

## Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre

von

Prof. em. Dr. Dr. h.c. Günter Bamberg, Prof. em. Dr. Dres. h.c. Adolf Gerhard Coenenberg, Prof. Dr. Michael Krapp

15., überarbeitete Auflage

Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre – Bamberg / Coenenberg / Krapp

schnell und portofrei erhältlich bei beck-shop.de DIE FACHBUCHHANDLUNG

Thematische Gliederung:

Management, Consulting, Planung, Organisation, Steuern – Allgemeine BWL

Verlag Franz Vahlen München 2012

Verlag Franz Vahlen im Internet:

[www.vahlen.de](http://www.vahlen.de)

ISBN 978 3 8006 4518 3

Konsequenzen von Fehlentscheidungen in Form einer Schadensfunktion  $s$  zu präzisieren, so lässt sich die in diesem Abschnitt geschilderte Bayes-Analyse anwenden.

Mit bayesschen Methoden in der Wirtschaftsprüfung beschäftigen sich unter anderem Sorensen (1969); Tracy (1969); Coreless (1972). Mit bayesschen Methoden im Marketingbereich beschäftigen sich unter anderem Sabel (1971); Topritzhofer (1972); Jolson/Hise (1973). Auch in der statistischen Qualitätskontrolle sowie in der Investitionstheorie (Jammerlegg, 1988) werden zunehmend bayessche Methoden angewandt.

In Abschnitt 6.2 haben wir den erwarteten Wert der vollkommenen Information ( $EWVI$ ) als denjenigen Effekt (Nutzenerhöhung bzw. Schadensreduktion) eingeführt, der infolge der vollkommenen Information zu erwarten ist. Ganz entsprechend wird (im Fall der Risikoneutralität) der **erwartete Wert der unvollkommenen Information** eingeführt: Liegt eine a-priori-Verteilung  $\varphi$  vor, so ist das Beste, was man bei Verzicht auf eine Stichprobe tun kann, der Einsatz einer Bayes-Aktion bezüglich  $\varphi$ , das heißt der Einsatz einer Aktion  $a \in A$ , deren zu erwartender Schaden minimal ist, also

$$\min_{a \in A} E_\varphi s(z, a)$$

beträgt. Führt man dagegen eine Stichprobe durch, so ist das Beste, was man tun kann, der Einsatz einer Bayes-Strategie bezüglich  $\varphi$ , das heißt der Einsatz einer Strategie  $\delta \in \Delta$ , deren zu erwartendes Risiko minimal ist, also

$$\min_{\delta \in \Delta} E_\varphi r(z, \delta)$$

beträgt. Die Differenz bezeichnet man als erwarteten Wert der unvollkommenen Information oder als **erwarteten Wert der Stichprobeninformation (EWSI)**:

$$EWSI = \min_{a \in A} E_\varphi s(z, a) - \min_{\delta \in \Delta} E_\varphi r(z, \delta).$$

Gibt die Schadensfunktion  $s$  Opportunitätskosten an (was wir hier voraussetzen wollen), so erkennt man (durch einen Vergleich mit dem in Abschnitt 6.2 für endlichen Zustands- und Aktionenraum angegebenen  $EWVI$ ), dass

$$\min_{a \in A} E_\varphi s(z, a) = EWVI$$

gilt. Deshalb kann man den erwarteten Wert der Stichprobeninformation auch in der Form

$$EWSI = EWVI - \min_{\delta \in \Delta} E_\varphi r(z, \delta)$$

darstellen. Hieraus liest man die in Abschnitt 6.2 bereits angesprochene Beziehung

$$EWSI \leq EWVI$$

ab. Aus den beiden Informationswerten  $EWVI$  und  $EWSI$  kann man folgende Aussagen über den zu benutzenden Stichprobenumfang gewinnen: Sind  $c(n)$  die Kosten einer Stichprobe vom Umfang  $n$  und ist  $\hat{n}$  das maximale  $n$ , das der Bedingung

$$c(n) \leq EWVI$$

genügt, so stellt  $\hat{n}$  eine obere Schranke für den zu benutzenden Stichprobenumfang dar. Für viele praktische Zwecke ist die Bestimmung dieses maximal vertretbaren Stichprobenumfangs  $\hat{n}$  bereits ausreichend.

