

## **Agency-Beziehungen und Kontrakt-Design: Problem, Lösung, Beispiel**

Von Ralf Edelmann\*, Hellmuth Milde\*  
und Pierre Weimerskirch\*, Trier und Wiesbaden

### **I. Einleitung**

Der Gesamtbereich „Finanzierung“ wird an englischsprachigen Universitäten und Management-Schulen in drei Teilbereiche zerlegt: „investments“, „corporate finance“, „financial institutions“. Bis vor wenigen Jahren bestanden hinsichtlich der Analysemethode tiefgreifende Diskrepanzen. Die ersten beiden Bereiche, also Anlage- und Finanzierungsentscheidungen, wurden auf der Grundlage des Kapitalmarktmodells analysiert. Der dritte Teilbereich, das Verhalten von Finanzinstitutionen, war lediglich eine Beschreibung und Systematisierung von beobachtbaren Prozessen und Organisationsformen. Diese Zweiteilung ist aus heutiger Sicht nicht überraschend. Ausgehend von sehr engen Annahmen über die Eigenschaften von Finanzmärkten gelangte man mit Hilfe der Kapitalmarkt-Theorie zu Ergebnissen, die u.a. durch diverse Separations- und Irrelevanztheoreme charakterisiert waren. Eine wichtige Implikation dieser Theoreme besteht darin, daß unterschiedliche Finanzierungs- oder Kapitalstrukturen für den Marktwert einer Unternehmung bedeutungslos sind. Ferner kam man zu dem Ergebnis, daß Finanzinstitutionen völlig überflüssig sind; im „Do-it-yourself“-Verfahren können identische Resultate erzielt werden. Da man aber die Modellimplikationen einerseits sowie die beobachtbare Existenz sehr unterschiedlicher Finanzierungs- und Kapitalstrukturen andererseits nicht ignorieren konnte, flüchtete man sich in die oben erwähnte Zweigleisigkeit der Analyse. Man sah keine Möglichkeit, die Diskrepanz zwischen Theorie und Praxis zu überbrücken. Heute ist man übereinstimmend der Meinung, die sehr heroische Annahme der symmetrischen Informationsverteilung im Kapitalmarktmodell sei der zentrale Grund für das Methoden-

---

\* Wir bedanken uns bei den anonymen Gutachtern für wertvolle Hinweise. Die finanzielle Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft wird dankend anerkannt.

vielerlei gewesen. Offensichtlich wird aber die Situation auf Finanzmärkten wesentlich besser beschrieben, wenn man eine asymmetrische Informationsverteilung unterstellt. Im vorliegenden Beitrag soll der Zusammenhang zwischen der Natur der Informationsverteilung und dem Verhalten von Entscheidungsträgern analysiert werden.

Der Modellrahmen, der von Informationsasymmetrie der beteiligten Parteien ausgeht, heißt Agency-Theorie. Die Agency-Theorie analysiert mit dieser Informationsannahme einen speziellen Typ von Entscheidungsprozessen. Die Besonderheit besteht darin, daß die Entscheidungskonsequenzen nicht nur vom Entscheidungsträger, sondern auch von anderen Individuen getragen werden müssen. Nach *Arrow* (1985) unterscheidet man zwei Typen von Agency-Problemen. Sie werden unter den Schlagworten „hidden information“ und „hidden action“ klassifiziert.

Bei Modellen vom Typ „hidden information“ geht es um Identifikationsprobleme. Sie stellen die partielle Unbeobachtbarkeit transaktionsrelevanter Güter- oder Faktoreigenschaften in den Mittelpunkt der Analyse. Die Informationsdiskrepanz kann vor oder nach Abschluß des Geschäftsvertrages entstehen. Deshalb wird dieser Ansatz noch einmal in zwei Untergruppen zerlegt. Im ersten Unterfall, auch „adverse selection“ genannt, verfügt der eine Partner schon vor Kontraktabschluß über wichtige Detailkenntnisse, die dem anderen Partner unbekannt sind. Im zweiten Unterfall macht der eine Partner nach Vertragsabschluß neue Beobachtungen über vertragsrelevante Qualitätsaspekte; diese neuen Informationen werden dem Vertragspartner aber systematisch verschwiegen. Das Design wahrheitsinduzierender Kontrakte ist Gegenstand der „Hidden-Information“-Modelle.

Bei Modellen vom Typ „hidden action“ oder „moral hazard“ sind Anreizprobleme die Untersuchungsgegenstände. Das einfachste Agency-Modell umfaßt typischerweise zwei Beteiligte: den Prinzipal und den Agenten. Ein Prinzipal delegiert seine Entscheidungsbefugnis an einen Agenten mit der Auflage, ein bestimmtes Projekt durchzuführen. Die Aktionen des Agenten sind aber nach der Delegationsentscheidung nicht mehr beobachtbar oder nicht kostenlos überprüfbar. Deshalb nutzt der Agent seinen Freiraum für Entscheidungen, die nur seinen persönlichen Interessen Rechnung tragen. Die subjektiven Zielvorstellungen der beiden Partner sind durch einen offensichtlichen Interessenkonflikt gekennzeichnet: Der Prinzipal wünscht vom Agenten einen hohen Arbeitseinsatz; der Agent versucht, seinen Einsatz so gering wie möglich zu halten.

Innerhalb jeder Prinzipal-Agenten-Beziehung führt das gleichzeitige Auftreten von Interessenkonflikt und Informationsasymmetrie zu Koordinationsproblemen und Reibungsverlusten, die als Agency-Kosten bezeichnet werden. Diese Kosten können durch ein anreizkompatibles Kontrakt-Design in erträglichen Grenzen gehalten werden. Durch Sanktionen oder Belohnungen soll der Agent veranlaßt werden, im Sinne des Prinzipals zu handeln. Eine „First-best“-Lösung wie bei Informationsasymmetrie kann – bis auf einen sehr speziellen Fall – jetzt nicht mehr erreicht werden. Die zweitbeste Lösung ist dadurch charakterisiert, daß die Agency-Kosten so stark wie nur irgend möglich reduziert werden.

Im vorliegenden Beitrag beschäftigen wir uns mit Modellen vom Typ „hidden action“. Wir erklären das Agency-Problem anhand des Standardfalles aus der englischsprachigen Literatur; vgl. dazu etwa *Ross* (1973), *Jensen/Meckling* (1976), *Harris/Raviv* (1979), *Holmström* (1979), *Grossman/Hart* (1983), *Gravelle/Rees* (1992) oder *Mas-Colell/Whinston/Green* (1995). Darstellungen, die ebenfalls diesen Literaturvorlagen folgen, findet man heute auch in vielen deutschsprachigen Lehrbüchern. Allerdings werden dort die Lösungseigenschaften nie im Detail diskutiert. Unser Beitrag will diese Lücke schließen. Wir konzentrieren uns auf die Diskussion der Klasse von Dichtefunktionen, die für eine Lösung zulässig sind. Dabei spielen die Eigenschaften der „Stochastischen Dominanz“, der „likelihood ratio“ sowie der „monotone likelihood ratio property“ eine wichtige Rolle. Nur wenn man Sinn und Zweck dieser Eigenschaften richtig verstanden hat, ist man in der Lage, eine Analyse für analoge Entscheidungssituationen auch selbständig durchzuführen. Als weitere Anwendungsfälle bieten sich etwa Marketing-Entscheidungen geradezu an, vgl. beispielsweise *Bergen/Dutta/Walker* (1992). Es soll ferner erwähnt werden, daß die erste deutschsprachige Analyse von Anreizproblemen von *Laux* (1972) stammt; Laux war seiner Zeit weit voraus.

Der abschließende Hinweis soll demonstrieren, daß nicht nur Fachökonom etwas von Agency-Theorie verstehen; Leo Tolstoi hat schon 1877 die Grundidee mit höchster Klarheit beschrieben. Im dritten Teil seines Romans „Anna Karenina“ wird von einem Kurzbesuch des Landwirtes Kostja Lewin bei einem alten Gutsbesitzer in der Nachbarschaft erzählt. Da der Wohlstand auf dessen Hof – im Vergleich zu seinem eigenen – augenfällig ist, fragt Lewin nach Organisationsdetails. Er erfährt zu seinem Erstaunen, daß nicht mit Lohnarbeitern gewirtschaftet wird; die landwirtschaftlichen Arbeitskräfte erhalten hier einen Gewinnanteil. In einem Selbstgespräch faßt Lewin später seine Gedanken zusammen (Abschnitt 28): „Stellen Sie sich vor, daß ... Ihre Wirtschaft so geführt

wird wie bei diesem alten Bauern, daß Sie ein Mittel gefunden hätten, die Arbeiter am Erfolg der Arbeit zu interessieren ... – dann würden Sie ... zweimal oder dreimal soviel ernten wie früher. Teilen Sie diesen Ertrag und geben Sie den Arbeitern die Hälfte; der Rest, der für Sie übrigbleibt, wird größer sein als früher, und auch die Arbeiter werden mehr bekommen.“ Die Genauigkeit dieser Analyse ist beeindruckend.

