

Betriebliche Zielbestimmung und Entscheidungsfindung

Johannes N. Stelling

**Grundlagen der systemtheoretischen und
entscheidungsorientierten Sicht**

Zusammenfassung

Es ist Basiswissen der Zielplanung und Entscheidungstheorie zusammengestellt, die dem interessierten Studierenden in kurzem Umfang einen fundierten Einblick in die klassischen betriebswirtschaftlichen Gebiete der Zielforschung, deskriptiven und normativen Entscheidungstheorie geben. Als explikative Grundlage dienen die systemtheoretischen und entscheidungsorientierten Ansätze der Betriebswirtschaftslehre. Gerade im Zuge zunehmender, einseitiger Shareholder Value Orientierung der Unternehmen mag es angebracht sein, auf die Problematik komplexer, multipler und interdependenter Zielsysteme einzugehen, sowie grundsätzliche Lösungsmöglichkeiten von Entscheidungsprozessen unter mehrfacher Zielsetzung zu skizzieren.

Abstract

The knowledge of goal setting processes and decision-making is a major key function in every management concept. This paper affords a fundamental insight into the theory of target planning and explains the problems of interdependent target relations, like goal directions, target ranges or goal periods. The description of management goals follows a basic presentation of the classic decision-methods for decision-making under certainty and uncertainty.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----------|------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | ZIELE UND ENTSCHEIDUNGEN IM MANAGEMENTPROZESS | 3 |
| 1.1 | MANAGEMENTBEGRIFFE..... | 3 |
| 1.2 | ZIELORIENTIERUNG UND ENTSCHEIDUNGSTHEORIE..... | 4 |
| 2 | ZIELE ALS GRUNDLAGE DES MANAGEMENTS | 6 |
| 2.1 | ZIELELEMENTE | 6 |
| 2.1.1 | Sachziele und Formalziele..... | 6 |
| 2.1.2 | Dimensionen betrieblicher Ziele..... | 7 |
| 2.1.3 | Zielbeziehungen..... | 8 |
| 2.2 | ZIELKOMPONENTEN..... | 10 |
| 2.3 | ZIELE NACH SYSTEMORIENTIERTEN KRITERIEN..... | 10 |
| 2.3.1 | Finanzwirtschaftliche Ziele | 10 |
| 2.3.2 | Leistungswirtschaftliche Ziele..... | 12 |
| 2.3.3 | Soziale Ziele | 13 |
| 3. | DAS GRUNDMODELL DER ENTSCHEIDUNGSTHEORIE | 14 |
| 3.1 | THEORETISCHE GRUNDLAGEN..... | 14 |
| 3.2 | ALLGEMEINE ENTSCHEIDUNGSREGELN | 16 |
| 3.3 | EINSTUFIGE ENTSCHEIDUNGEN..... | 18 |
| 3.3.1 | Einstufige Entscheidungen unter Sicherheit..... | 18 |
| 3.3.2 | Einstufige Entscheidungen unter Ungewißheit | 21 |
| 3.3.3 | Einstufige Entscheidungen unter Risiko..... | 23 |
| 3.4 | MEHRSTUFIGE ENTSCHEIDUNGEN | 28 |
| 3.5 | GRUNDZÜGE DER SPIELTHEORIE..... | 29 |
| 3.6 | ÜBUNGEN | 33 |
| 3.7 | LÖSUNGSHINWEISE ZU DEN AUFGABEN UND ÜBUNGEN | 36 |
| 4 | LITERATURVERZEICHNIS | 38 |

1 Ziele und Entscheidungen im Managementprozeß

1.1 Managementbegriffe

Management bzw. Führung kann in zweifacher Weise betrachtet werden. Zum einen werden institutional unter diesem Begriff alle Instanzen gefaßt, die Entscheidungs- und Anordnungs-kompetenz besitzen. Bezüglich der Unternehmenshierarchie läßt sich das Management dann in die Teilebenen Top-, Middle- und Lower-Management aufspalten.¹ Funktional betrachtet beinhaltet Management alle Funktionen, die zur zielgerichteten Gestaltung und Steuerung des Unternehmens gehören.² Zur Steuerung dieser Prozesse werden im Führungssystem singuläre Imperative erzeugt, die als Entscheidungen die Grundlage einer ziel-systemgerechten Führung darstellen und Freiheitsgrade in der Ausführung der getroffenen Entscheidungen aufweisen.

Die Funktionen der Führung sind einteilbar in personenbezogene und sachbezogene Funktionen des Managements. Zur verhaltenswissenschaftlich orientierten personenbezogenen Führung oder auch Führung im engeren Sinn werden Motivation, Kommunikation und Führungsstil gezählt.³ Als sachbezogene Funktionen des Managements können die Planung und Kontrolle sowie die Organisation angesehen werden.⁴ Die Nennungen der Funktionen sind nicht einheitlich und zwingend; So zählen z.B. neben den genannten Funktionen noch Koordination, Berichtswesen und Budgetierung zu den Managementfunktionen.⁵ Aufgrund von Interdependenzen zwischen diesen Funktionen ist eine Isolierung als eigenständige Funktion des Managements und damit auch die klare Abgrenzung dieser Funktionen schwierig.

Die Zielsystemorientierung des Managements kommt in der Bedeutung des betrieblichen Zielsystems als Entscheidungsmaßstab für betriebliche Führungsentscheidungen zum Ausdruck. Führungsprozesse grenzen sich von güterlichen und geldlichen Realisationsprozessen in der Leistungserstellung und -verwertung des Ausführungssystems insofern ab, daß letztere nur rein exekutiven Charakter haben. Damit wird deutlich, daß der Begriff Management über die reine personenbezogene Menschenführung hinausgeht, da nicht nur die im Betrieb vorhandenen Menschen, sondern der gesamte Betrieb als zielgerichtetes offenes sozio-technisches System Objekt des Managements ist.⁶

Führung tritt nur dann auf, wenn mehrere Personen Beiträge zur Lösung von Problemen zu leisten haben.⁷ Zur möglichst konfliktfreien und zieladäquaten Bewältigung der Problemlösung muß eine Einflußnahme auf die an der Problemlösung beteiligten Systeme erfolgen. Das bedeutet, daß Führung ein Phänomen ist, das in arbeitsteiligen Systemen auftritt. Betrachtet man die zeitlichen Phasen des Führungsprozesses als Prozeß der Problemlösung durch fremden Willen, so kann man die Prozesse der Willensbildung und der Willenssicherung unterscheiden.⁸ Der Prozeß der Willensbildung umfaßt die Funktion der Planung und der Entscheidung; damit werden Planziele formuliert, die Grundlage der Willenssicherung sind. Im Prozeß der Willenssicherung kommt es dann zur Anordnung und zur Kontrolle der Beiträge im Hinblick auf die Zielerreichung. Das Management geht dabei im Prozeß der Willensbildung von den Ausgangszielen des Zielsystems aus. Sie bestimmen das Ergebnis des Willensbildungsprozesses und werden so in Planziele für die Willenssicherung transformiert. Es ist aber zu beachten, daß bei den Anordnungen nicht von Steuerung in dem

oben genannten Sinne gesprochen werden kann, als daß sie unmittelbare Anweisungen zur Realisation an das Ausführungssystem darstellen.⁹

1.2 Zielorientierung und Entscheidungstheorie

Der Betrieb kann als zielgerichtetes, offenes, sozio-technisches System verstanden werden. In der Offenheit kommen die Beziehungen zur Umwelt zum Ausdruck, und damit auch die Einbettung der Betriebe in sie einschließende Umsysteme, deren Elemente sie wiederum sind. Sozio-technisch sind Betriebe, weil als Elemente sowohl Menschen als auch technische Faktoren vorhanden sind. Das Vorhandensein von Menschen bedingt die Existenz von Unternehmenszielen. Deren Kenntnis läßt sich dabei als Ansatzpunkt zur Erklärung des Verhaltens des Unternehmens nutzen.¹⁰

Unter einem Ziel ist ein angestrebter Zustand zu verstehen, der sich auf das Verhalten des Systems selbst oder auf Zustände irgendwelcher Outputgrößen bezieht. Da Unternehmen künstliche, vom Menschen geschaffene Systeme sind, werden die Ziele des Unternehmens von den angestrebten Zuständen der am System Betrieb beteiligten Menschen bestimmt. Als Zielbildungsbeteiligte sind auf der einen Seite Systemmitglieder, also Eigentümer als Unternehmer, das Management und die Mitarbeiter des Unternehmens, auf der anderen Seite Gruppen des Umsystems, wie Lieferanten von Ressourcen (z.B. Eigentümer als Kapitalgeber), Abnehmer von Leistungen (z.B. Kunden) und regulatorische Gruppen wie staatliche Institutionen als Vertreter öffentlicher Interessen zu nennen. Es liegt also eine mehrzentrierte Zielbildung in Unternehmen vor.¹¹ Diese mehrzentrierte Zielbildung verstärkt die Annahme, daß nicht nur ein Ziel im Unternehmen existiert, sondern die Gesamtheit aller Ziele bilden zusammen daß Zielsystem des Unternehmens.

Die Bedeutung von Zielen ergibt sich aus ihrem Charakter als Beurteilungsmaßstab. Wirtschaftliches Handeln ist Wählen zwischen verschiedenen Möglichkeiten.¹² Wirtschaftliches Handeln kann bei Vorliegen objektiver Rationalität als das ökonomische Prinzip in den Formulierungen - mit gegebenen Mitteln den maximalen Nutzen erzielen oder mit minimalen Mitteln einen gegebenen Nutzen erzielen - ausgedrückt werden.¹³ Das ökonomische Prinzip kann aufgrund der Knappheit der Mittel als Leitmaxime wirtschaftlicher Betätigung jedes Unternehmens angesehen werden. Weil diese Knappheit für jedes soziale System Gültigkeit besitzt, ist das ökonomische Prinzip auch für jede institutionell abgrenzbare Einheit anwendbar, die durch Kombination produktiver Faktoren ihre Leistungen hervorbringt, unabhängig vom Wirtschaftssystem, von der Eigentümerstruktur und vom Grad des staatlichen Interesses an dem Unternehmen¹⁴

"Werden menschliche Wahlhandlungen bewußt vollzogen, so spricht man von Entscheidungen."¹⁵ Aus Zielen lassen sich Kriterien zur Bewertung der Entscheidungsalternativen und zur Messung der Konsequenzen der durch die Entscheidung herbeigeführten Verhaltensweisen ableiten. Dabei lassen sich drei betriebswirtschaftlich bedeutsame Charakteristika herausstellen. Das Setzen von Zielen ist Voraussetzung betrieblichen Entscheidens; mit der Funktion als Entscheidungskriterium ist die Funktion als Kontrollmaßstab verbunden und Ziele haben bei dezentralen Entscheidungen die Aufgabe, diese Entscheidungen aufeinander abzustimmen und damit eine Koordinationsfunktion.

Die Aufgaben der Entscheidungstheorie liegen dabei in der

- Analyse von Entscheidungsprozessen und in der
- Entwicklung von Instrumenten zur Entscheidungsfindung.

Die Entscheidungstheorie bewegt sich auf zwei gebieten, die normative Entscheidungstheorie versucht, Handlungsempfehlungen zur rationalen Entscheidungsfindung zu entwickeln (präskriptive Entscheidungslogik), während die deskriptive Entscheidungstheorie eine Beschreibung darstellt, warum sich Entscheidungsträger in der Realität so und nicht anders entscheiden (empirisch realistische Entscheidungstheorie). Die deskriptive Entscheidungstheorie stellt sich die Aufgabe, Entscheidungen in der Realität zu analysieren. Sie ist einem Wissenschaftsideal verpflichtet, wie es z.B. in der Psychologie oder verwandten Sozialwissenschaften verfolgt wird. Diese Orientierung, die gleichzeitig eine Öffnung der BWL zu den Verhaltenswissenschaften bedeutet, wurde in Deutschland maßgeblich durch den entscheidungsorientierten Ansatz von *Heinen* beeinflusst.¹⁶

Ergebnisse sind u.a.:

- Resultate der Zielforschung, wie sie auch Einfluß in den systemorientierten Ansatz der BWL genommen haben,
- Phasen-Konzepte der Entscheidungsfindung (Entscheidungsprozesse).¹⁷ wie z.B.:

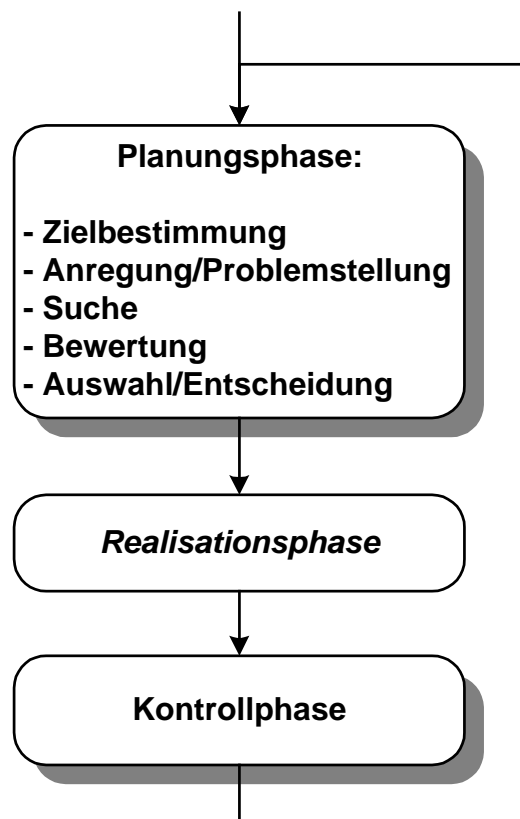


Abb. 1: Planungs- und Kontrollphasen des Entscheidungsprozesses

Die Phasen-Konzepte der deskriptiven Entscheidungstheorie beschreiben somit den Entscheidungsprozeß, der innerhalb der Planung, also im Rahmen der Willensbildung des Managements abläuft. Die Kontrolle hat neben der Überprüfung der Entscheidung mit der Realität die Aufgabe der Zielkorrektur bzw. neuen Zielbestimmung, um zukünftige Entscheidungsprozesse zu verbessern. Während die Zielbestimmung bzw. Zielplanung notwendig ist, um einen operationalen Ausgangspunkt zum Entscheiden zu finden, kommt es dann in der normativen Entscheidungstheorie zur Konkretisierung der als optimal angesehenen Entscheidung in der Such- und Bewertungsphase. Die normative Entscheidungstheorie gibt dabei Handlungsempfehlungen, die eigentliche Auswahl ist ein weiterer (noch) menschlicher Prozeß. Die normative Entscheidungstheorie erfährt gerade bei der Existenz eines Zielsystems mit mehreren Zielen eine entsprechende Bedeutung, da hier die Herbeiführung einer Entscheidungsregel nicht zwingenderweise möglich ist. Dies ist dann der Fall, wenn es zu Widersprüchen zwischen den Möglichkeiten und den sich daraus ergebenden Zielerreichungsgraden bezogen auf mindestens zwei Ziele kommt.

2 Ziele als Grundlage des Managements

2.1 Zielelemente

2.1.1 Sachziele und Formalziele

Als eine Möglichkeit der Kategorisierung von Zielen existiert die Unterscheidung in Sach- und Formalziele. Diese Einteilung wird von *Kosiol* nach dem Gesichtspunkt der gesamt- und einzelwirtschaftlichen Aufgabenerfüllung getroffen.¹⁸ "Das Sachziel legt die zu erstellenden Leistungen des Unternehmens nach Art, Menge und Zeitpunkt fest." Sie kennzeichnen damit die Leistungen, Leistungsprogramm und die Märkte für die Leistungen. Sachziele geben an, was Aufgabe des Unternehmens ist und gelten juristisch als Bezeichnung des Unternehmensgegenstandes.¹⁹ Sie dienen damit der gesamtwirtschaftlichen Aufgabe der Bedarfsdeckung als Befriedigung menschlicher Bedürfnisse.²⁰ Allerdings ist die Erstellung von Leistungen zur Bedarfsdeckung ein Effekt, der sich aus der Befolgung anderer Ziele ergibt.²¹ Sachziele beschreiben somit das konkrete Handlungsprogramm des Unternehmens.

