

Wolfgang Ortmanns

Entscheidungs- und Spieltheorie

Eine anwendungsbezogene Einführung

Zweite, überarbeitete Auflage



Edition Wissenschaft & Praxis

WOLFGANG ORTMANN

Entscheidungs- und Spieltheorie

Wolfgang Ortmanns

Entscheidungs- und Spieltheorie

Eine anwendungsbezogene Einführung

Zweite, überarbeitete Auflage



Edition Wissenschaft & Praxis

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in
der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten
sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Umschlagbild: © Andrii Muzyka – stock.adobe.com

Alle Rechte vorbehalten

© 2023 Edition Wissenschaft & Praxis

bei Duncker & Humblot GmbH, Berlin

Satz: Textforma(r)t Daniela Weiland, Göttingen

Druck: CPI Books GmbH, Leck

Printed in Germany

ISBN 978-3-89673-786-1 (Print)

ISBN 978-3-89644-282-9 (E-Book)

Gedruckt auf alterungsbeständigem (säurefreiem) Papier
entsprechend ISO 9706 ☼

Internet: <http://www.duncker-humblot.de>

Vorwort zur 1. Auflage

Es gibt hervorragende Lehrbücher sowohl zur Entscheidungstheorie als auch zur Spieltheorie. Aber genau das ist ein Problem! Die meisten Autoren, die diese hervorragenden Bücher schreiben, sind in der Mathematik, der Statistik oder der theoretischen Volkswirtschaftslehre zu Hause. Und so, formal streng, lesen sich ihre Bücher auch. Dagegen ist nichts zu sagen, wenn man Student eines mathematiknahen Studienganges ist und wenn es hier nicht um etwas ginge, das uns alle angeht: Die Entscheidungstheorie und die Spieltheorie sind nämlich angewandte Wissenschaften. Ihr Instrumentarium ist ausgesprochen hilfreich in vielen Situationen in jedem Beruf, ja sogar in unserer aller Alltag! Entscheidungs- und Spieltheorie ist überall. Es ist ein mächtiges Werkzeug und ein persönlicher Erfolgsfaktor und deswegen wäre es sehr schade, wenn es nur eine Spielwiese für Mathematiker wäre.

Dieses Buch ist eine anwendungsbezogene Einführung. In jedem Abschnitt folgen nach wenigen allgemeinen Erläuterungen sogleich Beispiele, die zeigen, wie man konkrete Problemstellungen strukturieren kann, wo überall diese Instrumente hilfreich sind. Ein weiteres Problem ist die verbreitete Trennung in Entscheidungstheorie einerseits und Spieltheorie andererseits. Beides gehört aber zusammen: Die Entscheidungstheorie behandelt Spiele gegen den Zufall, die Spieltheorie Entscheidungen bei einem (oder mehreren) Gegenspielern. Wer sich mit Spieltheorie beschäftigt, ohne etwas über Entscheidungstheorie zu wissen, erschwert sich nur unnötig den Zugang, begrifflich und methodisch. Vieles in der Spieltheorie wird ganz einfach, wenn man den entscheidungstheoretischen Werkzeugkasten bereits kennt.

In diesem Buch werden wir zunächst die typischen Herangehensweisen der (älteren) Entscheidungstheorie möglichst anschaulich vermitteln und dann in die strategische Denkweise der (jüngeren) Spieltheorie übergehen. Wir beschränken uns weitgehend auf einfache Anwendungen. Die Beispiele sollen eine Anregung sein, was bereits damit alles lösbar ist. Und sie geben uns auch Hinweise auf typische Entscheidungsfehler, denn es geht nicht nur um Logik, sondern auch um Psychologie. Vielleicht werden Sie nach der Lektüre dieses Buches ihrer Intuition nicht mehr so vertrauen wie vorher; zu Ihrem Nutzen. In der Spieltheorie beschäftigen wir uns dann mit dem strategischen Denken und den hier typischen Lösungsmustern solcher Entscheidungsprobleme. Gegen Ende werden wir dann auch einen Einblick in anspruchsvollere Modelle aus dem Bereich der asymmetrischen Information geben.