Unser Artikel ist folgendermaßen aufgebaut: In Abschnitt II werden wir zunächst die Bestandteile des Modells vorstellen. Danach wird gezeigt, wie die Teile zusammengesetzt und wie die Lösungen ermittelt werden können (Abschnitte III und IV). Dabei legen wir, wie gesagt, besonderen Wert auf die Diskussion der Eigenschaften der zulässigen Dichtefunktionen. In Abschnitt V demonstrieren wir die Anwendung des theoretischen Konzeptes anhand eines konkreten Beispiels. Hier erläutern wir den Fall der erfolgsorientierten Managerentlohnung.

## II. Das Grundmodell

### 1. Annahmen und Timing

Im vorliegenden Abschnitt diskutieren wir das Standard-Modell in enger Anlehnung an Ross (1973), Holmström (1979), Gravelle/Rees (1992) oder Mas-Colell/Whinston/Green (1995). Folgende Annahmen mögen gelten:

- A1** Wir betrachten ein Einperioden-Modell mit zwei Entscheidungsträgern: Prinzipal und Agent.
- A2** Der Prinzipal stellt den Agenten ein, um eine genau definierte Aufgabe durchzuführen.
- A3** Wir bezeichnen mit  $A$  die Menge aller potentiellen Aktionsmöglichkeiten des Agenten.  $a$  stellt ein Element aus der Menge  $A$  dar. Oft wird  $a$  als Arbeitseinsatz oder „input“ bezeichnet. Unter bestimmten Bedingungen ist  $a$  nicht beobachtbar.
- A4** Wir bezeichnen mit  $\Theta$  die Menge aller stochastischen Umweltzustände.  $\theta$  stellt ein Element aus der Menge  $\Theta$  dar. Die Dichtefunktion für  $\theta$  ist allgemein beobachtbar und damit bekannt.
- A5** Das Ergebnis  $x : A \times \Theta \rightarrow I$  ist eine Zufallsvariable, die simultan von den beiden Größen  $a$  und  $\theta$  bestimmt wird. Hierbei ist  $I$  als das Intervall  $[\underline{x}, \bar{x}] \subset \mathbb{R}$  definiert. Oft wird  $x$  als „cash flow“ oder „output“ bezeichnet.

- A6** Für seinen Input  $a$  erhält der Agent als Lohn einen Teil vom Output  $x$ . Die Menge aller denkbaren Entlohnungsfunktionen heißt  $W$ . Ein Element aus  $W$  wird mit  $w$  bezeichnet. Dabei ist  $w$  von  $x$  abhängig, also eine Funktion  $w : I \rightarrow IR$ ;  $w$  wird oft auch als Teilungsregel bezeichnet.
- A7** Die Teilungsregel oder Entlohnungsfunktion  $w$  wird vom Prinzipal festgelegt. Dabei weiß er mit Sicherheit, wie der Agent mit seinem Input  $a$  auf Änderungen von  $w$  reagiert.
- A8** Der Prinzipal ist risikoneutral. Seine Zielgröße ist der Erwartungswert des Nettoertrages. Der Nettoertrag ist die Differenz aus  $x$  und  $w(x)$ . Der relevante Erwartungswert lautet:  $E[x - w(x)]$ . Die Modifikationen bei Risikoaversion des Prinzipals werden kurz angesprochen.
- A9** Der Agent ist risikoavers. Er orientiert sich am Erwartungsnutzen  $E(U)$ . Seine allgemein bekannte Nutzenfunktion  $U(\cdot)$  enthält die Entlohnung  $w(x)$  und den Arbeitseinsatz  $a$  als Argumente:  $U(w(x), a)$ . Die Eigenschaften werden unten näher erläutert.

Der zeitliche Ablauf des Modells läßt sich folgendermaßen beschreiben:

- T1** Der Prinzipal spezifiziert den Kontrakt  $w(x)$ .
- T2** Der Agent entscheidet sich für eine Aktion  $a$ .
- T3** Der Umweltzustand  $\theta$  wird realisiert.
- T4** Der Output  $x$  wird beobachtet.
- T5** Die Zahlungen werden wie vereinbart geleistet.

Es soll darauf hingewiesen werden, daß andere Zeitmuster zu ganz anderen Lösungen führen. Generell ist die Sensitivität der Ergebnisse auf Veränderungen der Annahmen bei Agency-Modellen sehr groß.

## 2. Entscheidungssituation

Die zentrale Idee bei Modellen vom Typ „hidden action“ kann folgendermaßen beschrieben werden. Das Verhalten des Agenten kann nicht direkt gesteuert werden, weil es unbeobachtbar ist. Dennoch reagiert der Agent sehr systematisch auf Anreize und Bedingungen, die vom Prinzipal gesetzt werden. Der Prinzipal muß dann die Dosierung seiner Anreize so bemessen, daß der Agent indirekt induziert wird, die Ziele des Prinzipals zu erfüllen. Man spricht von Anreizstrukturen, die „self-enforcing“ sind.

Analytisch handelt es sich um ein zweistufiges Entscheidungsproblem: Zunächst ermittelt der Prinzipal für jede Aktion des Agenten die optimale Entlohnungsfunktion. Aus der Gesamtheit dieser optimalen Entlohnungsfunktionen wählt der Prinzipal im zweiten Schritt jene aus, die seinen Nettoertrag maximiert.

Die Zielfunktion des Prinzipals soll noch etwas genauer betrachtet werden. Da der Prinzipal nicht unmittelbar eine bestimmte Aktion des Agenten festlegen kann, besteht sein Entscheidungsproblem, wie gesagt, darin, die optimale Entlohnungsfunktion zu bestimmen. Die gesuchte anreizkompatible Entlohnungsfunktion garantiert, daß der Agent genau jene Aktion wählt, die der Prinzipal wünscht. Der Prinzipal fixiert somit die Aktion des Agenten indirekt über die Steuerung einer optimalen Entlohnungsfunktion. Seine Zielfunktion lautet:

$$(1) \quad \text{Max}_{w(x)} E_{\theta, a} [(x - w(x))].$$

Da jedoch auch die Interessen des Agenten berücksichtigt werden müssen, kann der Prinzipal seine Zielfunktion nur unter bestimmten – auf der Zielfunktion des Agenten basierenden – Nebenbedingungen maximieren. Bei Informationsasymmetrie existieren die Kooperationsbedingung und die Anreizbedingung. Beide werden nun näher analysiert.

Die Kooperations-, Rationalitäts- oder Teilnahmebedingung geht davon aus, daß dem Agenten alternative Verdienstmöglichkeiten offenstehen. Er muß mit der Beschäftigung bei dem von uns betrachteten Prinzipal mindestens das Alternativeinkommen verdienen. Dieses Einkommen ist im Modell seiner Höhe nach exogen gegeben; der zugehörige Reservationsnutzen  $u_0$  ist damit auch ein exogen gegebenes Modelldatum. Die erste Nebenbedingung lautet:

$$(2) \quad E_{\theta} [U(w(x), a)] \geq u_0.$$

Ferner gilt es, die Anreiz- oder Anreizkompatibilitätsbedingung zu beachten. Ausgangspunkt ist dabei die Handlungsfreiheit des Agenten, die optimale Aktion  $a$  völlig selbständig festzulegen. Die tatsächliche  $a$ -Wahl ist also das Ergebnis der Optimierungsüberlegung des Agenten. Allgemein gesprochen handelt es sich um eine traditionelle Bedingung erster Ordnung für ein Maximum. Bezeichnen wir (zur Terminologie siehe *Holmström* (1979)) mit „argmax“ diejenige Menge von Aktionen, die den dahinterstehenden Erwartungswert maximiert, so lautet die zweite Nebenbedingung:

$$(3) \quad a \in \arg \max_{a^* \in A} E_{\theta} [U(w(x), a^*)].$$

Beide Bedingungen müssen vom Prinzipal bei der Auswahl seiner Entlohnungsfunktion berücksichtigt werden: Der Agent legt laut (3) seinen individuellen Optimalwert  $a^*$  fest und muß dabei laut (2) mindestens den Reservationsnutzen verdienen. Mit der Wahl der Entlohnungsfunktion werden zwei Probleme simultan gelöst: Es werden einerseits die Arbeitsanreize festgelegt, und es wird andererseits die Risikoverteilung geregelt. Jede Entlohnungsfunktion hat somit neben einer Risikoaufteilungs-Aufgabe auch noch die Anreiz-Aufgabe. Das Problem, das hier gelöst werden muß, ist eine optimale Abstimmung zwischen Anreiz-Kompatibilität und Risikoallokation.

Prinzipal und Agent haben ein Interesse daran, daß die Entlohnungsfunktion das Kriterium der Pareto-Optimalität erfüllt. Eine Pareto-optimale Situation garantiert, daß weder der Prinzipal noch der Agent seine Zielvariable ohne Zieleinbuße des anderen Partners vergrößern kann. Das Konzept der Pareto-Optimalität gilt natürlich für jede Art von Informationsverteilung. Bei Informationssymmetrie erhält man die schon oben erwähnte „First-best“-Lösung. Diese Lösung bezieht sich also auf Situationen, wo alle relevanten Variablen kostenlos beobachtbar und überprüfbar sind. Der Prinzipal weiß mit Sicherheit, welche Aktion vom Agenten gewählt wird. Wir werden diesen Fall in Abschnitt III kurz besprechen. Man verfügt damit über ein Referenzmodell, das zu Vergleichszwecken herangezogen werden kann.