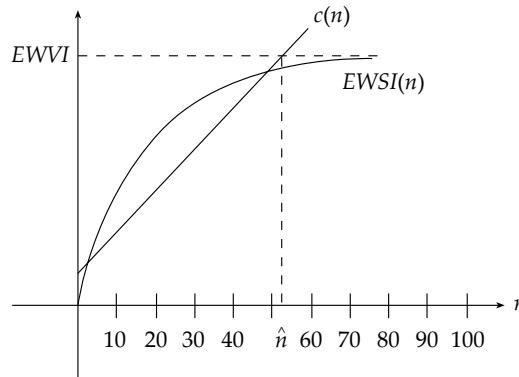


Abb. 6.3: Erwarteter Wert der Stichprobeninformation und Stichprobenkosten in Abhängigkeit vom Stichprobenumfang  $n$

Den optimalen Stichprobenumfang  $n^*$  kann man allerdings erst nach Berechnung des (im Allgemeinen kompliziert zu ermittelnden Wertes)  $EWSI$  bestimmen. Unter nimmt man diese Anstrengung und berechnet man  $EWSI(n)$ , also den erwarteten Wert der Stichprobeninformation in Abhängigkeit vom Stichprobenumfang  $n$ , so findet man einen Kurvenverlauf, wie er in Abbildung 6.3 angedeutet ist.

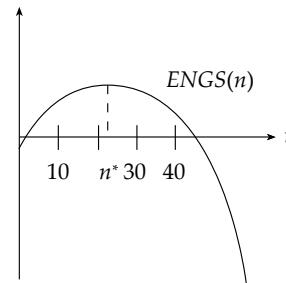


Abb. 6.4: Erwarteter Nettogewinn einer Stichprobe vom Umfang  $n$

Subtrahiert man die Stichprobenkosten  $c(n)$  vom erwarteten Wert der Stichprobeninformation  $EWSI(n)$ , so ergibt sich der **erwartete Nettogewinn der Stichprobe vom Umfang  $n$**  gemäß

$$ENGS(n) = EWSI(n) - c(n).$$

Für die Situation aus Abbildung 6.3 ergibt sich der in Abbildung 6.4 dargestellte Verlauf für  $ENGS(n)$ . Den optimalen Stichprobenumfang  $n^*$  berechnet man als Maximalstelle der Funktion  $ENGS(n)$ ; in der Abbildung 6.4 liegt  $n^*$  bei 22.

## 6.5 Die allgemeine Entscheidungssituation bei Informationsbeschaffungsmöglichkeiten

Die in den Abschnitten 6.2, 6.3 und 6.4 behandelten Modelle können in mehrfacher Hinsicht verallgemeinert werden. Zwei mögliche Verallgemeinerungen sollen hier kurz angedeutet werden.

- Bei der Information durch Stichproben hatten wir bisher angenommen, dass man sich auf Grund der Kenntnis der Stichprobenrealisation  $x$  für eine der Aktionen  $a \in A$  entscheiden muss. Eine Verallgemeinerung besteht darin, dass diese Annahme folgendermaßen modifiziert wird: Auf Grund der Kenntnis der Stichprobenrealisation  $x$  werden entweder eine der Aktionen aus  $A$  ergriffen oder weitere Informationen eingeholt.