Den mathematischen Anspruch halten wir so gering wie möglich. Mit Schulmathematik kommt man an den meisten Passagen des Buches aus. Aber selbst wenn das noch zu viel ist, kann das Buch mit Gewinn lesen, da überall auch verbale

Erklärungen geliefert werden. So bietet unser Buch auch und gerade Praktikern die Möglichkeit, dieses Wissenschaftsgebiet kennenzulernen und sich auch anzueignen. Den Studierenden kann es einen Einstieg in die Materie bieten und durch den Anwendungsbezug die praktische Relevanz aufzeigen. Hier könnte das Buch als Aperitif wirken, um sich dann mit größerem Verständnis und Lust den formal anspruchsvolleren Büchern zu widmen.

In diesem Sinne wünschen wir allen unseren Lesern interessante Einblicke in einen höchst wichtigen Werkzeugkasten der modernen Managementlehre.

Dresden, im Sommer 2008

*Wolfgang Ortmanns
Anke Albert*

Inhaltsverzeichnis

I. Entscheidungstheorie	13
1. Eine Einführung in die Entscheidungstheorie	13
2. Einige einfache Entscheidungsregeln bei Entscheidungen unter Unsicherheit ...	15
3. Entscheidungen und Wahrscheinlichkeiten (auch Entscheidung unter Risiko) ...	18
3.1 Der Erwartungswert und wie man mit Wahrscheinlichkeiten (richtig) rechnet	18
3.2 Wie man nach Tests bessere Wahrscheinlichkeiten erhält – das Bayessche Theorem	23
3.3 Das Ziegenproblem und andere Fallen beim Denken in Wahrscheinlichkeiten	27
3.4 Das μ - σ -Prinzip – oder warum man nicht nur auf den Erwartungswert schauen sollte	30
4. Entscheidungen und der Entscheidungsnutzen	34
4.1 Das Bernoulli-Prinzip und wie man seinen Nutzen messen kann	34
4.2 Wie man nach dem Erwartungsnutzen individuell entscheiden kann	38
4.3 Warum wir manchmal falsch entscheiden – Erkenntnisse der Entscheidungspsychologie	43
II. Spieltheorie	48
1. Eine Einführung in die Spieltheorie	48
2. Spiele mit einem Gleichgewicht (in reinen Strategien)	51
2.1 Der Klassiker: Das Gefangenendilemma	51
2.2 Wie man mit den „besten Antworten“ zuverlässig Gleichgewichte findet ...	56
2.3 Wie man bei stetigen Spielen Gleichgewichte findet	60
2.4 Rationalität des Irrationalen – warum wir manchmal nicht rational sein sollten	64
3. Spiele ohne Gleichgewicht (in reinen Strategien)	66
3.1 Der Klassiker: Schnick-Schnack-Schnuck	66
3.2 Wie man die richtige Mischung findet	69
4. Spiele mit mehreren Gleichgewichten	73
4.1 Der Klassiker: Kampf der Geschlechter	73
4.2 Einige Überlegungen zur Gleichgewichtsselektion	75

5. Verhandlungsspiele (kooperative Spieltheorie)	79
5.1 Wie man Verhandlungsergebnisse vorhersehen kann	79
5.2 Lösungen von stetigen Verhandlungsspielen	83
6. Spiele mit asymmetrischer Informationsverteilung	87
6.1 Warum Gleichgewichte bei unvollständiger Information problematisch sind	87
6.2 Die Prinzipal-Agenten-Theorie und das Problem „adverse selection“	91
6.3 Die Prinzipal-Agenten-Theorie und das Problem „moral hazard“	96
Quellenverzeichnis	105