Bei asymmetrischer Informationsverteilung ist jedoch die „First-best“-Lösung – bis auf einen unten zu erwähnenden Ausnahmefall – nicht mehr erreichbar. Durch das „Design“ von Kontrakten, Organisationsformen und Regeln versucht man, die Asymmetriesituation zumindest teilweise zu verbessern. Die jetzt erzielbare Lösung ist allerdings nur „second best“. Diese Lösung steht im Zentrum des vorliegenden Beitrages; die Ableitungsmethode und die Eigenschaften werden in Abschnitt IV behandelt. Das ist der wichtigste Abschnitt unseres Beitrages. Wie wir sehen werden, weist die neue Lösung gegenüber der „First-best“-Lösung meßbare Wohlfahrtsverluste auf. Diese Verluste sind natürlich der fundamentalen Informationsasymmetrie „hidden action“ zuzuschreiben. Die Verluste schlagen sich in zwei Ergebnissen nieder:

- Die jetzt vom Agenten gewählte Aktion ist gegenüber der „First-best“-Lösung suboptimal;
- die daraus resultierende Allokation des Risikos erweist sich gegenüber der „First-best“-Lösung auch als suboptimal.

In den nächsten beiden Abschnitten werden wir die Optimallösungen bei Symmetrie sowie bei Asymmetrie diskutieren. Um die Lösungen so einfach wie möglich zu machen, führen wir die in der Literatur üblichen zusätzlichen Vereinfachungen ein:

- A10** Der Agent hat nur noch zwei Aktionen zur Auswahl. Er kann entweder einen hohen Arbeitseinsatz  $a_H$  oder einen niedrigen Einsatz  $a_L$  wählen. Für die Menge aller Aktionen gilt also:  $A = \{a_H, a_L\}$ .
- A11** Die Form der Dichtefunktion für das Zufallsergebnis  $x$  hängt parametrisch vom Aktionsparameter  $a$  ab; man spricht von der „likelihood function“  $f(x; a)$ . Je nach der Wahl von  $a_H$  oder  $a_L$  gilt die Dichte  $f(x; a_H)$  oder  $f(x; a_L)$  über dem Definitionsbereich  $I$ . Zur Vereinfachung bezeichnen wir die beiden Dichtefunktionen mit  $f_H(x)$  und  $f_L(x)$ . Beide Funktionen sind allgemein bekannt.
- A12** Für die zu den Dichtefunktionen  $f_H(x)$  und  $f_L(x)$  gehörenden Verteilungsfunktionen  $F_H(x)$  und  $F_L(x)$  gilt:  $F_H(x)$  dominiert  $F_L(x)$  im Sinne der „Stochastischen Dominanz erster Ordnung“, abgekürzt „FOSD“.
- A13** Die Nutzenfunktion  $U(w(x), a)$  des Agenten ist additiv zerlegbar. Dabei werden mit  $u(w(x))$  der Konsumnutzen aus der Einkommensverwendung und mit  $d(a)$  das „Arbeitsleid“ (disutility) des Agenten bezeichnet:  $U = u(w(x)) - d(a)$  mit  $u' > 0$ ,  $u'' < 0$ ,  $d' > 0$  und  $d'' > 0$ .

Diese vier Vereinfachungen ergänzen die Annahmen A3, A4, A5 und A9, die oben in II.1 besprochen wurden. In den nächsten beiden Abschnitten III und IV stellen wir die Problemlösungen vor. Zunächst diskutieren wir den Fall mit Informationssymmetrie. Danach gehen wir zum Fall mit Informationsasymmetrie über.

### III. Die Problemlösung bei symmetrischer Information

#### 1. Die Optimalbedingung

Laut A10 steht dem Agenten eine diskrete Anzahl von Aktionsmöglichkeiten, nämlich  $a_H$  und  $a_L$ , zur Verfügung. Wie schon vorher erwähnt, ergibt sich sowohl im Fall mit symmetrischer als auch asymmetrischer Information ein Lösungsmuster, das aus zwei Schritten besteht. Es ist zunächst sowohl für  $a_H$  als auch  $a_L$  die optimale Entlohnungsfunktion zu bestimmen. (Wir bezeichnen im folgenden eine feste Aktion als  $\hat{a}$ .)



Danach muß untersucht werden, bei welcher der beiden Möglichkeiten ( $a_H$  oder  $a_L$ ) der Prinzipal seinen Nettoertrag maximiert.

Wenn zwischen dem Prinzipal und dem Agenten keine Informationsasymmetrie herrscht, liegt ein Sonderfall vor: Es existieren kein Vertrauensproblem und kein Konfliktpotential. Der Prinzipal kann die Aktion des Agenten kostenlos beobachten und somit dem Agenten aus seiner Hierarchie-Position eine bestimmte Aktion befehlen. Formal gesehen entfällt also die zweite Nebenbedingung (3); der Prinzipal muß lediglich berücksichtigen, daß der Agent seinen Reservationsnutzen erhält. Ansonsten würde der Agent nicht für ihn arbeiten. Die beiden Entscheidungsgrößen des Prinzipals im vorliegenden Sonderfall sind  $a$  und  $w(x)$ .

Im ersten Schritt unseres Lösungsmusters lautet demnach für jedes  $\hat{a} \in \{a_H, a_L\}$  die Optimierungsaufgabe:

$$(4) \quad \text{Max}_{w(x)} \int_{\underline{x}}^{\bar{x}} (x - w(x)) f(x, \hat{a}) dx$$

unter der Nebenbedingung:

$$(5) \quad \int_{\underline{x}}^{\bar{x}} (u(w(x)) f(x, \hat{a}) dx - d(\hat{a}) \geq u_0.$$

Die äquivalente Formulierung dieser Optimierungsaufgabe lautet: Maximiere für jedes  $x \in I$  und für jede feste Aktion  $\hat{a}$  die folgende Lagrange-Funktion  $L$ :

$$(6) \quad L = \int_{\underline{x}}^{\bar{x}} [(x - w(x)) f(x, \hat{a}) + \lambda (u(w(x)) - d(\hat{a}) - u_0) f(x, \hat{a})] dx.$$

Für jedes  $x \in I$  erhält man folgende Bedingungen erster Ordnung hinsichtlich  $w(x)$ :

$$(7) \quad -1 + \lambda u'(w(x)) = 0 \text{ bzw.}$$

$$(8) \quad \lambda = \frac{1}{u'(w(x))}.$$

Die ausführliche Interpretation der Bedingung (8) erfolgt im nächsten Abschnitt. Da, wie schon vorher erwähnt, weder der Prinzipal noch der Agent im Optimum seine Zielgröße verbessern kann, ohne die des ande-

ren zu verschlechtern, muß die Nebenbedingung (5) bindend sein; es gilt also  $\lambda > 0$ . Würde in (5) nicht das Gleichheitszeichen gelten, könnte der Prinzipal die Entlohnung senken, ohne daß der Agent seine Teilnahme verweigern würde. Die Bedingung zweiter Ordnung wird im vorliegenden Beitrag nicht explizit überprüft. Es wird unterstellt, daß Funktionseigenschaften gelten, welche die Erfüllung der Bedingung garantieren.

Im zweiten Schritt unseres Lösungsmusters wird nun untersucht, ob es für den Prinzipal günstiger ist,  $a_H$  oder  $a_L$  zu fordern. Formal bedeutet das einen Vergleich der beiden Ausdrücke:

$$\int_{\underline{x}}^{\bar{x}} (x - w_{a_H}^*(x))f(x, a_H) dx \quad \text{und} \quad \int_{\underline{x}}^{\bar{x}} (x - w_{a_L}^*(x))f(x, a_L) dx,$$

wobei mit  $w_{a_H}^*(x)$  und  $w_{a_L}^*(x)$  die jeweils optimale Entlohnungsfunktion bei hohem bzw. niedrigem Arbeitseinsatz des Agenten bezeichnet wird. Ist z.B. der linke Ausdruck größer als der rechte, so erhält der Prinzipal den größeren Erwartungswert aus der Kombination  $(a_H, w_{a_H}^*(x))$ . Er würde demnach einen hohen Arbeitseinsatz von dem Agenten fordern. Wegen der Beobachtbarkeit ist die Forderung bei Informationssymmetrie auch durchsetzbar. Die Entscheidung des Prinzipals hängt davon ab, ob der durch Einsatz  $a_H$  verursachte Anstieg des erwarteten Bruttoertrages die damit verbundenen höheren Lohnkosten kompensiert. Bei  $a_H$  ist das Arbeitsleid des Agenten höher; daher muß der Prinzipal eine höhere Entlohnung zahlen, um den Reservationsnutzen des Agenten und folglich seine Teilnahme zu erreichen. Diese Zusammenhänge werden anhand eines konkreten Beispiels in Abschnitt V erläutert.

