charakterisierung des Verlaufs eines Second-best-Entlohnungsschemas einem zentralen Anliegen der Analyse des Second-best-Falls zu. Ein First-best-Entlohnungsschema verläuft streng wachsend oder konstant. Der Vergleich der Optimalitätsbedingungen im First- und Second-best-Fall verdeutlicht, daß der Summenausdruck in der Optimalitätsbedingung (11) des Second-best-Falls Abweichungen vom First-best-Verlauf verursachen kann. Um diese Abweichungen näher zu charakterisieren, setzen wir im folgenden einen risikoneutralen Prinzipal voraus.<sup>17</sup>

Bei risikoneutralem Prinzipal verläuft jedes First-best-Entlohnungsschema konstant. Deshalb ist ein variables Entlohnungsschema nicht uneingeschränkt paretoeffizient. Möchte der Prinzipal, daß der Agent im Second-best-Fall eine Anstrengung über dem minimalen Niveau wählt, ergibt sich folgendes Dilemma: Aus Motivationsgründen muß der Prinzipal vom konstanten Entlohnungsschema abweichen, wohlwissend daß dadurch die Risikoteilung nicht uneingeschränkt paretoeffizient ist. Das Second-best-Entlohnungsschema kann nicht gleichzeitig für eine uneingeschränkt paretoeffiziente Risikoteilung und optimale Motivation sorgen. Im Second-best-Optimierungsproblem müssen deshalb restriktive

---

<sup>17</sup> *Grossmann/Hart* (1983) konzentrieren sich auf diesen Fall. Dort finden sich auch Beweise der nachfolgenden Aussagen zum Second-best-Problem. Die Voraussetzung eines risikoneutralen Prinzipals macht zudem Annahme (A4) überflüssig, in der die Existenz einer Lösung gefordert wird.

Anreizbedingungen vorliegen, da sonst eine konstante Gehaltszahlung an den Agenten optimal wäre. Daher resultiert ein Wohlfahrtsverlust.

Ein risikoneutraler Prinzipal trägt i. a. aus Motivationsgründen nicht mehr das gesamte Risiko. Daher stellt sich die Frage, ob das Motivationsproblem so gravierend sein kann, daß es sich als optimal erweist, dem Agenten das gesamte Risiko zu übertragen. Eine solche Lösung des Problems wäre jedoch suboptimal. Hierbei würde die Tatsache vernachlässigt, daß ein risikoneutraler Prinzipal ohne eine zusätzliche Prämie bereit ist, Risiken zu tragen. Ein risikoaverser Agent fordert hingegen eine Risikoprämie.

Da die Extremfälle eines konstanten Entlohnungsschemas bzw. eines konstanten Anteils des Prinzipals i. a. ausgeschlossen werden können, liegt es nahe, Second-best-Entlohnungsschemata zumindest auf Monotonieeigenschaften zu untersuchen. Im Gegensatz zu den klaren Aussagen im First-best-Fall lassen sich im Second-best-Problem lediglich monoton fallende Second-best-Entlohnungsschemata ausschließen. Nur in Situationen, in denen der Rückfluß genau zwei Realisationen annehmen kann, muß ein monoton wachsendes Entlohnungsschema optimal sein. Schon bei drei möglichen Realisationen lassen sich Beispiele konstruieren, in denen sich das Anstrengungsniveau als second-best erweist, bei dem der mittlere Rückfluß besonders häufig auftritt.<sup>18</sup> Demzufolge belohnt der Prinzipal den Agenten gerade dann, wenn er diesen Rückfluß beobachtet. Das optimale Entlohnungsschema nimmt also zunächst zu und dann ab. Die Aussage, daß nur ein monoton fallendes Entlohnungsschema ausgeschlossen werden kann, läßt sich also nicht weiter verschärfen, wie das Beispiel aus Abschnitt VI. belegt. Der folgende Satz faßt die Überlegungen zusammen:

*Satz 3:* Die Annahmen (A1) bis (A3) und (A5) bis (A9) seien erfüllt, und der Prinzipal sei risikoneutral. Dann gelten folgende Aussagen:

- (i) Für alle Anstrengungsniveaus  $a \neq a_{\min}$  ist im Optimierungsproblem (7) jeweils eine Anreizbedingung restriktiv. Daher sorgt das optimale Entlohnungsschema nicht für eine uneingeschränkt paretoeffiziente Risikoteilung.
- (ii) Gilt  $\mathcal{A}_S \neq \{a_{\min}\}$ , ergibt sich in jedem Second-best-Optimum ein Wohlfahrtsverlust.

---

<sup>18</sup> Ist die Wahrscheinlichkeit für den höheren Rückfluß nur durch unverhältnismäßig hohe Anstrengungen des Agenten zu vergrößern, schmälert dies den Anteil des Prinzipals erheblich, weil er dem Agenten den Reservationsnutzen gewähren muß.

- (iii) Der Prinzipal erhält in einem Second-best-Optimum keinen konstanten Anteil, d. h., der Agent trägt nicht das gesamte Risiko.
- (iv) Ein Second-best-Entlohnungsschema ist konstant oder an (mindestens) einer Stelle strikt wachsend.

Erfüllt die parametrisierte Verteilung die folgenden beiden Bedingungen, resultieren jedoch monoton wachsende Second-best-Entlohnungsschemata:<sup>19</sup>

1. *Monotone-Likelihood-Ratio-(MLR-)Bedingung:*

Die parametrisierte Verteilung der Rückflüsse erfüllt die MLR-Bedingung, wenn gilt:

Aus  $a < \bar{a}$  folgt:

$$\frac{P(Z = z_i|a)}{P(Z = z_i|\bar{a})} \geq \frac{P(Z = z_{i+1}|a)}{P(Z = z_{i+1}|\bar{a})}, \quad i = 1, \dots, k-1.$$

2. *Convexity-of-Distribution-Function-(CDF-)Bedingung:*

Die parametrisierte Verteilungsfunktion  $F(\cdot|a)$  erfüllt die CDF-Bedingung, wenn für beliebige drei Aktivitätsniveaus  $a_1$ ,  $a_2$  und  $a_3$ , für die ein  $0 \leq \gamma \leq 1$  mit  $w_A(a_1) = \gamma w_A(a_2) + (1 - \gamma)w_A(a_3)$  existiert, gilt:

$$F(\cdot|a_1) \leq \gamma F(\cdot|a_2) + (1 - \gamma)F(\cdot|a_3),$$

d. h., die Verteilung  $F(\cdot|a_1)$  dominiert stochastisch die Verteilung  $\gamma F(\cdot|a_2) + (1 - \gamma)F(\cdot|a_3)$ .<sup>20</sup>