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Entscheidungsbaum des Bauern.	21
Abbildung 2:	Entscheidungsbaum des Bauern unter Berücksichtigung der bedingten Wahrscheinlichkeiten.	22
Abbildung 3:	Entscheidungsbaum der Bank.	25
Abbildung 4:	μ - σ -Diagramm.	31
Abbildung 5:	Susis Entscheidungsalternativen im μ - σ -Diagramm.	33
Abbildung 6:	Risikonutzenfunktion (RNF) bei Risikoaversion.	35
Abbildung 7:	RNF bei Risikoaffinität.	36
Abbildung 8:	RNF bei Risikoneutralität.	36
Abbildung 9:	Nutzenindifferenzkurve (NIK).	40
Abbildung 10:	Kapitalmarktlinie (KML).	41
Abbildung 11:	Optimale Anlageentscheidung.	42
Abbildung 12:	Wertefunktion.	45
Abbildung 13:	Spielbaumbeispiel.	57
Abbildung 14:	Spielbaum zum „Battle of the Bismarck Sea“.	59
Abbildung 15:	„Beste-Antwort-Funktionen“ der beiden Anbieter.	62
Abbildung 16:	Spielbaum zum Kampf der Geschlechter.	78
Abbildung 17:	Isogewinnkurven des Lieferanten.	85
Abbildung 18:	Isogewinnkurven des Händlers.	85
Abbildung 19:	Isogewinnkurven des Lieferanten und des Händlers.	85
Abbildung 20:	Spielbaum bei asymmetrischer Informationsverteilung.	89
Abbildung 21:	Z/A-Diagramm.	95

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Grundform der Entscheidungsmatrix	14
Tabelle 2:	Entscheidungsmatrix der Warenhauskette	15
Tabelle 3:	Strikt und schwach dominierte Strategien	16
Tabelle 4:	Grenzen des Dominanzkriteriums	16
Tabelle 5:	Kreditentscheidung einer Bank	18
Tabelle 6:	Kreditentscheidung einer Bank unter Berücksichtigung der Eintrittswahrscheinlichkeiten	20
Tabelle 7:	Entscheidungsmatrix des Bauern	20
Tabelle 8:	Entscheidungsmatrix des Bauern unter Berücksichtigung der Eintrittswahrscheinlichkeiten	21
Tabelle 9:	Entscheidungsmatrix des Bauern unter Berücksichtigung der bedingten Wahrscheinlichkeiten	22
Tabelle 10:	Entscheidungssituation der Bank nach Auskunft über die Zahlungsfähigkeit der Kunden	24
Tabelle 11:	Entscheidungsmatrix zum Ziegenproblem	28
Tabelle 12:	Susis Entscheidungsproblem	32
Tabelle 13:	Susis Erwartungsnutzen	38
Tabelle 14:	Susis Sicherheitsäquivalent	39
Tabelle 15:	Normalform der Spielmatrix	49
Tabelle 16:	Spielmatrix zum Gefangenendilemma	51
Tabelle 17:	Spielmatrix für die Straßenbeleuchtung	52
Tabelle 18:	Spielmatrix der Tankstellenpächter	53
Tabelle 19:	Spielmatrix zum wiederholten Gefangenendilemma	55
Tabelle 20:	Spielmatrix zum Eingangsbeispiel	56
Tabelle 21:	Spielmatrix zum „Battle of the Bismarck Sea“	58
Tabelle 22:	Spielmatrix für ein unplausibles NG	64
Tabelle 23:	Spielmatrix für Schnick-Schnack-Schnuck	67
Tabelle 24:	Spielmatrix für Schnick-Schnack-Schnuck mit Brunnen	68
Tabelle 25:	Spielmatrix der Autohersteller	69
Tabelle 26:	Indifferenzwahrscheinlichkeiten der Autohersteller	70
Tabelle 27:	Das Schwarzfahrerbeispiel	71
Tabelle 28:	Spielmatrix zum Kampf der Geschlechter	74
Tabelle 29:	Spielmatrix für die Fahrgäste des Aufzugs	74
Tabelle 30:	Spielmatrix der Anbieter	75