## 2. Die Lösungseigenschaften

Da  $\lambda$  eine deterministische Größe ist, muß  $u'(w(x))$  in Gleichung (8) für alle  $x \in I$  konstant sein; annahmegemäß gilt ferner  $u''(\cdot) \neq 0$  (vgl. A13). Daraus folgt, daß  $u'(w(x))$  nur dann konstant sein kann, wenn  $w$  auch konstant ist. Die Entlohnungsfunktion  $w(x)$  „degeneriert“ also zu genau einer Fix-Lohn-Höhe  $w^*$ , die in allen denkbaren Umweltzuständen gezahlt wird. Die Lohnhöhe ist somit unabhängig vom stochastischen cash flow  $x$ . Wie wir vorher bereits gesehen haben, ist die Nebenbedingung (5) bindend, so daß die Höhe  $w^*$  des Fix-Lohns genau die Erreichung des Reservationsnutzens garantiert. Dieser Fix-Lohn-Kontrakt ist ein Spezialfall aus A6. Eine stochastische bzw. cash-flow-abhängige Ent-

lohnungshöhe wäre bei symmetrischer Informationsverteilung suboptimal. Mit der Zahlung einer zustandsunabhängigen Fix-Lohn-Höhe hat der Agent eine risikofreie Situation erreicht. Man kann auch sagen: Er ist vollständig gegen ungewisse Zustände versichert. Folglich muß das Gesamtrisiko ungewisser cash flows allein vom Prinzipal getragen werden, was ihm aufgrund seiner Risikoneutralität jedoch nichts ausmacht. Unter den gegebenen Annahmen – Risikoaversion des Agenten und Risikoneutralität des Prinzipals – ist dies die optimale Risikoverteilung. Dieses Ergebnis ist, wie schon angedeutet, aus Versicherungsüberlegungen bekannt: Bei Risikoneutralität der Versicherungsgesellschaft und Forderung einer fairen Versicherungsprämie wird ein risikoaverser Versicherungsnachfrager im Optimum immer vollen Versicherungsschutz wählen; eine Alternative mit Selbstbeteiligung wäre hier suboptimal (vgl. etwa *Kreps* (1990) Kapitel 3.3).

Bei vollem Versicherungsschutz entsteht jedoch das Problem der „Vollkasko“-Mentalität. Falls nämlich die Schadenshöhe von Aktionen des Versicherungsnehmers beeinflussbar ist und die Aktionen unbeobachtbar sind, wird der Versicherungsnehmer nur noch das absolute Minimum an präventiven Aktionen durchführen. Jede zusätzliche Anstrengung zur Vermeidung des Schadensfalles wäre unökonomisch. Bei einer Erdbebenversicherung ist das irrelevant; bei einer Feuerversicherung jedoch nicht. Man sieht also, daß für jeden Fall aktionsdeterminierter Schadensverläufe die Unbeobachtbarkeit der Aktionen negative Konsequenzen für den Versicherungsgeber schafft. Folglich muß der Agent durch Strafen oder Belohnungen bei seinen Aktionen so beeinflusst werden, daß für den Prinzipal möglichst gute Ergebnisse herauskommen. Das sind genau jene Anreizverträge, die wir im nächsten Abschnitt analysieren wollen.

Zuvor werden wir uns noch kurz einer wichtigen Voraussetzung der Fix-Lohn-Lösung zuwenden. Die Gleichung (8) steht und fällt mit der Annahme A8: Risikoneutralität des Prinzipals. Aufgrund seiner Risikoeinstellung hat der Prinzipal keine Einwendungen gegen die komplette Übernahme des Risikos. Das Ergebnis verändert sich natürlich dann, wenn wir abweichend von A8 auch für den Prinzipal Risikoaversion unterstellen. Wird analog zu A13 für den Prinzipal eine konkave Nutzenfunktion  $v(\cdot)$  eingeführt, dann erhält man die folgende zu (8) analoge Optimalbedingung:

$$\lambda = \frac{v'(x - w(x))}{u'(w(x))}.$$

Der Quotient auf der rechten Seite der Gleichung muß wieder gleich der deterministischen Größe  $\lambda$  sein. Der marginale Nutzen des Prinzipals wird hier für den Nettoertrag  $(x - w(x))$  kalkuliert. Da  $x$  eine Zufallsgröße ist und ferner wegen der Risikoaversion des Prinzipals jetzt  $v''(\cdot) \neq 0$  gilt, kann  $w(x)$  nicht mehr konstant bleiben. Der Agent erhält also keinen Fix-Lohn; er muß ebenso wie der Prinzipal einen Teil des Risikos tragen. Das Ergebnis ist auch intuitiv klar: Wegen seiner Risikoaversion ist der Prinzipal nicht mehr bereit, das gesamte Risiko zu übernehmen. Die optimale Risikoallokation ist dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzrate der Risikosubstitution bzw. das Verhältnis der Grenznutzen bei zwei beliebigen Cash-flow-Werten für beide Vertragspartner größengleich ist. Genau diese Eigenschaft wird durch die obige Bedingung garantiert. Am Ende des nächsten Abschnitts erörtern wir kurz den Fall beidseitiger Risikoaversion bei Informationsasymmetrie. Für die weitere Diskussion kehren wir jedoch zur Annahme der Risikoneutralität des Prinzipals zurück.

#### IV. Die Problemlösung bei asymmetrischer Information

##### 1. Die Optimalbedingung

Wenn der Prinzipal die Aktion  $a$  des Agenten nicht beobachten und nicht kontrollieren kann, ist  $a$  nicht mehr eine direkte Entscheidungsvariable des Prinzipals. Nun entscheidet der Agent selber über die konkrete Wahl seiner Aktion. Die Wahl der Entlohnungsfunktion bleibt aber nach wie vor die Aufgabe des Prinzipals. Es soll bemerkt werden, daß es in anderen Entscheidungssituationen durchaus problematisch sein kann, die Entscheidungskompetenz für die Teilungsregel – allgemeiner: die Anreizfunktion – allein beim Prinzipal zu belassen. Im vorliegenden Fall ist die Kompetenzverteilung unproblematisch. Da der Prinzipal annahmegemäß ferner die Zielfunktion seines Agenten kennt, weiß er auch über dessen Reaktionsfunktion Bescheid. Somit ist der Prinzipal durch geeignete Dosierung in der Lage, das Agenten-Verhalten in die von ihm gewünschte Richtung zu steuern; der Agent wird freiwillig die aus der Sicht des Prinzipals optimale Aktion  $a_H$  oder  $a_L$  wählen. Um dieses Ziel wirklich zu erreichen, muß der Prinzipal von der im letzten Abschnitt besprochenen „First-best“-Lösung abweichen. Der Agent erhält nicht mehr einen ergebnisunabhängigen Fix-Lohn; er muß jetzt Risiko übernehmen. Aus dem Zwang zur Risikoübernahme resultiert eine gesteigerte Agenten-Motivation zur Erhöhung seines Einsatzes. Bei höherem Einsatz

ist auch ein höherer Output zu erwarten. Mit höherem Output verdient der Agent selbst ein höheres Einkommen. Gleichzeitig profitiert der Prinzipal davon, was ja genau die Idee der Anreizkompatibilität bei der Kontraktgestaltung ist. Dennoch kann jenes Wohlfahrtsniveau, das sich beim „first-best“ einstellt – bis auf einen Ausnahmefall – nicht mehr erreicht werden. Das ist auch einleuchtend, denn wir sind jetzt mit Informationsbarrieren konfrontiert. Einige Transaktionen, die bei Informationssymmetrie problemlos durchgeführt werden können, sind jetzt blockiert. In der Regel ist das gleichbedeutend mit Wohlfahrtsverlusten. Der Rest des vorliegenden Abschnitts behandelt die Ableitung und Interpretation der „Second-best“-Lösung.

Wie schon im Fall mit symmetrischer Information müssen wir laut Lösungsmuster zunächst sowohl für  $a_H$  als auch  $a_L$  die optimale Entlohnungsfunktion bestimmen; danach ermitteln wir durch einen Vergleich der Nettoergebnisse den für den Prinzipal optimalen Kontrakt. Wir beginnen mit  $a_H$ . Möchte der Prinzipal den Agenten zur Wahl von  $a_H$  veranlassen, dann lautet die neue Optimierungsaufgabe für die Wahl der Entlohnungsfunktion:

$$(9) \quad \text{Max}_{w(x)} \int_{\underline{x}}^{\bar{x}} (x - w(x)) f_H(x) dx$$

unter den Nebenbedingungen

$$(10) \quad \int_{\underline{x}}^{\bar{x}} u(w(x)) f_H(x) dx - d(a_H) \geq u_0;$$

$$(11) \quad \int_{\underline{x}}^{\bar{x}} u(w(x)) f_H(x) dx - d(a_H) \geq \int_{\underline{x}}^{\bar{x}} u(w(x)) f_L(x) dx - d(a_L).$$

Die Zielfunktion (9) und die Nebenbedingung (10) sind aus (4) und (5) bekannt. Neu ist hier im Vergleich zum Symmetriefall die Bedingung (11). Diese Bedingung hatten wir oben in (3) bereits angesprochen. Für den Fall mit genau zwei Aktionen folgt jetzt die vereinfachte Version (11). Danach muß die gewählte Teilungsregel garantieren, daß der Erwartungsnutzen des Agenten bei hohem Einsatz  $a_H$  mindestens so hoch ist wie bei dem kleinen  $a_L$ -Wert. Nur so ist die Anreizbedingung erfüllt; anderenfalls würde der Agent aus Eigeninteresse eben nicht  $a_H$  wählen.

