

Prof. Dr. U. Terstege / Dr. J. Ewert

32521

Finanz- und bankwirtschaftliche Modelle Leseprobe

Einheit 2

Modelle mit asymmetrischer Informationsverteilung

Fakultät für
**Wirtschafts-
wissenschaft**

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung und des Nachdrucks, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung der FernUniversität reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Der Inhalt dieses Studienbriefs wird gedruckt auf Recyclingpapier (80 g/m², weiß), hergestellt aus 100 % Altpapier.

Übersicht zum Modul 32521: Finanz- und bankwirtschaftliche Modelle

Einheit 1: Modelle mit symmetrischer Informationsverteilung
(Workload: 100 Stunden)

Einheit 2: Modelle mit asymmetrischer Informationsverteilung
(Workload: 100 Stunden)

Einheit 3: Investitionstheoretische Modelle (Workload: 100 Stunden)

Modul 32521: Finanz- und bankwirtschaftliche Modelle**Einheit 2: Modelle mit asymmetrischer Informationsverteilung****Inhaltsverzeichnis**

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	V
Symbolverzeichnis	VI
1 Überblick und Lehrziele	1
2 Modellmäßige Verdeutlichung von Gläubigerrisiken	5
2.1 Vorbemerkung	5
2.2 Ausgangssituation bei reiner Eigenfinanzierung	5
2.3 Situation bei teilweiser Fremdfinanzierung	19
2.4 Delegationsrisiken von Gläubigern	24
2.4.1 Überblick	24
2.4.2 Ceteris-paribus-Variationen des Investitionsprogramms	27
2.4.3 Ceteris-paribus-Variationen des Verschuldungsgrades	36
2.4.3.1 Vorüberlegungen	36
2.4.3.2 Auswirkungen höherer Verschuldung auf den Altgläubiger	40
2.4.3.3 Auswirkungen höherer Verschuldung auf den Gesellschafter	42
2.4.3.4 Verschuldungsanreiz des Gesellschafters und Betroffenheit des Altgläubigers	54
2.4.4 Zusammenspiel von Investitions- und Finanzierungsanreizen	57
2.4.5 Variationen des Investitionsvolumens (Unter- und Überinvestitionsprobleme)	65
2.4.5.1 Verdeutlichung der Problemfelder	65
2.4.5.2 Das Unterinvestitionsproblem	67
2.4.5.3 Das Überinvestitionsproblem	70
2.5 Informationsrisiken von Gläubigern	74
2.5.1 Vorbemerkung	74
2.5.2 Informationssymmetrie	75
2.5.3 Informationsasymmetrie im Hinblick auf verhaltensunabhängige Einflussfaktoren	77
2.5.4 Informationsasymmetrie im Hinblick auf das Schuldnerverhalten	80
3 Problemlösung durch Gestaltung der Aufteilungsregel zukünftiger finanzieller Rückflüsse	82
3.1 Idealtypen und Mischformen der Finanzierung als spezielle Teilungsregeln	82
3.2 Mischformen als Instrumente zur Reduktion von Delegationsrisiken	86
3.3 Wandel- und Optionsanleihen als spezielle „Mischformen“	91
3.4 Zur Vorteilhaftigkeit von Wandelanleihen als Finanzierungsalternative	95

3.4.1	Die Ausgabe von Wandelanleihen als Nullsummenspiel	95
3.4.2	Wandelanleihen und Risikoeinstellung	99
3.4.3	Wandelanleihen und heterogene Erwartungen	101
3.4.4	Wandelanleihen und Delegationsrisiken	106
4	Problemlösung durch Vertragsgestaltung und Ergebnisbeobachtung (DIAMOND-MODELL)	110
4.1	Ausgangssituation	110
4.2	Anreizkompatible Verträge mit Straffunktion	115
4.3	Monitoring durch die Anleger als Vertragsalternative	122
4.4	Finanzierungsverträge mit Finanzintermediation	124
4.4.1	Vorüberlegungen	124
4.4.2	Vorteilhafte Finanzierung mit diversifizierendem Finanzintermediär	128
4.5	Ergebnisse und Einordnung	136
5	Problemlösung durch Einsatz von Reputation und Handlungskontrolle (BREUER-MODELL)	138
5.1	Ausgangssituation in einem einperiodigen Modell	138
5.2	Lösungsmöglichkeiten durch Reputationseinsatz in einem mehrperiodigen Modell	144
5.2.1	Einsatz von Reputation durch den Unternehmer	144
5.2.2	Einsatz von Reputation durch den Intermediär	152
5.3	Ergebnisse, Kritik ausgewählter Prämissen und Einordnung	163
	Anhang: Formale Herleitung der Gewinn- und Verlusterwartungen von Gläubiger und Schuldner	175
	Lösungen zu den Übungsaufgaben	177
	Literaturverzeichnis	225

4 Problemlösung durch Vertragsgestaltung und Ergebnisbeobachtung (DIAMOND-MODELL)

4.1 Ausgangssituation

Ein besonders populär gewordenes Modell zur Untersuchung der Finanzierungsbeziehung zwischen Anlegern und Unternehmern und zur Begründung der Existenz von Finanzintermediären stammt von DOUGLAS W. DIAMOND.¹⁾ Wir werden die Grundideen dieses Modells teilweise in Anlehnung an die Originaldarstellung, teilweise in Anlehnung an eine gelungene Sekundärdarstellung²⁾ und teilweise in einer eigenständigen Weise beschreiben.

Modellannahmen

Im Rahmen der Modellierung wird ein Finanzmarkt betrachtet, auf dem in einer ersten Vorstellung genau ein risikoneutraler Unternehmer und eine unbegrenzte Anzahl risikoneutraler Anleger agieren, die also alle gemäß der Erwartungswertmaximierung (μ -Prinzip) entscheiden. Der Unternehmer hat im Zeitpunkt $t = 0$ die Möglichkeit, einmal ein Investitionsprojekt durchzuführen, das einen Mitteleinsatz von einer Geldeinheit (GE) erfordert. Der Unternehmer besitzt jedoch keine eigenen liquiden Mittel zur Finanzierung des Projektes.³⁾

Alle Anleger verfügen jeweils über liquide Mittel in Höhe von $1/m < 1$ GE.⁴⁾ Somit benötigt der Unternehmer für die Durchführung seines Investitionsprojektes $m > 1$ Anleger, von denen er Mittel zur Verfügung gestellt bekommt. Die Anleger haben nur die beiden Möglichkeiten, ihre Mittel entweder dem Unternehmer zur Finanzierung des Investitionsprojektes zur Verfügung zu stellen oder sie in eine Alternativanlage zu investieren, die einen sicheren Rückfluss von R GE pro eingesetzter GE erbringt.

