

Veröffentlicht in

Wertorientiertes Risikomanagement für Industrie und Handel
(Hrsg. Werner Gleißner/Günter Meier)
2001

„Risiko: Grundlagen aus Statistik, Entscheidungs- und
Marktstrategien“
S. 161-174

Mit freundlicher Genehmigung des
Gabler Verlag, Wiesbaden
(www.gabler.de)

Risiko: Grundlagen aus Statistik, Entscheidungs- und Kapitalmarkttheorie

Werner Gleißner und Marco Wolfrum

1. Entscheidungen und Planung

„Nach Goethe ist es eine göttliche Eigenschaft des Menschen, dass er Entscheidungen treffen kann; und man sollte hinzufügen, auch muss.“ ... „Neben Entscheidungen mit geringen Folgen sind auch solche von existentieller Bedeutung zu treffen, welche die Zukunft von Menschen, Unternehmen und dgl. nachhaltig beeinflussen können.

Entscheidungen mit weitreichenden Folgen sollten deshalb sorgfältig vorbereitet werden. Das Formulieren und Lösen von Entscheidungsproblemen ist daher auch zentrales Thema vieler wissenschaftlicher Disziplinen, u.a der Betriebswirtschaftslehre, der Soziologie, der Psychologie und der Mathematik.“

(Einleitung zu Rommelfanger/Heinrich: Fuzzy Decision Support Systeme, 1994)

Damit ein Unternehmen die gesteckten Ziele realisieren kann, bedarf es einer Planung, wie sich das Unternehmen entwickeln soll. Dabei stehen in der Regel mehrere Handlungsalternativen zur Verfügung. Unter Planung versteht man deshalb die gedankliche Vorwegnahme zukünftigen Handelns durch das Abwägen verschiedener Handlungsoptionen und die Entscheidung für den geeignetsten Weg. Planung bedeutet also das Treffen von Entscheidungen, die in die Zukunft gerichtet sind.

2. Entscheidungssituationen

Eine möglichst fundierte Planung sollte die Grundlage jeder (wichtigen) Entscheidung sein. Diese Planungen beziehen sich immer auf die Zukunft. Das entscheidende Problem jeder Planung ist daher die **Ungewissheit über die Zukunft**. Bei einer Investitionsentscheidung mittels Kapitalwertmethode benötigt man beispielsweise Informationen über zukünftige Cash-Flows. Diese sind aber in der Regel nicht mit Sicherheit bekannt, weil niemand die Zukunft vorhersehen kann.

Jede Planungsmethode wertet bestimmte Daten aus, die zukünftige Umweltzustände beschreiben, und gelangt so zu einer Lösung. Sind diese Umweltzustände nicht sicher, so gilt dies auch für die Planungsergebnisse und damit für die Entscheidungssituation.

In der Literatur werden beispielsweise folgende Formen von Entscheidungssituationen unterschieden:^{1, 2}

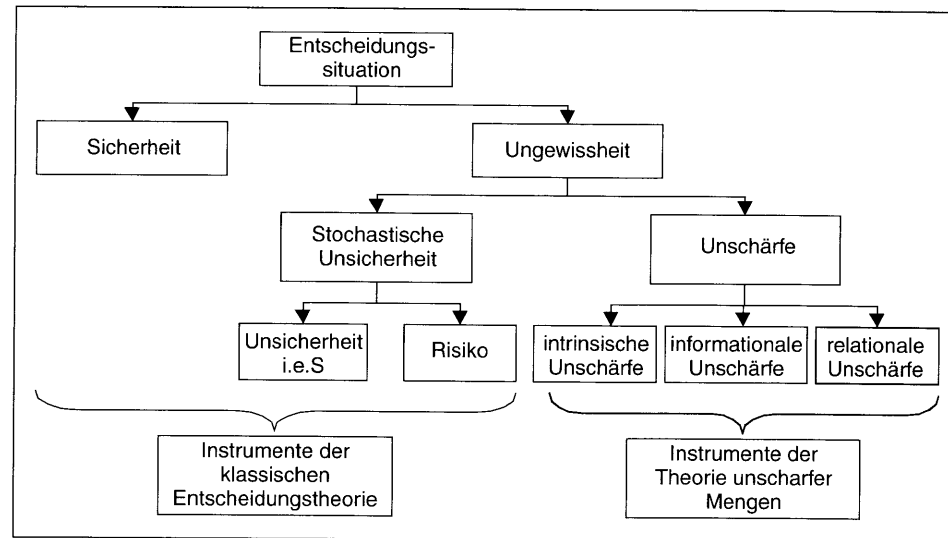


Abbildung 1: Entscheidungssituationen

Je nach dem Informationsstand des Entscheiders werden prinzipiell die Entscheidungen bei vollkommener Information (Entscheidungen bei Sicherheit) und die Entscheidungen bei unvollkommener Information (Entscheidung bei Ungewissheit) unterschieden. Bei der Entscheidung bei Ungewissheit wird nochmals differenziert (siehe Abbildung 1).

(1) Entscheidung bei Sicherheit: Der Eintritt eines bestimmten Ereignisses ist sicher.

(2) Entscheidung bei Unsicherheit: Mehrere Ereignisse können eintreten, die Angabe von Wahrscheinlichkeiten über ihren Eintritt ist jedoch nicht möglich.

(3) Entscheidung bei Risiko: Den möglichen Ereignissen können (diskrete) Eintrittswahrscheinlichkeiten zugeordnet werden.

Die oben genannten Entscheidungsprobleme sind dadurch charakterisiert, dass die Ergebnisse der Entscheidung von den eigenen Handlungen und den Umweltzuständen abhängen. Liegt die Situation vor, dass das Handlungsergebnis auch von bewussten, nicht zufälligen oder einer Wahrscheinlichkeitsverteilung folgenden Aktionen eines Gegenspielers abhängt, gelangt man in den Bereich der Spieltheorie (vergleiche hierzu beispielsweise Dixit, Nalebuff: Spieltheorie für Einsteiger, Stuttgart 1995).

(4) Unschärfe: Mit den Methoden der klassischen Entscheidungslehre können nur Ungewissheiten von stochastischem Charakter in ein Entscheidungsmodell aufgenommen werden. Insbesondere qualitative Daten konnten somit gar nicht oder nur durch eine Reduktion auf mittlere Werte berücksichtigt werden. Mit der von Lofti A. Zadeh 1965 begründeten Theorie unscharfer Mengen (Fuzzy-Set-Theorie) ist es auch möglich nicht-stochastische Ungewissheiten und Begriffe aus der natürlichen Sprache mathe-

matisch zu verarbeiten. Hauptsächlich werden dabei drei Arten von Unschärfen unterschieden:

- **intrinsische (terminologische, lexikale) Unschärfe:**
Sie ist der Ausdruck der Unschärfe menschlicher Empfindung. Beispiele hierfür sind „hoher Gewinn“, „vertretbare Kosten“ oder „angemessener Marktanteil“. Die verwendeten Begriffe sind mehrdeutig und müssen daher durch Angabe zusätzlicher Kriterien präzisiert werden.
- **Informationale (probabilistische, informale) Unschärfe:**
Sie ist dadurch charakterisiert, dass ein Begriff zwar exakt definierbar ist, man aber bei der Handhabung große Schwierigkeiten hat, die vielen dazugehörigen Informationen zu einem klaren Gesamturteil zu aggregieren. Beispiele hierfür sind „kreditwürdig“ oder „marktbeherrschend“.
- **Relationale Unschärfe:**
Dies sind Aussagen, bei denen die Beziehungen zwischen den angesprochenen Größen keinen dichotomen Charakter aufweisen. Beispiele hierfür sind „viel kleiner als“ oder „in etwa gleich“.

Im Folgenden soll auf das Problem der Unschärfe nicht näher eingegangen werden. Im Vordergrund stehen die Entscheidungssituationen unter stochastischer Unsicherheit.

Dem Problem der Ungewissheit kann man beispielsweise dadurch begegnen, dass berechnet wird, wie empfindlich eine ermittelte Problemlösung gegenüber unzutreffenden Annahmen über Umweltzustände ist. Solche Verfahren nennt man *Sensitivitätsanalysen*. Sie sagen jedoch nichts darüber aus, wie wahrscheinlich solche Abweichungen von den Annahmen sind.

