

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----|
| 1 | Einführung | |
| 1.1 | Was ist Simulation ? | 4 |
| 1.2 | Der Umgang mit dem Zufall..... | 5 |
| 1.3 | Die Monte Carlo Methode | 6 |
| 1.4 | Die Verwendung von Zufallszahlen | 8 |
| 1.5 | Erste Beispiele | 9 |
| 1.6 | Einsatz von Simulation | 14 |
| 1.7 | Aufgaben | 17 |
| 2 | Erzeugung von Zufallsvariablen | |
| 2.1 | Zufallszahlen | 21 |
| 2.2 | Die Inversionsmethode | 34 |
| 2.3 | Die Verwerfungsmethode..... | 44 |
| 2.4 | Die Faltungsmethode | 50 |
| 2.5 | Die Alias-Methode..... | 54 |
| 2.6 | Die Kompositionsmethode | 57 |
| 2.7 | Berücksichtigung weiterer Verteilungszusammenhänge... | 62 |
| 2.8 | Erzeugung mehrdimensionaler Zufallsvariablen..... | 66 |
| 2.9 | Aufgaben | 70 |
| 3 | Ereignisorientierte Simulation | |
| 3.1 | Einführung | 77 |
| 3.2 | Komponenten und Organisation eines ereignisorientierten Simulationsmodells | 79 |
| 3.3 | Anwendung auf ein Wartesystem | 84 |
| 3.4 | Anwendung auf ein Lagersystem | 87 |
| 3.5 | Prozessorientierte Simulation | 92 |
| 3.6 | Softwarelösungen zur Simulation | 94 |
| 3.7 | Java-Codes | 97 |
| 3.8 | Aufgaben | 106 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 4 | Output Analyse: Statistische Auswertung der Simulationsergebnisse | |
| 4.1 | Die Darstellung einer Kenngröße als Erwartungswert | 111 |
| 4.2 | Stichprobenmittel und Stichprobenvarianz | 112 |
| 4.3 | Statische Modelle | 114 |
| 4.4 | Dynamische Modelle mit begrenzter Dauer | 119 |
| 4.5 | Dynamische Modelle mit unbegrenzter Dauer | 121 |
| 4.6 | Multivariate Output-Analyse | 125 |
| 4.7 | Aufgaben | 127 |
| 5 | Statische Simulationsmodelle | |
| 5.1 | Monte Carlo Integration | 131 |
| 5.2 | Zuverlässigkeit komplexer Systeme | 137 |
| 5.3 | Netzpläne mit stochastischen Vorgangsdauern | 141 |
| 5.4 | Aufgaben | 146 |
| 6 | Input Analyse: Festlegung der Eingabegrößen | |
| 6.1 | Die Auswahl Schritte im Überblick | 149 |
| 6.2 | Exemplarische Modellierung von Schadenshöhen | 151 |
| 6.3 | Exemplarische Modellierung von Schadenshäufigkeiten .. | 157 |
| 6.4 | Auswahl einer Input-Verteilung bei fehlenden Daten | 160 |
| 6.5 | Bayessche Schätzverfahren | 161 |
| 6.6 | Aufgaben | 174 |
| 7 | Varianzreduzierende Verfahren | |
| 7.1 | Antithetic Sampling | 178 |
| 7.2 | Die Verwendung einer Kontrollvariablen | 182 |
| 7.3 | Varianzreduktion durch Bedingen | 185 |
| 7.4 | Stratified Sampling | 190 |
| 7.5 | Die Verwendung gemeinsamer Zufallszahlen | 193 |
| 7.6 | Importance Sampling | 196 |
| 7.7 | Ein verfahrenübergreifendes Beispiel | 205 |
| 7.8 | Ergänzende Beweise | 211 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 7.9 | Aufgaben | 213 |
| 8 | Markov-Ketten | |
| 8.1 | Definition und Grundlagen | 219 |
| 8.2 | Ersteintrittszeiten und Absorptionsverhalten | 224 |
| 8.3 | Asymptotisches Verhalten und stationäre Verteilung | 228 |
