

Ariane Motsch
Entscheidung bei partieller Information

Schriftenreihe

„Versicherung und Risikoforschung“

des Instituts für betriebswirtschaftliche Risikoforschung und Versicherungswirtschaft der Ludwig-Maximilians-Universität, München

Herausgegeben von Prof. Dr. Elmar Helten

Band 20

Eine Liste der bisherigen Veröffentlichungen finden Sie am Ende des Buches.

Ariane Motsch

Entscheidung bei partieller Information

**Vergleich entscheidungstheoretischer
Modellkonzeptionen**

GABLER

Motsch, Ariane:

Entscheidung bei partieller Information : Vergleich entscheidungstheoretischer
Modellkonzeptionen / Ariane Motsch. - Wiesbaden : Gabler 1995

(Schriftenreihe „Versicherung und Risikoforschung“ des Instituts für
Betriebswirtschaftliche Risikoforschung und Versicherungswirtschaft
der Ludwig-Maximilians-Universität, München ; Bd. 20)

Zugl.: München, Univ., Diss., 1995 u.d.T.: Motsch, Ariane: Normative
Entscheidungstheorie – Vergleich verschiedener Modell-Konzeptionen
unter Berücksichtigung Linearer Partieller Information

ISBN 978-3-409-18820-3 ISBN 978-3-322-89802-9 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-322-89802-9

NE: Institut für Betriebswirtschaftliche Risikoforschung und Ver-
sicherungswirtschaft <München> : Schriftenreihe „Versicherung und ...

Der Gabler Verlag ist ein Unternehmen der Bertelsmann Fachinformation.

© Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH, Wiesbaden 1995

Lektorat: Claudia Splittgerber



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Höchste inhaltliche und technische Qualität unserer Produkte ist unser Ziel. Bei der Produktion und Verbreitung unserer Bücher wollen wir die Umwelt schonen: Dieses Buch ist auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Geleitwort

Aufgabe des Risk Management ist es, nicht nur den Prozeß der Risikoidentifikation und Risikoanalyse zu initiieren, sondern auch die - auf das Zielsystem bezogen - beste risikopolitische Alternative auszuwählen. Zur Lösung dieses Problems wird die normative Entscheidungstheorie eingesetzt. Da das Grundmodell der normativen Entscheidungstheorie von Savage handlungsunabhängige Zustände voraussetzt, kann dieses Modell allerdings nur für die Auswahl wirkungsbezogener Maßnahmen unterstellt werden.

Da aber viele risikopolitische Maßnahmen, z.B. alle Arten der Schadensverhütung in das Ursachensystem der möglichen Zielabweichungen eingreifen, um das gesetzte Ziel doch noch zu erreichen, ist für diese Entscheidungssituation das normative Entscheidungsmodell von Fishburn, das handlungsunabhängige Zustände unterstellt, adäquat.

Sowohl ursachen- als auch wirkungsbezogene risikopolitische Maßnahmen lassen sich beurteilen, wenn man das Fishburn-Modell durch eine Neudefinition des Zustandsraumes in ein verallgemeinertes Savage-Modell transformiert. Diesen Ansatz führt Mutsch weiter aus, indem sie sich dem in der wirtschaftlichen Praxis häufig vorkommenden Problem der beschränkten Information des Entscheidungsträgers widmet. Das Konzept der Linearen Partiellen Information von Menges und Kofler dient dabei als Grundlage.

München, im September 1995

Elmar Helten

Vorwort

"Die Theorie des subjektiv erwarteten Nutzens ist ein großartiges Gebilde, das einen Platz in Platons Himmel der Ideen verdient hat. Allerdings machen große Probleme es unmöglich, sie wortwörtlich auf tatsächliche menschliche Entscheidungssituationen anzuwenden."

