

Theodor Ellinger · Günter Beuermann
Rainer Leisten

Operations Research

Eine Einführung

Sechste, durchgesehene Auflage

Mit 98 Abbildungen und 104 Tabellen



Springer

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Entwicklung und Begriff des Operations Research	1
1.1.1	Entscheidungsvorbereitung	2
1.1.2	Optimierung der angestrebten Lösung	2
1.1.3	Verwendung mathematischer Methoden	4
1.1.4	Die Bedeutung der EDV bei der Anwendung von OR	6
1.2	Einsatzbereiche des Operations Research	7
1.3	Problemtypen des Operations Research	8
1.3.1	Kombinatorische Probleme	8
1.3.2	Lagerhaltungsprobleme	10
1.3.3	Ersatzprobleme	10
1.3.4	Wartezeitprobleme	10
1.3.5	Konkurrenzprobleme	11
1.4	Verfahren des Operations Research	11
1.4.1	Statische Optimierung	11
1.4.1.1	Lineare Optimierung	11
1.4.1.2	Nichtlineare Optimierung	11
1.4.1.3	Ganzzahlige und gemischt-ganzzahlige Optimierung	12
1.4.2	Dynamische Optimierung	12
1.4.3	Entscheidungsbaumverfahren	12
1.4.4	Netzplantechnik	13
1.4.5	Warteschlangentheorie	13
1.4.6	Spieltheorie	13
1.4.7	Simulation	14
1.4.8	Heuristische Verfahren	14
2	Grundlagen der Linearen Optimierung	15
2.1	Optimales Produktionsprogramm	15
2.1.1	Graphische Lösung	18
2.1.2	Simplexmethode	25
2.2	Mischungsproblem (zulässige Ausgangslösung)	42
2.3	Das allgemeine lineare Programm und Sonderfälle	50
2.3.1	Das allgemeine lineare Programm	50
2.3.2	Nichtexistenz einer zulässigen (Basis-) Lösung	53
2.3.3	Nichtexistenz einer endlichen Optimallösung	54
2.4	Zusammenfassende Darstellung der Simplexmethode anhand eines Beispiels	55

2.5	Dualität.....	59
2.6	Die Lösung eines Problems der Linearen Optimierung mit dem PC	66
2.6.1	Eingabe und Ausgabe (formalproblemmah).....	67
2.6.2	Eingabe und Ausgabe (realproblemmäher).....	71
3	Verfahren zur Lösung des Transportproblems.....	75
3.1	Beispiel zum klassischen Transportproblem.....	75
3.2	Allgemeine Darstellung des klassischen Transportproblems.....	77
3.3	Lösung nach der Stepping-Stone-Methode.....	79
3.4	Modi-Methode.....	85
3.5	Entartung.....	90
3.6	Vergleich von Stepping-Stone-Methode und Simplexmethode.....	91
3.7	Erweiterungen des Transportmodells.....	92
3.7.1	Angebot größer als Nachfrage.....	92
3.7.2	Nachfrage größer als Angebot.....	93
3.7.3	Unterschiedliche Produktionskosten.....	94
4	Sensitivitätsanalyse in der Linearen Optimierung.....	99
4.1	Aufgaben der Sensitivitätsanalyse.....	99
4.2	Graphische Betrachtungen zur Sensitivitätsanalyse.....	100
4.2.1	Änderung des Deckungsbeitrags eines Produkts (eines Zielfunktionskoeffizienten).....	101
4.2.2	Gradientenbetrachtung bei Deckungsbeitragsänderungen.....	105
4.2.3	Änderung einer Faktormenge (eines Werts auf der rechten Seite).....	108
4.3	Beziehungen zwischen Anfangs- und Endtableau.....	110
4.3.1	Beziehungen für die Zielfunktionszeile.....	112
4.3.2	Beziehungen für die Zeilen der Nebenbedingungen.....	114
4.3.3	Formale Darstellung der Beziehungen zwischen Anfangs- und Endtableau.....	117
4.4	Analytische Sensitivitätsanalyse.....	120
4.4.1	Änderung von Kapazitäten (von Werten auf der rechten Seite) ...	121
4.4.2	Änderungen der Deckungsbeiträge einzelner Produkte (der Zielfunktionskoeffizienten).....	126
4.4.2.1	Deckungsbeitragsänderungen bei einem der im optimalen Produktionsprogramm nicht enthaltenen Produkte.....	126
4.4.2.2	Deckungsbeitragsänderungen bei einem der im optimalen Produktionsprogramm enthaltenen Produkte.....	130
4.4.3	Änderung einzelner Produktionskoeffizienten (von Koeffizienten auf der linken Seite der Restriktionen).....	132