"Formalziele beziehen sich demgegenüber auf Anforderungen an den jeweils inhaltlich spezifizierten Leistungserstellungs- und -verwertungsprozeß. Im Formalziel konkretisiert sich der ökonomische Aspekt."²² Sie sind insofern abstrakt, als daß sie die Möglichkeit unterschiedlicher Konkretisierungen der Zielerreichung zulassen. Die Unterscheidung von Sach- und Formalzielen findet sich auch in der Unterscheidung von Zweck und Ziel. "Während durch Sachziele ein objektiver materieller oder immaterieller Zweck beschrieben wird, dessen Erfüllung Dritten Bedarfsdeckung erbringen soll, sind Formalziele Gestaltungsmaximen, die ein Ergebnis herbeiführen sollen, das zur Befriedigung von Interessen der Entscheidungsträger verwendet werden kann. Formalziele stellen somit sachungebundene Imperative dar, die als Entscheidungskriterien beeinflussen, wie und für wessen Wohl in Betrieben gewirtschaftet werden soll."²³

2.1.2 Dimensionen betrieblicher Ziele

Wichtige Dimension betrieblicher Ziele ist die Festlegung des Zielinhalts, also dessen, was anzustreben ist. Ziele können hinsichtlich des angestrebten Ausmaßes der Zielerreichung als Maximierungs- oder Satisfizierungsziele formuliert werden.²⁴ Dem Streben nach Maximierungszielen liegt das ökonomische Prinzip rationalen Handelns zugrunde, d. h. Entscheiden für einen Extremwert der relevanten Zielgröße bei gegebenen Daten oder Erreichen eines vorgegebenen Ziels unter Auflagen, die eine Extremwertforderung enthalten.²⁵ Die Annahme, daß Entscheidungsträger in der Realität immer optimale, das heißt zielwertmaximierende Alternativen ermitteln, ist kritikfähig.²⁶ Sowohl das mögliche gewollte Verhalten der Entscheidungsträger als auch das Vorhandensein objektiver Rationalität im Sinne vollkommener Informationen sprechen gegen die Maximierungshypothese. Somit kommt dem Satisfizierungsgedanken eine größere Relevanz zu. Es wird eine befriedigende Zielerreichung angestrebt. Damit läßt sich für eine Zielgröße ein Anspruchsniveau festlegen, das sich z.B. in einer Mindestforderung ausdrückt.

Auch der zeitliche Bezug stellt eine Dimension betrieblicher Zielsetzung dar. Hier geht es darum, Zeitpunkte festzulegen, wann ein Ziel, bzw. Zeiträume festzulegen, innerhalb derer ein Ziel erreicht werden soll.²⁷ Die Bestimmung des zeitlichen Bezugs kann zu Problemen hinsichtlich der Eindeutigkeit des Ziels als Handlungsvorschrift führen. Der zeitliche Zielhorizont wird durch die Möglichkeit begrenzt, zukunftsorientierte Informationen mit vertretbarer Sicherheit zu erlangen. Dadurch wird sich in der Regel der Zielhorizont auf kürzere Zeiträume als auf die Totalperiode beziehen, was eine Periodisierung der Zeithorizonte zur Bestimmung des Anzustrebenden und zur Überprüfung des Erreichten zur Folge hat.²⁸ Unbestimmtheit bezüglich der Ziele kann nun auftreten, da eine kurzfristige, periodisierte Zielvorschrift andere Verhaltensnormen vorschreiben kann als die langfristige Ausprägung desselben Ziels. Als weitere Dimension ist der Raum als Ort der Zielerreichung zu beachten, sofern dieser nicht schon in den anderen Dimensionen spezifiziert wurde.

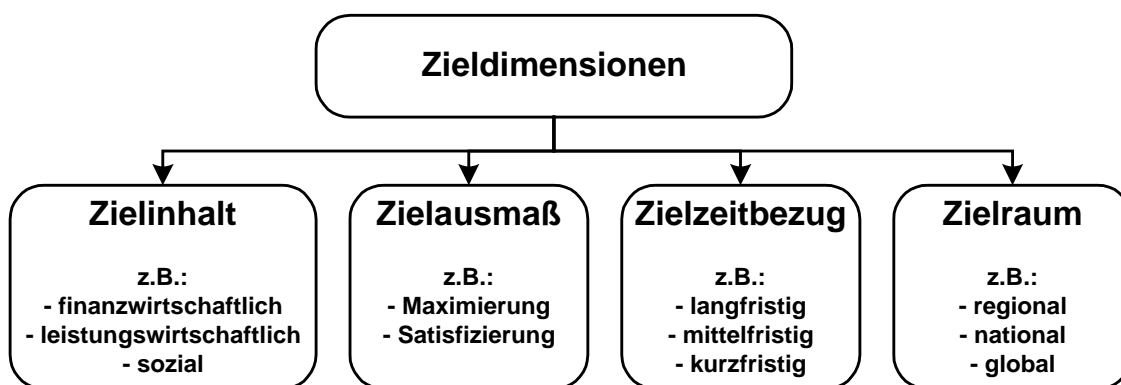


Abb. 2: Die Dimensionen betrieblicher Ziele.

Für die Beurteilung von Handlungsalternativen sind für Ziele Zielmaßstäbe zu benennen. Zielmaßstäbe bestimmen den Grad der Meßbarkeit von Zielen. Es müssen Größen gefunden werden, mit deren Hilfe die Konsequenzen der Alternativen beurteilt werden. Können für Ziele solche Meßvorschriften ermittelt werden, handelt es sich um operationale Ziele.²⁹ Diese entscheidungstheoretische Definition der Operationalität bekommt durch die organi-

sationstheoretische, entscheidungsträgerorientierte Sichtweise eine andere Betonung. Danach muß für ein operationales Ziel gelten, daß der Entscheidungsträger aus der Zielvorschrift direkt Handlungen abzuleiten imstande ist, das Ziel also für ihn befolgsbar ist.³⁰ *Andrä* unterscheidet hier, indem er diese Zielforderung als Operabilität bezeichnet.³¹

Ein weiterer Unterschied zwischen entscheidungstheoretischer und entscheidungsträgerorientierter Sicht begründet sich aus der Nichtidentität der Operationalität mit dem Begriff der Quantifizierbarkeit von Zielen. Quantifizierbare Ziele sind entweder quantitative Ziele, denen sich eindeutige Zahlenwerte zuordnen lassen oder auch qualitative, artmäßige Ziele, die mit Bewertungsverfahren in quantitative Ziele transformiert werden können.³² Während *Heinen* auch nicht zahlenmäßig ausdrückbare qualitative Ziele als operational gelten läßt, weil er nicht Quantifizierbarkeit, sondern lediglich Überprüfbarkeit als Kriterium für die Operationalität fordert, werden von anderen Autoren sowohl Operabilität als auch Quantifizierbarkeit unter anderem als Bedingungen operationaler Zielformulierungen gesetzt.³³

2.1.3 Zielbeziehungen

Existieren mehrere Ziele, liegt ein Zielsystem mit mehrfacher Zielsetzung vor. Die Charakterisierung der Beziehungen zwischen den Zielen erfolgt durch die Ordnung nach Beziehungstypen.³⁴ Die Bestimmung des Zielausmaßes spielt eine Rolle für die Unterteilung der Ziele bei mehrfacher Zielsetzung in Haupt- und Nebenziele. Nebenziele stellen auch anzustrebende Zustände dar, sie sind aber in der Regel in ihren Ausmaß limitiert.³⁵ Die Abhängigkeit vom Entscheidungsträger kommt im relativen Gewicht der Ziele zur Geltung. Hauptziele besitzen für die Wahl der optimalen Alternative ein vergleichsweise höheres Gewicht als Nebenziele. Deswegen bezeichnet *Heinen* Hauptziele auch als Primärziele und Nebenziele als Sekundärziele.³⁶ Nebenziele sind aber keine Restriktionen, da Restriktionen nicht etwas Anzustrebendes fordern.

Eine andere Einteilung der Ziele nach Beziehungstypen baut auf der Mittel-Zweck-Beziehung von Zielen auf. Ist ein Ziel Mittel zum Zweck der Erreichung eines anderen Ziels, dann stellt das erste Ziel ein Unterziel, das zweite ein Oberziel dar. Als Oberziele werden die Haupt- und Nebenziele angesehen, die der Betrieb insgesamt als ranghöchste Einheit erreichen soll. Die Oberziele besitzen Formalzielcharakter und werden in der Regel von den Zielbildungsbeteiligten festgelegt. Unterziele sind aus den Oberzielen abgeleitete Verhaltensnormen, die für einzelne Teilbereiche Gültigkeit besitzen.³⁷ Sie ersetzen dort die Oberziele als Handlungsanweisungen, um dem Adressaten eine operable Vorschrift zu geben. Gilt ein Ziel in bezug auf ein anderes als Unterziel und stellt es selber ein Oberziel gegenüber einem dritten Ziel dar, kann es auch als Zwischenziel bezeichnet werden. Mit der Unterscheidung in Ober-, Zwischen- und Unterziele läßt sich das betriebliche Zielsystem als eine Zielhierarchie darstellen; das Vorliegen von Mittel-Zweck-Beziehungen zwischen vertikal angeordneten Zielen ist eine Voraussetzung für Konsistenz des Zielsystems.

Bei der Vorgabe von derivativen Unterzielen besteht die Gefahr, daß aufgrund der Komplexität und Interdependenz realer Entscheidungsprobleme die Mittel-Zweck-Beziehung zwischen Unter- und Oberziel verloren geht. Dieses Phänomen wird auch organisationstheoretisch als Suboptimierung oder Verselbständigung der Unterziele bezeichnet.³⁸ *Hei-*

nen weist allerdings darauf hin, daß diese Art der Verselbständigung vielmehr auf das Vorhandensein begrenzter Rationalität bei der Entscheidungsfindung zurückzuführen ist und definiert gerade die Suboptimierung entscheidungstheoretisch als Vorgabe abgeleiteter Unterziele zur Entscheidungsfindung unter der Voraussetzung, daß eine Mittel-Zweck-Beziehung zwischen Unter- und Oberziel gegeben ist.³⁹ Hier ist mit Suboptimierung die Optimierung von Unterzielen gemeint, die auch als Subziele bezeichnet werden können. Andererseits kann auch von Suboptimierung (des Oberziels) gesprochen werden, wenn Suboptimierung bezogen auf das Oberziel als Nichtoptimierung dessen durch das Unterziel verstanden wird.

Eine dritte Möglichkeit zur Ordnung von Zielen ist die Unterscheidung der Ziele nach den Beziehungen des Zielerreichungsgrades unter den Zielen. Diese Betrachtungsweise liegt der Forderung nach Konsistenz des Zielsystems zugrunde. Dabei geht es um die Verträglichkeit der Ziele miteinander. Sind Sie es nicht, treten Zielkonflikte auf. Die Arten der Zielbeziehungen wie folgt dargestellt werden.

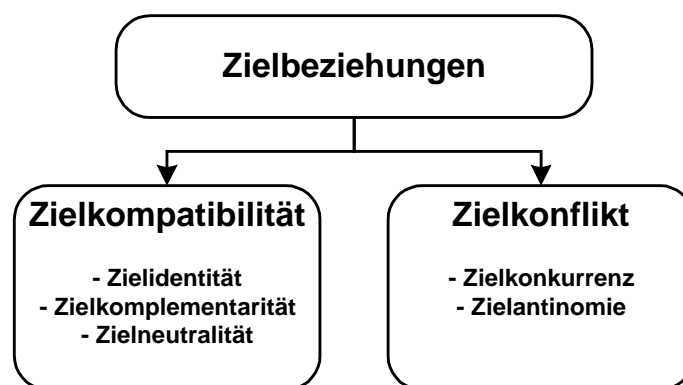


Abb. 3: Die Beziehungen zwischen Zielen

Bei komplementären Zielen führt die Auswahl einer Handlungsalternative, die positive Zielerreichungsbeiträge für ein Ziel liefert, auch zu einem positiven Zielerreichungsbeitrag bei einem anderen Ziel. Zielidentität stellt den Sonderfall der totalen Zielkomplementarität dar.⁴⁰ Die Ziele ersetzen sich gegenseitig. Bei Zielneutralität wird ein Ziel weder positiv noch negativ durch Zielerreichungsbeiträge anderer Ziele beeinflusst, während bei Zielkonkurrenz eine negative Beeinflussung weiterer Ziele bei positiven Zielerreichungsbeiträgen eines Ziels die Folge ist. Zu beachten ist, das bei der Untersuchung der Zielbeziehungen zwischen partiellen und totalen, sowie zwischen symmetrischen und asymmetrischen Beziehungen unterschieden werden kann. So ist der Grenzfall der totalen symmetrischen Zielkonkurrenz die Zielantinomie, wo die Zielerreichung eines Ziels zur Nichterreichung eines anderen Ziels führen. Die Ziele schließen sich gegenseitig aus.⁴¹

Die Untersuchung des Zielsystems nach Zielbeziehungen ist wichtig, da bei Auftreten von konfliktären Zielbeziehungen Widersprüchlichkeiten im Zielsystem auftreten, die eine eindeutige und damit konsistente Beurteilung von Handlungsalternativen erschweren. Dabei können diese Zielbeziehungen zwischen Zielen auf gleicher Hierarchieebene auftreten. In dieser horizontalen Struktur auftretende Konflikte müssen durch die Vorgabe einer Präferenzordnung gelöst werden, um dem Anspruch nach Konsistenz zu genügen.⁴² Treten Kon-

flikte zwischen Ober- und Unterzielen auf, können diese Konflikte auf die fehlende Mittel-Zweck-Beziehung zwischen Unter- und Oberziel zurückgeführt werden. Denn die Existenz einer Mittel-Zweck-Beziehung setzt grundsätzlich Komplementarität zwischen den Zielen voraus.⁴³ Zielkonflikte können auch zwischen den Zielen des Unternehmens und denen des Umsystems entstehen. Diese Beziehung erfährt eine besondere Bedeutung, wenn gesamtwirtschaftliche Ziele als Ziele des Umsystems in das Zielsystem des Betriebes einfließen. Dieser Fall trifft in besonderem Maße auf öffentliche Unternehmen zu.

2.2 Zielkomponenten

Für jeden Betrieb können folgende Grundsätze aufgestellt werden, aus denen Haupt- und Nebenziele abzuleiten sind wie z.B. die Beachtung des ökonomischen Prinzips und die Beachtung des Prinzips der Erfüllungsbereitschaft, das unter anderem die Zahlungsfähigkeit zum Inhalt hat.

Als dominierendes Ziel privater Betriebe wird das Erwerbsstreben angesehen. Es ist das Streben nach Einkommen der Personen, die dem Betrieb Eigenkapital und eventuell auch Eigentümer-Unternehmerleistungen zur Verfügung stellen. Das Erwerbsstreben kommt im Gewinnstreben, absolut oder relativ als Rentabilität formuliert, zum Ausdruck. Daraus darf aber nicht der Schluß gezogen werden, das Gewinnstreben diene nur dem Einkommensmotiv der Eigentümer. Gewinne können dazu verwendet werden, das Unternehmen zu erhalten. Sie dienen zur Finanzierung von Investitionen, damit der Substanzerhaltung des Unternehmens, was Grundlage der Verwirklichung weiterer Ziele sein kann. Dominiert ein solches Ziel, wird auch von Eigenwirtschaftlichkeit gesprochen. Es ist aber zu beachten, daß das Erwerbsstreben über die Eigenwirtschaftlichkeit bzw. Substanzerhaltung hinausgeht und die Begriffe somit nicht gleichzusetzen sind. Diese Ziele werden als finanzwirtschaftliche Ziele bezeichnet. Das gesamte Zielsystem läßt sich darstellen als System mit einer leistungswirtschaftlichen, finanzwirtschaftlichen und sozialen Komponente.

2.3 Ziele nach systemorientierten Kriterien

2.3.1 Finanzwirtschaftliche Ziele

Finanzwirtschaftliche Ziele sind entweder erwerbswirtschaftlich motiviert oder sie sind Sicherungsziele. Die erwerbswirtschaftliche Zielsetzung ist in bezug auf das Zielausmaß nur die Erhöhung der geforderten Zielerreichung über die finanzwirtschaftliche Sicherung des Unternehmensvermögens hinaus. Finanzwirtschaftliche Zielgröße ist u.a. der Erfolg als Gewinn oder Verlust.

