

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung .....</b>	<b>1</b>
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
<b>2</b>	<b>Grundlagen der Linearen Optimierung .....</b>	<b>15</b>
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 (formalproblemnah).....	67
2.6.2	Eingabe und Ausgabe (realproblemnäher) .....	71
<b>3</b>	<b>Verfahren zur Lösung des Transportproblems .....</b>	<b>75</b>
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
<b>4</b>	<b>Sensitivitätsanalyse in der Linearen Optimierung .....</b>	<b>99</b>
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
<b>5</b>	<b>Ganzzahlige Lineare Optimierung.....</b>	<b>149</b>
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
<b>6</b>	<b>Nichtlineare Optimierung.....</b>	<b>185</b>
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

**XII        Inhaltsverzeichnis**

<b>6.3.1</b>	<b>Überblick.....</b>	<b>215</b>
<b>6.3.2</b>	<b>Das Verfahren von Wolfe .....</b>	<b>217</b>
<b>6.3.3</b>	<b>Gradientenverfahren.....</b>	<b>224</b>
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
<b>6.3.4</b>	<b>Das Verfahren SUMT .....</b>	<b>239</b>
<b>7</b>	<b>Dynamische Optimierung .....</b>	<b>249</b>
7.1	Grundbegriffe der Dynamischen Optimierung .....	249
7.2	Das Produktionsglättungsproblem als Anwendungsbeispiel zur Dynamischen Optimierung .....	258
7.3	Erweiterungen.....	267
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>269</b>
<b>9</b>	<b>Sachverzeichnis.....</b>	<b>277</b>