Dieser Ansatz liegt der **Sequenzial-Analyse** zu Grunde. Man bezeichnet in der Sequenzial-Analyse die Entscheidung, weitere Informationen einzuholen, als **Fortsetzungsentscheidung**; im Gegensatz dazu werden die Aktionen aus  $A$  **Terminal-Entscheidungen** oder Terminal-Aktionen genannt. Formal kann die Sequenzial-Analyse in den Rahmen des Modells von Abschnitt 6.3 gestellt werden, indem der Aktionenraum  $A$  um die Fortsetzungsentscheidungen erweitert und der Stichprobenraum  $\mathfrak{X}$  als Menge aller Folgen  $(x_1, x_2, \dots)$  von Beobachtungen aufgefasst wird. Damit können auch unsere Definition der Risikofunktion und die Diskussion um die Beurteilungsproblematik auf den Fall sequenzieller Verfahren  $\delta$  übertragen werden. Ein sequenzielles Verfahren  $\delta$  arbeitet nach folgendem Schema: In der ersten Stufe wird die von  $\delta$  vorgeschriebene Stichprobe (z. B. vom Umfang 10) erhoben. Sodann schreibt  $\delta$  auf Grund der Stichprobenrealisation  $(x_1, x_2, \dots, x_{10})$  entweder eine der Terminal-Entscheidungen oder weitere Beobachtungen vor. Im ersten Fall wird die vorgeschriebene Aktion  $a$  ergriffen, ohne dass weitere Informationen beschafft werden. Im zweiten Fall wird in einer zweiten Stufe die vorgeschriebene weitere Stichprobe (z. B. vom Umfang 5) erhoben. Nun wird auf Grund der insgesamt vorliegenden Stichprobenrealisation  $(x_1, x_2, \dots, x_{15})$  wiederum von  $\delta$  entweder eine Terminal-Entscheidung oder eine Fortsetzungsentscheidung vorgeschrieben usw.

Führt  $\delta$  spätestens nach der  $k$ -ten Stufe zu einer Terminal-Entscheidung, so bezeichnet man  $\delta$  als  **$k$ -stufiges Verfahren**; die in den Abschnitten 6.3 und 6.4 behandelten Verfahren sind also einstufige Verfahren. Sind speziell nur zwei Terminal-Aktionen möglich (beispielsweise zwei konkrete Produktionsentscheidungen oder zwei Hypothesen), so bezeichnet man  $\delta$  als **Sequenzial-Test**. Es liegt auf der Hand, dass man sich bei der Konstruktion eines sequenziellen Verfahrens an folgendes Prinzip halten sollte: Eine Fortsetzungsentscheidung wird nur getroffen, wenn der zu erwartende Schaden zusammen mit den zu erwartenden Kosten für die weiteren Beobachtungen im Fall der günstigsten Fortsetzung geringer ist als der Schaden, der bei der günstigsten Terminal-Entscheidung ohne weitere Beobachtungen zu erwarten ist. Da die detaillierte mathematische Ausgestaltung dieses Prinzips jedoch relativ aufwändig ist (vgl. z. B. Wald, 1947; Wetherill, 1966), wollen wir

uns hier mit dem Hinweis begnügen, dass sequenzielle Verfahren bei gleicher Güte der Entscheidung einen wesentlich geringeren (zu erwartenden) Stichprobenumfang erfordern als einstufige Verfahren.<sup>15</sup>

Aus diesem Grunde wurde die Anfang der 1940er Jahre von A. Wald entwickelte Sequenzial-Analyse, die zuerst für die statistische Qualitätskontrolle im militärischen Bereich eingesetzt wurde, bis zum Kriegsende geheim gehalten. Mittlerweile werden auch in anderen Bereichen sequenzielle Verfahren angewandt. Die Anwendungsmöglichkeiten in der Wirtschaftsprüfung wurden beispielsweise von Charnes et al. (1964) untersucht. Einsatzmöglichkeiten bieten sich auch in der Stichprobeninventur; vgl. z. B. AWV (1985) oder von Wysocki (1988).