Mit den Modellen des Rechnungswesens wird der Erfolg wirtschaftlichen Handelns gemessen, indem man die Differenz zwischen den monetär bewerteten erbrachten Leistungen und den zur Erbringung verzehrten, bewerteten Produktionsfaktoren abbildet.⁴⁴ Es gibt unterschiedliche Gewinnbegriffe, die ihre Unterschiede durch die verwendeten Rechnungssysteme bekommen. So ist im extern orientierten Rechnungswesen der Jahresüberschuß als

positiver Saldo von rechtlich normierten Erträgen und Aufwendungen definiert. Diesem pagatorischen Gewinnbegriff steht der kalkulatorische im internen Rechnungswesen verwendete Gewinnbegriff gegenüber. Er ergibt sich als Saldo von Erlösen und Kosten. Die Unterschiede ergeben sich durch die Art und den Umfang der verwendeten Größen. So unterscheiden sich Kosten von den Aufwendungen im Hinblick auf die Erhaltung des Vermögens besonders durch den unterschiedlichen Ansatz von Abschreibungen und Zinsen, insbesondere Eigenkapitalzinsen.⁴⁵

Das Spektrum der Formulierung des geforderten Zielausmaßes des Erfolgsziels kann in drei Zonen eingeteilt werden: die erwerbswirtschaftliche, die substanzerhaltende, damit kostendeckende und die verlustbegrenzende Zone. Unter Substanzerhaltung wird die Erhaltung eines bestimmten Vermögens als Grundlage der zukünftigen Leistungserstellung verstanden. Die Substanzerhaltung unterstreicht damit die Selbstfinanzierungsmöglichkeiten eines Unternehmens.⁴⁶ Anzustreben ist aus Gründen der langfristigen Existenzsicherung mindestens eine kalkulatorische Kostendeckung unter Berücksichtigung reproduktiver bzw. leistungsäquivalenter Aspekte der Substanzerhaltung. Unter reproduktiver Substanzerhaltung wird die Erhaltung eines qualitativ und quantitativ identischen Vermögens bei konstanten Schulden verstanden. Die leistungsäquivalente Substanzerhaltung schließt darüber hinaus die Beachtung dynamischer Aspekte wie z.B. des technischen Fortschritts ein.⁴⁷

Das Gewinnstreben kann auch relativ dargestellt als Rentabilität bezeichnet werden.⁴⁸ Als Quotient aus Gewinn- und Kapitalgrößen wird mit der Verwendung von Rentabilitäten die Mittel-Zweck-Beziehung von eingesetztem Kapital und erlangten Gewinn zur Darstellung des Erwerbsstrebens aussagefähiger dargestellt als mit absoluten Gewinngrößen.⁴⁹

Return on Investment (ROI):

allgemein: $ROI = \text{Gewinn} / \text{Kapital}$

intern: $ROI = \text{kalkulatorisches. Betriebsergebnis} / \text{betriebsnotwendiges Kapital}$

Return on Equity (Eigenkapitalrentabilität, ROE):

$ROE = \text{Gewinn} / \text{Eigenkapital}$

Return on Assets (Gesamtkapitalrentabilität, ROA):

$ROA = (\text{Gewinn} + \text{Zinsen}) / \text{Gesamtkapital}$

Umsatzrentabilität:

$UR = \text{Gewinn} / \text{Umsatzerlöse}$

Eine weitere zur finanzwirtschaftlichen Sicherung verwendbare Zielgröße ist der Cash Flow. Der Cash Flow kann sowohl als Zielgröße zur Bestimmung der Liquidität bzw. des Selbstfinanzierungsspielraumes als auch als Ertragskraftzielgröße verwendet werden. Sein Vorteil liegt in der geringeren Manipulierbarkeit gegenüber gesetzlich normierten Gewinnbegriffen.

$$\begin{array}{r}
 \text{zahlungswirksame Erträge} \\
 - \text{zahlungswirksame Aufwendungen} \\
 \hline
 = \text{Cash Flow}_{(\text{direkt})}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 \text{Gewinn} \\
 + \text{ nichtzahlungswirksame Aufwendungen} \\
 - \text{ nichtzahlungswirksame Erträge} \\
 \hline
 = \text{Cash Flow}_{(\text{indirekt})}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 \text{Jahresüberschuß/-fehlbetrag} \\
 + \text{ Abschreibungen (- Zuschreibungen)} \\
 + \text{ Erhöhung (- Verminderungen) von langfristigen Rückstellungen} \\
 \hline
 = \text{Cash Flow}_{(\text{näherungsweise})}
 \end{array}$$

Insbesondere im Zusammenhang mit der Verbreitung des Shareholder Value Managements werden neue, Cash Flow-orientierte Zielgrößen entwickelt. Der Shareholder Value als Marktwert des Unternehmens aus der Sicht der Anteilseigner bedingt eine unternehmenswertorientierte Ausrichtung des Managements.

Beim Shareholder Value Konzept geht es nicht darum, einen möglichst hohen (ausschüttbaren) Gewinn zu erzielen, sondern den Unternehmenswert als Zukunftserfolgswert zu vergrößern.

Der Shareholder Value kann z.B. allgemein als die Summe zukünftiger diskontierter Freier Cash Flows eines Unternehmens definiert werden.⁵⁰ Freie Cash Flow sind die von Reinvestitionen in das Anlage- und Netto-Umlaufvermögen befreiten, ausschüttbaren Cash Flows.

$$\begin{array}{r}
 \text{Cash Flow} \\
 - \text{ Investitionen in das Anlagevermögen} \\
 - \text{ Investitionen in das Netto-Umlaufvermögen (Working Capital)} \\
 \hline
 = \text{Freier Cash Flow}
 \end{array}$$

$$\text{Shareholder Value} = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{\text{Freier Cash Flow}_t}{(1 + \text{Kapitalkosten})^t}$$

Der Shareholder Value basiert auf dem Konzept der Erfolgskapitalerhaltung bzw. der Substanzerhaltung des Unternehmens. Das Grundprinzip der Substanzerhaltung findet ebenfalls im Rahmen der kalkulatorischen Kosten in der Kostenrechnung eine gewisse Beachtung. Die Freien Cash Flows stellen den Teil des ökonomischen Gewinns dar, die entnommen werden können, da notwendige Investitionen in Anlage- und Umlaufvermögen bereits abgezogen wurden.

2.3.2 Leistungswirtschaftliche Ziele

Das leistungswirtschaftliche Oberziel ist die Deckung eines Bedarfs der Bevölkerung. Die leistungswirtschaftliche Komponente muß so präzise formuliert sein, daß sie zweifelsfrei als Grundlage des Managements gelten und daß die zu erstellenden Leistungen dadurch eindeutig determiniert werden. Außerdem muß festgelegt werden, welches anzustrebende

Niveau als optimal angesehen wird. Diese Konkretisierung der leistungswirtschaftlichen Zielkomponente setzt voraus, daß die Leistungen des hinreichend genau definiert werden können.

Leistungswirtschaftliche Ziele sind grundsätzlich in Markt- und Produktziele teilbar, die anhand ihrer Merkmale präzisiert werden. In bezug auf die Marktziele ist die Festlegung der Märkte, Marktanteile und Marktsegmente, die bearbeitet werden sollen, und die Bestimmung einer anzustrebenden Marktstellung relevant.⁵¹

Als Merkmale der Leistungen können

1. der Leistungspreis,
2. die Leistungsmenge,
3. die Leistungsart,
4. das Leistungsprogramm sowie
5. die Leistungsqualität

angesehen werden.⁵²

2.3.3 Soziale Ziele

Ein Unternehmen ist ein soziales System und gleichzeitig Bestandteil des gesellschaftlichen Umsystems. Insofern kann man einem Unternehmen auch eine soziale Verantwortung zuerkennen, die sich in sozialen Zielen ausdrückt.⁵³ Soziale Ziele können in zwei Gruppen aufgeteilt werden. Die internen sozialen Ziele beziehen sich auf die Mitarbeiter als Elemente des Betriebes, während die externen sozialen Ziele die Befriedigung von gesellschaftlichen, aber weder bereits in leistungs- noch in finanzwirtschaftlichen Zielen erfaßten Bedürfnissen bezwecken. Diese Ziele sind oft nicht monetär und damit schwer direkt zu operationalisieren. Als Beispiele für interne soziale Ziele können gelten

- die Zufriedenheit der Mitarbeiter,
- die Möglichkeit der Fortbildung und Selbstverwirklichung der Mitarbeiter,
- die Sicherung der Gesundheit der Mitarbeiter sowie
- die Sicherung der Arbeitsplätze der Mitarbeiter.⁵⁴

Die ersten beiden Ziele kann man als Darbietungsziele ansehen, während die letzten beiden Sicherungsziele sind. Auf der einen Seite ist die Messung problematisch und die Vergleichbarkeit oft nicht gegeben, andererseits lassen sie auch keine Schlüsse zu, welchen Nutzen sie im Hinblick auf andere Zielsystemkomponenten stiften.⁵⁵

Bei den externen sozialen Zielen kommt der Beitrag des Unternehmens zur Lösung gesellschaftlicher Anliegen zum Ausdruck. Hier fließen andere, sozial-, bildungs-, kultur-, raumordnungs-, konjunktur-, branchen-, energie-, und umweltpolitische Aspekte ein.

Die Operationalisierung der externen sozialen Zielkomponente ist schwierig. Es wird mit gesellschaftsbezogenen Rechnungen versucht, eine zielsystemadäquate und vergleichbare

Berichterstattung zu erreichen. Als Instrumente sind vor allem gemeinwirtschaftliche Ergebnisrechnungen, Wertschöpfungsrechnungen und Sozial- und Ökobilanzen zu nennen, als Instrumente zur Entscheidungsfindung unter mehrfacher Zielsetzung dienen Kosten-Nutzen-Analysen oder Nutzwertanalysen. Es wird eine Ebene berührt, die nicht mehr unmittelbar im betriebswirtschaftlichen Zusammenhang mit der Führung von Betrieben steht.

3. Das Grundmodell der Entscheidungstheorie

3.1 Theoretische Grundlagen

Eine Entscheidung ist die Auswahl einer von mehreren Alternativen. Die normative Entscheidungstheorie kann nach verschiedenen Kriterien unterteilt werden:

- Anzahl nachfolgender Entscheidungen: einstufig, mehrstufig,
- Anzahl Ziele bzw. Zustände: einfache, mehrfache Zielsetzung,
- Umweltsituationen: Sicherheit, Unsicherheit.

Zum Verständnis des formalen Aufbaus eines entscheidungstheoretischen Modells ist die Klärung bzw. Einführung einiger Grundbegriffe notwendig.

Grundbegriffe der Entscheidungstheorie:

- Alternativen = Handlungsmöglichkeiten (Aktionen, Strategien),
- Aktionsparameter = Ausprägung von Teilaspekten einer Aktion,
- Aktionsraum = Menge aller verfügbaren Aktionen (Entscheidungsraum),
- Ergebnis = Resultat einer Aktion,
- Umwelt = Umfeld des Aktionsraumes, der Einfluß auf die Aktionen und ihre Ergebnisse hat (Welt, Natur, Universum, Umfeld, Umsystem, Realität),
- Zustände = Ausprägung der Beschaffenheit der Umwelt.

Ein Problem der Entscheidungstheorie ist die Unkenntnis der relevanten Umwelt. dabei können folgende Umweltsituationen auftreten:⁵⁶

Umweltsituationen:

- Sicherheit: Die Eintrittswahrscheinlichkeit der Zustände ist 100%,
- Ungewißheit: Die Eintrittswahrscheinlichkeit der Zustände ist unbekannt oder objektiv nicht vorhanden,
- Risiko: Die Eintrittswahrscheinlichkeit der Zustände ist bekannt (der Begriff „Risiko“ umfaßt die Verlustmöglichkeit (Risiko im engen Sinn) und die Gewinnmöglichkeit (Chance)),
- Spielsituation: Die Zustände der Welt sind die Handlungsmöglichkeiten rationaler Gegenspieler (Die Spielsituation ist die Grundlage der Spieltheorie, deren Grundlage demzufolge die normative Entscheidungstheorie ist).

Neben den Umweltsituationen sind Wahrscheinlichkeitsbegriffe voneinander abzugrenzen:⁵⁷

Wahrscheinlichkeiten:

- Klassische Wahrscheinlichkeit: Verhältnis der im Entscheidungsraum enthaltenen gleich möglichen Elementarereignisse zur Gesamtzahl gleich möglicher Elementarereignisse. Dieser Wahrscheinlichkeitsbegriff geht auf *Laplace* zurück, und wird durch die vorherige Annahme der Gleichwahrscheinlichkeit auch als A-priori-Wahrscheinlichkeit bezeichnet.
- Grenzwerte relativer Häufigkeiten wie z.B. beim Würfelspielen eine sechs zu würfeln ($p=1/6$) oder beim Münzwerfen „Zahl“ zu werfen ($p=1/2$),
- Subjektive Wahrscheinlichkeiten als Ergebnis menschlicher Beobachtung, Intuition etc. Diese Wahrscheinlichkeiten sind häufig im Wirtschaftsleben anzutreffen. Dem Vorwurf der Subjektivität entgegnet man die Forderung nach intersubjektiver Überprüfbarkeit: „intersubjektiv überprüfbare Wahrscheinlichkeiten soweit wie möglich, subjektive Wahrscheinlichkeiten wenn nötig“⁵⁸

Das Grundmodell der normativen Entscheidungstheorie ist grundsätzlich die Erstellung einer Ergebnismatrix, die aus folgenden Elementen besteht:

Ergebnismatrix:

| | | |
|----------|---------------------------------------|-------------------------|
| Zeilen: | Aktionen (actions): | a_1, a_2, \dots, a_n |
| Spalten: | Zustände (situations): | s_1, s_2, \dots, s_m |
| | Wahrscheinlichkeiten (probabilities): | p_1, p_2, \dots, p_m |
| Zellen: | Ergebnisse (events): | e_{11}, \dots, e_{nm} |

Die Herbeiführung einer Entscheidung erfolgt über die Transformation der Ergebnismatrix in die Entscheidungsmatrix. In der Entscheidungsmatrix ist durch die Transformation der Ergebnisse bzw. Vereinheitlichung der Einheiten eine Vergleichbarkeit und damit die Aufstellung einer Präferenzordnung möglich.

Entscheidungsmatrix:

Ein Mindestanfordernis zur Entscheidung ist das Vorhandensein einer Präferenzordnung innerhalb aller möglichen Ergebnisse (Rationalität).

- Von je zwei Ergebnissen weiß der Entscheidende, ob sie ihm indifferent sind oder nicht, und wenn nicht, welches er vorzieht,
- Wird e_1 dem e_2 nicht vorgezogen und e_2 dem e_3 nicht vorgezogen, dann wird auch e_1 dem e_3 nicht vorgezogen. (Ordinalität des Nutzens).

Die Ergebnisse lassen sich in Nutzen (ordinal oder kardinal) darstellen.

Die Entscheidungsmatrix wird je nach Anwendungsfeld auch als Spiel-, Auszahlungs-, Verlust-, Gewinnmatrix bezeichnet:

Entscheidungsmatrix (Spiel-, Auszahlungs-, Verlust-, Gewinnmatrix):

| | | |
|----------|---------------------------------------|-------------------------|
| Zeilen: | Aktionen (actions): | a_1, a_2, \dots, a_n |
| Spalten: | Zustände (situations): | s_1, s_2, \dots, s_m |
| | Wahrscheinlichkeiten (probabilities): | p_1, p_2, \dots, p_m |
| Zellen: | Nutzen (uses): | u_{11}, \dots, u_{nm} |

Eine Entscheidung wird in der normativen Entscheidungstheorie nun über die Anwendung einer Entscheidungsregel herbeigeführt. Dabei wird der erste Schritt durch die Anwendung allgemeiner Entscheidungsregeln bestimmt. Allgemeine Entscheidungsregeln (Dominanzprinzipien) erlauben eine Vorauswahl (Vorprüfung, screening, Spreu vom Weizen trennen), da hier geprüft wird, ob eine Aktion einer andere in jedem Zustand bzw. Ziel mindestens ebenbürtig oder sogar überlegen ist. Ist dies nicht der Fall, werden weitere spezielle Entscheidungsregeln benötigt, in denen meist die Einstellung des Entscheidungsträgers zum Ausdruck kommt und die dann eine eindeutige Wahl zulassen. Die Darstellung der allgemeinen und speziellen Entscheidungsregeln erfolgt in den folgenden Ausführungen in programmierter Form anhand von Kurzbeschreibungen und entsprechenden Beispielen. Dabei wird konkreter auf einstufige Entscheidungen eingegangen, mehrstufige Entscheidungen, die durch die Betrachtung zeitlicher Entwicklungen und / oder Folgeentscheidungen gekennzeichnet sind, werden nur allgemein erklärt.

