

Systemanalyse und mehrkriterielle Entscheidung

Dr. sc. techn. Jochen Ester



VEB VERLAG TECHNIK

Inhaltsverzeichnis

1.	Einführung	11
1.1.	Wozu und warum braucht man eine Entscheidungstheorie?	11
1.2.	Was charakterisiert ein Entscheidungsproblem?	12
1.3.	Was sind die Wurzeln der Entscheidungstheorie?	15
2.	Der Kompromiß - Hauptproblem der mehrkriteriellen Entscheidung	17
2.1.	Wie sind Ziele strukturiert?	18
2.2.	Was charakterisiert eine „vernünftige“ Entscheidungsregel?	21
3.	Formale Beschreibung des Problems	24
4.	Grundsätzliche Lösungswege	27
4.1.	Konstruktion objektivierter Gesamtgütefunktionen	29
4.2.	Modellierung des Entscheidungsverhaltens	29
4.3.	Dialogverfahren	30
5.	Theoretische Grundlagen	31
5.1.	Lösungsmengen	34
5.2.	Eigenschaften der Paretomenge	39
5.2.1.	Steuermonotonie	39
5.2.2.	Zielmonotonie	41
5.2.3.	Vererbung	43
5.2.4.	Übereinstimmung	44
5.2.5.	Eliminierbarkeit	44
5.2.6.	Unabhängigkeit vom Weg (PLOTTS Bedingung)	45
5.2.7.	Weitere Eigenschaften von Auswahlprinzipien	45
5.3.	Effizienztheoreme	47
5.3.1.	Was ist eine Präferenzfunktion?	47
5.3.2.	Was ist ein Effizienztheorem?	48
5.3.3.	Bekannte Effizienztheoreme	49
5.4.	Stabilität von Lösungsmengen	58
5.4.1.	Was heißt Stabilität aus praktischer Sicht?	58
5.4.2.	Was heißt Stabilität aus mathematischer Sicht?	59
5.5.	Notwendige Bedingungen für effiziente Lösungen bei stetig-differenzierbaren Polyoptimierungsaufgaben	60
5.5.1.	Was sind kooperative Richtungen?	60
5.5.2.	Wie äußert sich die Zielmonotonie?	62
5.6.	Theoretische Grundlagen der Nutzenstheorie	66
5.7.	Beschreibung mehrkriterieller Entscheidungsprobleme mit Hilfe unscharfer Relationen	70
5.7.1.	Warum unscharfe Mengen?	71
5.7.2.	Exkurs „Grundlagen der Theorie unscharfer Mengen“	71
5.7.3.	Zulässigkeit und Realisierbarkeit einer Lösung	73
5.7.4.	Unscharfe Abbildungen	74
5.7.5.	Unscharfe Präferenzrelationen	76
5.7.6.	Unscharfe Entscheidungsregeln	78
6.	Ermittlung der Paretomenge	83
6.1.	Vollständige Durchmusterung	83
6.2.	Analytische Verfahren	85

6.3.	Direkte Verfahren	87
6.3.1.	Globale stochastische Suche	88
6.3.2.	Verfahren antiparalleler Gradienten	89
6.4.	Ausnutzung von Ersatzaufgaben	93
6.4.1.	Lineare Superposition der Einzelzielfunktionen	93
6.4.2.	Germeier-Aufgabe	100
6.4.3.	Dubov-Aufgabe	103
6.4.4.	Minimierung verallgemeinerter Abstandsmaße	104
6.4.5.	Ausnutzung der Hyperbeffizienz	105
6.4.6.	Verfahren der variablen Grenzen	107
7.	Entscheidungshilfen - Decision Support Systems	109
7.1.	Dialog mit der Paretomenge	109
7.1.1.	Dialogprinzip und Möglichkeiten der Schrittvorgabe	109
7.1.2.	Verfahren	111
7.1.2.1.	Dialogverfahren für lineare Polyoptimierungsprobleme unter Ausnutzung der Germeier-Aufgabe und bei Bereichsvorgabe	112
7.1.2.2.	Dialogverfahren für stetig-differenzierbare nichtlineare Polyoptimierungsaufgaben	117
7.1.2.3.	Dialogverfahren auf der Basis der lexikografischen Ordnung .	120
7.1.2.4.	Dialogverfahren auf der Basis der „aspiration-levels“	121
7.2.	Entscheidungshilfen ohne Präferenzinformationen	124
7.2.1.	Normierung des Zielgebiets	124
7.2.2.	Maximin-Regel	126
7.2.3.	Maximax-Regel	126
7.2.4.	Allgemeine mehrstufige Maximin-Maximax-Regeln	127
7.2.5.	Allgemeine Aggregations- und Auswahlregel	128
7.3.	Entscheidungshilfen mit Präferenzinformationen	130
7.3.1.	Wichtung der Kriterien	130
7.3.2.	Lexikografische Ordnung	134
7.3.3.	Substitutionsraten und Indifferenzkurven	135
7.3.4.	„Aspiration-levels“ und „goal-programming“	136
7.3.5.	Variantauswahl mit Hilfe der Konkordanzanalyse	137
7.3.6.	Prävalenzverfahren unter Einbeziehung unscharfer Relationen.	139
7.3.7.	Mehrkriterielle Variantauswahl mit unscharfen Dominanzmengen	142
7.3.8.	Mehrkriterielles Fraktalmodell	147
7.3.9.	Mehrkriterielles Aspirationsmodell	148
7.3.10.	Mehrkriterielles Fat-Solution-Modell	149
7.3.11.	Mehrkriterielles Chance-Constrained-Modell	150
7.3.12.	Mehrkriterielles Spiel gegen die Natur	152
8.	Anwendungen	157
8.1.	Rechnergestützte Konstruktion textiler Erzeugnisse	157
8.1.1.	Rechnergestützte Konstruktion von Futterstoffen mit Hilfe der „unvollständigen Wichtungsmethode“	161
8.1.2.	Rechnergestützte Konstruktion eines Futterstoffs mit Hilfe eines Prävalenzverfahrens	163
8.1.3.	Rechnergestützte Konstruktion eines Vliesstoffs mit Hilfe von Dialogverfahren	166
8.1.4.	Ergebnisse anderer Anwendungen	167
8.2.	Mehrkriterieller Variantenvergleich zur Selektion und Klassifikation im Leistungstraining	168
8.3.	Rechnergestützte Konstruktion mechanischer Bauelemente	171
8.4.	Rechnergestützter Entwurf von Kontaktgefrieranlagen	177
8.5.	Mehrkriterielle Optimierung von Fertigungsprozessen in der metallverarbeitenden Industrie	181

8.6. Polyoptimalsteuerungen	187
8.6.1. Führungsgrößenverzerrung bei Lageregelkreisen	187
8.6.1.1. Analyseergebnisse bezüglich Modell I	190
8.6.1.2. Modelle II und III	195
8.6.2. Steuerungsentwurf für einen Industrieroboter	195
8.7. Weitere Anwendungen in der Kybernetik und Informatik	197
8.8. Programmsysteme der mehrkriteriellen Entscheidung	201
9. Zusammenfassung und Ausblick	206
Literaturverzeichnis	209
Sachwörterverzeichnis	214