Sinnvoll ist es, bei Ungewissheit auch zu berechnen, ab welcher Fehleinschätzung hinsichtlich eines Umweltzustands sich die Entscheidung ändern würde (*Methode der kritischen Werte*). Beispielsweise wird unter der Annahme, dass in den nächsten sieben Jahren durch ein Investitionsvorhaben jährliche Cash-Flows von EURO 120 000,- anfallen, die Durchführung dieses Projektes empfohlen. Bei der Methode der kritischen Werte wird berechnet, welcher Cash-Flow jährlich mindestens erzielt werden muss, damit sich die Investition noch lohnt. Tendenziell ist das Risiko einer Fehlentscheidung hier geringer, wenn der kritische Wert deutlich unter dem prognostizierten Wert liegt.

Für die Analyse der Konsequenzen durch das simultane Wirksamwerden mehrerer Annahmenabweichungen kommt (bei Risikosituationen) die Monte-Carlo-Simulation zur Anwendung, die bereits in den vorangegangenen Kapiteln vorgestellt wurden.

Bei Entscheidungssituationen unter Risiko findet meist die sogenannte *Bayes-Regel* (oder Erwartungswertprinzip) Anwendung. Gemäß dieser Regel wird unter verschiedenen Handlungsalternativen diejenige ausgewählt, deren (Risiko-)Erwartungswert am besten ist. Zur Entscheidungsfindung wird also nur der Erwartungswert herangezogen, andere Informationen wie beispielsweise die Standardabweichung werden nicht herangezogen.

Die folgenden beiden **Beispiele** verdeutlichen die alternativen Entscheidungssituationen³:

(1) Entscheidung bei Kenntnis von Eintrittswahrscheinlichkeiten (Risiko)

Ein Sanitärgrößhändler plant eine Werbeaktion. Eine beauftragte Werbeagentur unterbreitet drei verschiedene Vorschläge für Werbekampagnen (W1–W3) als Handlungsalternativen, die unterschiedliche Werbeträger einsetzen und auch unterschiedliche Zielgruppen ansprechen. Der Großhändler möchte zunächst nur eine Kampagne starten. Wichtig ist ihm vor allem, seine „Hausmarke“ bekannter zu machen, um in dieser ertragsstarken Produktgruppe mehr Umsatz zu erzielen.

Die möglichen Reaktionen (R1–R4) seiner Konkurrenten beeinflussen den Erfolg der einzelnen Werbekampagnen unterschiedlich. Mit einer Wahrscheinlichkeit (P) von zehn Prozent wird seine Konkurrenz verkaufsfördernde Maßnahmen ergreifen, mit einer Wahrscheinlichkeit von dreißig Prozent wird sie die eigene „Hausmarke“ mit Hilfe einer Werbekampagne fördern, mit vierzigprozentiger Wahrscheinlichkeit wird die Konkurrenz keine Reaktion zeigen, und schließlich werden seine Konkurrenten mit 20-prozentiger Wahrscheinlichkeit mit einer Preissenkung reagieren.

Der Erfolg seiner Werbekampagnen, gemessen anhand der Steigerung des Absatzes seiner Hausmarke in Abhängigkeit von der Konkurrenzreaktion ist in Tabelle 1 abgebildet. Die angegebenen Werte basieren auf dem Durchschnittswert von „Expertenschätzungen“.

Anhand des Erwartungswertes (E) der Bekanntheitssteigerung wäre die Werbekampagne W1 vorzuziehen.

(2) Entscheidung bei Unkenntnis von Eintrittswahrscheinlichkeiten

Auch in Fällen, in denen man die Wahrscheinlichkeit für bestimmte Handlungsergebnisse nicht kennt (also bei Unsicherheit ieS), müssen Entscheidungen getroffen werden. Häufig wird in diesen Fällen eine der folgenden drei Regeln angewendet, wobei allerdings ein objektives Verfahren zur Auswahl einer solchen Entscheidungsregel nicht existiert:

Tabelle 1: Beispiel zur Entscheidung bei Risiko

	R1	R2	R3	R4
W1	+ 12 %	+ 10 %	+ 25 %	+ 7 %
W2	+ 8 %	+ 12 %	+ 20 %	+ 10 %
W3	+ 15 %	+ 9 %	+ 16 %	+ 16 %
P	10 %	30 %	40 %	20 %

Die Erwartungswerte (E) der verschiedenen Kampagnen sind demnach:
 $E(W1) = 0,1 \cdot 12\% + 0,3 \cdot 10\% + 0,4 \cdot 25\% + 0,2 \cdot 7\% = 15,6\%$
 $E(W2) = 0,1 \cdot 8\% + 0,3 \cdot 12\% + 0,4 \cdot 20\% + 0,2 \cdot 10\% = 14,4\%$
 $E(W3) = 0,1 \cdot 15\% + 0,3 \cdot 9\% + 0,4 \cdot 16\% + 0,2 \cdot 16\% = 13,8\%$

- 1. **Maximin-Regel:**
Wähle die Handlungsalternative, deren schlechtestes Ergebnis besser ist als die jeweils schlechtesten Ergebnisse aller anderen Alternativen. Diese Regel wird von ausgeprägten Pessimisten angewendet.
- 2. **Maximax-Regel:**
Wähle die Handlungsalternative, deren bestes Ergebnis besser ist als die jeweils besten Ergebnisse aller anderen Alternativen. Diese Regel wird dagegen von ausgeprägten Optimisten angewendet.
- 3. **Hurwicz-Regel:**
Wähle die Handlungsalternative, deren gewichtete Summe aus dem günstigsten und ungünstigsten Handlungsergebnis am besten ist. (Leider gibt es keine fundierte Möglichkeit den Gewichtungssparameter abzuleiten. Häufig werden deshalb beide Werte mit 0,5 gewichtet.)

Zu 1: Nach der (pessimistischen) **Maximin-Regel** würde der Sanitärgrößhändler aus obigem Beispiel Alternative W3 wählen, da sie mit mindestens neun Prozent Steigerung des Umsatzes das günstigste schlechteste Ergebnis aufweist.

Zu 2: Nach der **Maximax-Regel** wäre Kampagne W1 zu wählen, da sie mit 25 Prozent die größtmögliche Umsatzsteigerung beinhaltet.

Zu 3: Angenommen, für den Händler wäre sowohl das schlechteste als auch das beste Ergebnis von gleicher Bedeutung, würden die drei Werbekampagnen nach der Hurwicz-Regel wie folgt bewertet:

Für W1: $0,5 \cdot 7\% + 0,5 \cdot 25\% = 16\%$
Für W2: $0,5 \cdot 8\% + 0,5 \cdot 20\% = 14\%$
Für W3: $0,5 \cdot 9\% + 0,5 \cdot 16\% = 12,5\%$

Alternative W1 wäre nach diesem Kriterium zu wählen.

Eine klare „Meta-Regel“, welche Entscheidungsregel hier anzuwenden ist, gibt es – wie schon erwähnt – nicht. Die Auswahl der Regel hängt maßgeblich vom Optimismus bzw. Pessimismus der Entscheider ab.

Im Folgenden wird von einer **Entscheidungssituation unter Risiko** ausgegangen und dieser Fall vertiefend betrachtet. Es sind den möglichen Ereignissen also Eintrittswahrscheinlichkeiten zuordenbar. Zulässig ist hier durchaus, dass die Wahrscheinlichkeitsverteilungen auf subjektiven Schätzungen der Entscheider basieren.

3. Mathematisch-statistische Grundbegriffe

Ein Unternehmen ist also unter anderem dem Problem ausgesetzt, Entscheidungen unter Risiko treffen zu müssen. Die Wahrscheinlichkeitsrechnung liefert mathematische Modelle, die Aussagen über zufällige Erscheinungen ermöglichen. Man muss dazu den möglichen

Ereignissen (x_i) Wahrscheinlichkeiten ($P(x_i)$) zuordnen, die eine quantitative Einschätzung für die Möglichkeit ihres Eintretens liefern. Grundsätzlich gilt dabei, dass die Wahrscheinlichkeit für ein Ereignis stets größer oder gleich 0 ist und die Summe der Wahrscheinlichkeiten aller möglichen Ereignisse 1 sein muss.

Zunächst sei angenommen, dass für die betrachteten Variablen bereits Daten aus der Vergangenheit vorliegen. Aus diesen Beobachtungswerten sollen nun Aussagen über die Variablen abgeleitet werden.