Tabelle 31: Spielmatrix des Dyopols	76
Tabelle 32: Spielmatrix der Firmen	77
Tabelle 33: Spielmatrix der Firmen mit neuen Pay-offs	77
Tabelle 34: Spielmatrix zur Straßenbeleuchtung	80
Tabelle 35: Differenzenmatrix zur Straßenbeleuchtung	80
Tabelle 36: Spielmatrix Verhandlungsspiele	81
Tabelle 37: Verhandlungslösung beim Kampf der Geschlechter	82
Tabelle 38: Hohe Kosten für Spieler 1	87
Tabelle 39: Niedrige Kosten für Spieler 1	87
Tabelle 40: Erwartungsnutzen des potentiellen Versicherungsnehmers	92
Tabelle 41: Erwartungsnutzen bei verschiedenen Vertragsangeboten	93
Tabelle 42: Wahrscheinlichkeiten zum Arbeitseinsatz der Agenten	97
Tabelle 43: Nutzen für den Agenten	99
Tabelle 44: LEN-Modell	103

I. Entscheidungstheorie

1. Eine Einführung in die Entscheidungstheorie

Wir alle treffen jeden Tag eine Fülle von Entscheidungen, bewusst oder unbewusst. Schon morgens, wenn wir aufwachen, ist die erste Entscheidung fällig: Aufstehen oder liegen bleiben? Wir wägen, mehr automatisch und routiniert als überlegt, die zukünftigen Konsequenzen ab. Meistens bedeutet das, lieber Aufstehen und zur Arbeit gehen. Die nächsten Entscheidungen folgen sogleich: Dünne Jacke, dicke Jacke? Mit Schirm oder ohne?

Nicht entscheiden geht nicht! Auch nichts tun ist schließlich (fast) immer eine Alternative, nicht immer eine gute, aber immerhin, es ist eben auch eine Möglichkeit. Im Unternehmen angekommen warten schon weitere Entscheidungssituationen auf uns. Wenn es nun schon so ist, dass wir ohnehin laufend Entscheidungen zu fällen haben, kann es nicht schaden, dies wenigstens bewusst zu tun, also unter Berücksichtigung der Instrumente und der Erkenntnisse, die die Entscheidungstheorie anzubieten hat. Darum geht es in diesem Buch: Zu zeigen, wie wir „gute“ Entscheidungen treffen können. Übersetzen wir gut mit rational, was macht dann eine gute Entscheidung aus?

Wir können folgende Merkmale aus der Literatur¹ identifizieren:

- Sie steht im Einklang mit unseren Zielen und Präferenzen.
- Sie beruht auf realistischen Erwartungen.
- Sie beruht darauf, zukünftige Konsequenzen, und eben nur die zukünftigen Konsequenzen, zu berücksichtigen.
- Sie ist indifferent gegenüber der Darstellung des Entscheidungsproblems.

Vermutlich werden Sie gegen diese Definition keine Einwände haben. Aber auch vernunftbegabte Menschen handeln intuitiv keineswegs immer danach. Darüber wird noch die Rede sein. So dürfte ein Aktienbesitzer die Entscheidung, ob er verkaufen will oder nicht, eigentlich nur davon abhängig machen, wie er die zukünftige Entwicklung realistisch einschätzt. Tatsächlich wird er sich aber häufig auch fragen: Zu welchem Kurs habe ich denn früher mal gekauft, bin ich im Plus oder im Minus? Und diese Überlegung (die entscheidungstheoretisch völlig irrelevant ist) kann aus der rationalen eine irrationale Entscheidung machen.

¹ Eisenführ/Weber: Rationales Entscheiden, 2003, S. 4ff.

Während bei der eigentlichen Entscheidungstheorie das Ergebnis immer von unsicheren Umweltzuständen abhängig ist (sonst wäre es eine Entscheidung unter Sicherheit, was wir hier aber nicht behandeln wollen), ist sie in der Spieltheorie abhängig von den Entscheidungen Anderer, wie etwa beim Schachspiel. Die Spieltheorie ist also nichts Anderes als eine besondere Form der Entscheidungstheorie. Andersherum ist das Ergebnis eines Roulettespiels nicht von Anderen abhängig, so dass dieses Glücksspiel kein Thema der Spieltheorie, sondern der Entscheidungstheorie ist. Entscheidungstheorie ist also auch eine Form von „Spieltheorie“, nämlich für Glücksspiele. Wir wollen deshalb, anders als in der gängigen Literatur, auch beides zusammen behandeln, denn Spieltheorie kann man besser verstehen mit Hilfe der Kenntnisse aus der Entscheidungstheorie und eine Entscheidungstheorie ohne Spieltheorie ist nur eine unvollständige Entscheidungslehre.