- b) Eine weitere Verallgemeinerungsmöglichkeit besteht darin, an Stelle des festen (und höchstens im Stichprobenumfang variierbaren) Zufallsexperiments mehrere andere Informationsquellen zu berücksichtigen. So sind für absatzpolitische Entscheidungen u. U. mehrere empirische Marktuntersuchungen oder auch Gutachten von Experten als Informationsquellen denkbar. In solchen Fällen muss dem Einsatz einer Strategie  $\delta$  eine Vorentscheidung über die zu verwendende Informationsquelle vorangehen. Nach Pratt et al. (1995) kann eine derartige Entscheidungssituation als ein Vier-Züge-Spiel aufgefasst und durch den in Abbildung 6.5 skizzierten Spiel- oder Entscheidungsbaum veranschaulicht werden. Rechteckige Knoten sind **Entscheidungsknoten** und besagen, dass der Entscheidungsträger am Zuge ist, runde Knoten werden als **Zufallsknoten** oder **Ereignisknoten** bezeichnet und symbolisieren, dass der fiktive Spieler „Umfeld“ am Zuge ist. Beim Knoten ① muss sich der Entscheidungsträger für eine der Informationsquellen  $I_1, I_2, \dots$  entscheiden. Oft werden vom Knoten ① nur zwei Kanten  $I_1, I_2$  ausgehen, wobei beispielsweise  $I_1$  bedeutet, dass eine Stichprobe vom (fest vorgeplanten) Umfang  $n$  erfolgt und  $I_2$  bedeutet, dass auf eine Stichprobe gänzlich verzichtet wird.<sup>16</sup> Beim Knoten ② liefert das Umfeld dann eine der Nachrichten  $y_1, y_2, \dots$  Beim Knoten ③ wählt der Entscheidungsträger eine seiner Aktionen  $a \in A$  aus (bzw. er lässt sie sich mittels einer Strategie  $\delta$  auf Grund der empfangenen Nachricht  $y$  auswählen). Nun ist bei ④ wieder das Umfeld am Zuge, das den wahren Zustand  $z \in Z$  „auswählt“. Rechts werden an die Baumenden (die meist als Pfeilspitzen oder als rechteckige Knoten dargestellt werden) die insgesamt resultierenden Konsequenzen, also die Summe aus den entstehenden Schäden und Informationsbeschaffungskosten eingetragen.

<sup>15</sup> Vgl. z. B. Mag (1973, 1975); Berger (1985).

<sup>16</sup> Vgl. die Aufgaben 6.5 und 6.6 ab Seite 152.

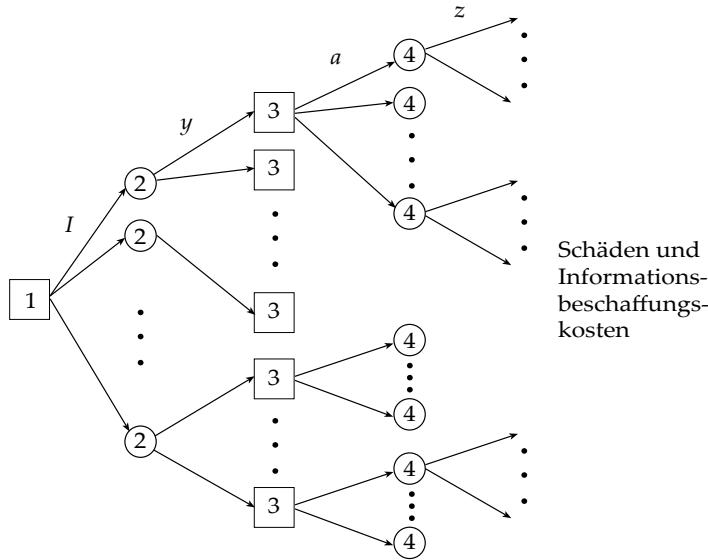


Abb. 6.5: Baumdarstellung eines allgemeinen Entscheidungsproblems mit Informationsbeschaffungsmöglichkeiten

Die konsequente Weiterverfolgung dieses Modells führt zur **Versuchsplanung**. Bisher liegen die Anwendungsschwerpunkte der Versuchsplanung noch klar auf psychologischem, medizinischem, technischem und agrarwissenschaftlichem Gebiet,<sup>17</sup> doch sind auch betriebswirtschaftliche Anwendungen (etwa in der Marktforschung, vgl. z. B. Weiß, 1969) denkbar.