1 Vgl. DIAMOND (1984) und ergänzend DIAMOND (1996).

2 Vgl. HARTMANN-WENDELS/PFINGSTEN/WEBER (2007), S. 114-132.

3 Die Modellierung kann alternativ so interpretiert werden, dass der Unternehmer zwar über eigene liquide Mittel verfügt, diese aber nicht zur Durchführung des Investitionsprojektes einsetzen will und sie auch nach Beendigung des Projektes dem Zugriff der Geldgeber entziehen kann. In der weiteren Darstellung folgen wir allerdings der besonders anschaulichen Vorstellung, nach der der Unternehmer über keine eigenen Mittel verfügt.

4 Zur Vermeidung von Teilbarkeitsproblemen wird nachfolgend unterstellt, dass m ganzzahlig ist.

Der Rückfluss des Investitionsprojektes am Ende der nächsten Periode ($t = 1$) ist eine stochastische Größe ($\tilde{\epsilon}$), die zwischen 0 und $\bar{\epsilon} < \infty$ schwanken kann. Es herrscht somit Unsicherheit über den Projektausgang, wobei jedoch alle Marktteilnehmer fest von der Durchführung eines ganz bestimmten Investitionsprojektes ausgehen und homogene Erwartungen bezüglich der Wahrscheinlichkeitsverteilung von $\tilde{\epsilon}$ haben sollen. Für die zunächst betrachtete Ausgangssituation unterstellen wir außerdem, dass alle Marktteilnehmer auch das nach Durchführung des Projektes realisierte Ergebnis unmittelbar beobachten können. Diese zuletzt genannte Annahme wird in den folgenden Abschnitten modifiziert.

unsicherer Projektrückfluss

Ausgangssituation:
Informationssymmetrie

Der Unternehmer leistet in $t = 1$ eine vom Ausgang des Projektes, d. h. von der Realisation von $\tilde{\epsilon}$, abhängige Rückzahlung von insgesamt $z(\tilde{\epsilon})$ an alle Anleger bzw. von $z(\tilde{\epsilon})/m$ pro Anleger. Für die Entscheidung des Unternehmers über die Durchführung des Projektes bzw. der Anleger über das Eingehen oder Ablehnen der Finanzierung des Projektes sind in $t = 0$ die Erwartungswerte der Zahlungen für den Unternehmer bzw. die Anleger relevant. Diese erwarteten Zahlungskonsequenzen werden in der folgenden Abbildung, die anschließend kurz erläutert wird, verdeutlicht.

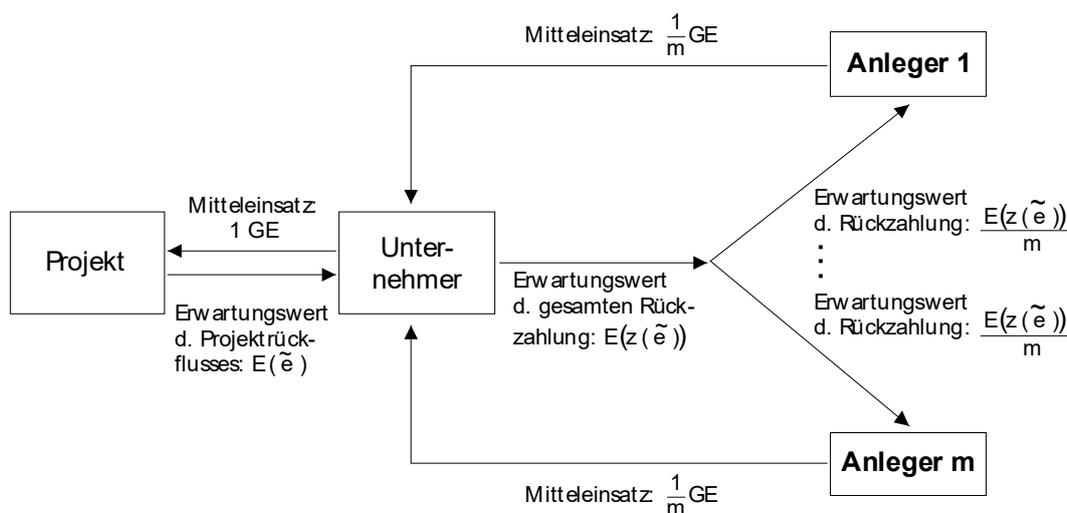


Abb. 4.01: Erwartete Zahlungskonsequenzen aus der Finanzierungsbeziehung zwischen Unternehmer und Anlegern

Jeder der m Anleger leistet einen Miteinsatz von $1/m$ GE und erhält eine erwartete Rückzahlung von $E(z(\tilde{\epsilon}))/m$ GE. Der Unternehmer realisiert im Erwartungswert die Differenz aus dem Erwartungswert des Projektrückflusses ($E(\tilde{\epsilon})$) und dem gesamten Erwartungswert der Rückzahlungen ($E(z(\tilde{\epsilon}))$).