Simon¹

Dieses Zitat von Simon, amerikanischer Nobelpreisträger in den Wirtschaftswissenschaften (1978), macht deutlich, wie von vielen die praktische Relevanz der normativen Entscheidungstheorie gesehen wird. Die beschränkte menschliche Informationskapazität wird als Hauptgrund für die mangelnde Anwendungsmöglichkeit normativer Modellkonzeptionen in der Praxis angeführt. In diesem Sinne werden die Anhänger der deskriptiven Entscheidungstheorie, der es allein darum geht, das reale Entscheidungsverhalten zu beschreiben, immer mehr. Es scheint sich unter den betriebswirtschaftlichen Wissenschaftlern gar eine Trennung in zwei Lager zu vollziehen.

Der einzig aussichtsreiche Weg indessen scheint mir, ausgehend von den Extremen, nach geeigneten Ansatzpunkten für eine Annäherung zu suchen. Steht nicht auch am Ende einer Beschreibung realen Problemlösungsverhaltens der Wunsch nach einer normativen Aussage, was nun am besten zu tun sei? Und kann nicht andererseits die normative Entscheidungstheorie nur Zukunft haben, wenn sich für sie (mehr) Anwendungsmöglichkeiten in der Praxis finden?

Ich möchte mich herzlich bei Herrn Prof. Dr. Ferschl bedanken für die unermüdliche Unterstützung zu entscheidungstheoretischen Fragen, sowie Problemfeldern, weit über das eigentliche Themengebiet meiner Arbeit hinaus. Besonderer Dank gilt ferner Herrn Prof. Dr. Helten, der mir im Verlauf seiner Vorlesung zur Lehre des Risk Managements aufzeigte, wie sehr gerade diese Lehre der normativen Entscheidungstheorie als Hilfswissenschaft bedarf. Dies war Anstoß für mich, die Lehre des Risk Managements repräsentativ für die übrigen betriebswirtschaftlichen Anwendungsreiche der normativen Entscheidungstheorie auszuwählen.

München, Juli 1995

Ariane Motsch

¹Vgl. Simon, H. (Homo, 1993), S.22.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	XIII
Abbildungsverzeichnis	XIV
Verzeichnis der wichtigsten Symbole	XV
1 Einführung	1
1.1 Charakteristische Merkmale einer Entscheidungssituation	1
1.2 Darstellung in der normativen Entscheidungstheorie	3
1.3 Aufbau der Arbeit	7
2 Modellkonzeptionen der normativen Entscheidungstheorie	11
2.1 Präferenzrelationen	11
2.2 Entscheidungsregeln	12
2.3 Risikonutzentheorie - Anforderungen an ein rationales Verhalten	14
2.4 Subjektive Wahrscheinlichkeiten	19
2.5 Erwartungsnutzentheorie von Savage	24
2.6 Aktionsabhängigkeit der Umweltzustände	29
2.6.1 Beispiel: Risikopolitische Maßnahmen	29
2.6.2 Formulierung und Strukturierung eines risikopolitischen Entscheidungsproblems	31
2.6.3 Die Denkweise von Savage	36
2.7 Erwartungsnutzentheorien von Fishburn/ Balch	38
2.7.1 Überblick	38
2.7.2 Das Basismodell von Fishburn	38
2.7.3 Alternatives Axiomensystem von Fishburn für das 'states-of- the-world' - Modell	43
2.7.4 Die aktionsabhängige Erwartungsnutzentheorie von Fishburn/ Balch	48
3 Beurteilung der Anforderungen der normativen Entscheidungstheorie an den Entscheidungsträger	53
3.1 Argumente gegen die normative Entscheidungstheorie	53
3.2 Rationalitätsverständnis der normativen Entscheidungstheorie	56
3.2.1 Notwendigkeit der Strukturierung	56
3.2.2 Forderung nach Vollständigkeit	57
3.2.3 Subjektive Formalrationalität	61
3.2.4 Werturteilsfreiheit	62
3.2.5 Rationalität als Norm	63
3.3 Nähere Betrachtung der Kernargumente gegen die Risikonutzentheorie und ihre zugrundeliegenden Axiome	65