3.2 Allgemeine Entscheidungsregeln

Anhand von Dominanzprinzipien können Entscheidungen ohne große Annahmen über die Risikoeinstellung des Entscheidungsträgers herbeigeführt werden, bzw. es läßt sich die Menge der relevanten Aktionen verringern. Es werden drei Dominanzprinzipien unterschieden:⁵⁹

- **Absolute Dominanz:** Eine Aktion dominiert eine andere Aktion absolut, wenn der minimale Nutzen der ersten Aktion nicht kleiner ist als der maximale Nutzen der zweiten Aktion (Wahrscheinlichkeiten werden nicht benötigt).

| | s_1 | s_2 | s_3 |
|-------|-------|-------|-------|
| a_1 | 50 | 90 | 20 |
| a_2 | 20 | 10 | 20 |

a_1 dominiert a_2 absolut

- **Zustandsdominanz:** Eine Aktion dominiert eine andere Aktion, wenn bei paarweisem Vergleich die Nutzen der ersten Aktion in keinem Zustand kleiner sind als die Nutzen der zweiten Aktion und bei mindestens einem Zustand die erste Aktion zu einem besseren Nutzen führt (Wahrscheinlichkeiten werden nicht benötigt).

| | s_1 | s_2 | s_3 |
|-------|-------|-------|-------|
| a_1 | 50 | 90 | 20 |
| a_2 | 50 | 85 | 20 |

Zustandsdominanz von a_1 über a_2

- **Wahrscheinlichkeitsdominanz:** Eine Aktion dominiert eine andere Aktion, wenn für jeden Nutzen die Wahrscheinlichkeit, diesen Nutzen mit der ersten Aktion zu erzielen, in keinem Zustand kleiner ist als bei der zweiten Aktion und wenn es mindestens einen Nutzen gibt, der von der ersten Aktion mit größerer Wahrscheinlichkeit als von der zweiten Aktion erzielt wird.

| | $s_1, p_1 =$ 0,3 | $s_2, p_2 =$ 0,5 | $s_3, p_3 =$ 0,2 |
|-------|---------------------|---------------------|---------------------|
| a_1 | 50 | 90 | 20 |
| a_2 | 50 | 85 | 20 |

a_1 dominiert a_2 in der Wahrscheinlichkeit, einen Nutzen von 90 zu erzielen.

Aufgaben:

1. Sie besitzen 5.000,- Eigenkapital. Sie haben folgende Möglichkeiten:
Anlage auf Sparbuch zu 3% Verzinsung
300 Aktien der Pille AG zum Kurswert von 15,- (Nennwert: 10,-)
400 Aktien der Palle AG zum Kurswert von 10,- (Nennwert: 5,-)
Beide Aktienpakete kaufen (Pille AG und Palle AG)

Gleichzeitig räumt Ihnen die Bank einen Kredit von 5.000,- zu 8% Zinsen ein, den Sie bei Inanspruchnahme in voller Höhe aufnehmen müssen.

Im Falle einer steigenden Konjunktur zahlt die Pille AG 10% Dividende; der Kurswert steigt um 6%. Im Falle einer steigenden Konjunktur zahlt die Palle AG jedoch 12% Dividende; der Kurswert steigt um 4%.

Eine gleichbleibende oder sinkende Konjunktur wird als unwahrscheinlich angenommen.

- a) Stellen Sie die Ergebnismatrix der Kosten und Erlöse auf.
- b) Transformieren Sie die Ergebnismatrix in die Entscheidungsmatrix.
- c) Für welche Aktion entscheiden Sie sich (Begründung)?

2. Einem Investor liegt folgende Entscheidungsmatrix vor:

| | $s_1, p_1=0,2$ | $s_2, p_2=0,3$ | $s_3, p_3=0,15$ | $s_4, p_4=0,25$ | $s_5, p_5=0,1$ |
|-------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| a_1 | 70 | 60 | 80 | 55 | 100 |
| a_2 | 55 | 40 | 50 | 30 | 20 |
| a_3 | 60 | 110 | 20 | 80 | 70 |
| a_4 | 65 | 20 | 75 | 55 | 60 |

Wenden Sie die Dominanzprinzipien an.

3.3 Einstufige Entscheidungen

3.3.1 Einstufige Entscheidungen unter Sicherheit

Die Nutzwertanalyse ist die Analyse einer Menge komplexer Aktionen im Hinblick auf die Ordnung der Elemente entsprechend den Präferenzen des Entscheidungsträgers bezüglich eines multidimensionalen Zielsystems. Die Abbildung dieser Ordnung erfolgt durch die Angabe von Nutzwerten $N_{(i)}$ als Gesamtwerte der Aktionen $A_{(i)}$.

Grundmodell der Nutzwertanalyse:

a) Aufstellung des Zielsystems

Zielertragsmatrix (Ergebnismatrix)

| Aktion/Zielerträge | z_1 | z_2 | z_{\dots} | z_m |
|--------------------|---------------|---------------|------------------|---------------|
| a_1 | e_{11} | e_{12} | $e_{1\dots}$ | e_{1m} |
| a_{\dots} | $e_{\dots 1}$ | $e_{\dots 2}$ | $e_{\dots\dots}$ | $e_{\dots m}$ |
| a_n | e_{n1} | e_{n2} | $e_{n\dots}$ | e_{nm} |

b) Bewertung (Gewichtung)

Zielwertmatrix (Entscheidungsmatrix)

| Aktion/Zielwerte | g_1 | g_2 | g_{\dots} | g_m |
|------------------|---------------|---------------|------------------|---------------|
| a_1 | n_{11} | n_{12} | $n_{1\dots}$ | n_{1m} |
| a_{\dots} | $n_{\dots 1}$ | $n_{\dots 2}$ | $n_{\dots\dots}$ | $n_{\dots m}$ |
| a_n | n_{n1} | n_{n2} | $n_{n\dots}$ | n_{nm} |

c) Wertsynthese mit Hilfe einer Entscheidungsregel

Nutzwertmatrix

| Aktion | Nutzwerte |
|-------------|-------------|
| a_1 | N_1 |
| a_{\dots} | N_{\dots} |
| a_n | N_n |

Als Entscheidungsregeln für die Wertsynthese kommen u.a. folgenden speziellen Entscheidungsregeln in Betracht.

Entscheidungsregeln unter Sicherheit:⁶⁰

- **Lexikographische Ordnung:** Absolute Dominanz. Ein nachfolgendes Ziel wird erst dann relevant, wenn die Ausprägungen zweier Aktionen im Hinblick auf das vorhergehende Ziel gleich sind (Zielunterdrückung).
 - a) Zielordnung festlegen
 - b) Aktion mit größter Ausprägung auf wichtigstes Ziel bestimmen
 - c) wenn zwei Ausprägungen gleich sind, Routine mit nächstwichtigstem Ziel wiederholen, bis eindeutige Lösung vorliegt.

- **Zielgewichtung:** Optimale Aktion ist die mit der größten gewichteten Nutzensumme.
 - a) Gewichte festlegen
 - b) Nutzen gewichten
 - c) zeilenweise Nutzensumme bilden
 - d) Nutzensummenmaximum bestimmen

- **Goal-Programming:** Optimale Aktion ist die mit der minimalen absoluten Abweichungssumme von den Vorgabewerten (fiktive Aktion).
 - a) Vorgabewerte festlegen
 - b) absolute Abweichungen zu den Nutzen bilden
 - c) Zeilensumme bilden
 - d) Zeilenminimum bestimmen

- **Maximierung des minimalen Zielerreichungsgrades:** Optimal ist die Aktion, die bezüglich des ungünstigsten Zielerreichungsgrades unter allen Aktionen ein Maximum aufweist (Pessimisten-Regel).
 - a) Spaltenmaxima bestimmen
 - b) Nutzenwerte durch Spaltenmaxima teilen
 - c) Zeilenminima bestimmen
 - d) Maximum der Zeilenminima bestimmen

Aufgaben:

3. Gegeben ist folgende Entscheidungsmatrix:

| | s ₁ | s ₂ | s ₃ | s ₄ |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| a ₁ | 0 | 4 | 14 | 4 |
| a ₂ | 2 | 8 | 4 | 3 |
| a ₃ | 12 | 6 | 10 | 9 |
| a ₄ | 6 | 10 | 2 | 5 |

Folgende Entscheidungsregeln sollen angewendet werden:

- a) Lexikographisch: $s_1 > s_2 > s_3 > s_4$
- b) Gewichtung: $g_1 = 0,1, g_2 = 0,2, g_3 = 0,5, g_4 = 0,2$
- c) Goal-Programming: $v_1 = 4, v_2 = 6, v_3 = 20, v_4 = 6$
- d) Maximierung des minimalen Zielerreichungsgrades

4. Es soll ein neuer Lieferwagen beschafft werden. Dieser sollte nicht nur preiswert sein, sondern auch eine möglichst große Ladefläche besitzen. Außerdem wäre ein niedriger Benzinverbrauch wünschenswert. Da ab und zu auch längere Strecken zu fahren sind, sollte der Lieferwagen nicht zu langsam und das Führerhaus komfortabel sein. Es stehen drei Fabrikate zur Auswahl:

| | |
|--------------------------|-----------------------------------------------|
| Trucky \$ 25.000,-- | Lorry \$ 17.000,-- |
| 100 PS (Spitze 140 km/h) | 60 PS (Spitze 100 km/h) |
| 16 l Diesel pro 100 km | 12 l Diesel pro 100 km |
| 6 qm Ladefläche | 8 qm Ladefläche |
| funktionale Ausstattung | spartanische Ausstattung (50% von funktional) |

Vany \$ 20.000,--
 75 PS (Spitze 110 km/h)
 13 l Diesel pro 100 km
 6 qm Ladefläche
 funktionale Ausstattung

- a) Führen Sie die Bewertung durch, indem Sie dem optimalen Ertrag je Ziel den Wert 10 (=100%) zuordnen und alle anderen Zielerträge im proportionalen Verhältnis gewichten (Runden Sie auf eine Dezimalstelle).
- b) Ermitteln Sie mit Hilfe der Nutzwertanalyse eine Rangfolge der Alternativen. Benutzen Sie zur Wertsynthese:
- a) Zielgewichtung (Preis=0,3; $V_{\max}=0,1$; Verbrauch=0,2; Ladefl.=0,3; Ausstattung=0,1),
 b) das Goal-Programming (Preis=9; $V_{\max}=8$; Verbrauch=8; Ladefl.=9; Ausstattung=8),

Kosten-Wirksamkeits-Analyse:

Neben der Nutzwertanalyse kommen ähnliche Verfahren wie z.B. die Kosten-Wirksamkeits-Analyse in unzähligen Variationen zur Anwendung.⁶¹ Die Vorgehensweisen ähneln der der Nutzwertanalyse. Eine Variante kennzeichnet sich dadurch, daß zuerst finanzwirtschaftliche (Kosten) und leistungswirtschaftliche Zielgrößen (Leistungsmerkmale, Leistungsnutzwerte) separat aggregiert bzw. gewichtet werden, um in einem zweiten Schritt die Kosten durch die Wirksamkeitsgrößen zu dividieren, um so als Entscheidungskriterium (Gesamtnutzwert) die Kosten pro Wirksamkeitseinheit (Leistungseinheit) heranzuziehen.

Beispiel zur Kosten-Wirksamkeits-Analyse: Entscheidung über eine Produktionsanlage:

| Kosten | Personalkosten + Personalnebenkosten | Anlagenkosten (Abschreibungen + Zinsen) | Energie+ Instandhaltung +sonstige Gemeinkosten | Summe |
|----------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------|---------|
| a ₁ | 150.000 | 280.000 | 150.000 | 580.000 |
| a ₂ | 180.000 | 300.000 | 180.000 | 660.000 |
| a ₃ | 140.000 | 260.000 | 220.000 | 620.000 |

| Leistungsmerkmale (bewertet) | Einheiten/std. | Umrüstbarkeit | Bedienungsfreundlichkeit | Leistungsnutzwert |
|------------------------------|----------------|---------------|--------------------------|-------------------|
| Gewichte | 0,6 | 0,2 | 0,2 | |
| a ₁ | 7 | 5 | 10 | 7,2 |
| a ₂ | 10 | 3 | 10 | 8,6 |
| a ₃ | 8 | 10 | 6 | 8,0 |

| Kosten pro Leistungsnutzwerteinheit | a ₁ | a ₂ =Optimum | a ₃ |
|-------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------|
| GE/LE | 80.555,56 | 76.744,19 | 77.500,00 |

3.3.2 Einstufige Entscheidungen unter Ungewißheit

Ungewißheit:

In der Ungewißheitssituation ist nur bekannt, daß die

- unbekanntes Wahrscheinlichkeiten > 0 sind (keine unmöglichen Zustände),
- und die Summe der Wahrscheinlichkeiten 1 ist (alle Zustände werden berücksichtigt).

Es liegen keine objektiven, intersubjektiv überprüfbareren oder subjektiven Wahrscheinlichkeiten vor, bzw. es ist nicht möglich, solche zu finden.

Entscheidungsregeln unter Ungewißheit:

- **Maximin-(Wald-)Regel:** Die Aktion mit dem maximalen Minimum bringt den größten Nutzen (Pessimismus-Regel), (Minimax-Regel).
- **Maximax-Regel:** Die Aktion mit dem maximalen Maximum bringt den größten Nutzen (Optimismus-Regel).
- **Hurwicz-Regel:** Kombination aus Maximin- und Maximax-Regel mit λ als Optimismus- ($\lambda > 0,5$) oder Pessimismusparameter ($\lambda < 0,5$).
Nutzwert $H = \lambda * \text{Maximum} + (1 - \lambda) * \text{Minimum}$ (Maximum von H über alle Aktionen)
- **Laplace-Regel:** Nutzenmaximum als Erwartungswertsumme auf Basis der Gleichwahrscheinlichkeit (=Prinzip des unzureichenden Grundes).
Nutzwert $L = \Sigma[\text{Nutzen} * (1/\text{Anzahl Zustände})]$ (Maximum von L über alle Aktionen)
- **Savage-Niehans-Regel:** Regel des kleinsten Bedauerns. Differenzen der Nutzwerte vom jeweiligen Spaltenmaximum (erreichbarer Wert) sind das Maß des „Bedauerns“. das maximale Bedauern soll minimal gehalten werden (Minimax-Risiko-Regel). Das Maximum der so ermittelten Opportunitätskosten soll minimiert werden. Die Savage-Niehans-Regel findet auch insbesondere dann Anwendung, wenn es bei dem Entscheidungsproblem nicht darum geht, einen Nutzen zu maximieren, sondern einen möglichen Schaden abzuwenden.
- **Krelle-Regel:** Die Krelle-Regel umgeht die starre, schematische Gewichtung der Handlungskonsequenzen, indem eine individuelle Unsicherheitspräferenzfunktion ω eingeführt wird, mit der alle Nutzwerte u_{ij} einer Aktion in individuelle Nutzwerte $\omega(u_{ij})$ transformiert werden. Die Summe dieser individuellen Nutzwerte $\omega(u_{ij})$ einer Aktion ergibt dann den Gesamtnutzwert der Aktion. Die Unsicherheitspräferenzfunktion impliziert die Risikoscheue bzw. Risikofreude des Entscheidungsträgers.

Aufgaben:

5. Gegeben ist die Entscheidungsmatrix aus Aufgabe 3:

| | s ₁ | s ₂ | s ₃ | s ₄ |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| a ₁ | 0 | 4 | 14 | 4 |
| a ₂ | 2 | 8 | 4 | 3 |
| a ₃ | 12 | 6 | 10 | 9 |
| a ₄ | 6 | 10 | 2 | 5 |

Folgende Entscheidungsregeln sollen angewendet werden:

- a) Wald-Regel,
- b) Maximax-Regel,
- c) Hurwicz-Regel mit $\lambda = 0,2$,
- d) Laplace-Regel,
- e) Savage-Niehans-Regel.
- e) Krelle-Regel mit $\omega(u_{ij}) = (-1/20)u^2 + 2u$

6. Wenden sie auf die Entscheidungsmatrix aus Aufgabe 5 die Hurwicz-Regel an und steigern Sie $\lambda = 0,2$ in Schritten zu 0,3. Bei welchem λ ändert sich die Wahl der optimalen Alternative?