Rückzahlungsforderung
der Anleger

Die Anleger werden dem Unternehmer ihr Geld nur zur Verfügung stellen, wenn die erwartete Rückzahlung pro eingesetzter GE *mindestens* der der Alternativanlage, d. h. R GE entspricht. Da annahmegemäß unendlich viele Anleger auf dem Finanzmarkt agieren, wird kein Anleger eine erwartete Rückzahlung größer als R GE realisieren können. Sollte ein Anleger eine Rückzahlung fordern, die im Erwartungswert zu einer höheren Rückzahlung als R führt, würde er sofort von einem konkurrierenden Anleger mit einer geringeren Rückzahlungsforderung unterboten werden. Dieser Unterbietungsprozess setzt sich so lange fort, bis von einem Anleger nur noch eine Rückzahlung gefordert wird, die pro GE im Erwartungswert genau Rückzahlungen in Höhe von R GE erwarten lässt. Ab hier lohnt es sich nicht mehr, zu unterbieten, da bei einer erwarteten Rückzahlung kleiner R GE die Alternativanlage vorteilhaft ist. Somit wird die von den Anlegern geforderte erwartete Rückzahlung *genau* R GE betragen. Für die Anleger impliziert die Modellierung also eine Nullgewinnbedingung.

Die beschriebenen Zusammenhänge werden anhand des folgenden Beispiels verdeutlicht.

Beispiel 4.01 (Ausgangssituation):

Der Unternehmer TUNICHTGUT, der keine eigenen liquiden Mittel besitzt, hat die Möglichkeit, ein Investitionsprojekt durchzuführen, das einen Mitteleinsatz von einer GE erfordert und in Abhängigkeit vom eintretenden Projektergebnis e_j ($j = 1, 2$) zu folgenden Rückflüssen in $t = 1$ führt:

Projektergebnis	Eintrittswahrscheinlichkeit
$e_1 = 2$ GE	$p(e_1) = 0,6$
$e_2 = 0,6$ GE	$p(e_2) = 0,4$

Auf dem Finanzmarkt agieren außerdem Anleger in unbegrenzter Zahl, die jeweils 0,2 GE an liquiden Mitteln zur Verfügung haben und diese entweder dem Unternehmer zur Verfügung stellen oder zu einer (sicheren) Verzinsung von 14 % ($R = 1,14$ GE) pro Periode anlegen können.

Der Erwartungswert des Projektes beträgt $0,6 \cdot 2 + 0,4 \cdot 0,6 = 1,44$ GE. Zur Finanzierung dieses Projektes benötigt TUNICHTGUT $1 / 0,2 = 5$ Anleger. Diese fordern insgesamt im Erwartungswert eine Rückzahlung von $1 \cdot 1,14 = 1,14$ GE. Dies ließe sich z. B. durch einen Vertrag realisieren, bei dem bei Eintreten von e_1 1,5 GE und bei Eintreten von e_2 0,6 GE an alle Anleger gezahlt werden ($0,6 \cdot 1,5 + 0,4 \cdot 0,6 = 1,14$).

TUNICHTGUT erzielt dann ein erwartetes Nettoergebnis von $1,44 - 1,14 = 0,3$ GE.

Übungsaufgabe 4.01:

Gehen Sie von den Ausgangsdaten des Beispiels 4.01 aus. Welche anderen Ausgestaltungen könnte der Finanzkontrakt zwischen TUNICHTGUT und den Anlegern haben? Beschränken Sie Ihre Betrachtungen auf Verträge ohne Nachschusspflichten der Anleger und berücksichtigen Sie, dass der Unternehmer auch in $t = 1$ über keine sonstigen liquiden Mittel verfügt!

Wie Sie aus dem Beispiel und der Übungsaufgabe ersehen konnten, kann bei einer symmetrischen Informationsverteilung zwischen dem risikoneutralen Unternehmer und den risikoneutralen Anlegern eine Finanzierungsbeziehung immer dann problemlos zustande kommen, wenn der erwartete Projektrückfluss $E(\tilde{\epsilon})$ mindestens R_{GE} beträgt. Für die Ausgestaltung der dann zustande kommenden Finanzierungsbeziehung bestehen unterschiedliche Möglichkeiten.

DIAMOND modelliert nun jedoch den Fall, dass eine **Informationsasymmetrie** in der Ausprägung vorliegt, dass die Anleger das tatsächlich eingetretene Projektergebnis (die Realisation der Zufallsvariablen $\tilde{\epsilon}$) *nicht* kostenlos beobachten können. Sie sind auf die Bekanntgabe des Ergebnisses durch den Unternehmer angewiesen. Der Unternehmer soll sich bei der Ergebnisbekanntgabe opportunistisch verhalten, d. h. er handelt zu seinem eigenen Vorteil, auch wenn er dadurch den Anlegern schadet. Bei mehreren für den Unternehmer gleichwertigen Alternativen soll er jedoch diejenige wählen, die für die Anleger vorteilhaft ist.

Informationsasymmetrie

Da dem Unternehmer die Residualgröße aus Projektrückfluss und Rückzahlung an die Anleger zusteht, wird er ohne besondere Vorkehrungen daher unabhängig vom tatsächlich eingetretenen Projektergebnis immer angeben, genau das Projektergebnis erzielt zu haben, bei dem die Rückzahlungen an die Anleger am geringsten ausfallen.¹⁾

Wenn der Unternehmer aber die Möglichkeit hat, durch die Bekanntgabe des Projektergebnisses die Rückflüsse an die Anleger zu beeinflussen, wenn also nicht alle Ergebnisse zur selben Zahlung an die Anleger führen, und der Erwartungswert der Rückflüsse bei wahrheitsgetreuer Offenbarung des Projektergebnisses gerade R_{GE} beträgt, dann muss das für den Unternehmer vorteilhafte Projektergebnis zwangsläufig zu geringeren Rückflüssen als R_{GE} an die Anleger führen. Bei der unterstellten Informationsasymmetrie erhalten die Anleger dann also immer eine kleinere Rückzahlung als R_{GE} . Sie werden dieses Verhalten antizipieren und

1 Dabei wird angenommen, dass der Unternehmer sich kein anderes (für die Anleger noch schlechteres) Projektergebnis ausdenken kann, da bezüglich der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Projektrückflüsse weiterhin Informationsasymmetrie herrscht. Ein Lügen des Unternehmers besteht somit immer im Melden des für die Anleger ex ante schlechtestmöglichen Projektergebnisses.

dem Unternehmer erst gar keine Mittel zur Verfügung stellen, wie die Fortsetzung des Beispiels verdeutlicht.