Die MLR-Bedingung besagt, daß höhere Rückflüsse bei geringerer Anstrengung des Agenten im Verhältnis zu einer größeren Anstrengung unwahrscheinlicher werden. Damit ist die MLR-Bedingung eine plausible Anforderung an die Wahrscheinlichkeiten einer parametrisierten Verteilung, falls im Modell gewährleistet sein soll, daß durch höheren Arbeitseinsatz größere Rückflüsse zunehmend wahrscheinlicher werden. Hierdurch wird allerdings ausgeschlossen, daß ein übereifriger Agent durch hohen Einsatz unter Umständen mehr Schaden anrichtet, als er Nutzen stiftet.

Erfüllt eine parametrisierte Verteilungsfunktion die MLR-Bedingung, resultiert für je zwei Anstrengungsniveaus  $a_1 < a_2$ :

$$F(z|a_2) \leq F(z|a_1),$$

<sup>19</sup> Vgl. *Grossmann/Hart* (1983).

<sup>20</sup> Hier und im folgenden handelt es sich um stochastische Dominanz erster Ordnung. Wir sprechen vereinfachend nur von stochastischer Dominanz.

d. h.,  $F(\cdot|a_2)$  dominiert stochastisch  $F(\cdot|a_1)$ . Die Umkehrung dieser Aussage gilt jedoch nicht. Dies ist wie folgt einzusehen: Eine Verteilungsfunktion ist eine „träge Funktion mit Gedächtnis“, d. h., sie reagiert immer langsamer auf Schwankungen in den einzelnen Wahrscheinlichkeiten. Dies liegt daran, daß die Verteilungsfunktion kumulierte Wahrscheinlichkeiten betrachtet. Deshalb kann es innerhalb der Wahrscheinlichkeiten „Ausreißer“ geben, die zwar die MLR- nicht aber die Dominanzeigenschaft zerstören.

Die CDF-Bedingung kann in der Art verstanden werden, daß zusätzliche Anstrengungen einen abnehmenden marginalen Einfluß auf die Wahrscheinlichkeiten größerer Rückflüsse besitzen.<sup>21</sup> Diese Eigenschaft stellt eine restriktivere Voraussetzung für die Klasse der zulässigen Verteilungen dar als die MLR-Bedingung.<sup>22</sup> Ob eine parametrisierte Verteilung die CDF-Eigenschaft erfüllt, hängt zudem von der Funktion  $w_A$  ab, die einen Bestandteil der Nutzenfunktion des Agenten darstellt. Damit ist die CDF-Bedingung im Gegensatz zur MLR-Bedingung nutzenabhängig, so daß Verteilungen je nach Arbeitseinstellung des Agenten die CDF-Bedingung erfüllen können oder nicht.

Daß diese Bedingung zusätzlich zur MLR-Bedingung gestellt werden muß, um wachsende Entlohnungsschemata zu erhalten, offenbart sich, wenn man den Summenausdruck in der Second-best-Optimalitätsbedingung betrachtet. Verhält sich der Agent in einem Second-best-Optimum indifferent zwischen dem Second-best-Aktivitätsniveau und zwei anderen Anstrengungsniveaus, wobei das eine größer und das andere kleiner als das Second-best-Niveau ist, wirken die entsprechenden Wahrscheinlichkeitsverhältnisse im Summenausdruck aufgrund der MLR-Bedingung in verschiedene Richtungen. Daher kann das Second-best-Entlohnungsschema stückweise fallen.<sup>23</sup>

Statt MLR- und CDF-Bedingung vorauszusetzen, impliziert auch die folgende Bedingung nicht fallende Second-best-Entlohnungsschemata:<sup>24</sup>

Die parametrisierte Verteilung  $p(a)$  erfüllt die *Spanning-Bedingung*, wenn Wahrscheinlichkeitsverteilungen  $p^1$  und  $p^2$  existieren,<sup>25</sup> so daß

1. das Wahrscheinlichkeitsverhältnis  $p_i^1/p_i^2$  nicht steigend in  $i$  ist, d. h.,  $p^1$  und  $p^2$  erfüllen die MLR-Bedingung, und

<sup>21</sup> Vgl. *Kreps* (1990, S. 597).

<sup>22</sup> Vgl. *Jewitt* (1988).

<sup>23</sup> Vgl. *Grossmann/Hart* (1983).

<sup>24</sup> Vgl. *Grossmann/Hart* (1983).

<sup>25</sup> Die Verteilungen  $p^1$  und  $p^2$  müssen nicht einem Aktivitätsniveau zugeordnet sein.

2. für alle Verteilungen  $p(a_0)$  mit festem  $a_0$  ein  $0 \leq \beta \leq 1$  mit  $p(a_0) \equiv \beta p^1 + (1 - \beta)p^2$  existiert.

Die Spanning-Bedingung stellt eine einschneidende Voraussetzung dar: Im formalen Sinne wird gefordert, daß zwei Verteilungen existieren, durch die sich alle einzelnen Verteilungen als Konvexkombinationen schreiben lassen. Bei Prinzipal-Agent-Problemen mit mehr als zwei Anstrengungsniveaus sind die einzelnen Verteilungen i. a. jedoch linear unabhängig und verletzen daher die Spanning-Bedingung.

Obwohl die Spanning-Bedingung nur in Spezialfällen erfüllt wird, ist sie weder für die MLR- noch für die CDF-Bedingung hinreichend. Unter der Zusatzvoraussetzung, daß keine Verteilungsfunktion mit niedrigerem Anstrengungsniveau eine Verteilungsfunktion mit höherem Anstrengungsniveau stochastisch dominiert, impliziert jedoch die Spanning- die MLR-Bedingung.