## 6.6 Informations-Asymmetrie und Prinzipal-Agent-Ansätze

Bislang gingen wir davon aus, dass der Entscheidungsträger (und zwar nur er) die Konsequenzen seiner Entscheidungen zu tragen hat. Auswirkungen seiner Entscheidungen auf die Nutzenniveaus anderer Akteure wurden vernachlässigt. In Organisationen und in der betrieblichen Praxis ist diese Vernachlässigung meist nicht gerechtfertigt. Sind die Rollen der beteiligten Akteure weitgehend symmetrisch, so ergeben sich spieltheoretische Probleme, denen wir uns erst im nächsten Kapitel zuwenden wollen. Sind die Rollen jedoch in dem Sinne verschieden, dass ein Entscheidungsträger (der als Agent bezeichnet wird) im Auftrag eines anderen Entscheidungsträgers (der als Prinzipal bezeichnet wird) handelt, so spricht man von einer **Prinzipal-Agent-Beziehung** oder von einem Anwendungsfall der **Agency-Theorie**.

<sup>17</sup> Vgl. z. B. Krafft (1978).

### 6.6.1 Beispiele für Prinzipal-Agent-Beziehungen

Die nachfolgenden Beispiele sollen die Grundsituation sowie wichtige Charakteristika solcher Prinzipal-Agent-Beziehungen erläutern.

- a) Die bei Unternehmungen oft vorhandene Trennung von Eigentum und Geschäftsführung liefert den Rahmen für das wohl meistzitierte Beispiel: Der Manager (= Agent) handelt im Auftrag der Eigentümer (= Prinzipal). Man erkennt an diesem Beispiel, dass der Begriff „Agent“ selbstverständlich nichts mit Spionage, Unterwelt und dergleichen zu tun haben muss. Des Weiteren sieht man, dass der Agent einen mehr oder weniger großen Verhaltens- und Entscheidungsspielraum besitzt. Der menschlichen Natur gemäß wird der Agent diesen Spielraum, ungeachtet der möglichen negativen Konsequenzen für den Prinzipal, zur Maximierung seines Eigennutzens ausschöpfen wollen. Für den Prinzipal existieren zur Entschärfung der Konfliktsituation im Wesentlichen die beiden Möglichkeiten,
- α) den Spielraum des Agenten durch penible Vorschriften und Inkaufnahme hoher Kontrollkosten drastisch einzuengen,
  - β) einen weiten Spielraum zu lassen und durch geeignete **Anreizschemata** sicherzustellen, dass der Agent dennoch im Interesse des Prinzipals handelt.

Agency-Probleme sind dadurch charakterisiert, dass die erste Möglichkeit nicht praktizierbar ist und nur die zweite Möglichkeit infrage kommt. In dem gerade betrachteten Beispiel ist dies offensichtlich der Fall. Der Manager wird von den Eigentümern gerade wegen seiner besonderen ökonomischen, technischen oder sonstigen Kompetenzen engagiert. Seine vielfältigen Aktivitäten können nicht bis ins kleinste Detail vorgeschrieben werden. Ein derartiger Versuch würde Entscheidungen des Managers, die für beide Seiten vorteilhafter sind als die vorgeschriebenen, jegliche Realisierungschance rauben. Als praktikable Anreizschemata kommen beispielsweise die vielfältigen Formen der gewinnabhängigen Entlohnung in Betracht.