Beispiel 4.01 (Fortsetzung I):

Wenn die Anleger das Projektergebnis nicht beobachten können, wird TUNICHTGUT bei der für die Ausgangssituation unterstellten Rückzahlungsvereinbarung unabhängig vom tatsächlich eingetretenen Ergebnis immer angeben, e_2 sei eingetreten, und er wird in beiden Umweltzuständen die für e_2 vereinbarte Rückzahlung von 0,6 GE leisten. Damit kann er seinen erwarteten Projektrückfluss auf $1,44 - 0,6 = 0,84$ GE steigern. Die Anleger jedoch antizipieren, dass TUNICHTGUT sich so verhalten wird, und somit verringert sich ihre erwartete Rückzahlung auf $0,4 \cdot 0,6 + 0,6 \cdot 0,6 = 0,6$ GE. In diesem Fall werden sie ihr Geld in die Alternativanlage mit einer erwarteten Rückzahlung von 1,14 GE investieren.

Stellen die Anleger keine Mittel zur Verfügung, kann der Unternehmer das Projekt nicht durchführen, obwohl dies eigentlich im Interesse des Unternehmers und, bei weniger extremer Modellierung des Finanzmarktes, auch der Anleger liegt (vgl. Beispiel 4.01 (Ausgangssituation)).¹⁾ Für dieses Problem, dass ein bei Informationssymmetrie vorteilhafter Vertrag aufgrund von Informationsasymmetrie hinsichtlich des tatsächlich erzielten Ergebnisses und opportunistischem Verhalten des Unternehmers nicht zustande kommt, werden in Anlehnung an das Modell von DIAMOND nachfolgend drei mögliche Lösungsansätze betrachtet:

Lösungsansätze

- Direkte Finanzkontrakte könnten so ausgestaltet sein, dass es im Eigeninteresse des Unternehmers liegt, das Projektergebnis wahrheitsgetreu mitzuteilen (Abschnitt 4.2).
- Den Anlegern könnte bei der Vereinbarung direkter Finanzkontrakte die Möglichkeit verschafft werden, das Projektergebnis zu beobachten (Abschnitt 4.3).
- Es könnte eine Zwischeninstanz als Mittler zwischen Unternehmer und Anleger eingeschaltet werden, wobei auch diese indirekten Finanzkontrakte in unterschiedlicher Weise mit Anreizmechanismen und Beobachtungsmöglichkeiten kombiniert werden können (Abschnitt 4.4).

¹⁾ In der modellierten Extremform liegt die Durchführung des Investitionsprojektes ausschließlich im Interesse des Unternehmers, da Anleger wegen der vollständigen Konkurrenz auf der Geldangebotsseite auf einen Nullgewinn im Vergleich zur Alternativanlage „gedrückt“ werden. Bei weniger vollständiger Konkurrenz der Geldgeber kann der Projektvorteil aber auch auf Unternehmer und Anleger verteilt sein.

4.2 Anreizkompatible Verträge mit Straffunktion

Die Ausgestaltung eines für Anleger und Unternehmer annehmbaren Finanzkontraktes liegt in der modellierten Situation im Interesse des Unternehmers. Die Anleger haben jederzeit die Möglichkeit, in die sichere Alternativanlage zu investieren und können bei der Einwilligung in den Finanzkontrakt im Erwartungswert keinen höheren Rückfluss erzielen. Daher muss der Unternehmer den Vertrag so gestalten, dass die Anleger bei einer Einwilligung in den Finanzkontrakt im Erwartungswert zumindest kein schlechteres Ergebnis als bei der Alternativanlage erzielen und er selbst einen möglichst hohen Erwartungswert seines Zahlungsüberschusses erzielt.

Die erste dazu betrachtete Gestaltungsmöglichkeit besteht darin, den Finanzkontrakt anreizkompatibel, d. h. so auszugestalten, dass es im eigenen Interesse des Unternehmers liegt, das wahre Projektergebnis mitzuteilen. Bei einem anreizkompatiblen Vertrag würde das vom Unternehmer mitgeteilte Ergebnis (e') also stets dem tatsächlich erzielten Ergebnis (e) entsprechen ($e' = e$ für alle e). Wir wollen uns zunächst überlegen, welche Möglichkeiten grundsätzlich zur Ausgestaltung anreizkompatibler Verträge bestehen, und anschließend darüber nachdenken, welche dieser Ausgestaltungsalternativen für den Unternehmer optimal sein können.

a) Konstruktion anreizkompatibler Verträge

Bezeichnet man allgemein die in Geldeinheiten bewerteten gesamten Leistungen, die ein Unternehmer erbringen muss, wenn er ein Ergebnis in Höhe von e' bekanntgegeben hat, mit $l(e')$, dann muss für anreizkompatible Verträge die Höhe der gesamten Leistungen zwingend unabhängig vom bekanntgegebenen Ergebnis sein:

allgemeine Bedingung
anreizkompatibler
Verträge

$$(4.01) \quad l(e') = h = \text{const.}$$

Wäre diese Bedingung nicht erfüllt, so hätte der Unternehmer einen Anreiz, nicht das tatsächlich erzielte Ergebnis, sondern das Ergebnis bekanntzugeben, das zur geringsten Leistungspflicht führt. Gilt die Bedingung hingegen, ist der Unternehmer indifferent, welches Ergebnis er bekannt gibt. Dann soll er annahmegemäß im Interesse der Anleger handeln und das tatsächlich eingetretene Ergebnis bekanntgeben.

