

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. System und Modell.....                                                 | 1  |
| 1.1 Systeme.....                                                          | 1  |
| 1.1.1 Beispiele.....                                                      | 1  |
| 1.1.2 Klassifizierung der Systeme.....                                    | 2  |
| 1.2 Modelle.....                                                          | 3  |
| 1.2.1 Systeme mit gemeinsamer Struktur.....                               | 3  |
| 1.2.2 Modelltypen.....                                                    | 5  |
| 1.3 Simulationssprachen.....                                              | 6  |
| 1.3.1 Aufbau des Modells.....                                             | 6  |
| 1.3.2 Modellformulation und Anwendungsbereich.....                        | 7  |
| 1.4 GPSS-F.....                                                           | 8  |
| 1.4.1 Transaction-orientierte Systeme.....                                | 8  |
| 1.4.2 Das FORTRAN-Programmpaket GPSS-F.....                               | 9  |
| 1.4.3 Anwendungsbeispiele.....                                            | 10 |
| 1.5 Entwicklung von Modellen.....                                         | 11 |
| 1.5.1 Systemanalyse.....                                                  | 12 |
| 1.5.2 Entwicklung des Modells.....                                        | 13 |
| 1.5.3 Bestätigung des Modells.....                                        | 14 |
| 1.5.4 Durchführung der Simulationsversuche.....                           | 15 |
| 1.5.5 Ergebnisanalyse.....                                                | 16 |
| 2. Aufbau von GPSS-F.....                                                 | 17 |
| 2.1 Übersicht.....                                                        | 17 |
| 2.2 Datenbereich für Transactions.....                                    | 19 |
| 2.3 Ereignissteuerung.....                                                | 21 |
| 2.3.1 Die Ereignisliste.....                                              | 21 |
| 2.3.2 EVENT 1.....                                                        | 23 |
| 2.3.3 EVENT 2.....                                                        | 24 |
| 2.3.4 AKTIV.....                                                          | 27 |
| 2.4 Unterprogramme zur Erzeugung und<br>Vernichtung von Transactions..... | 28 |

|       |                                                    |    |
|-------|----------------------------------------------------|----|
| 2.4.1 | GENERA.....                                        | 28 |
| 2.4.2 | TERMIN.....                                        | 30 |
| 2.5   | Unterprogramme zur Steuerung von Transactions..... | 31 |
| 2.5.1 | ADVANC.....                                        | 31 |
| 2.5.2 | BUFFER.....                                        | 32 |
| 2.5.3 | DBLOCK.....                                        | 33 |
| 2.6   | Der GPSS-F Rahmen.....                             | 34 |
| 2.6.1 | Der Rahmen.....                                    | 34 |
| 2.6.2 | INIT1.....                                         | 36 |
| 2.6.3 | INIT2.....                                         | 37 |
| 2.6.4 | RESET.....                                         | 38 |
| 3.    | Bedienstationen und Speicher.....                  | 40 |
| 3.1   | Der LOCK-Vektor.....                               | 40 |
| 3.2   | Facilities.....                                    | 41 |
| 3.2.1 | SEIZE.....                                         | 42 |
| 3.2.2 | PREEMP.....                                        | 43 |
| 3.2.3 | RELEAS.....                                        | 46 |
| 3.3   | Storages.....                                      | 47 |
| 3.3.1 | Der Aufbau der Storages.....                       | 47 |
| 3.3.2 | ENTER.....                                         | 51 |
| 3.3.3 | LEAVE.....                                         | 53 |
| 3.3.4 | ALLOC.....                                         | 55 |
| 3.3.5 | FREE.....                                          | 59 |
| 3.4   | Der OK-Mechanismus.....                            | 61 |
| 4.    | Policies und Strategien.....                       | 63 |
| 4.1   | Policies.....                                      | 63 |
| 4.1.1 | Policies zur Abarbeitung von Warteschlangen.....   | 63 |
| 4.1.2 | FIFO (First In, First Out).....                    | 64 |
| 4.1.3 | LIFO (Last In, First Out).....                     | 64 |
| 4.1.4 | SJF (Shortest Job First).....                      | 65 |
| 4.1.5 | Round Robin.....                                   | 65 |
| 4.1.6 | LFB (Limited Feedback).....                        | 66 |
| 4.2   | Policies in GPSS-F.....                            | 66 |
| 4.2.1 | POLICY.....                                        | 67 |
| 4.2.2 | PFIFO.....                                         | 69 |
| 4.2.3 | FIFO.....                                          | 70 |
| 4.3   | Strategien.....                                    | 71 |
| 4.3.1 | Speicherbelegung.....                              | 72 |
| 4.3.2 | FFIT (First Fit).....                              | 72 |
| 4.3.3 | BFIT (Best Fit).....                               | 73 |