7. Ein Bäcker muß entscheiden, wieviel Brötchen er zur Eröffnung seiner neuen Filiale vorrätig haben will. Er kann nur 100, 200, 300 bzw. höhere Vielfache von 100 Brötchen ordern. Es lassen sich keine Anhaltspunkte für die zu erwartende Nachfrage finden, aber er hält es für ausgeschlossen, daß weniger als 50 und mehr als 300 Brötchen verkauft werden.

a) Erstellen Sie eine Ergebnismatrix für die Fälle, daß der Bäcker 50, 100, 150, 200, 250 und 300 Brötchen verkauft. Er verdient an einem Brötchen 0,20 GE. Bleiben Brötchen liegen, kann er sie mit einem Verlust von 0,05 GE zurückgeben.

b) Welche Entscheidung ist nach der

ba) Wald-Regel

bb) Hurwicz-Regel mit $\lambda = 0,2$

bc) Laplace-Regel

bd) Savage-Niehans-Regel zu treffen?

3.3.3 Einstufige Entscheidungen unter Risiko

Risiko:

Es ist bekannt, daß

- einer von mehreren möglichen Zuständen eintreten wird,
- objektive, intersubjektiv überprüfbare oder subjektive Wahrscheinlichkeiten vorliegen.

Entscheidungsregeln unter Risiko:

- **Erwartungswert als Nutzenmaß:** Summe der mit Wahrscheinlichkeiten multiplizieren Nutzen über alle Aktionen ($1\dots i$).

$$\mu_i = \sum_j p_j * u_{ij}$$

- **Erwartungswert und Streuung als Nutzenmaß:** Die Standardabweichung (σ) bzw. Varianz (σ^2) informiert über die Bandbreite möglicher Chancen und Risiken, was der Erwartungswert nicht berücksichtigt. Die Varianz ist dabei als Summe aller mit den Wahrscheinlichkeiten gewichteten quadrierten Abweichungen der Nutzen zum Erwartungswert der jeweiligen Aktion definiert. Die Standardabweichung (σ) ergibt sich aus der Wurzel der Varianz.

$$\sigma_i^2 = \sum_j p_j * [u_{ij} - \mu_i]^2$$

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

Risikoscheue Entscheidungsträger sind nur bereit, ein höheres Risiko (σ) einzugehen, wenn dies durch einen höheren Nutzenerwartungswert (μ) honoriert wird.

- Risikofreudige Entscheidungsträger sind auch bereit, eine höhere Chance (σ) mit einem gewissen Verzicht auf den Nutzenerwartungswert (μ) einzugehen.
- Bestimmung von Präferenzwerten nach dem μ - σ -Prinzip kann vorgenommen werden durch Präferenzfunktionen, z.B.:

| | | |
|---------------------|------------------------------------|------------------|
| $\Phi(\mu, \sigma)$ | $= \mu + \alpha \sigma$ | oder: |
| $\Phi(\mu, \sigma)$ | $= \mu + \alpha \sigma^2$ | seltener: |
| $\Phi(\mu, \sigma)$ | $= \mu + \alpha(\mu^2 + \sigma^2)$ | |

α = Risikoparameter ($\alpha < 0$ = Risikoscheue, $\alpha > 0$ = Risikofreude)

Bernoulli-Prinzip (Bernoulli [1738], Neumann / Morgenstern [1944])⁶²

Das Bernoulli-Prinzip kann plastisch am Petersburger Spiel dargestellt werden:

Petersburger Spiel: Münzwurf solange (n-mal), bis zum erstmalig Kopf erscheint. Der Spieler bekommt 2^n GE als Gewinn ausgezahlt.

Bsp.: Kopf beim ersten Wurf: 2 GE
Kopf beim fünften Wurf: $2^5 = 32$ GE

Es stellt sich folgendes Problem: Wie hoch ist der Einsatz, um an dem Spiel teilnehmen zu dürfen? Bei einem risikoneutralen Spieler müßte sich der Einsatz am Erwartungswert orientieren.

Ergebnisse (u) und Wahrscheinlichkeiten (p)

| | | | | | | |
|------|----------------------|-----------------|------------------|------|----------|------|
| u | 2 | 4 | 8 | | 2^n | |
| p(u) | $2^{-1} = 1/2 = 0,5$ | $2^{-2} = 0,25$ | $2^{-3} = 0,125$ | | 2^{-n} | |

$$\mu = 2 \cdot 2^{-1} + 4 \cdot 2^{-2} + 8 \cdot 2^{-3} + \dots + \sum_{j=1}^{\infty} 1 = \infty$$

Da der Erwartungswert unendlich ist, müßte man bei Akzeptanz des Erwartungswertprinzips bereit sein, auch z.B. 1 Million US-\$ zu setzen, was wohl niemand ernsthaft machen würde. Deshalb schlägt Bernoulli vor, das Petersburger Paradoxon zu lösen,

- indem man nicht vom Erwartungswert der Gewinne ausgeht, sondern
- sich am erwarteten Nutzen orientiert.

Dazu sind zwei Schritte notwendig:

- Transformation der Ergebnisse jeder Aktion mit Hilfe einer Risikonutzenfunktion (RNF) in Nutzwerte,
- Berechnung des Erwartungswertes der Nutzwerte.

Bestimmung der Risikonutzenfunktion (RNF)

Risikonutzenfunktion (RNF) = Abbild der individuellen Risikoeinstellung.

Vorbedingungen:

- Nutzenfunktion ist positiv-linear transformierbar.
 $u(e) = \alpha + \beta \cdot e$ mit $\beta > 0$
- einfache Chance: für die Ergebnisse e_1 und e_2 mit $e_1 > e_2$ gilt:
Wahrscheinlichkeit von $e_1 = p$
Wahrscheinlichkeit von $e_2 = (1-p)$
Bsp.: Mit einem Los 5.000 US-\$ zu gewinnen, ist zu 1% möglich, die Niete ist dann zu 99% wahrscheinlich. Kurzform: [5000;0;0,01]

Bernoulli-Befragung:

- **Normierung der RNF:** Es werden zwei Ergebniswerte (e_1, e_2 mit $e_1 > e_2$) ausgewählt, denen die Nutzwerte $u(e_1)$ und $u(e_2)$ zugeordnet werden. Günstig sind Maximum und Minimum aller e_{ij} . Es werden folgende Nutzwerte zugeordnet:

$$u(e_1) = 1$$

$$u(e_2) = 0$$
- **Hypothetischer Wahlakt:** Wahl zwischen einfacher Chance und Aktion mit sicherem Nutzen (Einkommen, Sicherheitsäquivalent(SÄ)), z.B.:

| | |
|---------------------|---------------------------------------|
| $[150;60:0,4] > 70$ | risikofreudig (Erwartungswert $<$ SÄ) |
| $[150;60:0,4] = 70$ | risikoneutral (indifferent) |
| $[150;60:0,4] < 70$ | risikoscheu (Erwartungswert $>$ SÄ) |
- **Bestimmung der Präferenzwahrscheinlichkeit:** Bestimmung der Wahrscheinlichkeiten so, daß der Entscheidungsträger indifferent wird, z.B.:

Entscheidungsträger teilt mit:

| |
|---------------------|
| $[150;60:0,1] < 70$ |
| $[150;60:0,2] > 70$ |

also gibt es ein indifferentes p zwischen 0,1 und 0,2 z.B.:

| |
|-----------------------|
| $[150;60:0,1,5] = 70$ |
|-----------------------|
- **Ermittlung der Nutzenwerte:** Erwartungswert der transformierten Ergebniswerte (Nutzwerte) ergibt den Gesamtnutzwert der Aktionen; Zeilenmaxima der so ermittelten Nutzenwerte ergibt die optimale Aktion.

Folgende Regeln sind als Axiomatik des Bernoulli-Prinzips bekannt und müssen beachtet werden, um sich als Entscheidungsträger bzw. Bernoulli-Befragter widerspruchsfrei zu verhalten:⁶³

Axiome des Bernoulli-Prinzips:

- **Ordinalprinzip:** gibt es a_1 und a_2 , dann gilt entweder

| | |
|-------------|------------------------------------------|
| $a_1 > a_2$ | oder |
| $a_1 < a_2$ | oder |
| $a_1 = a_2$ | (Unvergleichbarkeit ist ausgeschlossen). |
- **Transitivitätsprinzip:** gibt es a_1 und a_2 und a_3 , und gilt sowohl

| | |
|---------------|----------------|
| $a_1 > a_2$ | als auch |
| $a_2 > a_3$ | dann gilt auch |
| $a_1 > a_3$. | |
- **Stetigkeitsprinzip:** Es gibt eine kritische Wahrscheinlichkeit zwischen der sicheren Aktion und der unsicheren Aktion (einfache Chance).

- **Dominanzprinzip:** Gibt es:

$[e_1; e_2; p_1]$

$[e_1; e_2; p_2]$

$p_1 > p_2$

$a_1 > a_2$.

und
und ist
dann gilt auch

- **Substitutionsprinzip:**

Die sichere Aktion a_1 führt zu

die sichere Aktion a_2 führt zu

es gilt

die unsichere Aktion $a_3 = [e_1; e^*: p]$ auch besser als

die unsichere Aktion $a_4 = [e_2; e^*: p]$.

e_1

e_2

$a_1 > a_2$

und

und

dann ist

Zusammenhang von μ -Prinzip, μ - σ -Prinzip und Bernoulli-Prinzip

- Bei linearer Risikonutzenfunktion (RNF):

$$u(e) = \alpha + \beta \cdot e$$

ist das Bernoulli-Prinzip mit dem μ -Prinzip identisch (Risikoneutralität).

Die Addition mit einer Konstanten (α) und die Multiplikation mit der Konstanten (β) hat keinen Einfluß auf die Risikoeinstellung und damit auf die Rangfolge der Aktionen.

nen.

- Bei quadratischer Risikonutzenfunktion (RNF):

$$u(e) = \alpha + \beta \cdot e + \gamma \cdot e^2$$

ist das Bernoulli-Prinzip mit dem μ - σ -Prinzip identisch.

Aufgaben:

8. Berechnen Sie die optimale Aktion nach dem μ -Prinzip.⁶⁴

| | s_1 $p_1 = 0,3$ | s_2 $p_2 = 0,6$ | s_3 $p_3 = 0,1$ | μ |
|-------|----------------------|----------------------|----------------------|-------|
| a_1 | 70 | 80 | 30 | |
| a_2 | 50 | 90 | 20 | |

9. Warum ist das μ -Prinzip in folgendem Fall unzweckmäßig?

| | s_1 $p_1 = 0,5$ | s_2 $p_2 = 0,5$ | μ |
|-------|----------------------|----------------------|-------|
| a_1 | 100 | 100 | |
| a_2 | -1000 | 1200 | |

10. Berechnen Sie die optimale Aktion nach dem μ - σ -Prinzip.

| | s_1 $p_1 = 0,3$ | s_2 $p_2 = 0,6$ | s_3 $p_3 = 0,1$ | μ | σ |
|-------|----------------------|----------------------|----------------------|-------|----------|
| a_1 | 70 | 80 | 30 | | |
| a_2 | 50 | 90 | 20 | | |

11. Zeigen Sie an folgender Matrix, daß μ - σ -Prinzip unverträglich mit dem Dominanzprinzip sein kann.

Es gilt die Präferenzfunktion:

$$\Phi(\mu, \sigma) = \mu - 1,1\sigma$$

| | s_1 $p_1 = 0,3$ | s_2 $p_2 = 0,5$ | s_3 $p_3 = 0,2$ | μ | σ | $\Phi(\mu, \sigma)$ |
|-------|----------------------|----------------------|----------------------|-------|----------|---------------------|
| a_1 | 50 | 90 | 20 | | | |
| a_2 | 50 | 85 | 20 | | | |

12. Wählen Sie nach dem μ -Prinzip die optimale Aktion aus.

| | s_1 $p_1 = 0,2$ | s_2 $p_2 = 0,3$ | s_3 $p_3 = 0,4$ | s_4 $p_4 = 0,1$ |
|-------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| a_1 | 70 | 60 | 80 | 100 |
| a_2 | 55 | 90 | 60 | 60 |
| a_3 | 60 | 110 | 20 | 70 |
| a_4 | 65 | 50 | 70 | 60 |
| a_5 | 55 | 80 | 100 | -10 |

13. Führen Sie eine Bernoulli-Analyse durch.⁶⁵

| | s_1 $p_1 = 0,4$ | s_2 $p_2 = 0,1$ | s_3 $p_3 = 0,2$ | s_4 $p_4 = 0,3$ |
|-------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| a_1 | 80 | 70 | 100 | 90 |
| a_2 | 60 | 90 | 150 | 80 |

$u(150) = 1$ und $u(60) = 0$
Präferenzwahrscheinlichkeit $[150;60;p] = 70$, $p = 15\%$

Hypothetische Präferenzwahrscheinlichkeiten für ein e von:

| e | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 150 |
|--------|----|-----|-----|------|-----|-----|
| $p(e)$ | 0 | 1,5 | 0,3 | 0,45 | 0,6 | 1 |

14. Führen Sie eine Bernoulli-Analyse durch, indem Sie ihre persönliche Risikoeinstellung ins Spiel bringen. gehen Sie davon aus, daß Sie eher risikofreudig sind. .

| | s_1 $p_1 = 0,4$ | s_2 $p_2 = 0,1$ | s_3 $p_3 = 0,2$ | s_4 $p_4 = 0,3$ |
|-------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| a_1 | 50 | 100 | 70 | 80 |
| a_2 | 80 | 40 | 50 | 90 |

1. Normierung der Risikonutzenfunktion (RNF)
2. Durchführung hypothetischer Wahlakte
3. Bestimmung der Präferenzwahrscheinlichkeiten
4. Ermittlung der Nutzenwerte
5. Auswahl optimaler Aktion

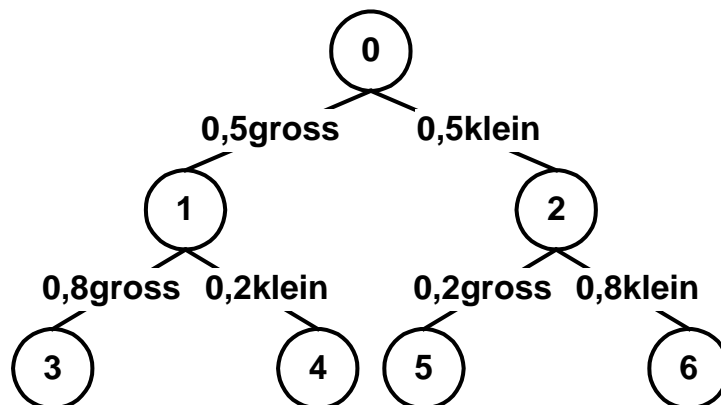
3.4 Mehrstufige Entscheidungen

Die Berücksichtigung der zeitlichen Abfolge von Aktionen erweitert das bisherige Grundmodell. Die Darstellung der Zeitperioden erfolgt mit Hilfe eines Entscheidungsbaumes.

Bestandteile des Zustandsbaum:

- Knoten (Kreise) = Zustände
- Linien (Kanten) = mögliche Konstellationen
- Übergangswahrscheinlichkeiten = Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines Zustands ausgehend von einem anderem, vorher eingetretenen Zustand

Bsp.: Die Nachfrage für ein Neuprodukt ist in der ersten Periode entweder groß ($p=50\%$) oder klein ($1-p=50\%$). Die Wahrscheinlichkeit, daß die Nachfrage in der zweiten Periode groß oder klein bleibt, nachdem sie in der ersten Periode groß bzw. klein gewesen ist, beträgt 0,8.⁶⁶



Eine Erweiterung erfährt das Grundmodell durch den Entscheidungsbaum:

Entscheidungsmodell als System bedingter Entscheidungen für alle möglichen Zustände.

- Doppelknotenpunkt = Knotenpunkt, von dem Aktionsmöglichkeiten (Entscheidungsmöglichkeiten) ausgehen (Kasten, Raute etc.)
- einfacher Knotenpunkt = Übergänge zu anderen Zuständen (keine Wahlmöglichkeiten)

Aufgaben:

15. Ein Transportunternehmen hat für die nächsten vier Perioden folgende Transportaufträge für den Tanksattelzug vorliegen. Pro Periode bewältigt der Sattelzug die Strecke zwischen Bremerhaven und Leipzig oder umgekehrt (Be- und Entladen inbegriffen). Die Tabelle zeigt die möglichen Gewinne auf der Strecke. Bleibt der Sattelzug an ein Periode lang an einem Ort, fallen Kosten von 10 GE an.

| Periode | Bremerhaven > Leipzig | Leipzig > Bremerhaven |
|---------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | 20 | - |
| 2 | 83 | 16 |
| 3 | 23 | 37 |
| 4 | 10 | 76 |

Der Sattelzug steht zur Zeit in Bremerhaven.