Wir wollen noch auf die Ursachen der Abweichungen eines Second-best-Entlohnungsschemas vom entsprechenden uneingeschränkt paretoeffizienten Entlohnungsschema eingehen. Dazu wiederholen wir zunächst die Optimalitätsbedingungen bei risikoneutralem Prinzipal. Für ein First-best-Entlohnungsschema gilt:

$$(12) \quad \frac{1}{v'_A(t^F_A(z_i; a_F))} = \lambda_F = \text{const.}, \quad i = 1, \dots, k.$$

Ein Second-best-Entlohnungsschema erfüllt:

$$(13) \quad \frac{1}{v'_A(t^S_A(z_i; a_S))} = \lambda_S + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq j_0}}^m \mu_j \left( 1 - \frac{p_i(a_j)}{p_i(a_S)} \right), \quad i = 1, \dots, k.$$

Wie bereits erwähnt, stellt der Summenausdruck in der Second-best-Bedingung (13) eine entscheidende Größe dar, die Abweichungen vom First-best-Verlauf des Entlohnungsschemas verursacht. Da die linken Seiten der Optimalitätsbedingungen strikt im jeweiligen Entlohnungsschema wachsen, sorgt ein positiver bzw. negativer Wert des Ausdrucks dafür, daß die Gehaltszahlung  $t^S_A(z_i; a_S)$  nach oben bzw. unten von einem „mittleren“ Niveau  $\bar{t}_A$  abweicht, das durch  $1/v'_A(\bar{t}_A) = \lambda_S$  gegeben ist.<sup>26</sup>

<sup>26</sup> Obwohl es sich i. a. nicht um einen Erwartungswert handelt – der beispielsweise resultiert, wenn  $v_A$  dem natürlichen Logarithmus entspricht –, verwendet man diese Größe als Referenzwert, um Abweichungen vom mittleren Niveau zu interpretieren. Vgl. *Macho-Stadler/Pérez-Castrillo* (1997, S. 46).

*Gillenkirch* (1997, S. 94ff.) unterstreicht durch die Neuberechnung des klassischen *Holmström*(1979)-Beispiels jedoch, daß sich die Werte der Lagrangemultiplikatoren durch das Hinzufügen neuer Nebenbedingungen ändern können. Deshalb handelt es sich beim „mittleren“ Niveau  $\bar{t}_A$  nicht notwendigerweise um das (konstante) First-best-Entlohnungsschema. Folglich kann nur die Abweichung vom Referenzwert auf den Summenausdruck in Formel (13) zurückgeführt werden, nicht aber die Abweichung vom First-best-Entlohnungsschema.

Die Second-best-Gehaltszahlung weicht nach oben vom Referenzwert ab, wenn eine restriktive Anreizbedingung mit  $p_i(a_j) < p_i(a_S)$  vorliegt. Dies hat folgende Ursachen: Eine restriktive Anreizbedingung zeigt an, daß der Agent indifferent zwischen dem zugehörigen Anstrengungsniveau  $a_j$  und der Second-best-Aktivität  $a_S$  ist. Um den Agenten zum Anstrengungsniveau  $a_S$  zu motivieren, gestaltet der Prinzipal das Entlohnungsschema so, daß der Agent bei Realisation von Zahlungen belohnt wird, die wahrscheinlicher sind, wenn der Agent das Anstrengungsniveau  $a_S$  anstelle von  $a_j$  gewählt hat.

Wie stark diese Belohnung ausfällt, hängt von zwei Faktoren ab: Zum einen ist das Wahrscheinlichkeitsverhältnis zwischen  $p_i(a_j)$  und  $p_i(a_S)$  entscheidend. Die Belohnung nimmt zu, wenn  $p_i(a_S)$  in Relation zu  $p_i(a_j)$  steigt. Dadurch wird wahrscheinlicher, daß sich der Agent für das Second-best-Aktivitätsniveau entschieden hat, und der Ausdruck  $1 - p_i(a_j)/p_i(a_S)$  wächst. Zum anderen kommt es darauf an, wie sehr der Prinzipal geschädigt wird, wenn der Agent anstelle von  $a_S$  das Aktivitätsniveau  $a_j$  wählt. Diese Nutzenminderung wird durch den Lagrange-multiplikator  $\mu_j$  der entsprechenden Anreizbedingung gemessen und geht als Gewicht für die Differenz  $1 - p_i(a_j)/p_i(a_S)$  ein. Der Fall, in dem die Gehaltszahlung nach unten abweicht, kann analog interpretiert werden.

Es bleibt anzumerken, daß die  $m - 1$  Summanden in Bedingung (13) i. a. unterschiedliche Vorzeichen besitzen können. Das Vorzeichen des gesamten Ausdrucks richtet sich dann danach, wie groß die einzelnen Wahrscheinlichkeitsverhältnisse sind und wie stark sie durch die Lagrangemultiplikatoren der Anreizbedingungen gewichtet werden.

## V. Ein Third-best-Fall

Wir wollen eine Idee aufgreifen und ausbauen, die *Grossmann/Hart* (1983) erwähnen: Es geht dabei um Situationen, in denen fallende Second-best-Entlohnungsschemata a priori ausgeschlossen sind. Man

kann sich z. B. vorstellen, daß institutionelle Restriktionen, insbesondere Tarifverträge, solche Entlohnungsschemata verbieten. Ein solches Verbot schränkt das Second-best-Optimierungsproblem (7) bzw. (8) zusätzlich ein. Diesem Sachverhalt wird durch weitere Nebenbedingungen Rechnung getragen, die für das ursprüngliche bzw. transformierte Second-best-Problem wie folgt lauten:

$$(14) \quad \begin{aligned} t_A^T(z_i; a_T) &\leq t_A^T(z_{i+1}; a_T), & i = 1, \dots, k-1 \\ \text{bzw. } v_{Ai} &\leq v_{A, i+1}, & i = 1, \dots, k-1, \end{aligned}$$

wobei Third-best-Anstrengungsniveaus mit  $a_T \in \mathcal{A}_T$  und die entsprechenden Entlohnungsschemata mit  $t_A^T(\cdot; a_T)$  bezeichnet werden. Durch diese Nebenbedingungen erhält man wachsende Entlohnungsschemata, die abschnittsweise konstant sein können. Wir werden sie deshalb *Monotoniebedingungen* nennen. Da die Monotoniebedingungen des transformierten Problems linear sind, besitzt die Optimierungsaufgabe weiterhin eine konkave Zielfunktion und lineare Nebenbedingungen. Deshalb bleiben die Kuhn-Tucker-Bedingungen notwendig und hinreichend für die eindeutige Lösung des Third-best-Problems.