|       |                                                                |     |
|-------|----------------------------------------------------------------|-----|
| 4.3.4 | SAT (Shortest Access-Time).....                                | 73  |
| 4.3.5 | Segmentierung.....                                             | 74  |
| 4.3.6 | Shift.....                                                     | 74  |
| 4.3.7 | Speicherfreigabe.....                                          | 75  |
| 4.4   | Strategien in GPSS-F.....                                      | 75  |
| 4.4.1 | STRATA und STRATF.....                                         | 76  |
| 4.4.2 | FFIT.....                                                      | 77  |
| 4.4.3 | BFIT.....                                                      | 78  |
| 5.    | Die Steuerung von Transactions.....                            | 80  |
| 5.1   | Umleitung.....                                                 | 80  |
| 5.1.1 | Umleitung auf Grund des Systemzustandes.....                   | 81  |
| 5.1.2 | TRANSF.....                                                    | 81  |
| 5.2   | Blockieren auf Grund des Systemzustandes.....                  | 82  |
| 5.2.1 | Die Prüfung der Blockierbedingung.....                         | 82  |
| 5.2.2 | Private und globale Parameter in<br>der Blockierbedingung..... | 83  |
| 5.3   | Gates.....                                                     | 84  |
| 5.3.1 | GATE1.....                                                     | 84  |
| 5.3.2 | GATE2.....                                                     | 87  |
| 5.3.3 | Der IT-Mechanismus.....                                        | 89  |
| 5.4   | Gather-Stationen.....                                          | 90  |
| 5.4.1 | Koordinierung in einem Bearbeitungszweig.....                  | 90  |
| 5.4.2 | GATHR2.....                                                    | 90  |
| 5.5   | User-Chains.....                                               | 94  |
| 5.5.1 | Die Koordination in parallelen<br>Bearbeitungszweigen.....     | 94  |
| 5.5.2 | LINK2.....                                                     | 95  |
| 5.5.3 | UNLIN2.....                                                    | 97  |
| 6.    | Die Family.....                                                | 100 |
| 6.1   | Die Zusammengehörigkeit von Aufträgen.....                     | 100 |
| 6.2   | Datenbereiche für die Family.....                              | 100 |
| 6.3   | Erzeugung und Vernichtung von Family-Mitgliedern.....          | 102 |
| 6.3.1 | SPLIT.....                                                     | 102 |
| 6.3.2 | ASSEMB.....                                                    | 104 |
| 6.4   | Die Koordination von Family-Mitgliedern.....                   | 106 |
| 6.4.1 | Gather-Stationen vom Typ 1.....                                | 106 |
| 6.4.2 | GATHR1.....                                                    | 106 |
| 6.4.3 | User-Chains vom Typ 1.....                                     | 109 |
| 6.4.4 | LINK1.....                                                     | 110 |
| 6.4.5 | UNLIN1.....                                                    | 113 |