Die zur Gleichung (6) analoge Lagrange-Funktion mit den Multiplikatoren  $\lambda$  und  $\eta$  lautet nun:

$$(12) \quad L = \int_{\underline{x}}^{\bar{x}} \{ [(x - w(x) + \lambda(u(w(x)) - d(a_H) - u_0))] f_H(x) + \eta [d(a_L) - d(a_H) + u(w(x))(f_H(x) - f_L(x))] \} dx.$$

Für jedes  $x \in I$  erhalten wir für  $w(x)$  die zu (8) analoge Bedingung erster Ordnung:

$$(13) \quad \lambda + \eta \left[ 1 - \frac{f_L(x)}{f_H(x)} \right] = \frac{1}{u'(w(x))}.$$

Eine weitere Kuhn-Tucker-Bedingung verlangt:  $\lambda, \eta \geq 0$ . Für unsere folgenden Betrachtungen ist es wichtig, zu sehen, daß beide Nebenbedingungen im Optimalfall bindend, d.h. daß  $\eta$  und  $\lambda$  beide strikt positiv sind. Für  $\eta$  ist dies offensichtlich, da für  $\eta = 0$  der zweite Summand der Optimalbedingung (13) gleich Null wäre. Es würde sich demnach die gleiche Optimalbedingung wie bei Informationssymmetrie, also ein Fix-Lohn-Fall ergeben (vgl. Gleichung (8)). Im Fix-Lohn-Fall würde der Agent bei unbeobachtbarem Arbeitseinsatz immer  $a_L$  wählen (siehe unten). Somit folgt:  $\eta > 0$ .

Für  $\lambda$  ist der Nachweis ein wenig komplizierter. Laut A13 ist  $u'(w(x))$  positiv. Daraus folgt, daß auch die linke Seite von (13) positiv sein muß. Die Annahme der „FOSD“ laut A12 impliziert, daß es  $x$ -Werte gibt, bei denen  $f_L(x)$  größer als  $f_H(x)$ , und deren Quotient somit größer als 1 ist. Es folgt damit, daß die Klammer in (13) negativ ist. Wegen  $\eta > 0$  muß für diese  $x$ -Werte daher notwendig  $\lambda > 0$  gelten. Die Einschränkung auf bestimmte  $x$ -Werte bereitet hierbei keinerlei Probleme, da die Gleichung (13) für alle  $x$ -Werte erfüllt sein muß. Findet man nur einen  $x$ -Wert aus  $I$ , für den die Restriktion  $\lambda > 0$  besteht, so ist diese Bedingung allgemein bindend. Details zu Gleichung (13) werden im nächsten Abschnitt diskutiert.

Im zweiten denkbaren Fall möchte der Prinzipal erreichen, daß der Agent das Einsatzniveau  $a_L$  wählt. Wie sieht die Entlohnungsfunktion jetzt aus? Der Prinzipal wird den gleichen Fix-Lohn-Vertrag anbieten wie bei Informationssymmetrie. Somit ist die Entlohnung des Agenten hier wiederum ergebnisunabhängig. Der Unterschied besteht allerdings darin, daß der Prinzipal die Anstrengungen des Agenten nicht mehr beobachten kann. Folglich wird der Agent bei diesem Entlohnungsschema, wie beabsichtigt, den kleinsten Einsatz  $a_L$  wählen. Die Optima-

lität dieser Lösung ist offensichtlich, da hier „Second-best“- und „First-best“-Lösung übereinstimmen. War es unter bestimmten Parameterkombinationen bei Informationssymmetrie für den Prinzipal am günstigsten,  $a_L$  zu fordern, so ist dies der vorher schon oft erwähnte Sonderfall, in dem beim Übergang von Symmetrie zu Asymmetrie kein Wohlfahrtsverlust eintritt. Im nächsten Abschnitt kommen wir auf den bei Asymmetrie typischerweise vorliegenden Fall (13) zurück; dort wird ein ergebnisabhängiger Leistungslohn und nicht ein Fix-Lohn gezahlt.

## 2. Die Lösungseigenschaften

### a) Likelihood Ratio und Stochastische Dominanz

Wenn man die Marginalbedingung (13) mit der Bedingung (8) vergleicht, fällt der zweite Summand auf der linken Seite der Gleichung auf. Generell kann gesagt werden, daß dieser zweite Summand stochastische Terme enthält und somit das zufallsabhängige Teilelement bei der Agentenentlohnung repräsentiert. Der Summand ist das Produkt aus dem Multiplikator  $\eta$  und dem Klammerausdruck  $\left[1 - \frac{f_L(x)}{f_H(x)}\right]$ . Da der Multiplikator  $\eta$  eine positive Zahl ist, muß der zweite Summand für  $f_H(x) > f_L(x)$  positiv sein; bei umgekehrter Rangordnung der Dichtewerte ist der Summand negativ. Je nach dem Vorzeichen dieses Ausdrucks wird dem Agenten zusätzlich zum Fixeinkommen ein Zuschlag gezahlt oder vom Fixeinkommen ein bestimmter Betrag abgezogen. Das sind die oben erwähnten Belohnungen oder Sanktionen. Welche Konstellation in einem konkreten Fall gilt, hängt von den Eigenschaften der zugrundeliegenden Dichtefunktion ab.

Wir erörtern zunächst kurz, wie die optimale Teilungsregel  $w(x)$  auf die Existenz des erfolgsabhängigen Anreizelementes reagiert. Folgende Aussage gilt: Eine Vergrößerung (Verkleinerung) der linken Seite der Gleichung (13) impliziert eine höhere (niedrigere) Entlohnung des Agenten. Der Nachweis dafür ist leicht zu führen: Wegen  $u''(w(x)) < 0$  (vgl. dazu oben Annahme A13) ist  $u'(w(x))$  eine fallende und damit  $\frac{1}{u'(w(x))}$  eine steigende Funktion von  $w(x)$ . Ausgehend von der Optimalbedingung (13) bedeutet das also: Je größer  $\lambda + \eta \left[1 - \frac{f_L(x)}{f_H(x)}\right]$ , desto größer ist  $w(x)$ . Die folgende Abb. 1 zeigt die Zusammenhänge für eine lineare Grenznutzenfunktion.

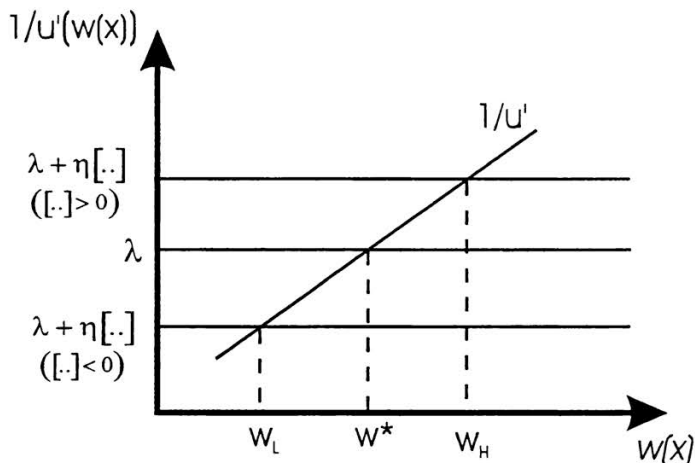


Abbildung 1

Im nächsten Schritt müssen wir untersuchen, unter welchen Bedingungen die linke Seite von (13) relativ zur linken Seite von (8) größer oder kleiner ist.

Die beiden denkbaren Fälle sind durch

(a)  $\frac{f_L(x)}{f_H(x)} < 1$  und

(b)  $\frac{f_L(x)}{f_H(x)} > 1$

gekennzeichnet. Die Größe  $\frac{f_L(x)}{f_H(x)}$  heißt „likelihood ratio“. Mit dem Begriff „likelihood function“ bezeichnet man eine bedingte Wahrscheinlichkeitsdichte (vgl. dazu auch die Annahme A11 oben): Man macht Aussagen über das Eintreten bestimmter Ergebnisse, jedoch unter der Bedingung einer bestimmten, vorher durchgeführten Aktion. In unserem konkreten Fall kann annahmegemäß genau gesagt werden, daß der Agent nur die Aktionen  $a_L$  oder  $a_H$  gewählt haben kann.  $f_L(x)$  bzw.  $f_H(x)$  geben also die Wahrscheinlichkeit einer gegebenen Cash-Flow-Höhe  $x$  an für den Fall, daß der Agent  $a_L$  oder  $a_H$  gewählt hat. Der Quotient der beiden „likelihood functions“ ist die oben definierte „likelihood ratio“.

Im Falle (a) ist die Wahrscheinlichkeit dafür, daß ein gegebener  $x$ -Wert bei vorheriger Wahl von  $a_H$  eintritt, größer als bei der Wahl von  $a_L$ , und wegen  $\lambda, \eta > 0$  erhalten wir somit:



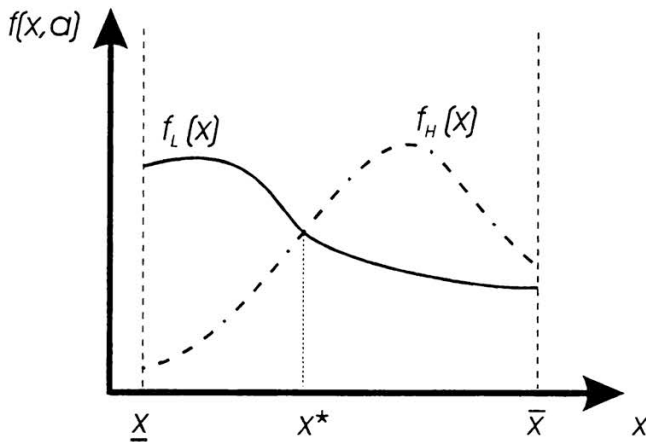


Abbildung 2

$$\frac{1}{u'(w^*)} < \frac{1}{u'(w(x))}.$$

Das bedeutet hier eine höhere Entlohnung des Agenten als bei Informationssymmetrie (Fix-Lohn  $w^*$ ). Umgekehrt gilt für den Fall (b):

$$\frac{1}{u'(w^*)} > \frac{1}{u'(w(x))}.$$

Bei dieser Situation verdient der Agent weniger als bei Informationssymmetrie.