- b) Nach diesem längeren Einstiegsbeispiel und der ersten Klärung wichtiger Begriffe sollen die weiteren Beispiele nur kurz angedeutet werden. Man sieht an diesen Beispielen, dass die eingangs gewählte Formulierung, der Agent handele „im Auftrag“ des Prinzipals, nicht wörtlich zu nehmen ist. Man erkennt ferner, dass eine von der Wortwahl möglicherweise suggerierte Hierarchie (Prinzipal ist Vorgesetzter des Agenten) nicht vorliegen muss.
- α) Mit der Gestaltung der Versicherungspolice (Selbstbeteiligung in gewisser Höhe, teilweise Beitragsrückgewähr bei Schadensfreiheit usw.) setzt die Versicherungsgesellschaft (= Prinzipal) Anreizschemata ein, um das Verhalten des Versicherungsnehmers (= Agent) in ihrem Sinne günstig zu beeinflussen.
  - β) Die Ausgestaltung des Leasing-Kontraktes ist ein Anreizschema, das den Leasing-Nehmer (= Agent) dazu motivieren soll, das Leasing-Gut gemäß den Wünschen des Leasing-Gebers (= Prinzipal) mit Sorgfalt zu behandeln.

- γ) Der Auftraggeber für ein Großprojekt (= Prinzipal) kann dem Auftragnehmer (= Agent) einen Anreizvertrag zur Kostenreduktion vorschreiben. Davon wird im militärischen Beschaffungswesen seit Längerem Gebrauch gemacht. Wir werden das Beispiel unten nochmals aufgreifen.

Halten wir als Fazit der Beispiele fest: Es herrscht eine **Informations-Asymmetrie** zwischen Prinzipal und Agent. Der Agent ist besser über die „Gegebenheiten vor Ort“ informiert (der Manager ist marktnäher und kompetenter als die Aktionäre, der Versicherungsnehmer ist besser über seine spezifische Situation und seine Risiken informiert als die Versicherungsgesellschaft usw.). Insofern kann der Prinzipal dem Agenten weder alle Aktivitäten im Detail vorschreiben noch ihm permanent „auf die Finger schauen“. Die Informations-Asymmetrie ist sogar noch weitergehend. Denn auch *ex post* ist es für den Prinzipal in der Regel nicht möglich, das Anstrengungsniveau (im agency-theoretischen Jargon: den **Effort**) des Agenten festzustellen. So besteht im ersten Beispiel der Effort des Managers nur zum kleinen Teil aus der (prinzipiell leicht beobachtbaren) Anwesenheitszeit im Unternehmen; vielmehr beinhaltet der Effort auch Arbeitssorgfalt, Kreativität, Innovationsbereitschaft, das zielgerechte und rechtzeitige Einholen von Sachinformationen, Fingerspitzengefühl, Mitarbeiterführung usw.

### 6.6.2 Relevante und optimale Anreizschemata

Der Prinzipal muss sich aus den genannten Gründen auf eine indirekte Beeinflussung des Agenten mittels eines Anreizschemas beschränken. Jedes Anreizschema stellt einen Rahmen dar, innerhalb dessen sich der Agent bewegt und seinen Eigennutzen maximiert. Der Prinzipal ist insofern für die **Rahmensetzung** zuständig. Jeder Rahmen stellt eine denkbare Aktion des Prinzipals dar. Das **Optimierungsproblem des Prinzipals** besteht darin, dass er für jeden Rahmen die Reaktion des Agenten ermitteln (bzw. prognostizieren) muss und unter Antizipation dieser Reaktion denjenigen Rahmen zu ermitteln hat, der seinen (das heißt des Prinzipals) Nutzen maximiert.<sup>18</sup> Das Ergebnis dieser zweistufigen Optimierungsprozedur ist ein **optimales Anreizschema**.

Unter den vielen theoretisch möglichen Anreizschemata sind für die Praxis primär diejenigen relevant, die

- auf solchen Größen beruhen, die vom Anstrengungsniveau des Agenten merklich beeinflusst und zudem von beiden Parteien ohne Dissens beobachtet werden können (wie etwa der Unternehmensgewinn im Fall des Managers, die Schadenshöhe im Fall des Versicherungsnehmers, die nachkalkulatorisch festgestellten Projektkosten im Fall des Auftragnehmers usw.) und

---

<sup>18</sup> Dabei ist die so genannte Partizipations-Nebenbedingung zu beachten; das heißt, diejenigen Anreizschemata sind auszuschließen, die dem Agenten weniger einbringen als er anderweitig verdienen könnte.