Wir ordnen den Monotoniebedingungen die Lagrangemultiplikatoren  $\kappa_i$  zu und erhalten folgende Lagrangefunktion für ein Third-best-Anstrengungsniveau:<sup>27</sup>

$$(15) \quad \begin{aligned} L(v_{Ai}, \lambda_F, \mu_j^T, \kappa_i) &= \sum_{i=1}^k p_i(a_T) u_P(z_i - v_A^{-1}(v_{Ai})) \\ &+ \lambda_T \left( \sum_{i=1}^k p_i(a_T) v_{Ai} - w_A(a_T) - \bar{u}_A \right) \\ &+ \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq j_0}}^m \mu_j^T \left( \sum_{i=1}^k (p_i(a_T) - p_i(a_j)) v_{Ai} - w_A(a_T) + w_A(a_j) \right) \\ &+ \sum_{i=1}^{k-1} \kappa_i (v_{A, i+1} - v_{Ai}). \end{aligned}$$

Die Ableitung der Lagrangefunktion nach  $v_{Ai}$  liefert:

$$(16) \quad \begin{aligned} \frac{\partial}{\partial v_{Ai}} L(v_{Ai}, \lambda_F, (\mu_j^T), (\kappa_i)) &= p_i(a_T) u'_P(z_i - v_A^{-1}(v_{Ai})) (-v_A^{-1})'(v_{Ai}) \\ &+ \lambda_T p_i(a_T) + \sum_{j=1}^m \mu_j^T (p_i(a_T) - p_i(a_j)) + \kappa_{i-1} - \kappa_i. \end{aligned}$$

<sup>27</sup> Zur Unterscheidung vom Second-best-Fall wurde bei den Lagrangemultiplikatoren  $\mu_j^T$ ,  $j \neq j_0$ , der Superindex  $T$  hinzugefügt.

Hieraus ergibt sich mit den Vereinbarungen  $\mu_{j_0}^T \equiv 0$ ,  $\kappa_0 \equiv 0$  und  $\kappa_k \equiv 0$  die Optimalitätsbedingung für ein Third-best-Entlohnungsschema:

$$(17) \quad \frac{u'_P(z_i - t_A^T(z_i; a_T))}{v'_A(t_A^T(z_i; a_T))} = \lambda_T + \sum_{j=1}^m \mu_j^T \left( 1 - \frac{p_i(a_j)}{p_i(a_T)} \right) + \frac{1}{p_i(a_T)} (\kappa_{i-1} - \kappa_i).$$

Wie beim Übergang vom First- zum Second-best-Fall kommt ein Term hinzu, der gegebenenfalls für Abweichungen vom entsprechenden eingeschränkt paretoeffizienten Entlohnungsschema des Second-best-Problems sorgt. Neben den Kuhn-Tucker-Bedingungen des Second-best-Falls gilt zusätzlich:

$$(18) \quad \begin{aligned} v_{A, i+1} - v_{Ai} &\geq 0, & i = 1, \dots, k-1; \\ \kappa_i (v_{A, i+1} - v_{Ai}) &= 0, & i = 1, \dots, k-1. \end{aligned}$$

Wir wollen vier Aussagen für den Third-best-Fall formulieren:

**Satz 4:** Die Annahmen (A1) bis (A9) seien erfüllt. Dann gilt in einem Third-best-Optimum:

- (i) Die Teilnahmebedingung ist restriktiv.
- (ii) Ist keine Anreizbedingung restriktiv, ist auch keine Monotoniebedingung restriktiv.
- (iii) Gilt bei risikoneutralem Prinzipal und strikt risikoaversen Agenten  $a_T \neq a_{\min}$ , ist eine Anreizbedingung restriktiv.
- (iv) Es tritt niemals ein Wohlfahrtsgewinn gegenüber dem Second-best-Optimum ein.

Aussage (i) läßt sich verifizieren, indem man die Optimalitätsbedingung mit  $p_i(a_T)$  multipliziert und über  $i = 1, \dots, k$  summiert. Aussage (ii) resultiert aus folgender Überlegung: Liegt keine restriktive Anreizbedingung vor, können alle Anreizbedingungen im Third-best-Optimierungsproblem vernachlässigt werden, ohne daß sich das Ergebnis ändert. Läßt man zusätzlich die Monotoniebedingungen außer acht, entspricht das Problem einer First-best-Aufgabe, d. h., die optimalen Entlohnungsschemata verlaufen nicht fallend. Also sind die Monotoniebedingungen nicht einschränkend und die entsprechenden Lagrangemultiplikatoren besitzen den Wert null. Wir weisen darauf hin, daß die Umkehrung von Aussage (ii) nicht gilt. Beispiele lassen sich aus Verteilungen konstruieren, die die MLR- und die CDF-Bedingung oder die Spanning-Bedingung erfüllen.

Aussage (iii) läßt sich einsehen, wenn man wieder unterstellt, daß alle Anreizbedingungen überflüssig sind. Mit Aussage (ii) ergibt sich für alle Lagrangemultiplikatoren der Monotoniebedingungen der Wert null. Also entspricht das Third-best-Problem einem First-best-Problem, und der Agent erhält aufgrund der Risikoneutralität des Prinzipals ein konstantes Gehalt. Da ein solches Entlohnungsschema keine Motivation bewirkt, wählt er das minimale Anstrengungsniveau, wodurch die Voraussetzung verletzt wird.

Aussage (iv) ergibt sich sofort aus der Tatsache, daß im Third-best-gegenüber dem Second-best-Fall zusätzliche Nebenbedingungen eingeführt werden. Allerdings tritt eine Verschlechterung nur ein, wenn das Second-best-Entlohnungsschema abschnittsweise fällt.