Zur Veranschaulichung der beiden Situationen dient Abb. 2. Hier werden zwei Dichtefunktionen  $f_L(x)$  und  $f_H(x)$  gezeigt, wobei laut A12 gilt:  $F_L(x)$  wird von  $F_H(x)$  im Sinne der „FOSD“ dominiert.

Es ist leicht ersichtlich, daß für den Bereich  $\underline{x} \leq x < x^*$ :

$$\frac{f_L(x)}{f_H(x)} > 1$$

und für den Bereich  $x^* < x \leq \bar{x}$ :

$$\frac{f_L(x)}{f_H(x)} < 1$$

gelten. Wir erhalten eine Entlohnungsfunktion  $w(x)$ , die die in Abb. 3 gezeigte Gestalt annimmt. Für den Bereich  $\underline{x} \leq x < x^*$  erhält der Agent

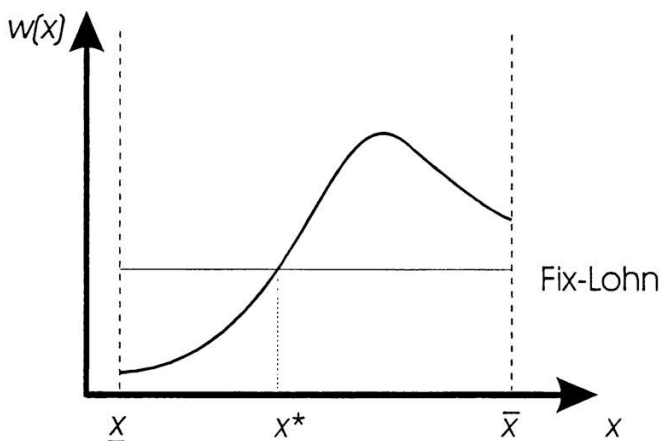


Abbildung 3

weniger als im Fix-Lohn-Fall, für das Intervall  $x^* < x \leq \bar{x}$  mehr. Für die kritische Grenze  $x = x^*$  gilt  $f_L(x) = f_H(x)$  bzw.  $\frac{f_L(x)}{f_L(x)} = 1$ . Dann ist in (13) der zweite Summand gleich Null, so daß wir für diesen Fall die gleiche Entlohnung erhalten wie bei Informationssymmetrie.

Die entscheidende Frage lautet jetzt: Warum wird der Agent durch eine solche Entlohnungsfunktion dazu induziert,  $a_H$  zu wählen? Die Antwort lautet: Die Annahme der „FOSD“ garantiert ja gerade, daß Outputs  $x$  mit  $x > x^*$  dann viel wahrscheinlicher sind, wenn der Agent  $a_H$  wählt. Bei diesen Outputwerten erhält der Agent einen Zuschlag auf den Fix-Lohn. Sicherlich trägt er das Risiko, bei dem Ergebnis  $x < x^*$  weniger zu bekommen. Allerdings ist dieser Fall bei hohem Arbeitseinsatz vergleichsweise wenig wahrscheinlich. Der Anreizeffekt funktioniert also wie geplant.

Eine Implikation erfolgsorientierter Managerentlohnung ist die schon erwähnte neue Form der Risikoaufteilung. Wir sagten eben: Selbst bei hohem Einsatz trägt der Agent das Risiko einer Entlohnung, die kleiner als der Fix-Lohn ist. Wie wir andererseits oben gesehen hatten, ist im Falle eines risikoaversen Agenten die „First-best“-Lösung durch einen Fix-Lohn-Kontrakt charakterisiert; damit war der Agent in der Lage, eine Sicherheitssituation zu erreichen. Jetzt ist dies nicht mehr möglich. Der Agent muß sich auf eine Entlohnungsfunktion mit erfolgsabhängigem Anteil einlassen. Aus der Sicht des Prinzipals ist das der einzige

Weg, um aus dem Dilemma bei unbeobachtbaren Agenten-Aktionen herauszukommen. Nur mit der Erfolgsbeteiligung können Agenten-Anreize stimuliert werden. Ohne dieses Vertragselement kann in einer Welt mit Informationsasymmetrien kein angemessener Output produziert werden. Produktionsergebnisse bei Pauschalentlohnung – vgl. etwa Beamtenmentalität oder „Dienst nach Vorschrift“ – sprechen eine deutliche Sprache. Selbst Gewerkschaften brechen heutzutage mit jahrhundertealten Tabus und akzeptieren erfolgsabhängige Anreizelemente in den Tarifverträgen. In einem Mehrperioden-Modell kann man auch die Kündigungsentscheidungen vom Manager- oder Arbeitererfolg abhängig machen. Derartige Überlegungen findet man ferner in Kreditkontrakten, wo die Prolongation eines Bankkredites von einer bestimmten Höhe des Periodenergebnisses abhängig gemacht wird.

#### b) Zusätzliche Likelihood-Ratio-Eigenschaften

Zu den Dichtefunktionen und zur resultierenden Entlohnungsfunktion müssen wir noch weitere Erklärungen geben. Betrachtet man Abb. 3, so ist eine Besonderheit augenfällig. Die Entlohnungsfunktion des Agenten ist nicht überall monoton steigend. Das bedeutet, daß der Agent bei größerem Output nicht immer eine größere Entlohnung erhalten wird; bei Outputs nahe der Obergrenze  $\bar{x}$  sinkt seine Entlohnung sogar. Die Erklärung für diese Merkwürdigkeit basiert auf einer Eigenschaft der „likelihood ratio“. Wie wir schon vorher festgestellt haben, folgt eine höhere Entlohnung des Agenten aus einer Vergrößerung der linken Seite der Optimalbedingung (13). Eine monoton ansteigende Entlohnungsfunktion erhält man also nur dann, wenn mit steigendem  $x$ -Wert die linke Seite, d. h. der Ausdruck

$$\lambda + \eta \left[ 1 - \frac{f_L(x)}{f_H(x)} \right],$$

ebenfalls monoton ansteigt. Da  $\eta$  und  $\lambda$  jeweils positiv sind, ist das nur dann der Fall, wenn mit steigendem  $x$ -Wert die „likelihood ratio“ monoton kleiner wird. Formal gesprochen muß daher folgende Eigenschaft gelten:

$$\frac{d \left[ \frac{f_L(x)}{f_H(x)} \right]}{dx} \leq 0.$$

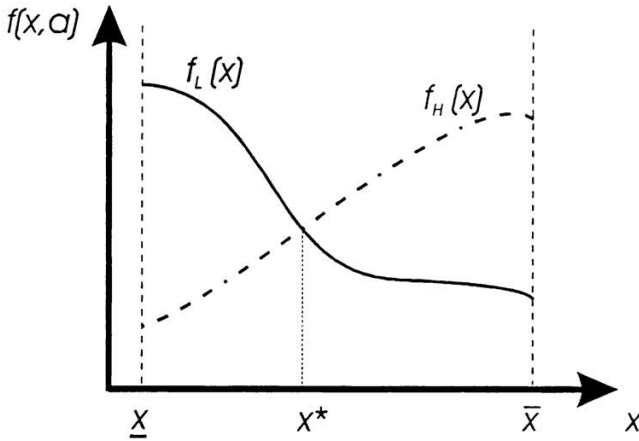


Abbildung 4

Diese Eigenschaft wird sinnigerweise als „Monotone Likelihood Ratio Property (MLRP)“ bezeichnet. In Abb. 2 ist deutlich zu erkennen, daß  $f_L(x)$  und  $f_H(x)$  nicht der „MLRP“ genügen. Ein Beispiel für zwei Dichtefunktionen, die sowohl die Bedingung der „FOSD“ als auch die „MLRP“ erfüllen, ist in Abb. 4 zu sehen.

Wären diese beiden Dichtefunktionen gegeben, würde sich im Fall mit asymmetrischer Information bei Induktion von  $a_H$  die in Abb. 5 gezeigte Entlohnungsfunktion ergeben. Damit ist garantiert, daß bei höherem Output immer ein höheres Einkommen an den Agenten gezahlt wird. Einschränkend sei hier noch erwähnt, daß diese Aussage nur für den Fall von zwei möglichen Agentenaktionen gültig ist. Ein Gegenbeispiel für den Fall von drei Aktionen findet sich bei *Grossman/Hart* (1983). Im gleichen Beitrag beweisen sie, daß eine Verschärfung der „MLRP“ auf Linearkombinationen möglicher Aktionen ein durchgehend monotonen Entlohnungsschema garantiert.

