

Inhaltsverzeichnis

Optimiermethoden

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1. | Definition der Grundbegriffe | 1 |
| 2. | Lineares Programmieren | 6 |
| 2.1 | Einführung der Grundmerkmale des Linearen Programmierens am Maximumproblem | 6 |
| 2.2 | Minimumproblem | 8 |
| 2.3 | Dualität | 10 |
| 2.4 | Ungleichungen als Nebenbedingungen und Schlupfvariablen | 10 |
| 2.5 | Simplexmethode von <i>DANTZIG</i> | 13 |
| 2.5.1 | Maximumproblem | 13 |
| 2.5.2 | Minimumproblem | 25 |
| 2.5.3 | Allgemeines Problem | 34 |
| 3. | Dynamisches Programmieren | 42 |
| 3.1 | Grundbegriffe | 42 |
| 3.1.1 | Mehrstufige Entscheidungsprozesse | 42 |
| 3.1.2 | Einführung der Grundmerkmale des Dynamischen Programmierens | 43 |
| 3.1.3 | Einführungsbeispiel | 47 |
| 3.1.4 | Verallgemeinerung der Definitionen | 51 |
| 3.2 | Beispiele zum Dynamischen Programmieren | 54 |
| 3.3 | Bemerkungen zur praktischen Anwendung | 63 |
| 4. | Hill-Climbing | 65 |
| 4.1 | Eindimensionale Probleme | 65 |
| 4.1.1 | Grundbegriffe | 65 |
| 4.1.2 | Eindimensionale Optimierprobleme bei mehrdimensionalen Zielfunktionen | 67 |
| 4.1.3 | Bewertungsmaßstäbe für eindimensionale Suchmethoden | 68 |
| 4.1.4 | Optimiermethoden für eindimensionale Probleme | 72 |
| 4.1.4.1 | Äquidistante Suche | 72 |
| 4.1.4.2 | <i>FIBONACCI</i> -Suche | 73 |
| 4.1.4.3 | Suche mit einer Ersatzfunktion | 79 |
| 4.2 | Mehrdimensionale Probleme | 86 |
| 4.2.1 | Grundbegriffe und Vereinbarungen | 86 |
| 4.2.2 | Klassifizierung und Prinzipien der Hill-Climbing-Methoden für mehrdimensionale Probleme | 89 |
| 4.2.2.1 | Sukzessive Variation der Variablen | 89 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 4.2.2.2 | Methode des steilsten Abstiegs | 92 |
| 4.2.2.3 | <i>NEWTON-RAPHSON</i> -Methode | 95 |
| 4.2.3 | Vor- und Nachteile bestimmter Optimierprinzipien | 97 |
| 4.2.4 | Grundgedanken und Hilfsmittel für verbesserte Hill-Climbing-Methoden | 98 |
| 4.2.5 | Verbesserte Hill-Climbing-Methoden | 100 |
| 4.2.5.1 | Suchmethoden | 100 |
| 4.2.5.1.1 | <i>HOOKE-JEEVES</i> -Methode | 100 |
| 4.2.5.1.2 | <i>ROSENBROCK</i> -Methode | 106 |
| 4.2.5.1.3 | <i>POWELL</i> -Methoden | 112 |
| 4.2.5.1.4 | Simplex-Methode | 126 |
| 4.2.5.1.5 | <i>NELDER-MEAD</i> -Methode | 127 |
| 4.2.5.2 | Gradientenmethoden | 132 |
| 4.2.5.2.1 | <i>FLETCHER-POWELL</i> -Methode | 132 |
| 4.2.5.2.2 | <i>FLETCHER-REEVES</i> -Methode | 139 |
| 5. | Optimierprobleme mit Nebenbedingungen | 146 |
| 5.1 | Nebenbedingungen in Form von Gleichungen | 146 |
| 5.1.1 | Substitution | 146 |
| 5.1.2 | Begrenzte Variation | 148 |
| 5.1.3 | <i>LAGRANGE</i> sche Multiplikatoren | 150 |
| 5.2 | Nebenbedingungen in Form von Ungleichungen | 153 |
| 5.2.1 | Transformationen | 153 |
| 5.2.2 | Straffunktionen | 156 |
| 5.2.3 | Complex-Methode | 164 |
| 5.2.4 | Hemstitching | 164 |
| 5.2.5 | <i>GOLDFARB</i> -Methode | 167 |
| 5.2.6 | Nichtlineares Programmieren | 177 |
| 6. | Minimierung von Quadratsummen | 178 |
| 6.1 | <i>GAUSS-NEWTON</i> -Methode | 180 |
| 6.2 | <i>LEVENBERG</i> -Methode | 184 |
| 6.3 | <i>MARQUARDT</i> -Methode | 187 |
| 6.4 | <i>POWELL</i> -Methode | 191 |
| 6.5 | Zusammenfassung und Rechenergebnisse | 196 |
| 7. | Anwendungsbeispiele aus dem Chemie-Ingenieur-Wesen | 200 |
| 7.1 | Optimierung einer Anlage zur Herstellung von Styrol aus Äthylbenzol | 200 |
| 7.1.1 | Ermittlung eines Anlagenmodells | 200 |
| 7.1.2 | Optimierung des Anlagenmodells | 207 |
| 7.2 | Literaturzusammenstellung typischer Optimieraufgaben | 214 |

Mathematische Grundlagen

| | | |
|---------|---|-----|
| A 1. | Vektoren und Matrizen | 224 |
| A 1.1 | Grundbegriffe und Definitionen | 224 |
| A 1.2 | Eigenschaften von Vektoren | 227 |
| A 1.2.1 | Lineare Unabhängigkeit von Vektoren | 227 |
| A 1.2.2 | Entwicklung eines Vektors in einer Basis | 228 |
| A 1.2.3 | Skalares Produkt zweier Vektoren | 231 |
| A 1.2.4 | Betrag eines Vektors | 231 |
| A 1.2.5 | Ableitung von Vektoren und skalaren Vektorprodukten | 232 |
| A 1.3 | Eigenschaft von Matrizen | 233 |
| A 1.3.1 | Einfache Rechenregeln für Matrizen | 233 |
| A 1.3.2 | Matrizenprodukt | 234 |
| A 1.3.3 | Besondere Gesetze bei der Matrizenmultiplikation | 234 |
| A 1.3.4 | Determinante, <i>CRAMERS</i> che Regel, Rang einer Matrix | 235 |
| A 1.3.5 | Eigenwerte und Eigenvektoren einer Matrix | 236 |
| A 1.4 | <i>TAYLOR</i> -Entwicklung in Matrizenschreibweise | 237 |
| A 1.5 | Quadratische Form | 237 |
| A 2. | <i>FIBONACCI</i> -Zahlen | 238 |
| A 3. | <i>HERMITE</i> sche Polynome | 239 |
| A 4. | Konjugierte Richtungen | 244 |
| A 5. | <i>GRAM-SCHMIDT</i> -Methode | 245 |
| A 6. | Extrema bei Einschränkungen durch Gleichungen | 247 |
| A 7. | Projektionsmatrizen | 249 |
| | Literaturverzeichnis | 251 |
| | Stichwortverzeichnis | 256 |