Relative Häufigkeiten

Gegeben seien nun Beobachtungswerte einer Zufallsvariable⁴ X , die in den vergangenen n Perioden die Werte $x_1, \dots, x_n$ annahm. Dabei sei der Wert (das Ereignis) x' genau m mal vorgekommen. Man bezeichnet dann den Quotienten aus der Häufigkeit von x' und der Gesamtzahl der Beobachtungen die relative Häufigkeit von x' ($h_n(x')$).

$$h_n(x') = \frac{m}{n}$$

Da eine wirkliche Bestimmung von Wahrscheinlichkeiten eines zufälligen Ereignisses oft nicht möglich ist, wird häufig die relative Häufigkeit als Näherungswert für die Wahrscheinlichkeit herangezogen. Grundvoraussetzung dabei ist, dass man genügend viele Beobachtungswerte vorliegen hat.

Arithmetisches Mittel, Varianz und Standardabweichung

Ein Portfolio oder eine Anlage wird als riskant bezeichnet, wenn seine Rendite in der Vergangenheit durch (starke) Schwankungen um deren Mittelwert (eine hohe Volatilität) gekennzeichnet war. Zur Messung des Risikos wird folglich eine Kennzahl benötigt, die die Intensität der Schwankungen um den Mittelwert misst. Dabei dürfen sich positive und negative Abweichungen nicht gegenseitig kompensieren. Ein statistisches Maß, das diesen Ansprüchen genügt, ist die empirische Varianz. Sie gibt an, wie stark eine Variable um ihren arithmetischen Mittelwert (auch als Durchschnitt bezeichnet) schwankt. Der arithmetische Mittelwert ($\bar{x}$) berechnet sich zu

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i.$$

Die Varianz σ_x^2 ist definiert als die Summe der mittleren quadrierten Abweichungen der Beobachtungswerte von ihrem arithmetischen Mittelwert

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Aus der Varianz ergibt sich die ebenfalls häufig gebrauchte Standardabweichung σ_x durch

$$\sigma_x = \sqrt{\sigma_x^2}$$

Oft wird die Standardabweichung nicht mit einer absoluten Zahl angegeben, sondern durch die Angabe der prozentualen Standardabweichung. Präziser gesagt, wird in diesen Fällen der sogenannte Variationskoeffizient angegeben, der die Relation zwischen Standardabweichung und Mittelwert abbildet.

$$VC = \frac{\sigma_x}{\bar{x}}$$

Standardabweichung und Variationskoeffizient werden häufig als Risikomaße gesehen, wobei diese nicht zwangsläufig eine vollständige Beschreibung der zugrunde liegenden Wahrscheinlichkeitsverteilung liefern. Dafür können weitere Parameter – wie Schiefe oder Wölbung – erforderlich sein.

Kovarianz und Korrelation

Wie unten näher ausgeführt wird, kann das Gesamtrisiko eines Portfolios durch Diversifikation von Anlagen unter das Risiko der Einzelanlagen gesenkt werden, sofern diese systematisch eine gegenläufige Wertentwicklung aufweisen. Die empirische Kovarianz σ_{xy} ist ein statistisches Maß, das gegenläufige Wertentwicklungen erkennen und messen kann. Sie wird aus zwei Datenreihen berechnet und ist ähnlich aufgebaut wie die Varianz.

$$\sigma_{xy}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

Im Gegensatz zur Varianz, die stets positiv ist, kann die Kovarianz sowohl positive als auch negative Werte annehmen. Ihr Vorzeichen bestimmt, ob die Variablen x und y positiv oder negativ miteinander korreliert sind. Eine positive (negative) Korrelation bedeutet, dass sich die Variablen tendenziell gleichgerichtet (gegenläufig) entwickeln.

Die Kovarianz nimmt den Wert Null an, wenn die Variablen unkorreliert sind. Dies bedeutet aber nicht, dass die Variablen statistisch unabhängig voneinander sind. Eine Korrelation

von Null besagt lediglich, dass zwischen den Variablen kein linearer Zusammenhang besteht.

Wie stark eine Korrelation ist, kann die Kovarianz aber nicht aussagen. Dazu ist eine Normierung der Kovarianz notwendig. Dies geschieht durch die Berechnung des sogenannten Korrelationskoeffizienten. Er wird berechnet, indem die Kovarianz mit dem geometrischen Mittel der Varianzen der beiden Variablen normiert wird.

$$r_{x,y} = \frac{\sigma_{xy}}{\sqrt{\sigma_x^2 * \sigma_y^2}}$$

Die Division durch die Varianzen bewirkt eine Normierung auf das Intervall $[-1, 1]$.

Verteilungsfunktionen

Als Verteilungsfunktion $F(x)$ einer Zufallsvariable X bezeichnet man die Funktion

$$F(x) = P(X < x)$$

Der Wert einer Verteilungsfunktion an einer Stelle x' ist also gleich der Wahrscheinlichkeit, dass die Zufallsvariable einen Wert kleiner als x' annimmt. Zufallsvariablen lassen sich in zwei Klassen aufteilen, die diskreten und die stetigen Zufallsvariablen.

Diskrete Zufallsvariablen

Eine Zufallsvariable X heißt diskret, wenn sie nur endlich⁵ viele Werte $(x_1, \dots, x_n)$ mit den Wahrscheinlichkeiten $p_i = P(X = x_i)$ annehmen kann.

Eine wichtige diskrete Verteilungsfunktion ist die Binomialverteilung. Dabei heißt eine Zufallsvariable binomialverteilt mit den Parametern n und p , wenn sie die möglichen Werte $0, 1, \dots, n$ mit den Wahrscheinlichkeiten

$$p_k^{(n)} = \binom{n}{k} * p^k * (1-p)^{n-k} \text{ für } k = 0, 1, \dots, n$$

annimmt. Dabei müssen die einzelnen Werte unabhängig voneinander sein.

Weitere häufig vorkommende diskrete Verteilungsfunktionen sind die hypergeometrische Verteilung und die Poissonverteilung, die hier aber nicht näher betrachtet werden sollen.

Stetige Zufallsvariablen

Stetige Zufallsgrößen können unendlich viele Werte annehmen. Die Verteilungsfunktion lässt sich in folgender Form angeben

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(t) dt$$

Die Funktion $f(x)$ heißt dabei die Dichte der Verteilung.

Eine Eigenschaft von stetigen Zufallsgrößen ist, dass die Wahrscheinlichkeit, dass sie genau eine reelle Zahl annimmt, stets 0 ist.

Wichtige stetige Verteilungsfunktionen sind die Gleichverteilung und die Normalverteilung.

Eine Zufallsvariable X heißt in dem Intervall $[a, b]$ gleichverteilt, wenn ihre Dichte in $[a, b]$ konstant und sonst 0 ist.

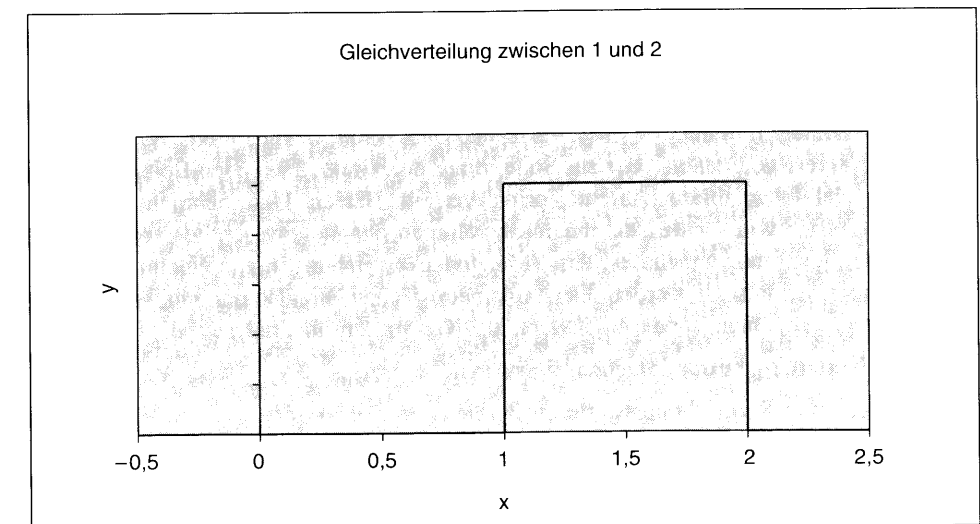


Abbildung 2: Gleichverteilte Zufallsvariable

Eine Zufallsvariable X heißt normalverteilt mit den Parametern μ und σ ($N(\mu, \sigma)$), wenn ihre Dichte folgende Gestalt hat:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} * e^{-0,5 * \frac{(x-\mu)^2}{\sigma^2}}$$