3.3.1	Das Ordnungsaxiom	65
3.3.2	Das Stetigkeitsaxiom	68
3.3.3	Das Unabhängigkeitsaxiom	68
3.3.3.1	Grundsätzliches	68
3.3.3.2	Dreiecksdiagramme als Hilfsmittel zur Veranschaulichung	72
3.3.3.3	Der 'Common Consequence Effect'	74
3.3.4	Fazit	76
3.3.5	Die Risikonutzenfunktion	77
3.3.5.1	Risiko- und Höhenpräferenzen	77
3.3.5.2	Ermittlung der Risikonutzenfunktion	79
3.4	Spezielle Bedingungen bei Savage's und Fishburn/ Balch's Axiomatik	82
3.4.1	Überblick	82
3.4.2	Bedingungen bei Savage	83
3.4.3	Bedingungen bei Fishburn und Fishburn/ Balch	88
3.5	Modellformulierung im Sinne der Fuzzy-Entscheidungstheorie	91
3.6	Stellenwert empirischer Untersuchungen der Erwartungsnutzentheorie	96
3.7	Training von rationalem Entscheidungsverhalten	98
3.8	Fazit	99
4	Lineare Partielle Information (LPI): Ein Zugeständnis an die oft beschränkten Informationen des Entscheidungsträgers	101
4.1	Problemstellung	101
4.2	Subjektivistische und objektivistische Wahrscheinlichkeitsauffassung	101
4.3	Grundbegriffe der LPI-Theorie	107
4.3.1	Verteilungssimplex und -polyeder	107
4.3.2	Extremalpunktmatrix	110
4.3.3	Berechnung der Extremalpunktmatrix	111
4.3.3.1	Allgemeine Methode gemäß der Theorie der linearen Ungleichungssysteme	111
4.3.3.2	Bestimmung der Extremalpunktmatrix bei schwacher Ordnung	113
4.3.3.3	Ermittlung der Extremalpunktmatrix bei Wahrscheinlichkeitsintervallen	113
4.4	Das 'states-of-the-world'- Modell bei LPI	117
4.5	Das Basismodell von Fishburn bei LPI	118
4.6	Entscheidungsregeln bei LPI	119
4.6.1	Vorüberlegungen	119
4.6.2	Das Max E_{\min} -Prinzip und LPI-Hurwicz-Kriterium	120
4.6.3	LPI-Laplace-Regel	123
4.6.3.1	Vergleich Laplace-Regel und LPI-Laplace-Regel	123
4.6.3.2	Versuch einer exakten Zentroidberechnung	125
4.6.3.3	Zentroidapproximationsmethoden	126

4.7 Gemischte Aktionen bei LPI	128
4.7.1 Vorüberlegungen	128
4.7.2 Gemischte Aktionen und das Savage-Modell	130
4.7.3 Gemischte Aktionen und das Fishburn-Basismodell (Ansatz von Ehemann)	133
4.7.4 Fortsetzung: Geometrische Veranschaulichung	137
4.7.5 Bewertung	140
4.8 Einholung zusätzlicher Information	141
4.8.1 LPI-Schachtelung	141
4.8.2 Bayessche Analyse	142
5 Gegenüberstellung der Modellkonzeptionen von Savage und Fishburn	145
5.1 Wiederherstellung der Aktionsunabhängigkeit durch formale Um- formung des Basismodells von Fishburn in das verallgemeinerte Savage-Modell	145
5.2 Verschiedene Arten von Dominanzprinzipien	148
5.2.1 Einfaches Dominanzprinzip	148
5.2.2 Die absolute Dominanz	148
5.2.3 Dominanzprinzipien für Entscheidungen unter Risiko	149
5.2.4 Dominanz bei LPI	151
5.2.5 Fazit	153
5.3 Verwertbarkeit von Informationen über die Eintrittswahrscheinlich- keiten der Umweltzustände als Effizienzkriterium einer Modellkon- zeption	154
5.3.1 Zeilenweise und spaltenweise Vergleichbarkeit	154
5.3.2 Informationsverwertbarkeit bei LPI	155
5.4 Gemischte Aktionen bei Vorliegen von LPI und aktionsabhängigen Umweltzuständen	165
5.4.1 Spieltheoretische Ansatzweise	165
5.4.2 Gemischte Aktionen beim VS-Modell	167
5.5 Vor- und Nachteile der jeweiligen Modellkonzeptionen	168
5.6 Implikationen für das Risk Management	171
6 Resümé	173
6.1 Ordnungsschema der Modellkonzeptionen	173
6.2 Möglichkeiten einer EDV-Unterstützung	175
Autorenverzeichnis.....	181
Stichwortverzeichnis	183
Literaturverzeichnis	189