Suchen Sie die gewinnmaximale Folge von Aktionen über alle Perioden.

16. Ein Neuprodukt kann in dem Stammwerk oder in einem neu zu errichtenden Werk hergestellt werden. Die Umbaukosten des Stammwerkes betragen 60 GE, die Investition in das neue Werk beträgt 100 GE. Folgende Cash Flow sind bekannt (alle Werte sind diskontiert):

| | 1. Periode | 1. Periode | 2. Periode | 2. Periode |
|---------------|------------|------------|------------|------------|
| | Stammwerk | Neuwerk | Stammwerk | Neuwerk |
| gr. Nachfrage | 40 | 60 | 60 | 80 |
| kl. Nachfrage | 30 | 50 | 40 | 70 |

Bsp.: Die Nachfrage für das Neuprodukt ist in der ersten Periode entweder groß ($p=50\%$) oder klein ($1-p=50\%$). Die Wahrscheinlichkeit, daß die Nachfrage in der zweiten Periode groß oder klein bleibt, nachdem sie in der ersten Periode groß bzw. klein gewesen ist, beträgt 0,8.

- Stellen sie die Situation mit Hilfe des Entscheidungsbaumes dar.
- Einfache Entscheidungsregel sei die Maximierung des Erwartungswertes der Kapitalwerte.

Finden Sie die optimale Aktion.

3.5 Grundzüge der Spieltheorie

Grundsätzlich besteht in der Spieltheorie der Aktionsraum aus den Reaktionen (Gegenaktionen (s_1, s_2, \dots, s_n)) der rational handelnden Gegenspieler auf die eigene Entscheidung (Aktion (a_1, a_2, \dots, a_n)). Die Aktionen werden in der Spieltheorie als Strategien bezeichnet. Der Spieltheorie wird einige praktische Relevanz zugeschrieben, so etwa bei Tarifverhandlungen, bei der Erlangung von Marktmacht auf oligopolistischen Märkten⁶⁷ oder im Vorfeld von Unternehmensübernahmen.

Es können einige unterschiedliche Spielsituationen unterschieden werden:

- Nach der Anzahl der Spieler:
 - Zwei-Personen-Spiele,
 - N-Personen-Spiele,
- Nach der Anzahl der Züge pro Spielpartie:
 - Spiele in Normalform (ein Zug),
 - Spiele in extensiver Form (mehrere Züge),
- Nach der Gleichheit von oberem und unterem Spielwert:
 - determinierte Spiele (Spielwerte gleich, Spiele mit Sattelpunkt),
 - indeterminierte Spiele (Spielwerte ungleich),
- Nach der Summe der Ergebnisse für alle Spieler:
 - Konstantsummen-Spiel (für jede Kombination von Aktionen ist die Summe der Ergebnisse immer gleich),
 - Nullsummen-Spiel (Spezialfall des Konstantsummen-Spiels, indem die Gewinne des einen Spielers die Verluste des anderen Spielers darstellen),
 - Spiele mit variabler Summe,
- Nach dem Informationsstand der Spieler:
 - Spiele mit vollständiger Information (alle bisherigen Züge sind bekannt),
 - Spiele mit unvollständiger Information.

Die Ausführungen zu den verschiedenen Modellen der Spieltheorie sind so umfangreich, daß hier nur auf die entsprechende Literatur verwiesen werden kann.⁶⁸ Zur Begriffsklärung und kurzen Einstimmung wird auf einige Zwei-Personen-Spiele beispielhaft eingegangen.

Zwei-Personen-Spiel in Normalform

In einem Angebots-Dyopol können die beiden Unternehmen ihre Preise herabsetzen oder nicht. Im Falle, daß einer den Preis herabsetzt und der andere nicht, hat der preisherabsetzende Anbieter aufgrund des Marktanteilszuwachses einen Gewinnzuwachs. Setzt der andere Anbieter den Preis als Reaktion auch herunter, haben beide den Preisverfall bei gleichbleibenden Marktanteilen hinzunehmen und damit Umsatzeinbußen. Belassen beide den Preis, bleibt alles beim alten Zustand.

Zwei-Personen-Spiel in extensiver Form

Das Nim-Spiel:⁶⁹ Von 20 Streichhölzern nehmen die zwei Spieler abwechselnd minimal ein Hölzchen und maximal 5 Hölzchen pro Zug. Sieger ist der Spieler, der das letzte Streichholz aufnimmt. Kann der erste Spieler eine Strategie formulieren, die den Sieg erzwingt, bzw. kann der Gegenspieler den Sieg vereiteln?

Sieg-Strategie von Spieler 1:

Zug 1: 2 Hölzchen,

Zug 2: 6 – Anzahl Hölzchen Gegenzug 1 (minimal 1; maximal 5),

Zug 3: 6 – Anzahl Hölzchen Gegenzug 2, (minimal 1; maximal 5)

Zug 4: 6 – Anzahl Hölzchen Gegenzug 3 (minimal 1; maximal 5)

In Zug 4 enthalten ist das letzte Hölzchen und damit der Sieg.

Zwei-Personen-Nullsummen-Spiel in determinierter Form

Unterer Spielwert: Maximaler Gewinn, den der erste Spieler aus eigener Entscheidung (also ohne Reaktion) gemäß einer Maximin-Strategie bezüglich der Gewinne (Maximierung der Minima) erwirtschaften kann (Mindestgewinn von Spieler 1).

Oberer Spielwert: Verlust (Die Verluste von Spieler 2 sind die Gewinne von Spieler 1), der für den zweiten Spieler aus eigener Entscheidung gemäß einer Minimax-Strategie bezüglich der Verluste im ungünstigsten Fall möglich ist. (Minimierung der maximalen Verluste)

| | Aktion 1 von Spieler 2 | Aktion 2 von Spieler 2 | Aktion 3 von Spieler 2 | Minimaler Gewinn von Spieler 1 |
|------------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Aktion 1 von Spieler 1 | 8 | 3 | 2 | 2 |
| Aktion 2 von Spieler 1 | 2 | 6 | 1 | 1 |
| Aktion 3 von Spieler 1 | 7 | 4 | 4 | 4 = Maximum |
| Maximaler Verlust von Spieler 2 | 8 | 6 | 4 Minimum | |

Das Maximum der Gewinnminima von Spieler 1 (4 = unterer Spielwert) ist gleich dem Minimum der Verlustmaxima von Spieler 2 (4 = oberer Spielwert). Das Spiel ist damit determiniert. Solche gleichen unteren und oberen Spielwerte werden auch als Sattelpunkte bezeichnet.⁷⁰ Das Besondere an den Zwei-Personen-Nullsummen-Spielen mit Sattelpunkt ist, daß ein Ergebnis (der Sattelpunkt) in dem Sinne optimal ist, daß keine Partei allein eine Verbesserung durchsetzen kann. Außerdem stimmt dann ja bei Einsatz der Maximin- bzw. Minimax-Strategien das erwartete Ergebnis des Spielers 1 mit dem erwarteten Ergebnis des Spielers 2 überein.

Zwei-Personen-Nullsummen-Spiel in indeterminierter Form

Sie liegen vor, wenn der unterer Spielwert ungleich dem oberem Spielwert ist. Ein gutes Beispiel für solche Spiele ist das „Papier-Stein-Schere“-Spiel.⁷¹

Die zwei Spieler haben folgende Strategien zur Wahl:

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| Spieler 1: | Spieler 2: |
| a ₁ : Papier | s ₁ : Papier |
| a ₂ : Stein | s ₂ : Stein |
| a ₃ : Schere | s ₃ : Schere |

Es gilt:

- Papier ist besser als Stein (Papier umhüllt den Stein),
- Stein ist besser als Schere (Stein zertrümmert Schere),
- Schere ist besser als Papier (Schere zerschneidet Papier),
- bei gleichen Symbolen ist das Ergebnis unentschieden,
- der Gewinner bekommt +1, der Verlierer -1.

Es kommt zu folgender Spielmatrix:

| | s_1 : Papier | s_2 : Stein | s_3 : Schere | Minimum |
|----------------|----------------|---------------|----------------|---------|
| a_1 : Papier | 0 | +1 | -1 | -1 |
| a_2 : Stein | -1 | 0 | +1 | -1 |
| a_3 : Schere | +1 | -1 | 0 | -1 |
| Maximum | +1 | +1 | +1 | |

Das Maximum der Gewinnminima von Spieler 1 (-1 = unterer Spielwert) ist ungleich dem Minimum der Verlustmaxima von Spieler 2 (+1 = oberer Spielwert). Das Spiel ist indeterminiert bzw. hat keinen Sattelpunkt.

Anhand des „Papier-Stein-Schere“-Spiels kann man den Unterschied zwischen reinen Strategien und gemischten Strategien zur Lösung des Entscheidungsproblems deutlich machen. Reine Strategien sind Entscheidungsregeln in der Spieltheorie wie Minimax- und Maximim-Regeln, die ohne Beachtung von Wahrscheinlichkeitsverteilungen auskommen. Bei gemischten Strategien werden Wahrscheinlichkeiten bestimmt, mit denen die Aktionen (a_1, a_2, \dots, a_n) und Gegenaktionen (s_1, s_2, \dots, s_n) eintreten.

Wird z.B. das Erwartungswert-Prinzip angewendet und ist die Wahrscheinlichkeit, jedes Symbol zu wählen $1/3$, ergibt sich folgendes Bild:

| | s_1 : Papier, $p_{21}=1/3$ | s_2 : Stein, $p_{22}=1/3$ | s_3 : Schere, $p_{23}=1/3$ | μ_2 |
|------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------|
| a_1 : Papier, $p_{11}=1/3$ | 0 | +1/3 | -1/3 | 0 |
| a_2 : Stein, $p_{12}=1/3$ | -1/3 | 0 | +1/3 | 0 |
| a_3 : Schere, $p_{13}=1/3$ | +1/3 | -1/3 | 0 | 0 |
| μ_1 | 0 | 0 | 0 | |

Bei Gültigkeit der Wahrscheinlichkeiten kann kein Spieler auf Dauer einen Gewinn erzielen bzw. einen Verlust dem andren Spieler aufzwingen.

Wie sieht aber die gemischte Strategie nur für Spieler 1 aus, wenn er von folgender Wahrscheinlichkeitsverteilung bei Spieler 2 ausgeht:

| | s_1 : Papier, $p_{21}=0,2$ | s_2 : Stein, $p_{22}=0,5$ | s_3 : Schere, $p_{23}=0,3$ | μ |
|----------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------|
| a_1 : Papier | 0 | +0,5 | -0,3 | +0,2 |
| a_2 : Stein | -0,2 | 0 | +0,3 | +0,1 |
| a_3 : Schere | +0,2 | -0,5 | 0 | -0,3 |

Da Spieler 2 offensichtlich das Symbol „Stein“ favorisiert, wird Spieler 1 zu a_1 : Papier tendieren, da hier die erwarteten Gewinne am höchsten sind. Natürlich darf nicht vergessen werden, daß nach mehreren Spielzügen Spieler 2 seine Strategie aufgrund der Informationen über die bisherigen Spielzüge (und der damit verbundenen Verluste) ändern wird. In dieser Spielsituation in extensiver Form müßten dann die unterschiedlichen Wahrscheinlichkeitsverteilungen entsprechend berücksichtigt werden.

3.6 Übungen

17. Ein Kunde gibt seiner Bank am 1.1.1998 den Auftrag, für ihn 100 Aktien der X-AG zu einem Kurs von 125,- zu kaufen. Er möchte die Aktien aber erst zum 1.4. erhalten und bezahlen. Die Bank steht vor der Frage, ob sie die Aktien sofort zu einem Kurs von 120,- kaufen soll und dadurch eine Kapitalbindung eingeht, für die sie einen Zinsverlust von 300,- für die 3 Monate hinnehmen muß, oder ob sie mit dem Kauf der Aktien bis zum 1.4. wartet. Sie hält es zu 30% für wahrscheinlich, daß der Kurs bis dahin auf 100,- gefallen ist. Zu 30% erwartet sie einen gleichbleibenden Kurs, zu 40% einen Kurs von 140,- pro Aktie am 1.4. Weiterhin hat sie die Möglichkeit, sofort eine Kaufoption zu erwerben, die ihr den Kurs von 120,- zum 1.4. sichert, die aber 5,- pro Aktie kostet.⁷²

Welche Entscheidung ist nach der

- a) Wald-Regel
- b) Savage-Niehans-Regel
- c) Erwartungswert-Regel zu treffen?

18. Ein Industrieunternehmen hat langfristig eine Rohstofflieferung in den USA bestellt; der Rechnungsbetrag von \$ 100.000,- wird in genau einem Jahr ($t=1$) fällig. Es wird erörtert, ob und wie eine Absicherung gegen das Wechselkursrisiko vorgenommen werden soll. Vier Aktionen werden erwogen:

a1: Keine Absicherung, Beschaffung der \$ 100.000,- in $t=1$ zum Kassakurs.

a2: Volle Absicherung, indem heute ($t=0$) die \$ 100.000,- „per Termin 1 Jahr“ zum Terminkurs von 2,05GE/\$ (zahlbar in einem Jahr) beschafft werden.

a3: Halb-Sicherung, indem heute \$ 50.000,- per Termin zum Terminkurs von 2,05GE/\$ beschafft werden und der Rest in einem Jahr zum Kassakurs.

Für den Kassakurs in $t=1$ werden Kurse von 1,95GE/\$; 2,00GE/\$; 2,05 GE/\$; 2,10GE/\$ oder 2,15GE/\$ für möglich gehalten.

Welche Entscheidung ist nach der

- a) Wald-Regel
- b) Laplace-Regel
- c) Savage-Niehans-Regel
- d) Hurwicz-Regel mit $\lambda=0,8$ zu treffen?
- e) Bei welchem λ “ wird a2 zu optimalen Aktion? Bestimmen sie λ “, indem Sie die Präferenzfunktion der optimalen Lösung aus d) mit dem Präferenzwert von a2 gleichsetzen und nach λ “ auflösen.⁷³

19. Die Sachsen-Kumpel AG (SKAG) hat zur Durchführung von Probebohrungen ein Bohraggregat bei der Bohrwurm-AG (BWAG) bestellt. Die BWAG rät, zur Sicherheit einige Bohrmeißel in Ersatz zu nehmen, da erfahrungsgemäß Brüche vorkommen. Der SKAG liegen folgenden Daten vor:⁷⁴

- Sofortige Mitlieferung der Ersatzmeißel: 30.000,- GE/Meißel
- Spätere Nachlieferung von Ersatzmeißeln: 50.000,- GE/Meißel
- Nicht gebrauchte Meißel können nach den Probebohrungen für netto 10.000,- GE an die BWAG zurückgegeben werden.
- Aus- und Einbaukosten bei Meißelbruch: 20.000,- GE/Bruch
- Statistik der BWAG über Meißelbrüche vergangener Projekte:
 - in 30% aller Fälle 0 Brüche,
 - in 50% aller Fälle 1 Bruch,
 - in 20% aller Fälle 2 Brüche,
 - in 0% aller Fälle 3 oder mehr Brüche.
- Angebot der BWAG über einen Pauschal-Service-Vertrag für 60.000,- GE, wobei die BWAG alle Kosten unabhängig von der Anzahl der Brüche übernehmen würde.

a) Bestimmen Sie für vier Aktionen (0,1,2 Ersatzteile oder Pauschalvertrag) diejenige, bei der der Erwartungswert μ der Summe aller monetären Auswirkungen (e) am geringsten ist.

b) Wie wäre nach dem Bernoulli-Prinzip zu entscheiden, wenn für die Risiko-Nutzen-Funktion (RNF)

$$u = 20 - 0,1 * (e/10000)^2 \quad \text{gilt?}$$

c) Wie wäre nach dem Bernoulli-Prinzip zu entscheiden, wenn für die lineare Risiko-Nutzen-Funktion (RNF)

$$u = 20 - 0,5 * e \quad \text{gilt?}$$

20. Die Sicherheit-In-Tüten AG (SITAG) bietet Ihnen für eine Ferienreise zwei Typen von Gepäckversicherungsverträgen an:⁷⁵

- „All Inclusive (A)“: voller Ersatz aller gestohlenen Gegenstände.
- „Good Choice (G)“: voller Ersatz aller Schäden, die 30% des **insgesamt** versicherten Wertes übersteigen.