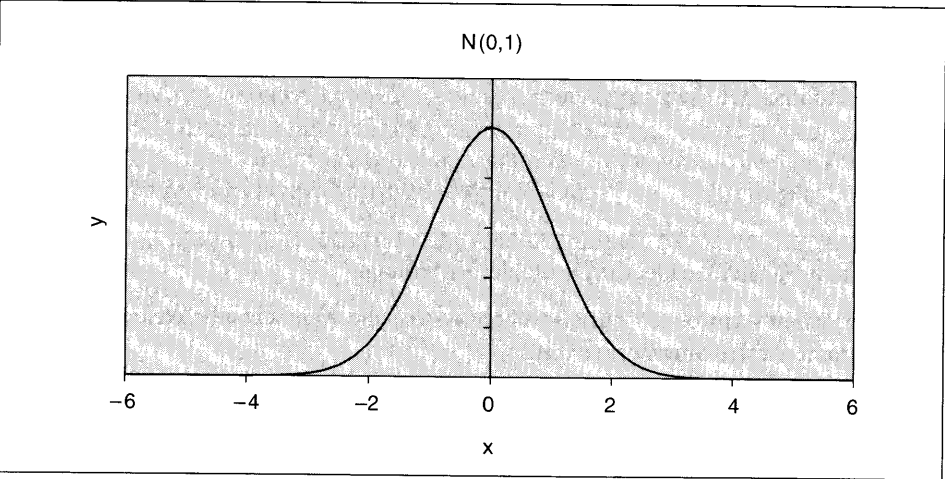


Abbildung 3: Normalverteilte Zufallsvariable

Die Normalverteilung wird zum Teil auch „Gaußverteilung“ genannt. Die Normalverteilung hat in Theorie und Praxis eine überragende Bedeutung. Diese beruht auf dem sogenannten zentralen Grenzwertsatz, der folgendermaßen gedeutet werden kann. Kann eine Zufallsvariable als Summe einer großen Anzahl voneinander unabhängiger Summanden aufgefasst werden, von denen jeder zur Summe nur einen unbedeutenden Beitrag liefert, so ist diese Zufallsvariable annähernd normal verteilt. Hat ein Unternehmen beispielsweise eine Vielzahl von Kunden, deren Umsatzvolumen sich nicht wesentlich voneinander unterscheidet, kann man annehmen, dass (Mengen-)Abweichungen von einem geplanten Umsatz normal verteilt sein werden. Es ist in einem solchen Fall also unnötig, jeden Kunden einzeln zu betrachten, sondern man kann den Gesamtumsatz analysieren.

Die Normalverteilung besitzt folgende Eigenschaft:

- ca. 68 Prozent aller Beobachtungswerte im Bereich von $\bar{x} \pm 1 \cdot \sigma$
- ca. 95 Prozent aller Beobachtungswerte im Bereich von $\bar{x} \pm 2 \cdot \sigma$
- ca. 99 Prozent aller Beobachtungswerte im Bereich von $\bar{x} \pm 3 \cdot \sigma$

Erwartungswert, Varianz und Standardabweichung einer Verteilung

Erwartungswert und Standardabweichung sind wichtige Parameter, die Verteilungsfunktionen charakterisieren. Der Erwartungswert ist dabei ein Maß für das Zentrum der Verteilung. Im Falle einer diskreten Zufallsvariablen wird der Erwartungswert $E(x)$, oder auch μ) berechnet durch

$$E(x) = \sum_i x_i p_i$$

Die Berechnung ist also analog zum arithmetischen Mittel, wenn Beobachtungswerte vorliegen.

Bei stetigen Zufallsvariablen lautet die Berechnungsformel

$$E(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} x \cdot f(x) dx$$

Die Varianz – und ebenso die Standardabweichung – ist ein Maß für die Streuung der Verteilung um den Erwartungswert. Bei stetigen Variablen wird die Varianz $(VAR(x))$ oder auch σ_x^2) berechnet durch

$$VAR(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - E(x))^2 \cdot f(x) dx = E(X - E(X))^2 = E(X^2) - E(X)^2$$

Im Falle diskreter Zufallsvariablen ergibt sich folgende Formel:

$$VAR(x) = \sum_i (x_i - E(x))^2 p_i = E(X - E(X))^2 = E(X^2) - E(X)^2$$

Die Standardabweichung (σ_x) ist sowohl im diskreten als auch im stetigen Fall die Quadratwurzel der Varianz.

$$\sigma_x = \sqrt{\sigma_x^2}$$

Tabelle 2 gibt die Erwartungswerte und Standardabweichungen für die oben beschriebenen Verteilungsfunktionen wieder.

Tabelle 2:

	Erwartungswert	Standardabweichung
Binomialverteilung	$n \cdot p$	$\sqrt{n \cdot p \cdot (1 - p)}$
Gleichverteilung	$\frac{b + a}{2}$	$\frac{(b - a)^2}{12}$
Normalverteilung	μ	σ

4. Risiko: Definition und Arten

Definitionen von Risiko aus Sicht des Risiko-Managements

Der Risikobegriff wird in der **Literatur zum Risiko-Management** je nach der damit verbundenen Zielsetzung uneinheitlich definiert, aber nicht zwangsläufig genau so wie dies in der mathematischen Entscheidungstheorie (vgl. oben) gesehen wird.

In einer engen Definition beschreibt der Risikobegriff die Möglichkeit einer negativen Abweichung eines tatsächlichen von einem erwarteten Ergebnis (Verlust- oder Schadensgefahr). Wirtschaftlich dasselbe wird ausgesagt, wenn Risiko als die Nichterreichung eines Ziels definiert wird (Soll-Ist-Abweichung).

Im Sinne des KonTraG führt nur die negative Abweichung des tatsächlichen Ergebnisses vom erwarteten Ergebnis zu wirtschaftlichen Gefahren für ein Unternehmen. Die Möglichkeit einer positiven Zielabweichung wird durch das KonTraG nicht behandelt bzw. abgedeckt.

Risiko wird häufiger unterteilt in „**reines Risiko**“ und das „**spekulative Risiko**“.

Das *reine Risiko* beinhaltet damit nur die Möglichkeit eines Vermögensverlustes, Chancen werden vom reinen Risiko nicht erfasst. Dieser Risikobegriff geht primär davon aus, dass die Entwicklung des Unternehmens nur von seltenen, unregelmäßigen Gefahren bedroht wird. Unternehmen sind jedoch vielfältigen Risiken ausgesetzt, die nicht nur reine Schadensgefahren sind.

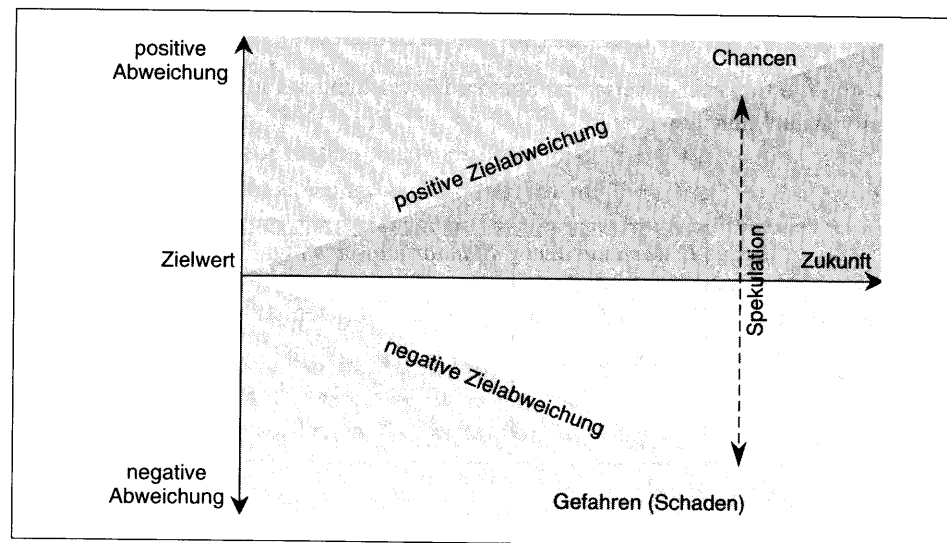


Abbildung 4: Risiko als mögliche Zielabweichung

Das *spekulative Risiko* umfasst im Gegensatz zum reinen Risiko diejenigen unsicheren Ereignisse, die sich durch das unternehmerische Handeln vermögensmindernd oder vermögensmehrend auswirken.