| 8.4 | Bewertete Markov-Ketten | 233 |
| 8.5 | Markovsche Entscheidungsprozesse | 235 |
| 8.6 | Simulation einer Markov-Kette | 236 |
| 8.7 | Das Metropolis Hastings Verfahren | 237 |
| 8.8 | Das Gibbs Sampling Verfahren | 241 |
| 8.9 | Festlegung der Eingangsgrößen einer Markov-Kette | 243 |
| 8.10 | Aufgaben | 244 |
| 9 | Poisson-Prozesse | |
| 9.1 | Der homogene Poisson-Prozess | 249 |
| 9.2 | Der inhomogene Poisson-Prozess | 251 |
| 9.3 | Der zusammengesetzte Poisson-Prozess | 252 |
| 9.4 | Überlagerung und Zerlegung von Poisson-Prozessen | 253 |
| 9.5 | Simulation eines Poisson-Prozesses | 255 |
| 9.6 | Cox-Prozesse | 258 |
| 9.7 | Festlegung der Eingangsgrößen eines Poisson-Prozesses .. | 258 |
| 9.8 | Aufgaben | 259 |
| 10 | Markov-Prozesse | |
| 10.1 | Definition und Grundlagen | 263 |
| 10.2 | Asymptotisches Verhalten und stationäre Verteilung | 266 |
| 10.3 | Ein praxisnaher Zugang | 268 |
| 10.4 | Geburts- und Todesprozesse | 272 |
| 10.5 | Bewertete Markov-Prozesse | 273 |
| 10.6 | Simulation eines Markov-Prozesses | 275 |
| 10.7 | Festlegung der Eingangsgrößen eines Markov-Prozesses .. | 276 |
| 10.8 | Aufgaben | 277 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 11 | Wartesysteme | |
| 11.1 | Beschreibung eines Wartesystems | 281 |
| 11.2 | Kenngrößen eines Wartesystems | 283 |
| 11.3 | Wartesysteme, die auf einem Markov-Prozess basieren... | 284 |
| 11.4 | Wartesysteme mit eingebetteter Markov-Kette | 289 |
| 11.5 | Jackson Netzwerke | 291 |
| 11.6 | G/G/c - Systeme und deren Simulation | 296 |
| 11.7 | Festlegung der Eingangsgrößen eines Wartesystems | 297 |
| 11.8 | Aufgaben | 298 |
| | Anhang | 298 |
| A | Wahrscheinlichkeitstheorie | |
| A.1 | Zufallsexperimente, Ereignisse und Wahrscheinlichkeiten | 301 |
| A.2 | Zufallsvariable | 304 |
| A.3 | Ausgewählte Verteilungen | 306 |
| A.4 | Erwartungswert und Varianz | 325 |
| A.5 | Mehrdimensionale Zufallsvariable | 327 |
| A.6 | Die multivariate Normalverteilung | 333 |
| A.7 | Summen von unabhängigen Zufallsvariablen | 335 |
| A.8 | Gemischte Verteilungen | 337 |
| A.9 | Bedingte Wahrscheinlichkeit und bedingter Erwartungswert | 339 |
| A.10 | Zusammengesetzte Verteilungen | 344 |
| A.11 | Grenzwertsätze | 345 |
| B | Statistik | |
| B.1 | Stichprobenverfahren | 351 |
| B.2 | Stichprobenverteilungen | 353 |
| B.3 | Punkt-Schätzung | 358 |
| B.4 | Die Momentenmethode | 359 |
| B.5 | Die Maximum Likelihood Methode | 361 |
| B.6 | Die Maximum Likelihood Methode bei zensierten Daten | 364 |

| | | |
|-------------|--------------------------------|------------|
| B.7 | Intervall-Schätzung | 367 |
| B.8 | Testen von Hypothesen | 373 |
| B.9 | Anpassungstests | 379 |
| B.10 | Tests auf Unabhängigkeit | 395 |
| B.11 | Ausgewählte Tabellen | 401 |
| | Symbolverzeichnis | 407 |
| | Literatur | 408 |
| | Index | 411 |