- so einfach sind, dass der Agent die Wirkungsweise des Schemas verstehen kann und die intendierte Motivationswirkung nicht infolge der Undurchschaubarkeit konterkariert wird.

Der Forderung nach Einfachheit dürften wohl alle linearen Anreizschemata genügen, so beispielsweise eine vom Unternehmensgewinn  $G$  abhängende Managerentlohnung des Typs

$$F + s \cdot G,$$

wobei  $F$  ein Fixum bedeutet und  $s$  einen Anteilswert zwischen 0 und 1. Die Ermittlung eines optimalen derartigen Anreizschemas, das heißt einer optimalen Kombination  $(F, s)$ , ist beispielsweise in Milde (1989) oder in Laux (1990) nachzulesen.

Wegen weiterer agency-theoretischer Fragestellungen sowie konkreter Durchführungen der zweistufigen Optimierungsprozedur sei ebenfalls auf die einschlägige Literatur verwiesen, z. B. auf Bamberg/Spremann (1987), Ewert/Wagenhofer (2008), Grünbichler (1991), Hartmann-Wendels (1989, 1991), Hofmann (2001), Jost (2001), Kleine (1995), Krahnhen/Meran (1989), Kräkel (2012), Krapp (2000a), Kürsten (1994), Milde (1989), Neus (1989, 2011), Nippel (1996), Petersen (1988), Pfaff (1995), Pfaff/Zweifel (1998), Pfingsten (1989), Pratt/Zeckhauser (1985), Schweizer (1999), Swoboda (1989), Wagenhofer (1990, 1992), Wagenhofer/Ewert (1993), Wenger/Terberger (1988), Wosnitza (1991).

### 6.6.3 Extreme Informations-Asymmetrie; Informations-Extraktion

Wenn die Informations-Asymmetrie besonders extrem ausgeprägt ist, kann bei der Lösung eines Prinzipal-Agent-Ansatzes ein konzeptionelles Problem dadurch entstehen, dass dem Prinzipal die für seine Optimierung erforderlichen Informationen nicht zur Verfügung stehen. Betrachten wir zur Erläuterung wieder das Managerbeispiel, wobei nun eine Risikosituation bezüglich des Periodengewinns  $G$  unterstellt wird. Die Wahrscheinlichkeitsverteilung von  $G$  bestimmt die (hier nicht explizit formulierte) Zielfunktion des Prinzipals wesentlich mit. Zur korrekten Antizipation der Reaktion des Agenten müsste dem Prinzipal sogar bekannt sein, in welcher Weise sich diese Wahrscheinlichkeitsverteilung in Abhängigkeit vom Anstrengungsniveau des Agenten verändert. Ist annahmegemäß nur der Agent über diese Wahrscheinlichkeitsverteilung(en) informiert, so hängt die Optimierung seitens des Prinzipals „in der Luft“, da er wichtige Bestimmungsstücke seines Optimierungsproblems nicht hinreichend genau kennt. Was kann man in diesen Situationen tun? Konsequenterweise sollte man die Ansprüche an das Lösungskonzept reduzieren. Ein sinnvoller Ausweg besteht darin, sich auf die Ermittlung von Anreizschemata zu konzentrieren, die den (besser informierten) Agenten im eigenen Interesse dazu veranlassen, seine Information **wahrheitsgemäß** an den Prinzipal zu übermitteln. Schemata, die dies leisten, werden als **anreizkompatibel** bezeichnet. Man spricht auch von **Informations-Extraktions-Schemata**, von **Eliciting-Kontrakten** oder von **Revelationsmechanismen**. Im Grunde gehört bereits der Wettbewerb in die Kategorie dieser Mechanismen, da mit seiner Hilfe Kosten