Es geht im Wesentlichen darum, Strukturen zu finden, um ein Entscheidungsproblem zu lösen. Dabei existieren folgende gemeinsame Basiselemente für alle Probleme:

Handlungsalternativen (H): Ein Entscheidungsproblem hat mindestens zwei Handlungsalternativen, wenn man keine Wahl hat, gibt es auch nichts zu entscheiden. Bedenken Sie dabei bitte, dass auch Nichtstun eine Handlungsalternative ist.

Umweltzustände (UW): Dies sind Situationen, die nach der Wahl der Handlungsalternativen eintreffen können, ohne dass sie der Entscheidende beeinflussen kann. Sie haben aber Einfluss auf:

Ergebnisse (E): Dies sind die Folgen der Handlung, z. B. in Form von subjektiven Nutzen oder objektiven Größen wie Gewinn oder Umsatz, wie sie bei den Umweltzuständen eintreffen können. Man nennt sie auch die *Pay-offs*!

Üblich ist es nun, dies alles in einer *Entscheidungsmatrix* darzustellen (Tabelle 1):

Tabelle 1
Grundform der Entscheidungsmatrix

\	UW ₁	UW ₁	...	UW ₁
H ₁	E ₁₁	E ₁₂	...	E _{1n}
H ₂	E ₂₁	E ₂₂	...	E _{2n}
...
H _m	E _{m1}	E _{m2}	...	E _{mn}

Die Handlungsalternativen werden in den Zeilen dargestellt. Dabei ist darauf zu achten, dass es sich um sich ausschließende Alternativen handelt. Sollte man z. B. H1 und H2 zusammen ausführen können, so wäre das eine zusätzliche Hand-

lungsalternative, die in einer neuen Zeile aufzuführen wäre. Die Spalten stellen alle denkbaren Umweltzustände dar, die die Ergebnisse beeinflussen. Diese Ergebnisse finden sich in den Feldern der Matrix wieder. Wichtig ist natürlich noch, dass man eine Zielvorstellung für die Ergebnisse hat, also will man ein Maximum oder ein Minimum erreichen. In unseren Beispielen geht es meist um maximalen Nutzen oder Gewinn, aber es könnte sich ja auch um die Kosten verschiedener Produktionsverfahren handeln, und die will man natürlich minimieren.

Als Beispiel für ein Entscheidungsproblem betrachten wir eine Warenhauskette, die vor der Alternative steht, im neuen Geschäftsjahr zusätzliche Filialen zu eröffnen, Filialen zu schließen oder nichts zu tun. Ergebnis ist hier der zu maximierende Gewinn. Die Umweltzustände liegen in der konjunkturellen Entwicklung, die einen Aufschwung, Abschwung oder Stagnation bringen kann. Die Entscheidungsmatrix sei:

Tabelle 2
Entscheidungsmatrix der Warenhauskette

	Aufschwung	Abschwung	Stagnation
Filialen eröffnen	150	90	60
Filialen schließen	120	100	80
Nichts tun	110	95	90

Wie also sollte man sich in dieser unsicheren Situation entscheiden? Dazu betrachten wir im nächsten Kapitel zunächst einige sehr einfache (mögliche oder vielleicht auch unmögliche) Regeln.

2. Einige einfache Entscheidungsregeln bei Entscheidungen unter Unsicherheit

Die einfachste Entscheidungsregel ist zugleich die wichtigste. Sie ist, wenn möglich, immer anzuwenden. Jedes Entscheidungsproblem ist deshalb zunächst daraufhin zu untersuchen, ob sich damit bereits eine Lösung oder zumindest eine Vereinfachung ergibt. Es ist die *Dominanzregel*² und sie lautet: Wähle die dominante Strategie, eliminiere dominierte Strategien.

² Vgl. z. B. Laux: Entscheidungstheorie, 2003, S. 105.