4.4.4	Einführung eines neuen Produkts (einer neuen Strukturvariablen).....	134
4.4.5	Auftreten zusätzlicher Beschränkungen.....	135
4.5	Zusammenfassende ökonomische Interpretation der Größen eines Simplextableaus für ein Programmplanungsproblem.....	140
4.6	Sensitivitätsanalyse innerhalb eines Tabellenkalkulations- programms auf dem PC.....	143
5	Ganzzahlige Lineare Optimierung.....	149
5.1	Einführung.....	149
5.2	Lösungsverfahren.....	153
5.2.1	Das Cutting Plane-Verfahren von Gomory.....	153
5.2.1.1	Beschreibung des Verfahrens.....	153
5.2.1.2	Ableitung der Schnittrestriktionen.....	154
5.2.1.3	Auswahl einer optimalen Schnittbedingung.....	160
5.2.1.4	Anwendung des Verfahrens.....	163
5.2.2	Das Branch and Bound-Verfahren von Dakin.....	169
5.2.2.1	Das Branch and Bound-Prinzip.....	169
5.2.2.2	Der Ablauf des Verfahrens von Dakin.....	170
5.2.2.3	Rechenschritte zum Algorithmus von Dakin.....	177
6	Nichtlineare Optimierung.....	185
6.1	Einführung.....	185
6.1.1	Allgemeine Formulierung eines nichtlinearen Optimierungsmodells.....	185
6.1.2	Das Problem der Programmplanung als Anwendungsbeispiel zur Nichtlinearen Optimierung.....	187
6.1.3	Graphische Darstellung eines konkreten quadratischen Programmplanungsproblems.....	191
6.2	Grundlagen der Nichtlinearen Optimierung.....	194
6.2.1	Klassifikation nichtlinearer Optimierungsmodelle.....	194
6.2.1.1	Konvexität von Mengen und Funktionen.....	194
6.2.1.2	Konvexe Optimierungsmodelle und ihre Eigenschaften.....	200
6.2.1.3	Quadratische Optimierungsmodelle.....	205
6.2.1.4	Zusammenfassende Klassifikation von NLO-Modellen.....	209
6.2.2	Optimalitätsbedingungen: Das Kuhn-Tucker-Theorem.....	210
6.2.2.1	Darstellung und Bedeutung der Kuhn-Tucker-Bedingungen.....	210
6.2.2.2	Darstellung der Kuhn-Tucker-Bedingungen am Zahlenbeispiel.....	213
6.3	Verfahren der Nichtlinearen Optimierung.....	215

6.3.1	Überblick.....	215
6.3.2	Das Verfahren von Wolfe.....	217
6.3.3	Gradientenverfahren.....	224
6.3.3.1	Einführung.....	224
6.3.3.2	Das Grundkonzept der Gradientenverfahren.....	227
6.3.3.3	Das Verfahren der projizierten Gradienten von Rosen.....	229
6.3.4	Das Verfahren SUMT.....	239
7	Dynamische Optimierung.....	249
7.1	Grundbegriffe der Dynamischen Optimierung.....	249
7.2	Das Produktionsglättungsproblem als Anwendungsbeispiel zur Dynamischen Optimierung.....	258
7.3	Erweiterungen.....	267
8	Literaturverzeichnis.....	269
9	Sachverzeichnis.....	277