Ökonomisch sinnvoll ist es sicherlich sowohl positive wie auch negative Abweichungen zu berücksichtigen, zumal sich diese durchaus auch gegenseitig kompensieren können, was für die Risikoaggregation und damit zur Bestimmung des Gesamtrisikoumfangs natürlich wichtig ist.

Denkbar ist also beispielsweise die folgende Definition eines Risikos in einem Unternehmen: *Risiko ist die aus der Unvorhersehbarkeit der Zukunft resultierende, durch „zufällige“ Störungen verursachte Möglichkeit, geplante Ziele zu verfehlen.*

Man erkennt, dass durch eine derartige Definition noch keine Aussage über die Kenntnis – oder Unkenntnis – der Eintrittswahrscheinlichkeiten (Wahrscheinlichkeitsverteilung) getroffen wird. Eine derartige, häufig anzutreffende Definition von Risiken im Kontext von Risiko-Managementsystemen beinhaltet somit aus Sicht der Entscheidungstheorie die gesamte Ungewissheit.

Risiko und Erwartung

Die oben genannte Risikodefinition ist zunächst eine subjektive Betrachtung des Risikos, wenn man von individuell fixierbaren – und damit subjektiven – Zielen ausgeht. Um den Umfang von Risiken objektiv ermitteln zu können, ist ein Konsens über das geplante Ziel unerlässlich. Es bietet sich daher an, als objektive Zielgröße den – bei gegebenen Informationen – bestimmten **Erwartungswert** der Zielvariable als Ziel anzusehen. *Risiken sind damit mögliche Abweichungen vom Erwartungswert.* Die Berechnung eines Erwartungswertes setzt eine objektiv vorhandene oder zumindest subjektiv abgeschätzte Wahrscheinlichkeitsverteilung voraus.

Es ist plausibel, dass in den Unternehmen möglichst präzise Erwartungen bezüglich der zukünftigen Realisationen der sie interessierenden Variablen (z. B. Zins, Umsatz oder Gewinn) gebildet werden, um so Risiken – also unerwartete Abweichungen – zu minimieren.

Für die Quantifizierung von Risiken ist es deshalb sinnvoll, die Veränderungen von Variablen in eine erwartete und eine unerwartete Komponente, die den Risikoumfang darstellt, zu trennen. Nicht der Umfang der Veränderung einer Variable, sondern nur der Umfang unerwarteter Änderung einer Variable bestimmt das Risiko. Demzufolge lässt sich das Risiko einer Variable X also nicht einfach auf Basis der Standardabweichungen der Variable (oder ihrer Veränderungen) quantifizieren, sondern besser durch die Standardabweichung der nicht vorhersehbaren Veränderungen.

Systematisches und unsystematisches Risiko

Je höher das Risiko eines Unternehmens, desto höher sollte – wie bekannt – die erzielte Eigenkapitalrendite sein, weil sonst niemand bereit ist, diese Risiken einzugehen. Gemäß der

Kapitalmarkttheorie sind bei dieser Betrachtung jedoch in erster Linie die sogenannten „systematischen Risiken“ für die Bewertung von Unternehmen relevant. Systematische Risiken sind solche, die auf eine Vielzahl von Unternehmen wirken, beispielsweise ausgelöst durch konjunkturelle Schwankungen, Zinsänderungen oder den Ölpreisschock wie in den 70er-Jahren. Das systematische Risiko eines Unternehmens ist groß, wenn seine Rentabilität stark von solchen allgemeinen Risikofaktoren abhängt. Diese Abhängigkeit ist jedoch keinesfalls einfach als gegeben anzusehen, sondern lässt sich durch gezielte unternehmerische Maßnahmen durchaus beeinflussen. Man denke nur an Möglichkeiten, fixe Kosten durch variable Kosten zu ersetzen (Outsourcing), besonders gefährliche Geschäftsfelder aufzugeben oder Preisschwankungen bei wichtigen Zulieferprodukten durch Warentermingeschäfte abzusichern.

Unsystematische – also unternehmensspezifische – Risiken sind dagegen beispielsweise der Ausfall einzelner Mitarbeiter oder Maschinen sowie Fehlschläge bei Investitions-, Entwicklungs- oder Vertriebsaktivitäten. Diese unternehmensspezifischen Risiken spielen für die Bewertung von Unternehmen gemäß der üblichen Kapitalmarkttheorie auf Grundlage der Hypothese vollkommener Märkte keine Rolle, weil sie bedeutungslos werden, wenn man – was sinnvoll ist – sein verfügbares Kapital auf viele Einzelanlagemöglichkeiten aufteilt. Dies wird als Diversifikationseffekt eines Portfolios bezeichnet. Gemäß dieser Argumentation ist es einfacher und billiger, wenn die Anteilseigner solche Risiken eliminieren, als wenn dies die Unternehmensführung selbst machen würde. Insbesondere das Capital-Asset-Pricing-Modell (CAPM) verdeutlicht, dass bei (effizient) diversifizierten Portfolios nur die systematischen Risiken, die durch den Parameter „ β “ beschrieben werden, die Renditeerwartungen bestimmen („Wertpapiermarktlinie“) (vgl. unten).

Es lässt sich jedoch empirisch belegen, dass niedrigere Risiken – beispielsweise wegen niedrigerer Kosten durch bessere Planbarkeit der Produktion – auch zu einer Steigerung der Cash-Flows beitragen können. Zumindest über diesen „Umweg“ ist die Reduzierung von systematischen und unsystematischen Risiken – also Risiko-Management – sinnvoll. Auch die Existenz von Konkurskosten und der beschränkte Zugang vieler Unternehmen zu den Kapitalmärkten sprechen für eine Relevanz auch der unsystematischen Risiken.

5. Risiko in der Kapitalmarkttheorie

Kapitalmarkttheorie

Grundüberlegung der (Unternehmens-) wertorientierten oder auch kapitalmarktorientierten Unternehmensführung ist es, die Rendite des langfristigen Anteilseigners (Eigentümers) zur zentralen Zielgröße der Unternehmensführung zu erheben. Der Shareholder sollte aus seiner Anlage in das Unternehmen also zumindest eine risikoadäquate Mindestrendite – die Eigenkapitalkosten – erwarten können. Berücksichtigt man die Fremdkapitalgeber muss das Unternehmen folglich mindestens die (Gesamt-)Kapitalkosten erwirtschaften. Kapitalkosten sind die Kosten für das zur Verfügung gestellte Kapital.

Die Bestimmung der Eigenkapitalkosten erfolgt mathematisch-statistisch mit Hilfe der Kapitalmarkttheorie.⁷ Der Kapitalmarkt ist der Markt für langfristige, durch Wertpapiere verbriefte Kredite wie Aktien und festverzinsliche Wertpapiere. Die am Kapitalmarkt entstehenden Forderungen sind besonders fungibel. Die Kapitalmarkttheorie untersucht den Zusammenhang zwischen Risiko und Ertrag der Geldanlage in risikobehafteten Vermögensgütern, wie beispielsweise Aktien, auf einem vollkommenen Kapitalmarkt. Entstanden ist die Kapitalmarkttheorie aus der Theorie der Portfolioauswahl. Grundsätzlich wird angenommen, dass sich die einzelnen Anleger am Kapitalmarkt rational verhalten und sich Angebot und Nachfrage ausgleichen. Ergündet wird, welche Aktienkurse bzw. Aktienrenditen sich im Gleichgewicht einstellen.

Beurteilt wird ein Portfolio anhand von Ertrag und Risiko. Der Ertrag wird gemessen durch die erwartete Rendite $E(R)$. Das Risiko wird durch die Varianz der Rendite $\sigma^2(R)$. Man nennt ein Portfolio effizient, wenn es kein anderes Portfolio gibt, das bei gleichem Ertrag ein geringeres Risiko oder bei gleichem Risiko einen höheren Ertrag aufweist. Rationale Anleger halten somit also gerade effiziente Portfolios.