Die Leistungspflicht des Unternehmers muss auf jeden Fall Zahlungspflichten $z(e')$ an die Anleger umfassen, weil diese sonst nicht zur Mittelüberlassung bereit wären. Bestünde die Leistungspflicht des Unternehmers nun ausschließlich aus Zahlungspflichten, dann müsste der Unternehmer, um gleichzeitig die Anleger zur Mittelüberlassung bewegen und den Finanzierungsvertrag anreizkompatibel gestalten zu können, bei jedem bekanntgegebenen Ergebnis stets einen identischen Betrag von $z(e') = h \geq R$ an die Anleger leisten. Steht allerdings, wie hier unter-

keine anreizkompatiblen
Verträge bei reiner
Zahlungspflicht

stellt, ein Investitionsprojekt zur Durchführung an, das auch zu geringeren Projektergebnissen als $R \geq h$ führen kann, dann wäre nicht sichergestellt, dass dieser zu vereinbarenden Rückzahlungsbetrag in Höhe von h auch in jedem Fall allein aus dem Projektrückfluss geleistet werden kann. Wenn man an der Annahme festhält, dass der Unternehmer auch zum Ende der Projektdurchführung keine eigenen Mittel einsetzt, würde ein solcher Finanzierungsvertrag also zwar eine ergebnisunabhängige Zahlungspflicht des Unternehmers beinhalten; seine faktisch zu erbringende Zahlungsleistung wäre aber trotzdem vom erzielten Ergebnis abhängig. Damit hätte der Unternehmer aber einen Anreiz, stets anzugeben, er hätte das denkbar geringste Ergebnis erzielt und sei ungeachtet des höheren vertraglich vereinbarten Zahlungsverprechens nur in der Lage, dieses geringstmögliche Ergebnis an die Anleger weiterzuleiten.

Dieser Fehlanreiz kann auch nicht dadurch beseitigt werden, dass Anleger bereits bei der Vereinbarung des Rückzahlungsbetrages berücksichtigen, dass der vertraglich vereinbarte Betrag nicht in allen Situationen geleistet werden kann und daher ein höheres Rückzahlungsversprechen als R [$z(e') = h > R$] verlangen. Wenn Rückzahlungen an Anleger allein aus Projektrückflüssen geleistet werden und die Projektrückflüsse in einzelnen Situationen geringer als die Rückflüsse der sicheren Alternativenanlage ausfallen, kann grundsätzlich kein anreizkompatibler Finanzierungsvertrag konstruiert werden, bei dem die Leistungspflicht des Unternehmers allein aus Zahlungspflichten an die Anleger besteht.

nicht transferable
Strafen des Unternehmers
als Komponente
anreizkompatibler
Verträge

Zur Konstruktion eines anreizkompatiblen Finanzierungsvertrages ist es unter den getroffenen Annahmen also zwingend, dass der Unternehmer neben den Zahlungspflichten gegenüber Anlegern eine weitere Leistungspflicht übernimmt. Diese zusätzliche Leistungspflicht wird als **Strafe** für den Unternehmer bezeichnet. Sie muss sich ebenfalls nach dem bekanntgegebenen Projektergebnis bemessen [$\varphi(e')$]¹, in Geldeinheiten messen lassen und zusammen mit der tatsächlichen Rückzahlung zu einer ergebnisunabhängigen Leistung des Unternehmers führen, damit der Vertrag anreizkompatibel ist:

$$(4.02) \quad z(e') + \varphi(e') = h \quad \text{mit} \quad z(e') \geq 0 \quad \text{und} \quad \varphi(e') \geq 0 .$$

Die Funktion $z(e')$, nach der sich die Rückzahlung an die Anleger bemisst, wird dabei als Zahlungsfunktion bezeichnet. Die Funktion $\varphi(e')$, nach der sich die Bestrafung des Unternehmers bemisst, wird analog auch als Straffunktion bezeichnet.

1 Alternativ könnte die Strafe auch nach der an die Anleger geleisteten Rückzahlung bemessen werden [$\varphi(z(e'))$].

Materiell kann die Bestrafung in unterschiedlichsten Sanktionierungen des Unternehmers, wie z. B. dessen körperlicher Züchtigung, Inhaftierung, Rufschädigung, Vermögensentzug u. ä., bestehen. Entscheidend für die weitere Modellierung ist lediglich, dass auch die von der Strafe ausgelöste Nutzenminderung des Unternehmers in Geldeinheiten bewertbar ist und dass mit ihrer Vollstreckung keine Nutzenmehrungen der Anleger einhergehen.

Theoretisch lassen sich sehr unterschiedliche Kombinationen aus einer Rückzahlungsfunktion $z(e')$ und einer Straffunktion $\varphi(e')$ finden, die der Anreizbedingung (4.02) entsprechen. Soweit die beiden Funktionen die Anreizbedingungen erfüllen, gibt der Unternehmer das eingetretene Ergebnis wahrheitsgemäß bekannt ($e' = e$). Da wir im Weiteren nur noch anreizkompatible Kombinationen von Rückzahlungs- und Straffunktionen betrachten wollen, können wir sie ab jetzt auch einfach mit $z(e)$ und $\varphi(e)$ bezeichnen.

b) Optimaler anreizkompatibler Vertrag

Nicht alle anreizkompatiblen Rückzahlungs- und Straffunktionen sind aus Sicht des Unternehmers für eine Vertragsgestaltung gleich gut geeignet. Eine optimale – für den Unternehmer und die Financiers akzeptable – Kombination muss aus Unternehmenssicht vier zusätzliche Bedingungen erfüllen:

Optimalitäts-
bedingungen

- (1) Der Erwartungswert der Rückzahlung an die Anleger muss mindestens dem Rückfluss der sicheren Alternativanlage entsprechen (Partizipationsbedingung der Anleger).
- (2) Der Erwartungswert der Rückzahlung an den Unternehmer vermindert um den Erwartungswert der Strafzahlung muss positiv sein (Partizipationsbedingung des Unternehmers).
- (3) Der Erwartungswert der Rückzahlung an die Anleger darf höchstens dem Rückfluss der sicheren Alternativanlage entsprechen, damit der Unternehmer kein Geld an die Anleger verschenkt (Nullgewinnbedingung für Anleger).
- (4) Bei jedem möglichen Projektergebnis muss die fix gegebene Leistungspflicht des Unternehmers zu einem möglichst großen Anteil aus einer Rückzahlung und zu einem möglichst geringen Anteil aus der Verhängung einer Strafe bestehen. Denn nur die aus einer Rückzahlung resultierende Nutzenminderungen des Unternehmers kommt den Anlegern in Form von Nutzen erhöhungen zu Gute und erhöht damit direkt deren Bereitschaft zur Mittelüberlassung. Bestrafungen des Unternehmers gehen hingegen nicht mit unmittelbaren Nutzenmehrungen der Anleger einher. Diese Nutzenminderung sind somit für Unternehmer und Anleger insgesamt verloren (Vermeidung unnötiger Nutzenminderungen).