Abkürzungsverzeichnis

AA.....	Aktionsabhängigkeit der Umweltzustände
AU.....	Aktionsunabhängigkeit der Umweltzustände
bzw.....	beziehungsweise
DAES.....	Decision Analysis Expert Systems
d.h.....	das heißt
Fn.....	Fußnote
Hrsg.....	Herausgeber
i.d.R.....	in der Regel
Jg.....	Jahrgang
LPI.....	Lineare Partielle Information
SÄ.....	Sicherheitsäquivalent
u.a.....	unter anderen
u.U.....	unter Umständen
UFAP.....	Utility Function Assessment Procedure
Vgl.....	Vergleiche
Vol.....	Volume
VS-Modell.....	'Verallgemeinertes' Savage-Modell
z.B.....	zum Beispiel

Abkürzungen bei Zeitschriften:

DBW.....	Die Betriebswirtschaft
WISU.....	Das Wirtschaftsstudium
ZfB.....	Zeitschrift für Betriebswirtschaftslehre
ZfbF.....	Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Entscheidungssituationen unter Unsicherheit	2
Abb. 2: Dreiecksdiagramm.....	73
Abb. 3: 'Fanning-out' - Eigenschaft	75
Abb. 4: Dreiecksdiagramm beim Allais-Experiment.....	75
Abb. 5: Mögliche Zugehörigkeitsfunktion zur Menge: 'Ausreichende Zeit für die Mittagspause in Minuten'	92
Abb 6: Verteilungspolyeder bei ordinalen Wahrscheinlichkeiten ($n=2$).....	108
Abb. 7: Verteilungspolyeder bei ordinalen Wahrscheinlichkeiten ($n=3$).....	109
Abb. 8: Verteilungspolyeder bei Wahrscheinlichkeitsintervallen.....	109
Abb. 9: Verteilungspolyeder bei additiven Wahrscheinlichkeiten	110
Abb.10: Beispiel für R-Wahrscheinlichkeitsintervalle.....	114
Abb.11: Beispiel einer Verringerung von R-Wahrscheinlichkeitsintervallen	115
Abb.12: Änderung der Anzahl der Extrempunkte in Abhängigkeit von c	126
Abb.13: Gemischte Aktionen beim Savage-Modell.....	131
Abb.14: Gemischte Aktionen beim Fishburn-Modell	138
Abb.15: Verteilungsdominanz.....	150
Abb.16: Beispiel eines Verteilungspolyeders beim VS-Modell.....	158
Abb.17: Beispiel eines Verteilungspolyeders beim VS-Modell.....	160
Abb.18: Ordnungsschema	174
Abb.19: Einsatzverhältnisse von Expertensystemen und Entscheidungslogik	179

Verzeichnis der wichtigsten Symbole

Grundelemente der normativen Entscheidungstheorie:

A	Aktionsraum
$a_i \in A$ mit $i = 1, \dots, m$	Einzelne Aktion, $m =$ Anzahl der Aktionen
S	Zustandsraum
$s_j \in S$ mit $j = 1, \dots, n$	Möglicher Umweltzustand, $n =$ Anzahl der möglichen Umweltzustände
E bzw. $C = A \times S$	Ergebnis- bzw. Konsequenzenraum
$(a_i, s_j) \rightarrow c_{ij}$ bzw. e_{ij}	Ergebnis- bzw. Konsequenz
$P(s_j)$ mit $j = 1, \dots, n$	Eintrittswahrscheinlichkeit für den Zustand s_j