Der Marktwert einer Aktie wird berechnet durch den Kurs multipliziert mit der Anzahl der umlaufenden Aktien. Das sogenannte Marktportfolio enthält alle Aktien (beziehungsweise alle Vermögenswerte) zu ihren Marktwerten bzw. zu einem Bruchteil davon. Es ist definitionsgemäß effizient.

In einem Portfolio ist durch Diversifikation ein Teil des Risikos der einzelnen Aktien verschwunden. Wegen dieses Diversifikationseffekts halten alle rationalen Anleger Portfolios, die alle Aktien enthalten. Der verbleibende Teil des Risikos einer Aktie ist dessen Beitrag zum Risiko des Portfolios. Gemessen wird es durch die Kovarianz der Rendite einer Aktie mit der Rendite des Portfolios. Üblicherweise wird es durch den sogenannten Beta-Koeffizienten (β) angegeben.

$$\beta_i = \frac{\text{cov}(R_i, R_m)}{\sigma_M^2}$$

Dieser drückt aus, wie empfindlich die erwartete Rendite der Aktie i ($E(R_i)$) gegenüber unerwarteten Abweichungen der Rendite des Portfolios von ihrem erwarteten Wert ist. Ein β größer (bzw. kleiner) als eins besagt dabei, dass die Aktienrendite sich tendenziell überproportional (bzw. unterproportional) zu einer unerwarteten Änderung der Marktrendite verhält. Eine Aktie mit einem β größer (bzw. kleiner) als eins gilt dementsprechend als risikant (bzw. risikoarm).

Der Beta-Faktor entspricht also dem Steigungsmaß einer Regressionsgeraden, die den stochastischen Zusammenhang zwischen der Rendite des Marktportfolios und derjenigen des Wertpapiers beschreibt.

Die erwartete Gleichgewichtsrendite einer Aktie i setzt sich aus zwei Komponenten zusammen, einem risikolosen Zinssatz R_f und einer Risikoprämie. Letztere setzt sich multi-

pplikativ zusammen aus der für alle Aktien gleichen Risikoprämie pro Risikoeinheit des Marktes und dem Beta-Faktor der Aktie.

$$E(R_i) = R_f + (E(R_M) - R_f) \beta_i$$

Bei vielen Modellen der Kapitalmarkttheorie, so auch bei den im folgenden beschriebenen, wird ein vollkommener Kapitalmarkt vorausgesetzt. Dieser ist durch folgende Eigenschaften charakterisiert:

- keine Informations- oder Transaktionskosten;
- keine Steuern;
- beliebige Teilbarkeit der Wertpapiere;
- fehlende Marktzugangsbeschränkungen;
- atomistische Marktstruktur (Akteure sind Mengenanpasser);
- Marktteilnehmer betreiben Nutzenmaximierung orientiert allein an Zahlungsgrößen.

Eine für die Kapitalmarkttheorie wichtige Grundlage ist das sogenannte Separationtheorem. Das Separationtheorem besagt nun, dass die Zusammensetzung des risikobehafteten Portfolios eines Anlegers unabhängig von seiner Risikoneigung ist. Diese bestimmt nur den Anteil der riskanten Anlagen im Gesamtportfolio.

Voraussetzung hierfür ist die Möglichkeit einer risikolosen Anlage. Darunter wird normalerweise die Anlage in Staatspapieren verstanden. Das Gesamtportfolio eines Anlegers setzt sich dann zusammen aus dem risikobehafteten und dem risikolosen Portfolio.

Durch Modelle der Kapitalmarkttheorie können unter anderem die Eigenkapitalkosten eines Unternehmens bestimmt werden. Im folgenden sollen nun zwei häufig verwendete Modelle kurz dargestellt werden, das Capital Asset Pricing Model und die Arbitrage Pricing Theory.

Das Capital Asset Pricing Model (CAPM)

Das Capital Asset Pricing Model (CAPM) von Sharpe ist ein auf der Portfoliotheorie basierendes Modell des Kapitalmarkts, das heutzutage im praktischen Portfoliomanagement weit verbreitet ist.

Das CAPM geht dabei von folgenden Annahmen aus:

- Die Anleger sind risikoscheu.
- Die Anleger haben homogene Erwartungen an die Wertpapierrenditen und können diese nicht individuell beeinflussen.
- Die Wertpapierrenditen sind normalverteilt.

- Es existiert eine risikolose Anlage zum Zinssatz R_f .
- Die Menge der Wertpapiere ist vorgegeben.
- Es herrscht ein vollkommener Kapitalmarkt vor.

Grafisch lässt sich das Modell in einem $\mu - \sigma$ -Koordinatensystem darstellen. Man erkennt den linearen Rendite-Risiko-Zusammenhang.

Der Anleger hat die Möglichkeit einer risikolosen Anlage zum Zinssatz R_f . Mischungen von risikoloser Anlage und dem Marktportfolio (M), das alle Vermögensgegenstände umfasst, werden durch die Kapitalmarktklinie repräsentiert.

Mit Hilfe des CAPM lassen sich die Eigenkapitalkosten ($R_{EK} = E(R_i)$) eines Unternehmens bestimmen mittels.

$$R_{EK} = R_f + \beta * (R_M - R_f)$$

Die Eigenkapitalkosten werden also ermittelt durch die Addition zweier Komponenten. Zum einen ist dies der risikolose Zinssatz „quasi-sicherer“ Finanzanlagen (R_f). Beispielsweise werden langjährige Staatsanleihen als solche risikolosen Anlagen angesehen.

Zum anderen ist dies eine individuelle (systematische) Risikoprämie. Sie berücksichtigt den unsicheren wirtschaftlichen Erfolg der Unternehmensbeteiligung. Dabei soll die Marktrisikoprämie ($R_M - R_f$), als Differenz zwischen der erwarteten Marktrendite und dem

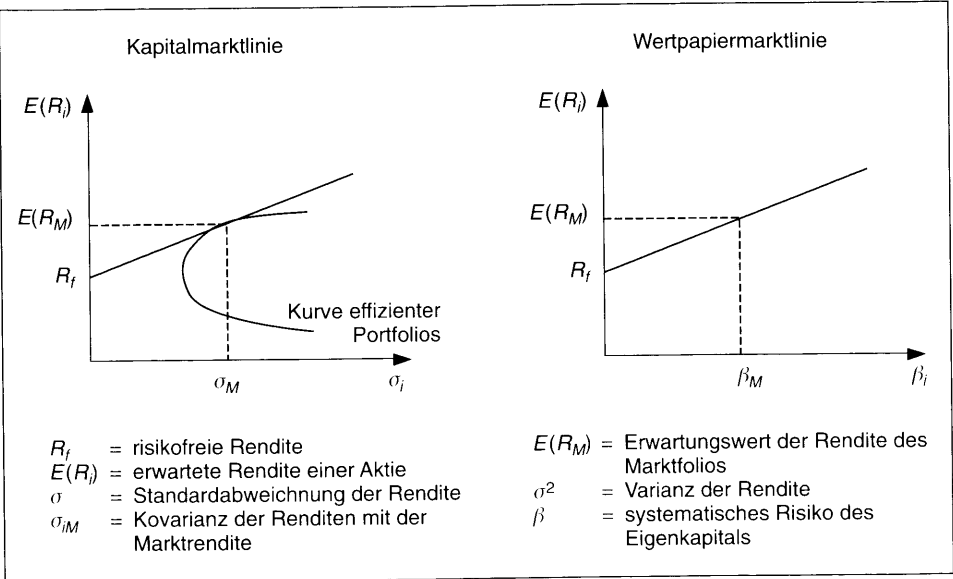


Abbildung 5: Rendite-Risiko-Portfolio

risikolosen Zins, zunächst das höhere unternehmerische Risiko auf dem betrachteten Markt im Vergleich zum Besitz von Bundesanleihen abgelten. Das systematische Risiko schließlich wird durch den Beta-Faktor berücksichtigt.