Bezeichnet man die vereinbarte ergebnisunabhängige Gesamtleistung des Unternehmers mit h , dann

- leistet der Unternehmer gemäß Optimalitätsbedingung (4) das gesamte Projektergebnis e als Rückzahlung an die Anleger, wenn das Projektergebnis die vereinbarte Gesamtleistung nicht übersteigt [$z(e) = e$ für alle $e \leq h$], und
- leistet der Unternehmer eine Rückzahlung in Höhe von h an die Anleger, wenn das Projektergebnis die vereinbarte Gesamtleistung übersteigt [$z(e) = h$ für alle $e > h$].

idealtypischer Fremdfinanzierungsvertrag als optimaler Rückzahlungsvertrag

Die Rückzahlungsverteilung dieser optimalen Zahlungsfunktion entspricht damit genau der Rückzahlungsverteilung, die sich bei der Vereinbarung eines idealtypischen Fremdfinanzierungsvertrages mit einer Rückzahlungsforderung in Höhe von h ergeben würde. Ein idealtypischer Fremdfinanzierungsvertrag kann unter den getroffenen Annahmen also als optimale Rückzahlungsvereinbarung interpretiert werden.

Rückzahlungsforderung des optimalen Finanzierungsvertrages

Zur Einhaltung der Optimalitätsbedingungen (1) und (3) ist dabei h so festzulegen, dass

$$(4.03) \quad P(\tilde{e} < h) \cdot E(\tilde{e} | e < h) + P(\tilde{e} \geq h) \cdot h = R$$

gilt. Dabei sind die beiden Summanden wie folgt zu interpretieren:

- Mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit fällt der Projektrückfluss geringer aus als die vereinbarte Rückzahlung ($P(\tilde{e} < h)$). In diesem Fall wird der gesamte vorhandene Projektrückfluss an die Anleger gezahlt; die erwartete Rückzahlung entspricht in diesem Fall dem Erwartungswert der Zufallsvariablen \tilde{e} , unter der Bedingung, dass e kleiner als h ist ($E(\tilde{e} | e < h)$).
- Mit der Gegenwahrscheinlichkeit $P(\tilde{e} \geq h)$ fällt der Projektrückfluss größer oder gleich h aus und die gesamte Rückzahlung h kann geleistet werden.

Straffunktion des optimalen Finanzierungsvertrages

Wenn in einem anreizkompatiblen Finanzierungsvertrag die Gesamtleistung des Unternehmers ergebnisunabhängig in Höhe von h und die Zahlungsfunktion analog zu einem idealtypischen Fremdfinanzierungsvertrag mit einer Rückzahlungsforderung in Höhe von h festzulegen sind, dann muss die Straffunktion zwangsläufig wie in Relation (4.04) dargestellt lauten:

$$(4.04) \quad \varphi^*(e) = h - z(e).$$

- Beträgt die Rückzahlung h (bei $e \geq h$), wird keine Strafe verhängt.
- Beträgt die Rückzahlung weniger als h (bei $e < h$), wird eine Strafe in Höhe der Differenz aus vereinbarter und tatsächlich geleisteter Rückzahlung verhängt.

Die optimale Rückzahlungs- und Straffunktion des Unternehmers lassen sich somit durch die folgende Abbildung verdeutlichen:

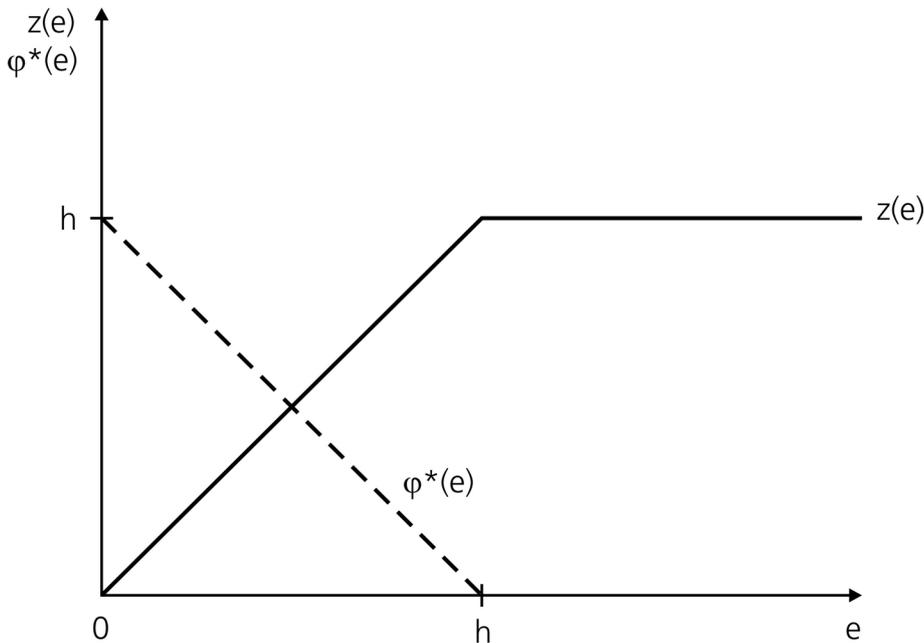


Abb. 4.02: Rückzahlungs- und Straffunktion des Unternehmers

Der so konzipierte „optimale Finanzierungsvertrag“ stellt zwar sicher, dass die Optimalitätsbedingungen (1), (3) und (4) eingehalten werden, der Unternehmer folglich keinen Anreiz mehr zur Fehlinformation hat, die Geldgeber den benötigten Finanzierungsbetrag zur Verfügung stellen würden und auch keine „unnötigen Nutzenminderungen“ auf Seiten des Unternehmers auftreten würden, stellt aber nicht zwingend sicher, dass auch die Partizipationsbedingung des Unternehmers (also Optimalitätsbedingung (2)) erfüllt wird.

Die allgemein abgeleiteten Zusammenhänge werden nachfolgend anhand einer Fortsetzung des Beispiels und der anschließenden Übungsaufgabe verdeutlicht.