\succ	Schwache Präferenz
\succcurlyeq	Strikte Präferenz
\sim	Indifferenz
Φ	Optimalitätskriterium
a^*	Optimale Aktion
l	Lotterie
L	Menge aller Lotterien
$p = (p_1, \dots, p_n)$	Wahrscheinlichkeitsverteilung
F_a	Verteilungsfunktion bezüglich der Aktion a

Elemente der Erwartungsnutzentheorie von Savage:

S	Zustandsraum, 'Welt'
$s, s' \in S$	Zustände
$A, B \subset S$	Ereignisse
F	Aktionsmenge
$f, g \in F$	Aktionen
X	Konsequenzenmenge
$x, y \in X; x = f(s)$	Konsequenzen

\succsim	Präferenzrelation ('wird nicht vorgezogen gegenüber')
\succsim^*	Subjektive qualitative Wahrscheinlichkeitsrelation ('ist höchstens so wahrscheinlich wie')
u	Kardinale Nutzenfunktion
P	Subjektive Wahrscheinlichkeitsverteilung
U	Menge aller Nutzenwerte

Elemente des Basis-Modells von Fishburn:

O	Ergebnisraum
$O_j \in O$ mit $j=1, \dots, n$	Ergebnis
A	Aktionsraum
$a_i \in A$ mit $i=1, \dots, m$	Aktion
Q	Konsequenzenraum
$o_k = (a_i, O_j)$ mit $o_k \in Q$; $k=1, \dots, r$ wobei $m \leq r$,	Konsequenz bzw. Aktions-Ergebnis-Paar; $r =$ Anzahl der Konsequenzen
$n \leq r, r \leq m \cdot n$	

Elemente des 'states-of-the-world'-Modells von Fishburn:

F	Menge der zur Verfügung stehenden Aktionen
S	Umweltraum
\mathcal{E}	Boolesche Algebra über S bzw. $\mathcal{E}' = \mathcal{E} - \{\emptyset\}$
$s \in S$	Umweltzustand
$A \in \mathcal{E}'$	Ereignis, welches eintritt, wenn ein $s \in A$ eintritt
$\mathcal{E}(A)$	$\mathcal{E}(A) = \{A \cap B : B \in \mathcal{E}\}$ ist dabei die durch \mathcal{E} erzeugte Boolesche Algebra über A
$F \times \mathcal{E}'$	Menge der (reinen) Aktions-Ereignis-Paare
$(f, A) \in F \times \mathcal{E}'$	Aktions-Ereignis-Paar
$X \times \mathcal{E}'$	Menge der (gemischten) Aktions-Ereignis-Paare

$X(A)$ $X(A) = \{(x, A) : x \in X\}$ für $A \in \mathcal{E}'$ ist eine
gemischte Menge mit
 $\alpha(x, A) + (1 - \alpha)(y, A) = (\alpha x + (1 - \alpha)y, A)$
 \succ Präferenzrelation auf $X \times \mathcal{E}'$

Elemente der bedingten Erwartungsnutzentheorie von Fishburn/ Balch:

F Aktionsmenge
 $f \in F$ Aktion
 s_f f -bedingter Umweltzustand
 S_f Menge der durch f -bedingten Umweltzustände
 \mathcal{E}_f bzw. $\mathcal{E}_f' = \mathcal{E}_f - \{\emptyset\}$ Boolesche Algebra der Teilmengen von S_f
 $A \in \mathcal{E}_f'$ f -bedingtes Ereignis. Tritt ein, wenn ein
 f -bedingter Zustand $s_f \in A$ eintritt.
 $\{\mathcal{E}_f'\}_{f \in F}$ Die Menge an Booleschen Algebren für $f \in F$
 (f, A) Aktions-Ereignispaar bzw. Konsequenz; auch
als 'angenommener Sachverhalt' bezeichnet.
 $\mathcal{C} = \{(f, A) | f \in F, A \in \mathcal{E}_f'\}$ Menge der Aktions-Ereignispaare
 $M(\mathcal{C})$ Gemischte Menge aller einfachen
Wahrscheinlichkeitsmaße auf $2^{\mathcal{C}}$
 $x \in M(\mathcal{C})$ Lotterie mit den Elementen $(f_i, A_i) \in \mathcal{C}$ im Sinne
von $x = \sum_{i=1}^n \alpha_i (f_i, A_i)$ mit $\alpha_i \geq 0$ für $i = 1, \dots, n$
 $\wedge \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$.
 \succ Präferenzrelation auf $M(\mathcal{C})$.