Haben wir im Second-best-Fall einen großen Teil unserer Übersicht der Frage gewidmet, wann das Second-best-Entlohnungsschema fallend ist, verbietet sich eine solche Analyse im Third-best-Fall. Aufschlußreich erscheint jedoch die Interpretation der Abweichungen eines Third-best-Entlohnungsschemas vom entsprechenden eingeschränkt paretoeffizienten Second-best-Entlohnungsschema. Hierzu betrachten wir den in der Optimalitätsbedingung neu aufgetretenen Ausdruck:

$$(19) \quad \frac{1}{p_i(a_T)}(\kappa_{i-1} - \kappa_i), \quad i = 1, \dots, k.$$

Wir untersuchen nur den Fall  $\kappa_{i-1} > 0$  für ein  $i \geq 2$ , weil der Fall  $\kappa_i > 0$  analog behandelt werden kann. Zur Vereinfachung nehmen wir an, daß genau ein Lagrangemultiplikator der Monotoniebedingungen positiv ist und das Third-best-Aktivitätsniveau auch ein Second-best-Aktivitätsniveau darstellt. Weil im Third-best-Fall die Monotoniebedingung greift, fällt das Second-best-Entlohnungsschema abschnittsweise. Da die linke Seite der Third-best-Optimalitätsbedingung (17) in  $t_A^T(z_i; a_T)$  wächst, wird das Third-best-Entlohnungsschema durch ein positives  $\kappa_{i-1}$  angehoben. Der Wert von  $\kappa_{i-1}$  zeigt hierbei an, wie gravierend die Nutzeneinbuße des Prinzipals ist, wenn das Entlohnungsschema künstlich monotonisiert wird. Je mehr ein stückweise fallendes Entlohnungsschema im Second-best-Problem zur Motivation des Agenten beiträgt, um so stärker sinkt es und um so größer fällt  $\kappa_{i-1}$  aus, um das Third-best-Entlohnungsschema anzuheben.

Weiter ergab sich im Second-best-Fall aus Beziehung (13), daß der Agent bei solchen Rückflüssen weniger Lohn erhält, die eine geringe Wahrscheinlichkeit besitzen, wenn er die Second-best-Anstrengung wählt. Dementsprechend muß in einem solchen Fall das Entlohnungs-

schema stärker angehoben werden. Hierfür sorgt die Wahrscheinlichkeit im Nenner des Ausdrucks (19).

Die Monotoniebedingungen besitzen also eine nivellierende Wirkung. Ausschläge im Second-best-Entlohnungsschema werden geglättet, weil eine Anhebung des Entlohnungsschemas an einer Stelle aufgrund der bindenden Teilnahmebedingung eine Senkung an einer anderen Stelle zur Folge hat, ohne daß dadurch eine Monotoniebedingung verletzt werden darf.

Die künstliche Monotonisierung eines Entlohnungsschemas wirkt niemals wohlfahrtsfördernd. Zwar können nur monoton wachsende Entlohnungsschemata auch First-best-Entlohnungsschemata und damit uneingeschränkt paretoeffizient sein. Stellt sich jedoch heraus, daß in einer Second-best-Situation ein stückweise fallendes Entlohnungsschema optimal ist, kann dies durch die Motivationsaufgabe der Entlohnung begründet werden. Zudem ist dieses Entlohnungsschema zumindest eingeschränkt paretoeffizient. Durch künstliche Monotonisierung erreicht man dann nicht etwa uneingeschränkte Paretoeffizienz, sondern es resultiert eine gegenüber dem Second-best- (und damit auch gegenüber dem First-best-) Entlohnungsschema inferiore Entlohnung, da notwendigerweise einzelne Lagrangemultiplikatoren der Monotoniebedingungen strikt positiv sind.

Dieses Ergebnis gewinnt noch an Bedeutung, weil in der Analyse von Prinzipal-Agent-Beziehungen in stetiger Formulierung häufig lineare Entlohnungsdesigns vorausgesetzt werden. Dies ist insbesondere in den LEN-Modellen der Fall.<sup>28</sup> Lineare Entlohnungsschemata stellen – um unsere Sprechweise beizubehalten – einen speziellen Third-best-Fall dar.

## VI. Ein Beispiel

Wir wollen ein zusammenfassendes Beispiel betrachten. Danach können die Monotoniebedingungen dafür sorgen, daß ein Second-best-Aktivitätsniveau, das durch ein stückweise fallendes Entlohnungsschema induziert wird, nicht third-best-optimal sein muß. Zudem zeigt das Beispiel, daß Satz 3 (iv) nicht weiter verschärft werden kann und die Lagrangemultiplikatoren  $\lambda_F$ ,  $\lambda_S$  und  $\lambda_T$  keine (auf- oder absteigende) Rangfolge aufweisen. Hierbei ist zu beachten, daß die Lagrangemultiplikatoren nach unserer Definition zu verschiedenen Aktivitätsniveaus gehören können.

<sup>28</sup> Vgl. *Spremann* (1987).

Wir setzen einen Agenten mit der Nutzenfunktion  $u_A(t_A, a) = \ln(t_A) - a$  und einen risikoneutralen Prinzipal voraus. Weiter sind die Rückflüsse  $z_1 = 0$ ,  $z_2 = 4.500$  und  $z_3 = 7.000$  möglich. Der Agent besitzt den Reservationsnutzen  $\bar{u}_A = 5$ . Die Eintrittswahrscheinlichkeiten der Rückflüsse sind in Abhängigkeit vom Anstrengungsniveau des Agenten wie folgt gegeben:

	$a_1 = 2$	$a_2 = 3$	$a_3 = 5$
$p_1$	80 %	19 %	30 %
$p_2$	1 %	80 %	20 %
$p_3$	19 %	1 %	50 %

1. Die optimalen Entlohnungsschemata im First-best-Fall sind konstant und ergeben sich aus der jeweils restriktiven Teilnahmebedingung:

$i$	1	2	3
$\hat{t}_A(Z; a_i)$	1.096,63	2.980,96	22.026,47
$E_{a_i}(\hat{t}_P(Z; a_i))$	278,37	689,04	-17.626,47

Mit der angegebenen Nutzenfunktion des Agenten liefert die Optimalitätsbedingung (12) bei risikoneutralem Prinzipal:

$$\frac{1}{v'_A(t_A(z_i; a))} = t_A(z_i; a) = \lambda_F = \text{const.} > 0, \quad i = 1, 2, 3.$$

Also entsprechen die Lagrangemultiplikatoren gerade den zugehörigen (konstanten) Entlohnungsschemata. Aus den Werten für den Erwartungsnutzen des Prinzipals resultiert das optimale Aktivitätsniveau  $A_F = \{a_2\}$ .

