

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|------------|---|------------|
| III | Lineare Algebra | 1 |
| 15 | Matrizen | 3 |
| 15.1 | Vorbemerkung | 3 |
| 15.2 | Ökonomische Problembeispiele | 4 |
| 15.3 | Grundbegriffe | 14 |
| 15.4 | Einfache Rechenoperationen | 28 |
| 15.5 | Multiplikation von Matrizen | 33 |
| 15.6 | Das Rechnen mit Matrizen | 53 |
| 15.7 | Vergleich von Matrizen | 69 |
| 15.8 | Aufgaben | 77 |
| 16 | Modellierungs- und Problembeispiele | 81 |
| 16.1 | Was ist mathematische Modellierung? | 81 |
| 16.2 | Verflechtungsmodelle | 82 |
| 16.3 | Das 1-Schritt-Verflechtungsmodell | 83 |
| 16.4 | Einfache Mehrschrittmodelle | 89 |
| 16.5 | Mehrschrittmodelle mit Sprüngen | 97 |
| 16.6 | Komplexe Verflechtungsmodelle | 101 |
| 16.7 | Probleme mit Rückflüssen | 109 |
| 16.8 | Aufgaben | 116 |
| 17 | Vektoren | 121 |
| 17.1 | Grundlagen | 121 |
| 17.2 | Die “Länge” von Vektoren | 129 |
| 17.3 | Geradengleichungen | 130 |
| 17.4 | Ebenengleichungen | 144 |
| 17.5 | Das Skalarprodukt im \mathbb{R}^n | 151 |
| 17.6 | Aufgaben | 165 |

| | |
|---|------------|
| 18 Lineare Räume | 169 |
| 18.1 Vorbemerkung | 169 |
| 18.2 Der Begriff des linearen Raumes | 169 |
| 18.3 Linearkombinationen und Basen | 174 |
| 18.4 Basiswechsel und Austauschverfahren | 196 |
| 18.5 Lineare Teilräume | 216 |
| 18.6 Erzeugendensysteme, lineare Hülle | 223 |
| 18.7 Basisergänzung und Austauschsatz | 238 |
| 18.8 Euklidische Räume und Orthogonalprojektion | 238 |
| 18.9 Lineare Abbildungen | 247 |
| 18.10 Ausblick: Normierte Räume und Erweiterungen | 251 |
| 18.11 Aufgaben | 253 |
| 19 Lineare Gleichungssysteme | 261 |
| 19.1 Begriffe | 261 |
| 19.2 Eine geometrische Interpretation | 266 |
| 19.3 Zur Lösbarkeit | 270 |
| 19.4 Struktur der Lösungsmenge | 278 |
| 19.5 Dimensionsaussagen | 283 |
| 19.6 Zusammenfassung | 283 |
| 19.7 Praktische Lösung mit dem Austauschverfahren | 289 |
| 19.8 Andere Lösungsverfahren | 304 |
| 19.9 Nichtnegative und ganzzahlige Lösungen | 311 |
| 19.10 Aufgaben | 316 |
| 20 Determinanten und Anwendungen | 321 |
| 20.1 Motivation und Definition | 321 |
| 20.2 Einfache Berechnungsbeispiele | 324 |
| 20.3 Eine allgemeine Berechnungsformel | 329 |
| 20.4 Determinantberechnung nach Laplace | 331 |
| 20.5 Berechnung nach dem Austauschverfahren | 335 |
| 20.6 Weitere Eigenschaften und Rechenregeln | 342 |
| 20.7 Die Cramersche Regel | 347 |
| 20.8 Matrixinversion | 350 |
| 20.9 Eigenwerte | 351 |
| 20.10 Eigenvektoren | 361 |
| 20.11 Diagonalisierung von Matrizen | 365 |
| 20.12 Aufgaben | 370 |
| 21 Quadratische Formen und Definitheit | 375 |
| 21.1 Motivation und Definition | 375 |
| 21.2 Definitheit symmetrischer Matrizen | 376 |

| | |
|--|------------|
| 21.3 Definitheitsprüfung mittels Hesse-Determinanten | 386 |
| 21.4 Prüfung auf Semidefinitheit | 393 |
| 21.5 Nützliche Ergänzungen und “Schnelltests” | 398 |
| 21.6 Aufgaben | 401 |
| 22 Konvexe Mengen und lineare Ungleichungen | 403 |
| 22.1 Motivation | 403 |
| 22.2 Konvexe Mengen und verwandte Begriffe | 404 |
| 22.3 Lineare Ungleichungen | 429 |
| 22.4 Systeme linearer Ungleichungen | 433 |
| 22.5 Aufgaben | 441 |
| 23 Einfache lineare Optimierung | 447 |
| 23.1 Vorbemerkung | 447 |
| 23.2 Grafisch lösbarer Probleme | 447 |
| 23.3 Allgemeines über LO-Probleme | 468 |
| 23.4 Das Simplexverfahren für Standardprobleme | 475 |
| 23.5 Dualität | 518 |
| 23.6 Aufgaben | 525 |
| Anhang I: Begründungen | 531 |
| Kapitel 15 | 531 |
| Kapitel 18 | 531 |
| Kapitel 19 | 537 |
| Kapitel 20 | 539 |
| Kapitel 21 | 542 |
| Kapitel 22 | 542 |
| Anhang II: Lösungen ausgewählter Übungsaufgaben | 545 |
| Kapitel 15 | 545 |
| Kapitel 16 | 549 |
| Kapitel 17 | 552 |
| Kapitel 18 | 554 |
| Kapitel 19 | 556 |
| Kapitel 20 | 559 |
| Kapitel 21 | 561 |
| Kapitel 22 | 562 |
| Kapitel 23 | 563 |
| Literaturverzeichnis | 567 |
| Symbolverzeichnis | 569 |