LPI-Theorie:

$S^{(n)}$ Verteilungssimplex der Dimension $(n - 1)$
 $T(p)$ Teilmenge des Verteilungssimplex

LPI-Theorie bei aktionsunabhängigem Umweltraum (Savage):

$LPI(p)$ Lineare Partielle Information
 $p^{(h)}$ mit $h = 1, \dots, k$ Extremalpunkteverteilung
 k Anzahl der Extremalpunkteverteilungen
 $M_{LPI}(p)$ Extremalpunktmatrix
 $E^p e(a_i)$ bzw. $E^p u(a_i)$ Erwartungswert bzw. -nutzenwert zu $p \in LPI(p)$

LPI-Theorie bei aktionsabhängigem Umweltraum (Fishburn):

$p_i = (p_{i1}, \dots, p_{in}); i = 1, \dots, m$ Bedingte Wahrscheinlichkeitsverteilung bei
geg. Aktion a_i
 $LPI(p_i)$ Lineare Partielle Information bei geg. Aktion a_i
 $p_i^{(h)}$ mit $h_i = 1, \dots, k_i$ Extremalpunkteverteilung bei geg. Aktion a_i
 k_i Anzahl der Extremalpunkte bei geg. Aktion a_i
 $M_{LPI}(p_i)$ Extremalpunktmatrix bei geg. a_i
 $E^{p_i} e(a_i)$ bzw. $E^{p_i} u(a_i)$ Erwartungswert bzw. -nutzenwert zu $p_i \in LPI(p_i)$

S_i mit $i = 1, \dots, m$ Disjunkte Simplexe
 $Vol(S_i)$ Volumen
 $Z(S_j)$ Zentroid

\tilde{a} Gemischte Aktion
 \tilde{a}^* Optimale gemischte Aktion
 $M(A)$ Menge der gemischten Aktionen

$H(\Phi, c)$	.....	Höhenlinie
\tilde{E}	.....	Erwartungsnutzen- bzw. Erwartungswertematrix
$s^{(h)}$	.....	Auffassung der Extrempunkteverteilung $p^{(h)}$ als abstrakten Umweltzustand
\tilde{S}	.....	Die Menge aller abstrakten Umweltzustände $s^{(h)}$ mit $h = 1, 2, \dots, k$
$S^* = \left\{ s_{(h_1 \dots h_m)}^* \right\}_{\substack{h_1=1, \dots, k_1 \\ i=1, \dots, m}}$	.....	Menge der 'Gegenspieler'-Strategien
$\tilde{u}_i^{(h)}$	.....	Erwartungsnutzenwert zu $p_i^{(h)} \in LPI(p_i)$
EIV_i	.....	Erwartungsintervall der Aktion a_i
Y	.....	Menge von Informationsergebnissen
$y_k \in Y; k = 1, \dots, t$	.....	Informationsergebnis, $t =$ Anzahl der Informationsergebnisse
t	.....	Informationsstruktur
$LPI_{prio}(p)$	.....	LPI-a-priori-Verteilung
$LPI_{post}(p)$	.....	LPI-a-posteriori-Verteilung

Elemente beim 'verallgemeinerten' Savage-Modell (VS-Modell):

S'	.....	Umweltraum
$s_{(j_1 \dots j_m)}' \in S'$	.....	Umweltzustand, 'fixes Gesetz' mit $j_i = 1, \dots, n \wedge i = 1, \dots, m$
P' bzw. p'	.....	'aktionsunabhängige' Wahrscheinlichkeitsverteilung
$p_{j_1 \dots j_m}' \in P'$	.....	'aktionsunabhängige' Wahrscheinlichkeit
$M_{LPI}(p')$	.....	Extrempunktematrix beim VS-Modell