Beim CAPM wird häufig zwischen Investitionsrisiko und Unternehmensrisiko (Aktienrisiko) unterschieden. Das Investitionsrisiko ist das eigentliche operative Risiko eines unverschuldeten Unternehmens und kann durch β_{uv} (auch Investitions- β genannt) beschrieben werden. Das Risiko für die Aktionäre (oder anderen Gesellschafter) des Unternehmens ist aber außer vom Investitionsrisiko auch vom Verschuldungsgrad abhängig („Financial-Leverage-Effect“). Da die Fremdkapitalgeber (idealerweise) kein Risiko übernehmen, konzentriert sich das gegebene Investitionsrisiko bei zunehmender Verschuldung auf einen immer geringeren Eigenkapitalanteil (Anteil EK). Das β der Aktien eines Unternehmens hängt – ebenso wie übrigens auch die Eigenkapitalrendite – linear vom Verschuldungsgrad ab:

$$\beta_{\text{Aktien}} = \beta_{uv} * \left(1 + \frac{FK}{EK}\right)$$

Gemäß der bekannten Modiglian-Miller-Thesen, die auf Basis von Überlegungen zu Arbitrage-Freiheit ohne Bezug auf das CAPM abgeleitet wurden, ist der Verschuldungsgrad bei vollkommenen Kapitalmärkten jedoch für den Unternehmenswert irrelevant, weil (unter anderem) die Gesamtrisikoposition als investitionsbedingt unverändert angesehen wird an. Diese Aussage gilt jedoch nicht, wenn beispielsweise Konkurskosten und Steuern zu berücksichtigen sind oder aber „kostenfrei“ Risiken auf die Fremdkapitalgeber übertragen werden können.

Die Leistungsfähigkeit des CAPM wird zunehmend skeptisch beurteilt, da unter anderem folgende Bedenken bestehen:

- geringe Realitätsnähe einiger Annahmen;
- zum Teil „enttäuschende“ Testergebnisse;
- nicht lösbares Problem, das Marktportfolio in der Realität zu beobachten;
- die Bewertung der Wertpapiere wird nur durch eine Größe, den Gesamtmarkt, erklärt.

Dennoch hat es nach wie vor eine hohe Bedeutung in der Anwendung.

Die Arbitrage Pricing Theory (APT)

Die Arbitrage Pricing Theory (APT) wurde Mitte der 70er Jahre von Stephan A. Ross ausdrücklich als Alternative zum klassischen CAPM entwickelt. Ihr primäres Ziel ist die Erklärung der Bewertung von Wertpapieren, die ein unterschiedliches Risiko aufweisen.

Grundgedanke der APT ist, dass auf ausreichend funktionierenden Märkten keine Gewinne möglich sind, ohne dass Risiko übernommen oder Kapital eingesetzt wird. Dies impliziert

insbesondere, dass es auf einem Markt nicht permanent zwei unterschiedliche Preise für ein Gut geben kann, weil man sonst, durch Kauf des Gutes zum niedrigeren und Verkauf zum höheren Preis, risikolos unendlich hohe Gewinne erzielen kann.

In ihrer ursprünglichen Form ist die APT ein Einperiodenmodell.

Der APT liegen folgende Annahmen zugrunde:

- vollkommener Kapitalmarkt;
- risikoscheue Akteure;
- keine Arbitragemöglichkeiten;
- Entstehung der Wertpapierrenditen lässt sich durch ein lineares Faktorenmodell beschreiben.

Außerdem soll gelten, dass Leerverkäufe unbegrenzt möglich sind. Die Existenz eines risikolosen Wertpapiers ist nicht erforderlich.

Unter Arbitrage versteht man eine Transaktion, die Preisunterschiede bei homogenen Gütern ausnutzt. Die Risikoposition des Wirtschaftssubjekts bleibt dabei unverändert. Arbitragegewinne sind dabei stets risikolos. Auf einem vollkommenen Kapitalmarkt mit rational handelnden Teilnehmern beseitigen Arbitrageprozesse die Ursache ihres Zustandekommens. Somit gilt im Ergebnis das „Gesetz des Einheitspreises“: Wertpapiere (bzw. Wertpapierportfolios), die in Rendite und Risiko übereinstimmen, haben den gleichen Preis.

Bei Arbitragefreiheit kann eine Transaktion, die weder einen Kapitaleinsatz noch die Übernahme eines Risiko erfordert, keine von Null verschiedene Rendite erbringen.

Mit der Annahme bezüglich des linearen Faktorenmodell wird die fundamentale CAPM-Unterscheidung zwischen systematischem und unsystematischem Risiko aufgegriffen. Zentrale Annahme der APT ist, dass sich die Rendite eines Wertpapiers als Summe aus der erwarteten Rendite und einer Linearkombination von k unabhängigen (unkorrelierten) Marktfaktoren darstellen lässt. Das lineare k -Faktoren-Modell stellt eine formale Beschreibung des Entstehungsprozesses von Wertpapierrenditen dar:

$$R_i = \underbrace{E[R_i]}_{\text{erwartet}} + \underbrace{\sum_{j=1}^k b_{ij} * f_j}_{\text{systematisch}} + \underbrace{e_i}_{\text{unsystematisch}}$$

unerwartet

mit: R_i = Rendite des Wertpapiers i ($i = 1, \dots, n$)
 b_{ij} = Sensitivität der Rendite des Wertpapiers i hinsichtlich des Faktors j ($j = 1, \dots, k$)
 f_j = Ausprägung des systematischen Risikofaktors j
 e_i = wertpapierspezifischer Störterm

Der mögliche Unterschied zwischen erwarteter und realisierter Rendite macht das Gesamtrisiko des Wertpapiers aus. Im Gegensatz zum CAPM wird in der APT das Risiko aber von

mehreren (unkorrelierten) Risikofaktoren beeinflusst. Allerdings sagt die APT nichts darüber, wie viele allgemeine Marktfaktoren es gibt und wie diese Faktoren ökonomisch zu interpretieren sind.

Durch Diversifikation kann das unsystematische Risiko analog zum CAPM wiederum eliminiert werden.

Es lässt sich zeigen, dass die erwartete Rendite jedes Wertpapiers als Linearkombination einer Konstante (aus dem Einheitsvektor) und den Sensitivitäten darstellbar ist.

$$E(R_i) = \lambda_0 + b_{i1} * \lambda_1 + b_{ik} * \lambda_k$$

Ökonomisch lässt sich λ_0 als der risikolose Zins (R_f) interpretieren, falls eine risikolose Anlage vorhanden ist. Die anderen λ_i entsprechen der Risikoprämie für den i -ten Marktfaktor.

Betrachtet man das Eigenkapital eines Unternehmen als Wertpapier i , so errechnen sich mit dieser Formel die Eigenkapitalkosten des Unternehmens.

$$R_{EK} = R_f + \sum_{j=1}^k b_j * (R_j - R_f)^8$$

Anhand dieser Formel zeigt sich, dass man (mit einigen Einschränkungen bezüglich der Annahmen, siehe oben) das CAPM auch als Spezialfall der APT auffassen kann. Ist nämlich $k = 1$, so stimmen die Formeln für CAPM und APT überein.

Vergleich von CAPM und APT

Beide Modell sind ein Ein-Perioden-Modell und gehen von einem vollkommenen Kapitalmarkt und homogenen Erwartungen der Investoren aus. Die Annahmen der APT sind allerdings in zweifacher Hinsicht weniger restriktiv als die des CAPM. Erstens ist die Prämisse der Arbitragefreiheit schwächer als die Gleichgewichtsannahme des CAPM. Zweitens benötigt die APT keine Annahmen über die Form der Renditeverteilung oder die Anlegerpräferenzen. Im CAPM werden entweder (multivariat) normalverteilte Wertpapierrenditen oder quadratische Risikopräferenzfunktionen angenommen.

Hinsichtlich der Ergebnisse der Modelle ist zu sagen, dass die Bewertungsgleichung der APT nur approximativen Charakter hat. Im Durchschnitt werden die erwarteten Renditen zwar korrekt beschrieben, jedoch lässt sich von vornherein nicht ausschließen, dass der Bewertungsfehler bei einigen Wertpapieren sehr groß ist. Auch die Risikofaktoren sind weder hinsichtlich Anzahl noch ökonomischer Inhalte genau festgelegt. Dahingegen gilt die Wertpapierlinie des CAPM exakt und das Marktportfolio kann zumindest theoretisch

genau bestimmt werden. In der Praxis kann es aber aufgrund seiner komplexen Struktur nicht beobachtet werden.