Beispiele bekannter Dichtefunktionen, die den beiden Bedingungen „FOSD“ sowie „MLRP“ genügen, sind die Normal- und Exponentialverteilung. Für die Normalverteilung ist es nicht offensichtlich, daß sie der „MLRP“ genügt. Der Nachweis läßt sich allerdings schnell erbringen:

$$\text{Für ein festes } \sigma \text{ sei: } f(x; a) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2}(x-a)^2\right].$$

Für  $a_H, a_L$  gilt dann:

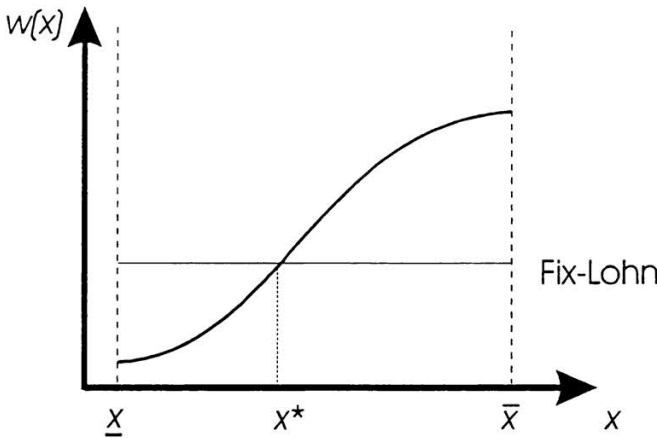


Abbildung 5

$$\frac{f_L(x)}{f_H(x)} = \frac{\exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2}(x - a_L)^2\right]}{\exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2}(x - a_H)^2\right]} = \exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2}(a_L^2 - a_H^2) + \frac{x}{\sigma^2}(a_L - a_H)\right].$$

Betrachtet man nun den Exponenten, so wird dieser wegen  $a_H > a_L$  mit wachsendem  $x$  kleiner und somit auch die „likelihood ratio“. Genau das muß gelten, damit die „MLRP“ erfüllt ist. Als Gegenbeispiel läßt sich die Cauchy-Verteilung anführen, die gegen die „MLRP“ verstößt (siehe Lindgren 1976). Es soll abschließend erwähnt werden, daß „MLRP“ die Bedingung der „FOSD“ impliziert. Die umgekehrte Aussage ist aber nicht zulässig: „FOSD“ impliziert nicht „MLRP“; sonst wären die obigen Zusatzüberlegungen überflüssig gewesen.

Ebenso wie am Ende von Abschnitt III soll hier kurz der Fall mit beidseitiger Risikoaversion angesprochen werden. Man erhält jetzt die folgende Optimalbedingung:

$$\lambda + \eta \left[1 - \frac{f_L(x)}{f_H(x)}\right] = \frac{v'(x - w(x))}{u'(w(x))}.$$

Ein Vergleich mit (13) zeigt auf der rechten Seite der Gleichung den schon bekannten Quotienten der Grenznutzen. Das Ergebnis ist intuitiv einleuchtend: Risikoaversion des Prinzipals wirkt grundsätzlich in glei-

cher Richtung wie der Übergang von Symmetrie zu Asymmetrie: Die Agenten-Entlohnung ist jetzt aber noch stärker cash-flow-abhängig als zuvor. Der Agent muß ein weiter erhöhtes Risiko tragen, weil neben die Stimulierung von Anreizen jetzt die schon im „first best“ existierende Risikoüberwälzung tritt.

## V. Ein Beispiel: erfolgsorientierte Managerentlohnung

Aus ökonomischer Sicht ist die Agency-Beziehung zwischen den Managern sowie den verschiedenen Typen von externen Kapitalgebern einer Publikumsgesellschaft sehr interessant und populär. Die Trennung von Eigentum und Kontrolle aufgrund der Delegation der Geschäftsführung an professionelle Manager führt zu den beschriebenen Interessenkonflikten, die sich in Form von Agency-Kosten niederschlagen. Begründet wird dieser Sachverhalt damit, daß sich Manager primär für die Maximierung ihres individuellen Erwartungsnutzens aus Gehalt und Arbeitseinsatz interessieren, während die Kapitalgeber ausschließlich an der Maximierung des erwarteten Nettoertrages interessiert sind. Diese Konfliktsituation wird aber erst dann zu einem ökonomischen Problem, wenn eine asymmetrische Informationsverteilung zwischen den Managern und den Kapitalgebern vorliegt. Die Agency-Literatur hat drei verschiedene Ansätze entwickelt, um die Anreiz-Problematik zwischen den Managern und den Anteilseignern in den Griff zu bekommen. Der erste denkbare Ansatz setzt auf die Anzeizeffekte des Marktes für Unternehmenskontrolle zur Disziplinierung der Manager. Ein zweiter Ansatz verbindet das Managerverhalten mit der Finanzstruktur der Unternehmung. Schließlich gibt es den dritten Ansatz, der sich mit der Ableitung optimaler Entlohnungsvereinbarungen beschäftigt. Jeder dieser Ansätze zielt darauf ab, die Handlungsspielräume der Manager einzuschränken und das absehbare Konfliktpotential zu verringern.

Im nun folgenden Beispiel diskutieren wir den dritten Ansatz, das Design der optimalen Managerentlohnung. Dabei kann man grundsätzlich auf zweifache Weise vorgehen. Die Aktion des Managers beeinflusst die Eintrittswahrscheinlichkeit bei Konstanz der cash flows in alternativen Umweltzuständen. Oder man nimmt an, daß die Aktion die cash flows bei gegebener Wahrscheinlichkeit ändert. Der erste Fall wird in *Kreps* (1990) diskutiert. Das vorliegende Beispiel geht vom zweiten Fall aus und orientiert sich an *Levinthal* (1988). Wir erörtern hier einen Fall mit diskreter Wahrscheinlichkeitsverteilung. Ein numerisches Beispiel mit stetiger Dichte findet der Leser bei *Holmström* (1979).

Ausgangspunkt ist dabei eine Situation, in der die Beteiligungsquote des Managers an der Unternehmung Null ist. Der nicht beteiligte Manager übernimmt die Rolle des Agenten, der Unternehmenseigentümer die des Prinzipals. Es mögen dieselben Modellbedingungen zutreffen, wie wir sie in den Abschnitten II und III aufgestellt haben. Es existiert jedoch nur eine begrenzte Menge an stochastischen Umweltzuständen:  $\Theta = \{\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4\}$ . Für vier denkbare Umweltzustände und zwei Manageraktionen liefert die Tabelle 1 Werte möglicher Unternehmens-Cash-Flows:  $x = x(a, \theta)$ . Mit höherem Anstrengungsniveau wird ein höherer Erwartungswert der cash flows (vor Entlohnung) erzielt. Wir unterstellen eine diskrete Rechtecksverteilung, d.h. die Eintrittswahrscheinlichkeit für jeden der vier Umweltzustände beträgt 1/4. Die letzte Spalte der Tabelle 1 enthält die erwarteten cash flows für die verschiedenen Manageraktionen (Anstrengungsniveaus).

Der Anteilseigner ist laut A8 risikoneutral; er ist nur an der Maximierung der erwarteten Netto-Cash-Flows interessiert. Der Manager hingegen ist an der Maximierung seines Erwartungsnutzens interessiert. Aus der Annahme A13 kennen wir seine Nutzenfunktion:  $U(w(x), a) = u(w(x)) - d(a)$ . Konkret sieht sie nun wie folgt aus:

$$u(w(x)) = \sqrt{w(x)} \text{ und } d(a) = \begin{cases} d(a_H) = 50 \\ d(a_L) = 10 \end{cases}$$

Die Problemstellung lautet also: Gesucht wird ein Kontrakt-Design, das den Netto-Cash-Flow des Anteilseigners maximiert. Bei der Ermittlung dieses Kontraktes muß der Unternehmer natürlich auch die Interessen des Managers berücksichtigen. So muß er beachten, daß der Manager wenigstens seinen Reservationsnutzen erzielen will; hier wird angenommen, daß  $u_0 = 100$  gilt (die Kooperationsbedingung). Ferner muß im Fall mit asymmetrischer Information garantiert sein, daß die vom Unterneh-

*Tabelle 1*  
**Ausgangsdaten**

		Umweltzustand (je 1/4)				Erwartete cash flows
		$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$	$\theta_4$	
Aktionen	$a_H$	60.000	60.000	60.000	30.000	52.500
	$a_L$	60.000	30.000	30.000	30.000	37.500

mer gewünschte Aktion dem Manager auch wirklich den größten Gesamtnutzen verschafft (die Anreizbedingung). Dies gelingt, wenn das Design die Entlohnung an die Höhe der cash flows koppelt. Im konkreten Fall heißt das: Bei einer Höhe von 60.000 beträgt die Entlohnung des Managers  $w_H$ , und bei einer Höhe von 30.000 beträgt sie  $w_L$ . Es handelt sich um einen erfolgs- bzw. ergebnisabhängigen Entlohnungsvertrag.

Wie in Abschnitt III leiten wir jedoch zuerst die Lösung bei Informationssymmetrie ab. Der Unternehmer vereinbart mit dem Manager eine bestimmte Aktion und eine bestimmte Entlohnung; der Lohn wird erst dann gezahlt, wenn diese Aktion realisiert wurde. Im Symmetrie-Fall hat der Unternehmer nur die Kooperationsbedingung des Managers zu erfüllen. Nach unserem Lösungsmuster aus Abschnitt III müssen wir zunächst sowohl für  $a_H$  als auch  $a_L$  die optimale Entlohnung bestimmen.