Die Prämien belaufen sich auf 5% (A) bzw. 2,5% (G) des zu versichernden Wertes.

Sie beabsichtigen, zwei Koffer im Wert von jeweils 500 GE mitzunehmen. Sie rechnen mit einer Wahrscheinlichkeit von

- 1% mit dem Diebstahl beider Koffer (s_1)
- 5% mit dem Diebstahl eines Koffers (s_2)
- 94% mit keinem Diebstahl (s_3)

Sollten Sie überhaupt eine Gepäckversicherung abschließen bzw. welche, wenn

a) Sie nach dem μ - σ -Prinzip mit

$$\Phi(\mu, \sigma) = \mu - 0,001\sigma^2$$

entscheiden; wobei e die Summe aus der zu zahlenden Versicherungsprämie und dem nicht ersetzten Verlust durch Diebstahl darstellt.

b) Sie nach dem μ - σ -Prinzip mit

$$\Phi(\mu, \sigma) = \mu - 0,001(\mu^2 + \sigma^2)$$

entscheiden; wobei e die Summe aus der zu zahlenden Versicherungsprämie und dem nicht ersetzten Verlust durch Diebstahl darstellt.

21. Grundlagen der Portfolio-Theorie⁷⁶

Ein Anleger will sein Geld für ein Jahr anlegen und zieht dabei drei beliebig stückelbare Anlagemöglichkeiten a_1 , a_2 und a_3 in Betracht. Der Anleger geht von folgender Matrix an Rückzahlungsbeträgen (in Tausend GE) und Zuständen (mit Wahrscheinlichkeiten) aus:

| | s_1 : Regierung schwarz mit $p_1 = 0,2$ | s_2 : Regierung grün mit $p_2 = 0,6$ | s_3 : Regierung rot mit $p_3 = 0,2$ |
|----------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------|
| a_1 (Bundesschatz) | 14 | 14 | 14 |
| a_2 (Öko-Aktie) | 0 | 30 | 0 |
| a_3 (Blue-Chip) | 20 | 20 | 0 |

Sein Vermögensberater bietet ihm folgende Portfolios an:

| | Anteil von a_1 | Anteil von a_2 | Anteil von a_3 |
|-------------|------------------|------------------|------------------|
| Portfolio 1 | 0,5 | 0,5 | 0,0 |
| Portfolio 2 | 0,5 | 0,0 | 0,5 |
| Portfolio 3 | 0,0 | 0,5 | 0,5 |
| Portfolio 4 | 1/3 | 1/3 | 1/3 |
| Portfolio 5 | 0,7 | 0,2 | 0,1 |

a) Berechnen Sie die μ - und σ^2 -Werte für die Portfolios.

b) Für welches Portfolio sollte sich der Anleger entscheiden, wenn er risikoneutral ist? Erwartungswerte eines Portfolios, das aus 3 Anlageformen (a_1, a_2, a_3) jeweils zu den Anteilen ($t_1, t_2, t_j = t_3$) zusammengesetzt ist, ergeben sich nach der Formel:

$$\mu = \sum_j (t_j \cdot u_j)$$

mit u_j als Erwartungswert der Anlageformen
und t_j als Anteile

22. Mehrstufige Entscheidungen

Der Inhaber einer demnächst auslaufenden Bohrkonzession für ein Gebiet, in dem kleinere Ölvorkommen vermutet werden, hat in der laufenden Periode nur noch genügend Zeit, eine größere Bohrung vorzunehmen und vor der Bohrung falls gewünscht noch einen seismischen Test durchführen zu lassen.⁷⁷

Der seismische Test kostet 300.000,- GE. Die Bohrung selbst führt zu Auszahlungen in Höhe von 1.000.000,- GE. Aus ähnlichen Fällen schließt das Unternehmen, daß die Wahrscheinlichkeit eines günstigen Testergebnisses bei 0,6 liegt.

Die Wahrscheinlichkeit, daß nach einem günstigen Testergebnis auch Öl gefunden wird, liegt bei 0,85, während die Wahrscheinlichkeit, nach einem ungünstigen Testresultat Öl zu finden, nur bei 0,1 liegt. Ohne seismischen Test auf Öl zu stoßen, halten alle Experten zu 55% für wahrscheinlich. Der Cash Flow der möglichen Ölförderung nach erfolgreicher Bohrung wird auf 4.000.000,- beziffert.

- a) Stellen Sie einen vollständigen Entscheidungsbaum auf.
- b) Bestimmen sie die optimale Strategie.

3.7 Lösungshinweise zu den Aufgaben und Übungen

1. a_1 und a_3 werden von a_2 absolut dominiert. Der Gesamtnutzen von a_2 und a_4 ist gleich (570), aber bei a_4 muß die spätere Tilgung des Kredites berücksichtigt werden.
2. a_1 dominiert a_2 und a_4 absolut. Es gibt keine Wahrscheinlichkeitsdominanz (weil es z.B. wahrscheinlicher ist, mit a_1 einen Nutzen von 55 zu erzielen (100%), mit a_3 aber eher ein Nutzen von 110 (30%) erzielt werden kann.)
3. a) Optimale Aktion ist a_3 ,
b) Optimale Aktion ist a_3 (Nutzwert = 9,2),
c) Optimale Aktion ist a_1 , (Minimale Abweichung = 14)
d) Optimale Aktion ist a_3 (maximaler minimaler Zielerreichungsgrad = 0,6)
4. ba) Zielgewichtung: Lorry (Nutzwert = 9,21)
bb) Goal-Programming: Vany (Minimum der absoluten Abweichungen = 5,3)
5. a) Wald-Regel: Optimale Aktion ist a_3 (Maximum der Minima = 6),
b) Maximax-Regel: Optimale Aktion ist a_1 (Maximum der Maxima = 14),
c) Hurwicz-Regel mit $\lambda = 0,2$: Optimale Aktion ist a_3 (Hurwicz-Nutzwert = 7,2),
d) Laplace-Regel: Optimale Aktion ist a_3 (Laplace-Nutzwert = 9,25),
e) Savage-Niehans-Regel: Optimale Aktion ist a_3 (Minimum des max. Bedauerns = 4).
6. Bei $\lambda = 0,8$ wird a_1 zur optimalen Alternative.
7. ba) Wald-Regel: a_1 ,
bb) Hurwicz-Regel mit $\lambda = 0,2$: alle Aktionen sind indifferent,
bc) Laplace-Regel: a_3 (Laplace-Nutzwert = 28,75),
bd) Savage-Niehans-Regel: a_3 (Minimum des max. Bedauerns = 10).
8. Optimale Aktion : a_1 ($\mu = 72$).
9. Indifferenz zwischen a_1 und a_2 ($\mu = 100$).

10. Optimale Aktion bei:
 Risikoscheue: a_1 ,
 Risikofreude: a_2 .
11. Widerspruch gilt für alle $\alpha < 1,087$.
12. Optimale Aktionen: a_1 und a_5 ($\mu = 74$).
13. Als Erwartungswert wird hier der des Erwartungswertes der transformierten Nutzwerte berechnet. Optimale Aktion ist demnach a_1 ($\mu = 0,390$).
14. Keine Lösungshinweise, da die konkreten Lösungen von den subjektiven Präferenzordnungen und Entscheidungsparametern abhängen.
15. Optimal ist die Tour
 Periode 1: in Bremerhaven bleiben;
 Periode 2: Nach Leipzig fahren
 Periode 3: in Leipzig bleiben
 Periode 4: nach Bremerhaven fahren, mit einem Gewinn von 139.
16. Stammwerk ausbauen (Kapitalwert = 8)
17. a) Wald-Regel: a_1 (Maximum der Minima = 200),
 b) Savage-Niehans-Regel: a_2 (Minimum des max. Bedauerns = 500),
 c) Erwartungswert-Regel: a_2 ($\mu = 600$).
18. a) Wald-Regel: Optimale Aktion ist a_2 (Maximum der Minima = -205),
 b) Laplace-Regel: Optimale Aktion ist nicht zu ermitteln (alle Laplace-Nutzwerte = -205),
 c) Savage-Niehans-Regel: Optimale Aktion ist a_3 (Minimum des max. Bedauerns = 5),
 d) Hurwicz-Regel mit $\lambda = 0,8$: Optimale Aktion ist a_1 (Hurwicz-Nutzwert = -199),
 e) Bei $\lambda = 0,5$ sind a_1 und a_2 indifferent ($H = -205$), ist $\lambda < 0,5$ wird a_2 zur besseren Aktion.
19. a) Optimale Aktion ist a_2 ($\mu = -55000$),
 b) Optimale Aktion ist a_1 ($u = 13,63$),
 c) Da eine lineare RNF mit dem μ -Prinzip identisch ist, kommt es hier zum gleichen Ergebnis wie bei a), also Aktion a_2 ist optimal.
20. a) Optimale Aktion ist a_3 : „Good Choice“ ($\Phi = -48,076$),
 b) Optimale Aktion ist ebenfalls a_3 : „Good Choice“ ($\Phi = -49,925$).
21. Das dritte Portfolio hat den höchsten Erwartungswert und ist deshalb risikoneutralen Anlegern zu empfehlen. ($\mu = 17$).
22. b) Ohne seismischen Test bohren ($\mu = 1,2$ Mio.).

4 Literaturverzeichnis

- Andrä, B.* [Zielhierarchie, 1975]
Andrä, Bernd Olaf: Die Zielhierarchie des Betriebes, Frankfurt am Main, 1975
- Baetge, J. / Hömberg, R.* [Gewinn, 1981]
Baetge, Jörg / Hömberg, Reinhold: Gewinn und Verlust, in: Handwörterbuch des Rechnungswesens, hrsg. v. Erich Kosiol, Klaus Chmielewicz, Marcell Schweitzer, 2. Auflage, Stuttgart, 1981, Sp. 657-668
- Bamberg, G. / Coenenberg, A.* [Entscheidungslehre, 1992]
Bamberg, Günter / Coenenberg, Adolf: Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, 7. Auflage, München 1992
- Bea, F.* [Rentabilität, 1981]
Bea, Franz Xaver: Rentabilität, in: Handwörterbuch des Rechnungswesens, hrsg. v. Erich Kosiol, Klaus Chmielewicz, Marcell Schweitzer, 2. Auflage, Stuttgart, 1981, Sp. 1455-1464
- Bidlingsmaier, J.* [Unternehmerziele, 1964]
Bidlingsmaier, Johannes: Unternehmerziele und Unternehmerstrategien, Wiesbaden, 1964
- Bidlingsmaier, J.* [Zielbildung, 1967]
Bidlingsmaier, Johannes: Zur Zielbildung in Unternehmungsorganisationen, in: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 19. Jg., 1967, S. 246-256
- Bidlingsmaier, J.* [Zielkonflikte, 1968]
Bidlingsmaier, Johannes: Zielkonflikte und Zielkompromisse im unternehmerischen Entscheidungsprozess, Wiesbaden, 1968
- Bircher, B.* [Unternehmungsplanung, 1976]
Bircher, Bruno: Langfristige Unternehmungsplanung, Bern, 1976
- Bitz, M.* [Übungen, 1990]
Bitz, Michael: Übungen in Betriebswirtschaftslehre, 3. Auflage, München 1990
- Börner, D.* [Kapitalerhaltung, 1975]
Börner, Dietrich: Kapitalerhaltung und Substanzerhaltung, in: Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, 2. Band, hrsg. v. Erwin Grochla, Waldemar Wittmann, 4. Auflage, Stuttgart, 1975, Sp. 2096-2113
- Chmielewicz, K.* [Unternehmungsziele, 1981]
Chmielewicz, Klaus: Unternehmungsziele und Rechnungswesen, in: Handwörterbuch des Rechnungswesens, hrsg. v. Erich Kosiol, Klaus Chmielewicz, Marcell Schweitzer, 2. Auflage, Stuttgart, 1981, Sp. 1606-1616
- Daenzer, W.* [Engineering, 1978]
Daenzer, Walter F. (Hrsg.): Systems Engineering, 2. Auflage, Köln Zürich 1978/79
- Eisenhofer, A.* [Gesamtkapitalrentabilität, 1972]
Eisenhofer, A.: Zum Begriff der Gesamtkapitalrentabilität, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 42. Jg., 1972, S. 249-262
- Engels, W.* [Bewertungslehre, 1962]
Engels, Wolfram: Betriebswirtschaftliche Bewertungslehre im Licht der Entscheidungstheorie, Köln, 1962
- Frese, E.* [Ziele, 1971]
Frese, Erich: Ziele als Führungsinstrumente, in: Zeitschrift für Organisation, 40. Jg., 1971, S. 227-238

- Gäfgen, G.* [Entscheidung, 1963]
 Gäfgen, Gérard: Theorie der wirtschaftlichen Entscheidung, 3. Auflage, Tübingen, 1963
- Grochla, E.* [Unternehmungsorganisation, 1972]
 Grochla, Erwin: Unternehmungsorganisation, Reinbek bei Hamburg, 1972
- Gulick, L.* [Organizations, 1937]
 Gulick, L. H.: Notes on the theory of organizations, in: Papers on the science of administration, hrsg. v. L. H. Gulick u. Lyndall Urwick, New York, 1937
- Günther, T.* [Controlling, 1997]
 Günther, Thomas: Unternehmenswertorientiertes Controlling, München 1997
- Hauschildt, J.* [Entscheidungsziele, 1977]
 Hauschildt, Jürgen: Entscheidungsziele, Tübingen, 1977
- Hax, H.* [Rentabilitätsmaximierung, 1963]
 Hax, Herbert: Rentabilitätsmaximierung als unternehmerische Zielsetzung, in: Zeitschrift für handelswissenschaftliche Forschung, 15. Jg., 1963, S. 337-344
- Hax, H.* [Entscheidungsmodelle, 1974]
 Hax, Herbert: Entscheidungsmodelle in der Unternehmung. Einführung in Operations Research, Reinbek bei Hamburg 1974
- Heinen, E.* [Zielsystem, 1966]
 Heinen, Edmund: Das Zielsystem der Unternehmung, Wiesbaden, 1966
- Heinen, E.* [Ansatz, 1971]
 Heinen, Edmund: Der entscheidungsorientierte Ansatz in der Betriebswirtschaftslehre, in: Wissenschaftsprogramm und Ausbildungsziele der Betriebswirtschaftslehre, hrsg. v. Gerhard Kortzfleisch, Berlin, 1971, S. 21-37
- Hill, W. / Fehlbaum, R. / Ulrich, P.* [Organisationslehre, 1989]
 Hill, Wilhelm / Fehlbaum, Raymond / Ulrich, Peter: Organisationslehre 1, 4. Auflage, Bern, 1989
- Kahle, E.* [Entscheidungen, 1981]
 Kahle, E. Betriebliche Entscheidungen, München Wien, 1981
- Kirsch, W.* [Unternehmungsziele, 1969]
 Kirsch, Werner: Die Unternehmungsziele in organisationstheoretischer Sicht, in: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 21. Jg., 1969, S. 665-675
- Kirsch, H.* [Kostendeckung, 1992]
 Kirsch, Hanno: Kostendeckung als Unternehmensziel, Aachen, 1992
- Kirsch, H.* [Mehrdeutigkeitsproblematik, 1993]
 Kirsch, Hanno: Mehrdeutigkeitsproblematik der begrenzten Erfolgsziele öffentlicher Unternehmen, in: Zeitschrift für öffentliche und gemeinnützige Unternehmen, 16. Jg., 1993, S. 391-409
- Kosiol, E.* [Unternehmung, 1972]
 Kosiol, Erich: Die Unternehmung als wirtschaftliches Aktionszentrum, Reinbek bei Hamburg, 1972
- Kruschwitz, L.* [Investitionsrechnung, 1985]
 Kruschwitz, Lutz: Investitionsrechnung, 2. Auflage, Berlin New York 1985
- Kubicek, H.* [Unternehmungsziele, 1981]
 Kubicek, Herbert: Unternehmungsziele, Zielkonflikte und Zielbildungsprozesse, in: Wirtschaftswissenschaftliches Studium, 10. Jg., 1981, S. 458-466
- Kupsch, P.* [Unternehmungsziele, 1979]
 Kupsch, Peter: Unternehmungsziele, Stuttgart, 1979