Beispiel 4.01 (Fortsetzung II):

Da die Anleger das opportunistische Verhalten des TUNICHTGUT antizipieren und ihm die Mittel nicht zur Verfügung stellen, möchte TUNICHTGUT einen anreizkompatiblen Finanzierungsvertrag anbieten. Er weiß, dass der vertraglich vereinbarte Rückzahlungsbetrag den Anlegern eine erwartete Rückzahlung von R , also 1,14 GE, sichern muss.

Die Wahrscheinlichkeit für einen schlechten Projektausgang, bei dem nur der vorhandene Rückfluss von 0,6 GE gezahlt werden kann, beträgt 0,4. Die Wahrscheinlichkeit für einen guten Projektausgang beträgt 0,6. In Relation (4.03) eingesetzt bedeutet dies, dass der vertraglich zu vereinbarenden Rückzahlungsbetrag h folgende Bedingung erfüllen muss:

$$0,4 \cdot 0,6 + 0,6 \cdot h \stackrel{!}{=} 1,14$$

$$\Rightarrow h = 1,5 \text{ GE.}$$

Für den Fall, dass TUNICHTGUT weniger als die vereinbarten 1,5 GE Rückzahlung leistet, sieht der Vertrag eine Strafe in Höhe der Differenz zwischen vereinbarter und geleisteter Zahlung vor:

- Mit einer Wahrscheinlichkeit von $P(\tilde{e} < h) = 0,4$ beträgt der Rückzahlungsbetrag $z(e) = 0,6$. In dieser Situation fällt eine Strafe in Höhe von $\phi^*(e) = h - z(e) = 1,5 - 0,6 = 0,9$ an.
- Mit einer Wahrscheinlichkeit von $P(\tilde{e} \geq h) = 0,6$ kann der Unternehmer die vereinbarte Rückzahlung von 1,5 GE leisten und es fällt keine Strafe an.

TUNICHTGUT hat nun keinen Anreiz mehr, bei Eintreten des guten Ergebnisses das schlechte Ergebnis vorzutäuschen, da ihm bei einer Rückzahlung von 0,6 GE eine Strafe im Wert von 0,9 GE droht, so dass er auch in diesem Fall eine Gesamtleistung von 1,5 GE erbringen muss.

Einen Finanzierungsvertrag mit dieser optimalen anreizkompatiblen Gestaltung würden zwar die Anleger annehmen, TUNICHTGUT erzielt jedoch nur noch ein erwartetes Nettoergebnis von $0,4 \cdot (-0,9) + 0,6 \cdot (2 - 1,5) = -0,06$ GE, so dass er die Unterlassensalternative vorziehen und auf die Durchführung des Investitionsprojektes verzichten würde.

Übungsaufgabe 4.02:

Gehen Sie von den Daten des Beispiels 4.01 (Fortsetzung II) aus. Nehmen Sie nun jedoch an, die Eintrittswahrscheinlichkeit für den guten Projektausgang betrage $p(e_1) = 0,7$ und die für den schlechten Projektausgang $p(e_2) = 0,3$!

- Wie hoch muss der vertraglich vereinbarte Rückzahlungsbetrag in einem anreizkompatiblen Vertrag jetzt sein?
- Wird TUNICHTGUT das Projekt jetzt durchführen?

Kosten der
Straffunktion

Wie das vorangegangene Beispiel und die Übungsaufgabe zeigen, kann die optimale anreizkompatible Gestaltung des Finanzierungsvertrages zwar in bestimmten Fällen das Zustandekommen des Finanzkontraktes bewirken, verursacht jedoch im Vergleich zur Situation ohne Informationsasymmetrien in jedem Fall Kosten in Form von „Wohlfahrtsverlusten“. Diese Wohlfahrtsverluste resultieren daraus, dass der Unternehmer bei Eintreten eines schlechten Projektergebnisses bestraft wird, also Verlust erleidet, die Anleger daraus jedoch keinen Vorteil erlangen. Die Höhe dieser Kosten lässt sich durch einen Vergleich der sogenannten first best und second best Lösung feststellen. Die first best Lösung wird in der Ausgangs-

situation ohne Informationsasymmetrie realisiert, in der der Rückzahlungsbetrag in Abhängigkeit vom Projektrückfluss festgelegt werden kann. Die second best Lösung ist diejenige, die bei Informationsasymmetrie und Einführung des optimalen anreizkompatiblen Vertrages realisiert wird. Da die Anleger bei beiden Lösungen im Erwartungswert eine Rückzahlung in Höhe von R erhalten, ändert sich ihr Nettoergebnis nicht. Die Kosten der Straffunktion bzw. der asymmetrischen Informationsverteilung ergeben sich somit aus der Differenz zwischen den Nettoergebnissen des Unternehmers in der first und in der second best Lösung:

- In der first best Lösung erhält der Unternehmer die Residualgröße aus erwartetem Projektrückfluss und Rückzahlung, also $E(\tilde{e}) - R$.
- In der second best Lösung leistet der Unternehmer eine Gesamtzahlung in Höhe von h , die sich aus Rückzahlung und Strafe zusammensetzt. Sein erwartetes Nettoergebnis beträgt $E(\tilde{e}) - h$.

Die Kosten für die Straffunktion oder kurz die Strafkosten¹⁾ betragen also $(E(\tilde{e}) - R) - (E(\tilde{e}) - h) = h - R$. Diese Differenz lässt sich interpretieren als Betrag, der zur Herstellung der Finanzierungsbeziehung bei Informationsasymmetrie aufgewendet werden muss. Die Kosten entsprechen gleichzeitig dem Erwartungswert der Strafzahlung, da dies der Betrag ist, um den der Nettoüberschuss des Unternehmers im Vergleich zur first best Lösung vermindert wird:

zwei Berechnungsmöglichkeiten

$$(4.05) \quad E(\varphi^*(\tilde{e})) = P(\tilde{e} < h) \cdot (h - E(\tilde{e} | e < h)) .$$

Die Berechnungsmethodik der Strafkosten wird anhand einer weiteren Fortsetzung des Beispiels verdeutlicht.