Die gewichteten Kapitalkosten (WACC)

Mit Hilfe von CAPM oder APT werden die Eigenkapitalkosten eines Unternehmens ermittelt. Häufig werden zur Bestimmung des Unternehmenswerts aber auch die (Gesamt-) Kapitalkosten benötigt. Diese werden als gewichtetes Mittel von Eigenkapital- und Fremdkapitalkosten errechnet und als gewichtete Kapitalkosten (Weighted Average Cost of Capital, WACC) bezeichnet. Als Gewichtungsfaktoren dienen hierzu die (Markt-) Werte des Eigen- beziehungsweise Fremdkapitals.

$$WACC = \frac{R_{EK} * EK + R_{FK} * (1 - s) * FK}{EK + FK}$$

Die Eigenkapitalkosten werden wie oben ausgeführt theoretisch mit Hilfe der Kapitalmarkttheorie bestimmt. Als Schätzwert kann man für Deutschland einen Eigenkapitalkostensatz von ca. 12 Prozent annehmen (bei einem Beta-Faktor von 1). Dabei wird ein risikoloser Zinssatz von ungefähr 7 Prozent und ein Risikozuschlag von ungefähr 5 Prozent unterstellt.

Als Fremdkapitalkostensatz (R_{FK}) wird häufig vereinfachend der Zinssatz für die risikolose Anlage angenommen. Dieser wird zum Teil durch einen pauschalen Zuschlag von einem Prozentpunkt für die Kapitalbeschaffung und den Bonitätsnachteil von Unternehmen gegenüber dem Staat korrigiert.

Bei den Fremdkapitalkosten muss zur Berechnung der WACC auch eine steuerliche Wirkung beachtet werden. Die Fremdkapitalkosten vermindern sich wegen der steuerlichen Abzugsfähigkeit der Zinszahlungen.

Obige Formel für die Berechnung der WACC vernachlässigt das Problem, das ein Unternehmen auch Rückstellungen bildet. Insbesondere die Pensionsrückstellungen müssen eigentlich auch bei der Bestimmung der gewichteten Kapitalkosten berücksichtigt werden. Die Berechnungsformel verändert sich dann wie folgt:

$$WACC = \frac{R_{EK} * EK + R_{FK} * (1 - s) * FK + R_{RSt} * RSt}{EK + FK + RSt}$$

Dabei kennzeichnet RSt die zu berücksichtigenden Rückstellungen und R_{RSt} den Kosten-satz für diese Rückstellungen (z. B. 6 Prozent).

Anhand dieser Formel wird auch das sogenannte Zirkularitätsproblem der Unternehmensbewertung deutlich. Letztendliches Ziel der Unternehmensbewertung ist die Berechnung

des Marktwertes des Eigenkapitals. Für diese Berechnung werden die gewichteten Kapitalkosten benötigt. Diese wiederum lassen sich aber nur berechnen, wenn der Marktwert des Eigenkapitals bekannt ist. Mathematisch korrekt kann man dieses Problem im allgemeinen nur durch Iteration lösen.

Ein anderer Ansatz zur Bestimmung der *WACC* ist, nicht auf das tatsächlich vorhandene Eigenkapital aufzusetzen, sondern auf dem Eigenkapitalbedarf, was beispielsweise bei einer Unternehmensgründung die naheliegende Sichtweise ist. Grundüberlegung dabei ist, dass Eigenkapital der Risikodeckung dient. Ein Unternehmen muss also nur soviel vorhalten, wie es zur Risikodeckung benötigt. Mehr Eigenkapital würde nur die Kapitalkosten unnötig erhöhen, da Fremdkapital günstiger zu beschaffen ist.

Als Gesamtkapital wird in dieser Berechnung auch nicht auf das bilanzielle Gesamtkapital zurückgegriffen, sondern auf das (betriebsnotwendige) Capital Employed (CE). Grundsätzlich soll bei der Unternehmensbewertung nämlich der Erfolg im operativen Geschäft im Vordergrund stehen, weshalb hier auch nur das dafür nötige Kapital (Vermögen) betrachtet wird. Mit dieser Vorgehensweise wird auch das Zirkularitätsproblem umgangen.

Anmerkungen

- 1 In Anlehnung an: Keil, Roland: Strategieentwicklung bei qualitativen Zielen, Berlin 1996.
- 2 In der Literatur findet man durchaus auch andere Belegungen dieser Begriffe. Dabei werden meist zwei Arten der *Unsicherheit* – hier als Überbegriff verwendet – unterschieden:
 1. *Risiko*: Bei Entscheidungen unter Risiko sind zwar bestimmte relevante Daten nicht sicher bekannt, aber es ist zumindest bekannt, mit welcher (objektiven oder eventuell auch subjektiven) Wahrscheinlichkeit bestimmte mögliche Umweltzustände eintreten.
 2. *Ungewissheit*: Bei Entscheidungen unter Ungewissheit sind zwar die möglichen Umweltzustände bekannt, die Wahrscheinlichkeit des jeweiligen Eintretens aber (zunächst) nicht. (Bei manchen Entscheidungssituationen – z. B. bei technologischen Prognosen – lassen sich nicht einmal mehr die möglichen zukünftigen Zustände vollständig angeben.)
- 3 In Anlehnung an Gleißner, Faustregeln für Unternehmer, 2000, S. 201–203.
- 4 Eine reelle Variable, die je nach Ausgang eines Versuchs, also in Abhängigkeit vom Zufall, verschiedene Werte annimmt, heißt eine Zufallsvariable.
- 5 Mathematisch korrekt ist es, zu definieren „endlich oder abzählbar unendlich viele“.
- 6 Zur wahrscheinlichkeitstheoretischen Deutung von μ und σ siehe unten.
- 7 Da eine solche Bestimmung nur sehr schwer möglich ist, gibt es auch Ansätze die Kapitalkosten qualitativ zu ermitteln. Die Boston Consulting Group (vgl. Lewis, Steigerung des Unternehmenswertes, 1994) hat beispielsweise ein Indikatormodell entwickelt, in dem anhand der Kriterien Kontrolle, Markt, Wettbewerber, Produkte/Konzepte, Markteintrittsbarrieren sowie Kostenstruktur versucht wird, Eigenkapitalkosten risikoadäquat anzupassen.
- 8 Dabei ist $R_j = \lambda_j - \lambda_0$.

Strategisches Risiko-Management und Risikopolitik*

Werner Gleißner

1. Die strategische Dimension des Risiko-Managements

Risiko-Management wurde in der Vergangenheit primär dem operativen Management zugeordnet. Bei der Betrachtung des Risiko-Managements dominierten auch eher operative Themen, wie die Optimierung des Versicherungsschutzes unter Kostengesichtspunkten, Notfallpläne für den Fall eines Brandes oder interne Kontrollsysteme zum Schutz vor Untreue.

Durch das KonTraG für den Unternehmensbereich von 1998¹ und die zunehmende Bedeutung von Ansätzen einer wertorientierten Unternehmensführungen („Shareholder-Value“) gewinnt die strategische Dimension des Risiko-Managements zunehmend an Bedeutung. Wertorientierte Unternehmenssteuerungssysteme zeigen, dass Risiken – über den Diskontierungsfaktor der zukünftigen Free-Cash-Flows – den Unternehmenswert und damit die primäre Zielgröße der strategischen Planung maßgeblich mitbestimmen.²

Das KonTraG fordert zudem die Früherkennung von bestandsgefährdenden Risiken und das sind natürlich häufig diejenigen, die den Erfolg der Unternehmensstrategie als Ganzes – speziell die Erfolgspotenziale des Unternehmens – bedrohen.

Im Rahmen dieses Beitrags soll daher zunächst aufgezeigt werden, welche Themen von strategischer Bedeutung im Rahmen des Risiko-Managements zu bearbeiten und in der Risikopolitik zu fixieren sind. Ergänzend werden Ansatzpunkte aufgezeigt, wie Risiko-Managementsysteme in umfassendere wertorientierte Steuerungssysteme eingebunden werden können.

2. Zentrale strategische Fragen des Risiko-Managements

Strategisches Risiko-Management umfasst alle unternehmerischen Maßnahmen des Umgangs mit Risiken, die auf eine nachhaltige Steigerung des Unternehmenswertes (Erfolgs) abzielen. Damit ist das Strategische Risiko-Management Bestandteil der strategischen Unternehmensführung.

Im Kontext eines strategischen Risiko-Managements sind insbesondere die folgenden vier Fragen zu beantworten:

* Der Beitrag ist – mit einigen Ergänzungen – im Wesentlichen übernommen aus „Der Betrieb“, 33/2000, S. 1625–1629.