|                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 7. Die Erzeugung von Zufallszahlen.....                                                        | 116 |
| 7.1 Generatoren für Zufallszahlen.....                                                         | 116 |
| 7.2 Erzeugung gleichverteilter Zufallszahlen.....                                              | 117 |
| 7.3 Erzeugung von Zufallszahlen einer beliebigen Verteilung.....                               | 118 |
| 7.3.1 Erzeugung von Zufallszahlen mit Hilfe der Umkehrfunktion.....                            | 118 |
| 7.3.2 Die Erlang-Verteilung.....                                                               | 119 |
| 7.3.3 Die Gauss-Verteilung.....                                                                | 121 |
| 7.4 Zufallszahlen in GPSS-F.....                                                               | 122 |
| 7.4.1 Die Funktion RN.....                                                                     | 122 |
| 7.4.2 GLEICH.....                                                                              | 124 |
| 7.4.3 ERLANG.....                                                                              | 124 |
| 7.4.4 GAUSS.....                                                                               | 126 |
| 7.4.5 Benutzerhinweise.....                                                                    | 127 |
| 8. Unterprogramme zur Sammlung und Darstellung statistischen Materials.....                    | 129 |
| 8.1 Das Warteschlangenverhalten.....                                                           | 129 |
| 8.1.1 Charakteristische Größen einer Warteschlange.....                                        | 129 |
| 8.1.2 QUEUE.....                                                                               | 132 |
| 8.1.3 DEPART.....                                                                              | 134 |
| 8.1.4 ENDQUE.....                                                                              | 135 |
| 8.2 Anlegen und Auswerten von Häufigkeitstabellen.....                                         | 136 |
| 8.2.1 TABULA.....                                                                              | 136 |
| 8.2.2 EVALUE.....                                                                              | 138 |
| 8.2.3 GRAPH.....                                                                               | 140 |
| 8.3 Protokoll des Systemzustandes.....                                                         | 143 |
| 8.3.1 REPORT.....                                                                              | 143 |
| 8.3.2 SMLIST.....                                                                              | 146 |
| 9. Modelle.....                                                                                | 147 |
| 9.1 Die Ereignissteuerung.....                                                                 | 147 |
| 9.1.1 Modell Arztpraxis.....                                                                   | 147 |
| 9.1.2 GPSS-Rahmen.....                                                                         | 147 |
| 9.1.3 Die Ausdrücke für den Facility-Vektor, die Ereignisliste und die Transaction-Matrix..... | 151 |
| 9.1.4 Endergebnisse.....                                                                       | 152 |
| 9.1.5 Das Listing für das Modell.....                                                          | 152 |
| 9.2 Policies.....                                                                              | 159 |
| 9.2.1 Modell Reparaturwerkstätte.....                                                          | 159 |
| 9.2.2 Der Aufbau des Modells.....                                                              | 160 |
| 9.2.3 Der Programmablauf.....                                                                  | 161 |

|       |                                                              |     |
|-------|--------------------------------------------------------------|-----|
| 9.2.4 | Endergebnisse.....                                           | 161 |
| 9.2.5 | Das Listing für das Modell.....                              | 162 |
| 9.3   | Strategien.....                                              | 169 |
| 9.3.1 | Modell Rechenanlage.....                                     | 169 |
| 9.3.2 | Der Aufbau des Modells.....                                  | 171 |
| 9.3.3 | Der Einschwingvorgang.....                                   | 172 |
| 9.3.4 | Die Sammlung und Darstellung<br>statistischen Materials..... | 172 |
| 9.3.5 | Endergebnisse.....                                           | 173 |
| 9.3.6 | Das Listing für das Modell.....                              | 173 |
| 9.4   | Die Steuerung von Transactions.....                          | 181 |
| 9.4.1 | Modell Fahrstuhl.....                                        | 181 |
| 9.4.2 | Aufbau des Modells mit Hilfe<br>der Gates vom Typ 1.....     | 182 |
| 9.4.3 | Das Listing für das Modell mit<br>Gates vom Typ 1.....       | 183 |
| 9.4.4 | Aufbau des Modells mit Hilfe<br>der Gates vom Typ 2.....     | 189 |
| 9.4.5 | Das Listing für das Modell mit<br>Gates vom Typ 2.....       | 189 |
| 9.4.6 | Aufbau des Modells mit Hilfe<br>der User-Chains.....         | 190 |
| 9.4.7 | Das Listing für das Modell mit<br>User-Chains.....           | 190 |
| 9.4.8 | Endergebnisse.....                                           | 191 |
|       | Anhang.....                                                  | 193 |
| A1    | Verzeichnis der Systemvariablen.....                         | 193 |
| A2    | Beschreibung der Datenbestände.....                          | 196 |
| A3    | Listing des Rahmens.....                                     | 197 |
| A4    | Listing und Flußdiagramme für die Unterprogramme.....        | 202 |
| A5    | GPSS-Anpassparameter.....                                    | 292 |
|       | Literaturverzeichnis.....                                    | 294 |
|       | Sachverzeichnis.....                                         | 295 |