2. Für das Anstrengungsniveau  $a_1 = a_{\min}$  stimmt das Second-best- mit dem First-best-Problem überein, da die Anreizbedingungen nicht binden. Die Situation entspricht dem dritten Spezialfall in Abschnitt IV.1. Für  $a_2$  ist ein transformiertes Optimierungsproblem zu lösen. Es resultieren folgende Werte:

$i$	1	2	3
$v_{Ai}$	7,847	8,094	3,377
$\hat{t}_A(z_i; a_2)$	2.557,63	3.275,31	29,28

mit  $\lambda_S = 3.106,49$ ,  $\mu_1 = 170,96$  und  $\mu_3 = 0$

Hieraus ergibt sich der Erwartungsnutzen des Prinzipals  $E_{a_2}(u_P(\tilde{t}_P(Z; a_2))) = 563,51$ . Da der optimale Erwartungsnutzen für das Anstrengungsniveau  $a_3$  schon im First-best-Fall negativ war, folgt  $A_S = \{a_2\}$ .

3. Wir kommen nun zum Third-best-Fall. Weil das optimale Entlohnungsschema für  $a_1$  im Second-best-Fall konstant und damit nicht fallend war, folgt auch die Optimalität im Third-best-Fall. Für das Anstrengungsniveau  $a_2$  ist analog zum Second-best-Fall ein transformiertes Third-best-Optimierungsproblem zu lösen. Daher werden die Monotoniebedingungen (MB1) und (MB2) hinzugefügt:

---


$$(OB1) \quad \exp(v_{A1}) = \lambda_T - \frac{0,61}{0,19} \cdot \mu_1^T - \frac{0,11}{0,19} \cdot \mu_3^T - \frac{1}{0,19} \cdot \kappa_1$$

$$(OB2) \quad \exp(v_{A2}) = \lambda_T + \frac{0,79}{0,8} \cdot \mu_1^T + \frac{0,6}{0,8} \cdot \mu_3^T + \frac{1}{0,8} \cdot \kappa_1 - \frac{1}{0,8} \cdot \kappa_2$$

$$(OB3) \quad \exp(v_{A3}) = \lambda_T - \frac{0,17}{0,01} \cdot \mu_1^T - \frac{0,49}{0,01} \cdot \mu_3^T - \frac{1}{0,01} \cdot \kappa_2$$

$$(TB) \quad 0,19 \cdot v_{A1} + 0,8 \cdot v_{A2} + 0,01 \cdot v_{A3} - 8 = 0$$

$$(AB1) \quad -0,61 \cdot v_{A1} + 0,79 \cdot v_{A2} - 0,18 \cdot v_{A3} - 1 \geq 0$$

$$(AB3) \quad -0,11 \cdot v_{A1} + 0,6 \cdot v_{A2} - 0,49 \cdot v_{A3} + 2 \geq 0$$

$$(MB1) \quad -v_{A1} + v_{A2} \geq 0$$

$$(MB2) \quad -v_{A2} + v_{A3} \geq 0$$


---

Zusätzlich müssen alle komplementären Schlupfbedingungen erfüllt sein. Da im Second-best-Problem das optimale Entlohnungsschema für  $a_2$  stückweise fällt, kann weder  $\mu_1^T = \mu_3^T = 0$  noch  $\kappa_1 = \kappa_2 = 0$  gelten.

- Um zu überprüfen, welche Lagrangemultiplikatoren strikt positiv sind, nehmen wir zuerst  $\kappa_1 > 0$  an. Daraus resultiert  $v_{A1} = v_{A2}$ . Aus der Anreizbedingung (AB1) ergibt sich dann  $0,18 \cdot v_{A2} - 0,18 \cdot v_{A3} - 1 \geq 0$ . Dies impliziert  $v_{A2} > v_{A3}$  und steht im Widerspruch zur Monotoniebedingung (MB2). Also folgt  $\kappa_1 = 0$  und  $\kappa_2 > 0$ , d. h.  $v_{A1} < v_{A2}$  und  $v_{A2} = v_{A3}$ .

- Nun nehmen wir  $\mu_3^T > 0$  an. Aus der Anreizbedingung (AB3) mit  $v_{A2} = v_{A3}$  ergibt sich  $-0,11 \cdot v_{A1} + 0,11 \cdot v_{A2} + 2 = 0$ . Dies impliziert  $v_{A2} < v_{A1}$  und steht im Widerspruch zur Monotoniebedingung (MB1). Also folgt  $\mu_3^T = 0$ . Da eine Anreizbedingung restriktiv sein muß, resultiert  $\mu_1^T > 0$ . Deshalb und wiederum wegen  $v_{A2} = v_{A3}$  ergibt sich aus der Teilnahmebedingung (TB) und der Anreizbedingung (AB1)  $v_{A1} = 6,672$  und  $v_{A2} = v_{A3} = 8,311$ .
- Insgesamt folgen für das Aktivitätsniveau  $a_2$  die Werte  $\lambda_T = 3.447,07$ ,  $\mu_1^T = 827,59$ ,  $\mu_3^T = 0$ ,  $\kappa_1 = 0$  und  $\kappa_2 = 155,20$ .

Damit sind alle Kuhn-Tucker-Bedingungen erfüllt. Für das optimale Third-best-Entlohnungsschema gilt  $\tilde{t}_A(z_1; a_2) = 790,08$  und  $\tilde{t}_A(z_2; a_2) = 4.070,31$ . Daraus resultiert der Erwartungsnutzen  $E_{a_2}(\tilde{t}_P(Z; a_2)) = 222,93 < 278,34$ . Also folgt  $A_T = \{a_1\}$ . Die Monotonisierung verhindert daher die Optimalität des Anstrengungsniveaus  $a_2$ . Die nachstehende Tabelle gibt eine Übersicht.

	first-best	second-best	third-best
optimales Anstrengungsniveau	$a_2$	$a_2$	$a_1$
zugehörige Lagrangemultiplikatoren der Teilnahmebedingung	2.980,96	3.106,49	1.096,63
Erwartungsnutzen des Prinzipals	689,04	563,51	278,34

Die parametrisierte Verteilung macht dieses Ergebnis nachvollziehbar: Für das Anstrengungsniveau  $a_2$  besitzt der Rückfluß  $z_2$  eine sehr hohe Eintrittswahrscheinlichkeit, der Rückfluß  $z_3$  jedoch eine sehr kleine Eintrittswahrscheinlichkeit. Um den Agenten zur Aktivität  $a_2$  zu motivieren, erhält er im Second-best-Optimum bei  $z_2$  eine hohe Entlohnung, bei  $z_3$  jedoch eine besonders niedrige. Dies ist im Third-best-Fall nicht mehr möglich. Deshalb muß der Prinzipal dem Agenten hier einen unnötig hohen Betrag zahlen, falls der Rückfluß  $z_3$  realisiert wird. Damit geht die Optimalität des Anstrengungsniveaus  $a_2$  verloren.