Beispiel 4.01 (Fortsetzung III):

Die Strafkosten des von TUNICHTGUT in Fortsetzung II des Beispiels festgelegten Finanzkontraktes lassen sich auf zwei verschiedene Arten berechnen:

- Zum einen durch einen Vergleich seiner Nettoüberschüsse in der Ausgangssituation und in der Situation mit anreizkompatiblen Vertrag. In der Ausgangssituation betrug sein erwarteter Zahlungsüberschuss $1,44 \text{ GE} - 1,14 \text{ GE} = 0,3 \text{ GE}$; in der Situation mit anreizkompatiblen Vertrag beträgt sein Nettoergebnis $1,44 \text{ GE} - 1,5 \text{ GE} = -0,06 \text{ GE}$. Die Kosten betragen damit $0,36 \text{ GE}$ und entsprechen der Differenz $h - R = 1,5 \text{ GE} - 1,14 \text{ GE} = 0,36 \text{ GE}$.
- Zum anderen als Erwartungswert der Strafe: $0,4 \cdot (1,5 - 0,6) \text{ GE} = 0,36 \text{ GE}$.

1 Die Strafkosten werden bei DIAMOND (1984), DIAMOND (1996) und in mehreren Sekundärquellen auch als Delegationskosten bezeichnet.

$$V_F = \frac{0,5 \cdot x + 0,5 \cdot 100}{1,1} \geq 100$$

$$\Leftrightarrow x \geq 120$$

$$\Rightarrow N \geq 100.$$

Im Vergleich zur Übungsaufgabe 3.04 akzeptieren die Gläubiger jetzt nur ein niedrigeres Maximalumtauschverhältnis, da sie den positiven Umweltzustand s_1 jetzt mit geringerer Eintrittswahrscheinlichkeit erwarten. Aus Gläubigersicht darf das Umtauschverhältnis jetzt höchstens 1:1 betragen, damit sie sich bei der Emission einer Wandelanleihe nicht schlechter als bei der Kreditfinanzierung stellen.

- b) Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass bei den unterstellten Erwartungen und den restlichen bereits fixierten Konditionen keine Möglichkeit besteht, das Wandlungsverhältnis der Wandelanleihe so festzulegen, dass Gesellschafter und Gläubiger gleichzeitig die Emission der Wandelanleihe gegenüber der Kreditfinanzierung präferieren.

Übungsaufgabe 4.01:

Der Finanzierungsvertrag kann bei nur zwei möglichen Projektergebnissen e_1 und e_2 jede Rückzahlungsvereinbarung $[z(e_1), z(e_2)]$ enthalten, bei der die Bedingungen

$$p(e_1) \cdot z(e_1) + p(e_2) \cdot z(e_2) = R \quad \text{und}$$

$$0 \leq z(e_j) \leq e_j \quad \text{für } j = 1, 2$$

erfüllt sind.

Die erste Bedingung muss erfüllt sein, damit Anleger einerseits zur Mittelüberlassung bereit sind und andererseits im Falle einer Mittelüberlassung keinen höheren Erwartungswert als bei der Alternativanlage erzielen. Die zusätzlichen beiden Bedingungen müssen erfüllt sein, um sicherzustellen, dass Anleger in $t = 1$ keine Mittel nachschießen müssen $[0 \leq z(e_j)]$ und der Unternehmer in $t = 1$ nur im Unternehmen verfügbare Mittel für die Rückzahlungen einsetzt $[z(e_j) \leq e_j]$. Die in Beispiel 4.01 angegebene Vertragsgestaltung erfüllt mit

$$0,6 \cdot 1,5 + 0,4 \cdot 0,6 = 1,14,$$

$$0 \leq 1,5 \leq 2 \quad \text{und}$$

$$0 \leq 0,6 \leq 0,6$$

diese drei Bedingungen. Daneben lassen sich unendlich viele weitere Finanzierungsverträge, die diese Bedingungen erfüllen, konstruieren, z. B. ein Finanzierungsvertrag mit $z(e_1) = \frac{1,14}{1,44} \cdot 2$ und $z(e_2) = \frac{1,14}{1,44} \cdot 0,6$.

Während die Vertragsgestaltung aus Beispiel 4.01 als idealtypische Fremdfinanzierung interpretiert werden kann, kann diese alternative Vertragsgestaltung als idealtypische Eigenfinanzierung mit einer Beteiligungsquote von $1,14 / 1,44$ interpretiert werden.

Die Konstruktion von Finanzierungsverträgen, die diese drei Bedingungen erfüllen, ist bei risikoneutralen Akteuren immer dann möglich, wenn

$$p(e_1) \cdot e_1 + p(e_2) \cdot e_2 \geq R$$

gilt, also dann, wenn der Erwartungswert des Projektrückflusses mindestens R beträgt, oder dann, wenn das Investitionsprojekt auf Basis des sicheren Alternativzinses keinen negativen Kapitalwert aufweist.

Übungsaufgabe 4.02:

- a) Der Rückzahlungsbetrag muss jetzt folgende Bedingung erfüllen:

$$0,3 \cdot 0,6 + 0,7 \cdot h \stackrel{!}{=} 1,14$$

$$\Leftrightarrow h = 1,37 [\text{GE}].$$

Da der Eintritt des guten Ergebnisses nun wahrscheinlicher geworden ist, muss im Erfolgsfall eine niedrigere Rückzahlung geleistet werden, um den Erwartungswert der Rückzahlung von $1,14$ GE sicherzustellen. Die Differenz zwischen h und R kann als Risikoaufschlag interpretiert werden. Dies ist ein Zuschlag auf den vereinbarten Rückzahlungsbetrag, um im Erwartungswert den Rückfluss der Alternativanlage sicherzustellen. Je wahrscheinlicher Rückzahlungen oberhalb von R sind, desto geringer ist der geforderte Risikoaufschlag.

- b) Das erwartete Nettoergebnis des Unternehmers erhöht sich im Vergleich zur Situation des Beispiels 4.01 (Fortsetzung II) auf $0,3 \cdot (0,6 - 1,37) + 0,7 \cdot (2 - 1,37) = 0,21$ GE. Der Unternehmer wird mit den Anlegern diesen Finanzierungsvertrag also abschließen.