- Küting, K.* [Unternehmensführung, 1985]
Küting, Karlheinz: Die spartenorientierte Rentabilitäts-(Kapitalergebnis-) Rechnung als Instrument der Unternehmensführung, in: Betriebs-Berater, Beilage 8/1985, 40. Jg., 1985, S. 1-32
- Lüder, K.* [Anmerkungen, 1981]
Lüder, Klaus: Kritische Anmerkungen zur Steuerung divisional organisierter Unternehmen mit Hilfe des Return-on-Investment-Konzeptes, in: Planung und Kontrolle, hrsg. v. Horst Steinmann, München, 1981, S. 400-409
- Neumann, J. von / Morgenstern, O.* [Spieltheorie, 1973]
Neumann, J. von / Morgenstern, O.: Spieltheorie und wirtschaftliches Verhalten, 3. Auflage, Würzburg 1973
- Pfohl, H.* [Planung, 1981]
Pfohl, Hans-Christian: Planung und Kontrolle, Stuttgart, 1981
- Raffée, H.* [Grundprobleme, 1974]
Raffée, Hans: Grundprobleme der Betriebswirtschaftslehre, Göttingen, 1974
- Rühli, E.* [Unternehmensführung 3, 1993]
Rühli, Edwin: Unternehmensführung und Unternehmenspolitik 3, Bern, 1993
- Schierenbeck, H.* [Betriebswirtschaftslehre, 1993]
Schierenbeck, Henner: Grundzüge der Betriebswirtschaftslehre, 11. Auflage, München, 1993
- Schierenbeck, H.* [Übungsbuch, 1987]
Schierenbeck, Henner: Übungsbuch zu Grundzüge der Betriebswirtschaftslehre, 3. Auflage, München 1987
- Schildbach, T.* [Entscheidung, 1990]
Schildbach, Thomas: Entscheidung, in: Vahlens Kompendium der Betriebswirtschaftslehre, Band 2, hrsg. v. M. Bitz, K. Dellmann, M. Domsch u. H. Egner, 2. Auflage, München 1990, S. 57-97.
- Schmidt-Sudhoff, U.* [Unternehmerziele, 1966]
Schmidt-Sudhoff, Ulrich: Unternehmerziele und unternehmerisches Zielsystem, Wiesbaden, 1966
- Schneeweiß, H.* [Entscheidungskriterien, 1967]
Schneeweiß, Hans: Entscheidungskriterien bei Risiko, Berlin Heidelberg New York 1967
- Schneider, D.* [Zielvorstellungen, 1966]
Schneider, Dieter: Zielvorstellungen und innerbetriebliche Lenkpreise in privaten und öffentlichen Unternehmen, in: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 18. Jg., 1966, S. 260-275
- Schneider, D.* [Substanzerhaltung, 1984]
Schneider, Dieter: Entscheidungsrelevante fixe Kosten, Abschreibungen und Zinsen zur Substanzerhaltung, in: Der Betrieb, 37. Jg., 1984, S. 2521-2528
- Schneider, D.* [Rechnungslegung, 1993]
Schneider, Dieter: Scheingewinnabhängige Ausgaben, Substanzerhaltung und inflationsbereinigte Rechnungslegung: Ende eines wissenschafts = mitbegründenden Problems?, in: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, Sonderheft 32, 45. Jg., 1993, S. 31-60
- Sieben, G. / Schildbach, T.* [Substanzerhaltung, 1973]
Sieben, Günter / Schildbach, Thomas: Substanzerhaltung und anteilige Fremdfinanzierung. Ein Beitrag zur Behandlung des Schuldenproblems in Jahresabschlüs-

- sen bei Geldentwertung, in: Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis, 25. Jg., 1973, S. 577-592
- Sieben, G. / Schildbach, T.* [Kapitalerhaltung, 1981]
 Sieben, Günter / Schildbach, Thomas: Substanz- und Kapitalerhaltung, in: Handwörterbuch des Rechnungswesens, hrsg. v. Erich Kosiol, Klaus Chmielewicz, Marcell Schweitzer, 2. Auflage, Stuttgart, 1981, Sp. 1511-1528
- Staehe, W.* [Management, 1991]
 Staehle, Wolfgang: Management, 6. Auflage, München, 1991
- Steinle, C.* [Führung, 1978]
 Steinle, Claus: Führung, Stuttgart, 1978
- Steinmann, H. / Schreyögg, G.* [Management, 1991]
 Steinmann, Horst / Schreyögg, Georg: Management, 2. Auflage, Wiesbaden, 1991
- Ulrich, H. / Fluri, E.* [Management, 1992]
 Ulrich, Hans / Fluri, Edgar: Management, 6. Auflage, Bern, 1992
- Ulrich, H.* [Unternehmung, 1970]
 Ulrich, Hans: Die Unternehmung als produktives soziales System, 2. Auflage, Bern, 1970
- Ulrich, H.* [Unternehmungspolitik, 1987]
 Ulrich, Hans: Unternehmungspolitik, 2. Auflage, Bern, 1987
- Wild, J.* [Unternehmensplanung, 1974]
 Wild, Jürgen: Grundlagen der Unternehmensplanung, Reinbek bei Hamburg, 1974
- Witte, E. / Hauschildt, J.* [Interessenkonflikt, 1966]
 Witte, Eberhard / Hauschildt, Jürgen: Die öffentliche Unternehmung im Interessenkonflikt, Berlin, 1966
- Zelewski, S.* [Grundlagen, 1994]
 Zelewski, Stephan: Grundlagen, in: Betriebswirtschaftslehre, hrsg. v. Hans Corsten u. Michael Reiß, München, 1994, S. 1-140

-
- ¹ Vgl. *Schierenbeck, H.* [Betriebswirtschaftslehre, 1993], S. 81.
- ² Vgl. *Ulrich, H.* [Unternehmungspolitik, 1987], S. 13.
- ³ Vgl. *Steinmann, H. / Schreyögg, G.* [Management, 1991], S. 10, *Ulrich H. / Fluri, E.* [Management, 1992], S. 13.
- ⁴ Vgl. *Staehle, W.* [Management, 1991], S. 75, *Steinmann, H. / Schreyögg, G.* [Management, 1991], S. 9.
- ⁵ Vgl. *Gulick, L.* [Organizations, 1937], S. 13.
- ⁶ Vgl. *Ulrich, H.* [Unternehmungspolitik, 1987], S. 183.
- ⁷ Vgl. *Rühli, E.* [Unternehmungsführung 1, 1973], S. 20.
- ⁸ Vgl. *Steinle, C.* [Führung, 1978], S. 108 und 140ff. *Rühli, E.* [Unternehmungsführung 1, 1973], S. 26.
- ⁹ Vgl. *Ulrich, H.* [Unternehmung, 1970], S. 120f.
- ¹⁰ Vgl. *Kirsch, W.* [Unternehmensziele, 1969], S. 665.
- ¹¹ Vgl. *Bidlingsmaier, J.* [Zielbildung, 1967], S. 246ff., *Bidlingsmaier, J.* [Zielkonflikte, 1968], S. 28.
- ¹² Vgl. *Heinen, E.* [Zielsystem, 1966], S. 18.
- ¹³ Vgl. *Gäfigen, G.* [Entscheidung, 1963], S. 102, *Zelewski, S.* [Grundlagen, 1994], S. 19ff.
- ¹⁴ Vgl. *Hauschildt, J.* [Entscheidungsziele, 1977], S. 203.
- ¹⁵ *Heinen, E.* [Zielsystem, 1966], S. 18.
- ¹⁶ Vgl. *Heinen, E.* [Ansatz, 1971], S. 21ff.
- ¹⁷ Vgl. *Kahle, E.* [Entscheidungen, 1981] S. 41ff.
- ¹⁸ Vgl. *Heinen, E.* [Zielsystem, 1966], S. 89f.
- ¹⁹ Vgl. *Andrä, B.* [Zielhierarchie, 1975], S. 35, *Grochla, E.* [Unternehmensorganisation, 1972], *Raffée, H.* [Grundprobleme, 1974], S. 123 und S. 39.
- ²⁰ Vgl. *Kosiol, E.* [Unternehmung, 1972], S. 54.
- ²¹ Vgl. *Bidlingsmaier, J.* [Unternehmerziele, 1964], S. 43, *Heinen, E.* [Zielsystem, 1966], S. 90, *Schmidt-Sudhoff, U.* [Unternehmerziele, 1966], S. 94.
- ²² *Kubicek, H.* [Unternehmensziele, 1981], S. 460.
- ²³ *Andrä, B.* [Zielhierarchie, 1975], S. 36.
- ²⁴ Vgl. *Kubicek, H.* [Unternehmensziele, 1981], S. 460ff.
- ²⁵ Vgl. *Schneider, D.* [Zielvorstellungen, 1966], S. 262.
- ²⁶ Vgl. *Heinen, E.* [Zielsystem, 1966], S. 82f., *Ulrich, H.* [Unternehmung, 1970], S. 191, *Andrä, B.* [Zielhierarchie, 1975], S. 40f.
- ²⁷ Vgl. *Heinen, E.* [Zielsystem, 1966], S. 85f., *Raffée, H.* [Grundprobleme, 1974], S. 122, *Hill, W. / Fehlbaum, R. / Ulrich, P.* [Organisationslehre, 1989], S. 142.
- ²⁸ Vgl. *Andrä, B.* [Zielhierarchie, 1975], S. 114, *Kirsch, H.* [Mehrdeutigkeitsproblematik, 1993], S. 397.
- ²⁹ Vgl. *Heinen, E.* [Zielsystem, 1966], S. 115.
- ³⁰ Vgl. *Frese, E.* [Ziele, 1971], S. 229, ein Beispiel hierfür gibt *Heinen, E.* [Zielsystem, 1966], S. 117.
- ³¹ Vgl. *Andrä, B.* [Zielhierarchie, 1975], S. 31 und S. 117, *Heinen, E.* [Zielsystem, 1966], S. 117.
- ³² Vgl. *Schmidt-Sudhoff, U.* [Unternehmerziele, 1966], S. 95.
- ³³ Vgl. *Heinen, E.* [Zielsystem, 1966], S. 115, *Hill, W. / Fehlbaum, R. / Ulrich, P.* [Organisationslehre, 1989], S. 141f.
- ³⁴ Vgl. *Heinen, E.* [Zielsystem, 1966], S. 94.
- ³⁵ Vgl. *Bidlingsmaier, J.* [Unternehmerziele, 1964], S. 49 und S. 105ff., *Andrä, B.* [Zielhierarchie, 1975], S. 52f.
- ³⁶ Vgl. *Heinen, E.* [Zielsystem, 1966], S. 107.
- ³⁷ Vgl. *Frese, E.* [Ziele, 1971], S. 230, *Andrä, B.* [Zielhierarchie, 1975], S. 57.
- ³⁸ Vgl. *Kubicek, H.* [Unternehmensziele, 1981], S. 463.
- ³⁹ Vgl. *Heinen, E.* [Zielsystem, 1966], S. 105f., *Engels, W.* [Bewertungslehre, 1962], S. 50ff.
- ⁴⁰ Vgl. *Wild, J.* [Unternehmensplanung, 1974], S. 63, *Gäfigen, G.* [Entscheidung, 1963], S. 120.
- ⁴¹ Vgl. *Wild, J.* [Unternehmensplanung, 1974], S. 63, *Heinen, E.* [Zielsystem, 1966], S. 95,
- ⁴² Vgl. *Hill, W. / Fehlbaum, R. / Ulrich, P.* [Organisationslehre, 1989], S. 142.
- ⁴³ Vgl. *Heinen, E.* [Zielsystem, 1966], S. 104, *Kupsch, P.* [Unternehmensziele, 1979], S. 71.
- ⁴⁴ Vgl. *Baetge, J. / Hömberg, R.* [Gewinn, 1981], Sp. 658.
- ⁴⁵ Vgl. *Heinen, E.* [Zielsystem, 1966], S. 61f.
- ⁴⁶ Vgl. *Kirsch, H.* [Kostendeckung, 1992], S. 38ff.
- ⁴⁷ Vgl. *Sieben, G. / Schildbach, T.* [Substanzerhaltung, 1973], S. 577ff., *Börner, D.* [Kapitalerhaltung, 1975], Sp. 2096ff., *Sieben, G. / Schildbach, T.* [Kapitalerhaltung, 1981], Sp. 1511ff., *Schneider, D.* [Substanzerhaltung, 1984], S. 2523ff., *Schneider, D.* [Rechnungslegung, 1993], S. 33ff.

-
- ⁴⁸ Vgl. *Hax, H.* [Rentabilitätsmaximierung, 1963], S. 337ff., *Eisenhofer, A.* [Gesamtkapitalrentabilität, 1972], S. 249ff., *Bea, F.* [Rentabilität, 1981], Sp. 1455ff., *Lüder, K.* [Anmerkungen, 1981], S. 400ff., *Küting, K.* [Unternehmensführung, 1985], S. 1ff.
- ⁴⁹ Vgl. *Heinen, E.* [Zielsystem, 1966], S. 62f.
- ⁵⁰ Vgl. *Günter, T.* [Controlling, 1997], S. 78ff.
- ⁵¹ Vgl. *Ulrich, H.* [Unternehmungspolitik, 1987], S. 109.
- ⁵² Vgl. *Witte, E. / Hauschildt, J.* [Interessenkonflikt, 1966], S. 88.
- ⁵³ Vgl. *Ulrich, H.* [Unternehmungspolitik, 1987], S. 146.
- ⁵⁴ Vgl. *Bircher, B.* [Unternehmungsplanung, 1976], S. 117, *Pfohl, H.* [Planung, 1981], S. 119.
- ⁵⁵ Vgl. *Bircher, B.* [Unternehmungsplanung, 1976], S. 119.
- ⁵⁶ Vgl. *Schneeweiß, H.* [Entscheidungskriterien, 1967], S. 11f.
- ⁵⁷ Vgl. *Hax, H.* [Entscheidungsmodelle, 1974], S. 42ff.
- ⁵⁸ *Hax, H.* [Entscheidungsmodelle, 1974], S. 46.
- ⁵⁹ Vgl. *Kruschwitz, L.* [Investitionsrechnung, 1985], S. 242ff.
- ⁶⁰ Vgl. *Bamberg, G. / Coenenberg, A.* [Entscheidungslehre, 1992], S. 49ff.
- ⁶¹ Vgl. *Daenzer, W.* [Engineering, 1978], S. 118ff.
- ⁶² Vgl. zu Ausführungen zum Bernoulli-Prinzip: *Bamberg, G. / Coenenberg, A.* [Entscheidungslehre, 1992], S. 70ff., *Kruschwitz, L.* [Investitionsrechnung, 1985], S. 249ff.
- ⁶³ Vgl. *Kruschwitz, L.* [Investitionsrechnung, 1985], S. 256f.
- ⁶⁴ Vgl. zu den Aufgaben 8-11: *Kruschwitz, L.* [Investitionsrechnung, 1985], S. 245ff.
- ⁶⁵ Vgl. *Kruschwitz, L.* [Investitionsrechnung, 1985], S. 249ff.
- ⁶⁶ Vgl. *Hax, H.* [Entscheidungsmodelle, 1974], S. 87ff.
- ⁶⁷ Vgl. *Bamberg, G. / Coenenberg, A.* [Entscheidungslehre, 1992], S. 153.
- ⁶⁸ Vgl. *Bamberg, G. / Coenenberg, A.* [Entscheidungslehre, 1992], S. 153ff., *Neumann, J. von / Morgenstern, O.* [Spieltheorie, 1973] S. 1ff., *Schildbach, T.* [Entscheidung, 1990], S. 92ff.
- ⁶⁹ Vgl. *Bamberg, G. / Coenenberg, A.* [Entscheidungslehre, 1992], S. 154f.
- ⁷⁰ Vgl. *Schildbach, T.* [Entscheidung, 1990], S. 92f.
- ⁷¹ Vgl. *Neumann, J. von / Morgenstern, O.* [Spieltheorie, 1973], S. 111f.
- ⁷² Vgl. *Schierenbeck, H.* [Übungsbuch, 1987], S. 96.
- ⁷³ Vgl. *Bitz, M.* [Übungen, 1990], S. 261f.
- ⁷⁴ Vgl. *Bitz, M.* [Übungen, 1990], S. 265f.
- ⁷⁵ Vgl. *Bitz, M.* [Übungen, 1990], S. 266.
- ⁷⁶ Vgl. *Bitz, M.* [Übungen, 1990], S. 267f.
- ⁷⁷ Vgl. *Bamberg, G. / Coenenberg, A.* [Entscheidungslehre, 1992], S. 236f.