Zum Abschluß dieses Beispiels untersuchen wir noch die Kovarianz zwischen einem Third-best-Entlohnungsschema und dem Rückfluß:

$$\begin{aligned}
 (20) \quad & \text{Cov}_{a_T}(t_A^T(Z; a_T), Z) \\
 &= \sum_{i=1}^k p_i(a_T) (z_i - \mathbb{E}_{a_T}(Z)) \left( \sum_{j=1}^m \mu_j^T \left( 1 - \frac{p_i(a_j)}{p_i(a_T)} \right) + \frac{\kappa_{i-1} - \kappa_i}{p_i(a_T)} \right) \\
 &= \sum_{j=1}^m \mu_j^T \sum_{i=1}^k z_i (p_i(a_T) - p_i(a_j)) + \sum_{i=1}^k z_i (\kappa_{i-1} - \kappa_i) \\
 &\quad - \mathbb{E}_{a_T}(Z) \sum_{j=1}^m \mu_j^T \underbrace{\sum_{i=1}^k (p_i(a_T) - p_i(a_j))}_{=0} - \mathbb{E}_{a_T}(Z) \underbrace{\sum_{i=1}^k (\kappa_{i-1} - \kappa_i)}_{=0} \\
 (21) \quad &= \sum_{j=1}^m \mu_j^T (\mathbb{E}_{a_T}(Z) - \mathbb{E}_{a_j}(Z)) + \sum_{i=1}^{k-1} \underbrace{(z_{i+1} - z_i)}_{>0} \underbrace{\kappa_i}_{\geq 0}.
 \end{aligned}$$

Der linke Summenausdruck entspricht der Kovarianz im Second-best-Fall. Die rechte Summe enthält die Lagrangemultiplikatoren der Monotoniebedingungen. Dieser Ausdruck ist nicht negativ. Durch die Monotoniebedingungen wird das Entlohnungsschema gleichsam aufgerichtet und die Kovarianz ceteris paribus größer. Jedoch muß beachtet werden, daß sich die Lagrangemultiplikatoren der Teilnahme- und Anreizbedingungen beim Übergang vom Second-best- auf den Third-best-Fall ändern können. Eine analoge Aussage gilt für den Lagrangemultiplikator der Teilnahmebedingung beim Übergang vom First-best- zum Second-best-Fall.

### VII. Fazit

Im diskreten einperiodigen Prinzipal-Agent-Modell haben wir folgende drei Fälle betrachtet:

1. Im klassischen First-best-Fall schreibt der Prinzipal dem Agenten im Arbeitsvertrag ein Aktivitätsniveau vor, das seinen Erwartungsnutzen maximiert. First-best-Entlohnungsschema und Anteil des Prinzipals am Rückfluß besitzen folgende Eigenschaften: Beide sind streng wachsend im Rückfluß, wenn sich Prinzipal und Agent strikt risikovers verhalten. Ist einer der Akteure risikoneutral, trägt er das gesamte Risiko. Also erhält der Kontraktpartner eine konstante Zahlung. Zudem sind die Allokationen eindeutig. Die Eindeutigkeit geht verloren, wenn Prinzipal und Agent risikoneutral sind. Unabhängig von der Risikoeinstellung der Akteure sorgt jede Allokation für eine uneingeschränkt paretoeffiziente Risikoteilung.
2. Im ebenfalls klassischen Second-best-Fall tritt die Motivationsfunktion stärker in den Vordergrund. Im allgemeinen führt sie dazu, daß

die Risikoteilung nur noch eingeschränkt paretoeffizient erfolgt. Dadurch wird das Wohlfahrtsniveau der Organisation bestehend aus Prinzipal und Agent gesenkt.

Setzt man einen risikoneutralen Prinzipal voraus, liegt eine eingeschränkt paretoeffiziente Risikoteilung genau dann vor, wenn das minimale Aktivitätsniveau nicht zu den Second-best-Aktivitätsniveaus zählt. Daher trägt der Agent einen Teil des Risikos. Daraus resultiert ein Wohlfahrtsverlust. Gleichzeitig erweist sich das Motivationsproblem niemals als derart gravierend, daß ein Second-best-Optimum denkbar ist, in dem der Agent das gesamte Risiko übernimmt.

Selbst bei Beschränkung auf einen risikoneutralen Prinzipal kann über den Verlauf eines Second-best-Entlohnungsschemas nur gesagt werden, daß es konstant verläuft oder an mindestens einer Stelle steigt. Deshalb treten in manchen Situationen abschnittsweise fallende Second-best-Entlohnungsschemata auf. Diese Fälle sind dadurch gekennzeichnet, daß der Prinzipal den Agenten zu einer Second-best-Aktivität motivieren möchte, die mit großer Wahrscheinlichkeit einen mittleren Rückfluß induziert.

3. Abschließend haben wir den Fall untersucht, in dem abschnittsweise fallende Entlohnungsschemata nicht zulässig sind. Diese Situation nennen wir einen Third-best-Fall. Fällt für ein Third-best-Aktivitätsniveau das eingeschränkt paretoeffiziente Entlohnungsschema des Second-best-Falls, ergibt sich ein zusätzlicher Wohlfahrtsverlust. Diese Wohlfahrtseinbuße resultiert aus der Tatsache, daß eine künstliche Monotonisierung des Entlohnungsschemas dessen Anreizwirkung mindert. Zudem zahlt der Prinzipal dem Agenten bei größeren Rückflüssen tendenziell ein zu hohes Gehalt. Beides zusammen kann dazu führen, daß ein Third-best-Aktivitätsniveau nicht second-best-optimal ist.

Tabelle 1 gibt eine Übersicht bei risikoneutralem Prinzipal.