Die Optimierungsaufgabe sieht für  $a_L$  folgendermaßen aus:

$$(14) \quad \text{Max}_{w_H, w_L} \quad 0,25 [60.000 - w_H] + 0,75 [30.000 - w_L]$$

unter der Nebenbedingung

$$(15) \quad 0,25 [w_H]^{\frac{1}{2}} + 0,75 [w_L]^{\frac{1}{2}} - 10 \geq 100.$$

Die Lösung des Programms lautet  $w_H = w_L = 12.100$ . Es gibt genau eine Fix-Lohn-Höhe. Der Umweltzustand hat keinen Einfluß auf den Lohn.

Für  $a_H$  hat die Optimierungsaufgabe folgende Gestalt:

$$(16) \quad \text{Max}_{w_H, w_L} \quad 0,75 [60.000 - w_H] + 0,25 [30.000 - w_L]$$

unter der Nebenbedingung

$$(17) \quad 0,75 [w_H]^{\frac{1}{2}} + 0,25 [w_L]^{\frac{1}{2}} - 50 \geq 100.$$

Die optimale Entlohnung ist hierbei  $w_H = w_L = 22.500$ .

In dem zweiten Schritt muß der Unternehmer nun entscheiden, welche Aktion er fordern soll, um seinen Nettoertrag zu maximieren. Der Netto-Cash-Flow für den Unternehmer beträgt bei  $a_L$ :  $37.500 - 12.100 = 25.400$  und bei  $a_H$ :  $52.500 - 22.500 = 30.000$ . Demnach ist es für den Unternehmer besser,  $a_H$  zu fordern. In diesem Fall ist der Zusatzertrag des Unternehmers ( $52.500 - 37.500 = 15.000$ ), der durch das höhere Anstren-



gungsniveau des Managers generiert wird, größer als die Höhe der zusätzlichen Kosten; er muß dem Manager „nur“  $22.500 - 12.100 = 10.400$  mehr zahlen.

Wie sehr dieses Ergebnis von den einzelnen Nutzenfunktionen abhängig ist, mag folgendes Beispiel verdeutlichen: Man verändere die „disutility“ des Managers dahingehend, daß sie bei  $a_H$  nicht 50, sondern 70 beträgt. Als optimale Entlohnung würde sich 28.900 ergeben und somit der Unternehmer einen Nettoertrag von 23.600 erzielen. Es würde sich jetzt also die Forderung nach  $a_L$  als günstiger erweisen. Neben den Eigenschaften der Nutzenfunktionen spielt auch die Wahrscheinlichkeitsverteilung für das Ergebnis eine entscheidende Rolle. Der Leser möge selbständig die Cash-Flow-Zahlen ändern, um die Sensitivität des Resultats zu erkennen.

Im Asymmetrie-Fall muß der Unternehmer sowohl die Kooperations- als auch die Anreizbedingung des Managers erfüllen. Auch hier müssen wir die optimale Entlohnung sowohl für  $a_H$  als auch  $a_L$  bestimmen. Wie in Abschnitt IV gezeigt, ist dies für  $a_L$  gleich der „First-best“-Lösung, also gleich dem Fix-Lohn 12.100.

Für  $a_H$  lautet die Optimierungsaufgabe des Unternehmers wie folgt:

$$(18) \quad \text{Max}_{w_H, w_L} \quad 0,75 [60.000 - w_H] + 0,25 [30.000 - w_L]$$

unter den Nebenbedingungen

$$(19) \quad 0,75 [w_H]^{\frac{1}{2}} + 0,25 [w_L]^{\frac{1}{2}} - 50 \geq 100;$$

$$(20) \quad 0,75 [w_H]^{\frac{1}{2}} + 0,25 [w_L]^{\frac{1}{2}} - 50 \geq 0,25 [w_H]^{\frac{1}{2}} + 0,75 [w_L]^{\frac{1}{2}} - 10.$$

Die Lösung des Optimierungsprogramms lautet:  $w_H = 28.900$  und  $w_L = 8.100$ . Bei unterschiedlichen Outputwerten werden also unterschiedlich hohe Löhne gezahlt. Bei hohem Output liegt die Entlohnung über dem Fix-Lohn (22.500), bei niedrigem darunter. Bei Wahl von  $a_H$  ist die Wahrscheinlichkeit, einen hohen Output zu erzielen, jedoch viel höher, so daß der Erwartungswert der Managerentlohnung über dem Fix-Lohn der „First-best“-Lösung liegt:  $0,75 \cdot 28.900 + 0,25 \cdot 8.100 = 23.700$ . Der Manager hat bei diesem Entlohnungs-System eindeutig den Anreiz,  $a_H$  zu wählen. Der erwartete Netto-Cash-Flow des Unternehmers beträgt:  $52.500 - 23.700 = 28.800$  und ist damit höher als im Fall, in dem er  $a_L$  induzieren würde (Nettoertrag von 25.400).

Die Ergebnisse für beide Informationsverteilungen sollen in Tabelle 2 noch einmal zusammengestellt werden (jeweils in Erwartungswerten):

*Tabelle 2*  
**Ergebnisse**

	Symmetrie	Asymmetrie
Gesamtergebnis	52.500	52.500
Managerentlohnung	22.500	23.700
Anteilseigner	30.000	28.800

Die partielle Risikoübernahme des Managers muß vom Anteilseigner natürlich kompensiert werden. Die erwartete Managerentlohnung ist bei Asymmetrie um  $23.700 - 22.500 = 1.200$  höher. Das erwartete Residuum des Anteilseigners ist um den gleichen Betrag kleiner geworden.

### Literatur

Arrow, Kenneth J. (1985): The Economics of Agency, in: J. Pratt and R. Zeckhauser (Hrsg.), *Principals and Agents; The Structure of Business*, S. 37 - 51. – Bergen, Mark, Shantanu Dutta and Orville C. Walker, Jr. (1992): Agency Relationships in Marketing: A Review of the Implications and Applications of Agency and Related Theories, in: *Journal of Marketing*, Vol. 56, S. 1 - 24. – Gravelle, Hugh and Ray Rees (1992): *Microeconomics*, London. – Grossman, Sanford and Oliver Hart (1983): An Analysis of the Principal-Agent Problem, in: *Econometrica*, Vol. 51, No. 1, S. 7 - 45. – Harris, Milton and Arthur Raviv (1979): Optimal Incentive Contracts with Imperfect Information, in: *Journal of Economic Theory*, Vol. 20, S. 231 - 259. – Holmström, Bengt (1979): Moral Hazard and Observability, in: *Bell Journal of Economics*, Vol. 19, S. 74 - 91. – Jensen, Michael C. and William H. Meckling (1976): Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure, in: *Journal of Financial Economics*, Vol. 3, S. 305 - 360. – Kreps, David M. (1990): *A Course in Microeconomic Theory*, New York. – Laux, Helmut (1972): Anreizprobleme bei unsicheren Erwartungen, in: *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*, Band 24, S. 784 - 803. – Levinthal, Daniel (1988): A Survey of Agency Models of Organizations, in: *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol. 9, S. 153 - 185. – Lindgren, Bernard W. (1976): *Statistical Theory*, New York. – Mas-Colell, Andreu, Michael D. Whinston and Jerry R. Green (1995): *Microeconomic Theory*, New York. – Ross, Stephen A. (1973): The Economic Theory of Agency: The Principal's Problem, in: *American Economic Review*, Vol. 63, No. 2, S. 134 - 139.

## Zusammenfassung

### Agency-Beziehungen und Kontrakt-Design

Die Arbeit beschäftigt sich mit dem Kontrakt-Design, welches zur Lösung eines einfachen Prinzipal-Agenten-Problems nötig ist. Letztlich geht es um die Möglichkeit einer wirksamen Kontrolle: Wie kann ein besser informierter Agent durch einen weniger gut informierten Prinzipal kontrolliert und beeinflusst werden? Wir gehen von den bekannten Standardannahmen aus und untersuchen die Lösungen für alternative Informationssituationen. Dabei betonen wir die Bedeutung der Eigenschaft „Monotone Likelihood Ratio Property“ für die Lösung. Diese Eigenschaft verstärkt die Annahme der stochastischen Dominanz erster Ordnung. Am Schluß erklären wir die Zusammenhänge anhand eines konkreten Beispiels. (JEL B 21, D 80)

## Summary

### Agency Relations and the Design of Contracts

In the paper we study the design of contracts in a simple principal-agent relationship. More precisely, we are concerned with issues relating to the control of the behavior of well informed agents by the less informed principals. Adopting the standard assumptions we show and explain the first order conditions in different informational settings. We strongly emphasize the meaning of the monotone likelihood ratio property for the solution. This property strengthens the assumption of the first order stochastic dominance. Finally we give a simplified application example.

## Résumé

### Rapports d'agence et design contrat

L'auteur étudie dans cet article le design de contrat nécessaire pour résoudre un problème de relation simple entre agents de différents niveaux. Plus précisément, il s'agit de la possibilité d'un contrôle efficace: comment un mandataire bien informé peut-il être contrôlé et influencé par un mandant moins bien informé? En partant des hypothèses standards connues, l'auteur examine les solutions pour différentes situations d'information. Il souligne l'importance de la propriété «Monotone Likelihood Ratio Property» sur la solution. Cette propriété renforce l'hypothèse d'une dominante stochastique de premier ordre. Finalement, un exemple concret explique les rapports mentionnés.