Tabelle 1  
Zusammenfassung für einen risikoneutralen Prinzipal

Eigenschaften	First-best-Fall	Second-best-Fall	Third-best-Fall
Teilnahmebedingung	restriktiv	restriktiv	restriktiv
Anreizbedingung	-	restriktive Anreizbedingungen, wenn die betrachtete Anstrengung nicht minimal ist	vgl. Second-best-Fall
Monotoniebedingung	-	-	restriktive Monotoniebedingungen, wenn das entsprechende Second-best-Entlohnungsschema abschnittsweise fällt; dann muß es auch restriktive Anreizbedingungen geben
verifizierbare Variablen	Rückfluß und Aktivität	Rückfluß	Rückfluß
Aufgabe des Entlohnungsschemas	Risikoteilung	Risikoteilung und Motivation	Risikoteilung und Motivation
Risikoteilung	uneingeschränkt paretoeffiziente Risikoteilung	eingeschränkt paretoeffiziente Risikoteilung, wenn das betrachtete Aktivitätsniveau nicht minimal ist; sonst wie im First-best-Fall	fällt das eingeschränkt paretoeffiziente Entlohnungsschema des Second-best-Falls abschnittsweise, liegt weder uneingeschränkt noch eingeschränkt paretoeffiziente Risikoteilung vor; sonst wie im Second-best-Fall
Wohlfahrtsverlust	-	Wohlfahrtsverlust, wenn die minimale Aktivität nicht second-best-optimal ist	größerer Wohlfahrtsverlust, wenn restriktive Monotoniebedingungen vorliegen
Verlauf des Entlohnungsschemas	konstant oder streng wachsend	konstant oder an einer Stelle streng wachsend	wachsend

## Literatur

Borch, K. (1960): The Safety Loading of Reinsurance Premiums, *Skandinavisk Aktuarietidskrift* 43, S. 163–184. – Gillenkirch, R. (1997): Gestaltung optimaler Anreizverträge, Wiesbaden. – Grossmann, J./Hart, O. D. (1983): An Analysis of the Principal-Agent Problem, *Econometrica* 51, S. 7–45. – Holmström, B. (1979): Moral Hazard and Observability, *Bell Journal of Economics* 10, S. 74–91. – Innes, R. D. (1990): Limited Liability and Incentive Contracting with Ex-ante Action Choices, *Journal of Economic Theory* 52, S. 45–67. – Jewitt, I. (1988): Justifying the First-Order Approach to Principal-Agent Problems, *Econometrica* 56, S. 1177–1190. – Kreps, D. M. (1990): A Course in Microeconomic Theory, New York u. a. – Macho-Stadler, I./Pérez-Castrillo (1997): An Introduction to the Economics of Information: Incentives and Contracts, Oxford u. a. – Mangasarian, O. L. (1969): Nonlinear Programming, New York u. a. – Mirrlees, J. A. (1976): The Optimal Structure of Incentives and Authority within an Organization, *Bell Journal of Economics* 7, S. 105–131. – Rasmusen, E. (1994): Games and Information, 2. Aufl., Cambridge. – Rees, R. (1987): The Theory of Principal and Agent, Part 1, in: Hey, J. D./Lambert, P. J. (Hrsg.): *Surveys in the Economics of Uncertainty*, Oxford, S. 49–69. – Rogerson, W. P. (1985): The First-Order Approach to Principal-Agent Problems, *Econometrica* 53, S. 1357–1367. – Ross, A. (1973): The Economic Theory of Agency: The Principal's Problem, *American Economic Review* 63, S. 134–139. – Spremann, K. (1987): Agent and Prinzipal, in: Bamberg, G./ Spremann, K. (Hrsg.): *Agency Theory, Information, and Incentives*, Berlin, S. 3–37. – Terberger, E. (1994): *Neo-institutionalistische Ansätze: Entstehung und Wandel*, Wiesbaden. – Varian, H. R. (1992): *Microeconomic Analysis*, 3. Aufl., New York u. a.

## Zusammenfassung

### Prinzipal-Agent-Beziehung: First-best, second-best und third-best

Der Beitrag betrachtet das klassische Prinzipal-Agent-Problem in diskreter Formulierung. Im Vordergrund steht dabei die Monotonie des Entlohnungsschemas. Ein Ziel stellt eine Übersicht über Bedingungen dar, die im Second-best-Fall wachsende Entlohnungsschemata gewährleisten. Selbst bei Beschränkung auf einen risikoneutralen Prinzipal kann über den Verlauf eines Second-best-Entlohnungsschemas im allgemeinen nur gesagt werden, daß es konstant verläuft oder an mindestens einer Stelle steigt. Deshalb treten in manchen Situationen abschnittsweise fallende Second-best-Entlohnungsschemata auf.

Sind abschnittsweise fallende Entlohnungsschemata nicht zulässig (Third-best-Fall), ergibt sich ein Wohlfahrtsverlust aus der Tatsache, daß eine künstliche Monotonisierung des Entlohnungsschemas dessen Anreizwirkung mindert. Zudem zählt der Prinzipal dem Agenten bei größeren Rückflüssen tendenziell ein zu hohes Gehalt. (JEL D 82)

## Summary

### **Relationship between Principal and Agent: First-best, Second-best and Third-best**

This contribution discusses in discreet language the classical relationship between principal and agent. It focuses on the pay-scale monotony. One of this contribution's aims is to give a synopsis of the conditions that would ensure pay rises in second-best cases. The fact that the discussion focuses on risk-neutral principals only permits the general statement that second-best pay-scales either remain constant or point upward in at least one respect. This explains why second-best pay-scales dropping section-wise are characteristic of certain situations.

Where second-best pay-scales dropping section-wise are not permissible (third-best cases) the result is a loss in prosperity on account of the fact that any artificial pay-scale monotonisation reduces its stimulating effect. Moreover, the salaries principals pay their agents tend to be on the high side in the case of major back-flows.

## Résumé

### **Relations mandant-mandataire: first-best, second-best et third-best**

L'article considère le problème classique du mandant-mandataire, formulé de façon discrète; la monotonie du schéma de rémunération y est mise en évidence. On y présente entre autres une vue générale des conditions qui garantissent des schémas de rémunération croissante dans le cas du second-best. Même en se limitant à un mandant neutre par rapport au risque, on peut seulement dire en général sur le déroulement d'un schéma de second-best qu'il évolue de manière constante ou qu'il croît au moins à un endroit. C'est pourquoi, il y a dans certaines situations des sections de schémas de rémunération décroissante.

Lorsque des schémas de rémunération en partie décroissante ne sont pas admis (cas du third-best), il en résulte une perte du bien-être parce qu'une monotonisation artificielle du schéma de rémunération réduit son effet d'incitation. En outre, le mandant paie au mandataire des honoraires tendentiellement plus élevés lorsqu'il y a de plus grands reflux.