

# Modellgestützte Analyse und Optimierung

## Übungsblatt 1

Ausgabe: 07. April, Abgabe: keine/Präsenzblatt

### Aufgabe 1.1 Systembegriff

Cellier [Continuous System Modelling, Springer, 1991] definiert den Begriff *System* im Allgemeinen wie folgt:

„*System ist das, was als System erkannt wird.*“

1. Wie verhält sich der Begriff des *Modells* zu dieser Definition?

### Aufgabe 1.2 Simulation

In einer Fabrik werden Rohbauteile von einer Maschine der Reihe nach bearbeitet. Falls ein zu bearbeitendes Bauteil die Maschine besetzt vorfindet, wird es in einer FCFS-Warteschlange zwischengelagert bis die Maschine frei ist und das Bauteil bearbeitet werden kann. Messungen haben die in folgender Tabelle dargestellten Ankunftszeiten, Zwischenankunftszeiten und Bedienzeiten von einzelnen Bauteilen ergeben:

| Bauteil | Ankunftszeit | Zwischenankunftszeit | Bedienzeit |
|---------|--------------|----------------------|------------|
| 1       | 0.00         | 1.12                 | 1.35       |
| 2       | 1.12         | 2.90                 | 2.20       |
| 3       | 4.02         | 0.28                 | 3.39       |
| 4       | 4.30         | 0.43                 | 4.52       |
| 5       | 4.73         | 9.96                 | 2.20       |
| 6       | 14.69        | 1.96                 | 3.80       |
| 7       | 16.65        | 18.26                | 3.17       |
| 8       | 34.91        | 3.15                 | 3.36       |
| 9       | 38.06        | 1.76                 | 2.37       |
| 10      | 39.82        | 1.00                 | 5.38       |

Tabelle 1: Systemmessungen

1. Führen Sie eine Handsimulation für dieses einfache Warteschlangensystem durch (in Tabellenform, wie in der Vorlesung). Starten Sie zum Zeitpunkt  $t = 0$  mit einer leeren Warteschlange. Stoppen Sie die Simulation zum Zeitpunkt  $t = 20$ .

Überlegen Sie, welche Ereignisse betrachtet werden müssen. Stellen Sie die komplette Ereignisliste zu Beginn der Simulation und jeweils nach Eintritt eines Ereignisses dar. Überlegen Sie sich, welche Werte Sie mitprotokollieren müssen, um die Leistungsgrößen im Aufgabenteil (3) zu bestimmen.

2. Sei  $Q(t)$  die Anzahl Bauteile in der Warteschlange zum Zeitpunkt  $t$ . Sei  $B(t)$  ein boolescher Wert, der angibt, ob die Maschine zum Zeitpunkt  $t$  ausgelastet ist oder nicht, d. h.  $B(t) = 1$  falls die Maschine arbeitet und 0 sonst. Stellen Sie jeweils in einem Graphen den Verlauf von  $Q(t)$  und  $B(t)$  für  $0 \leq t \leq 20$  dar.
3. Bestimmen Sie folgende Leistungsgrößen am Ende der Simulation, indem Sie entsprechende (akkumulierte) Statistiken während der Simulation mitprokollieren:
  - Gesamtzahl der Bauteile, die bearbeitet wurden;
  - Durchschnittliche Wartezeit eines Bauteils in der Warteschlange;
  - Maximale Wartezeit eines Bauteils in der Warteschlange;
  - Durchschnittliche Gesamtzeit eines Bauteils im System;
  - Maximale Gesamtzeit eines Bauteils im System.
4. Sei  $S(t)$  die Anzahl Bauteile im System (d. h. in der Warteschlange und in Bearbeitung) zum Zeitpunkt  $t$ . Wie kann die mittlere Anzahl an Bauteilen im System aus obigen Leistungsgrößen bestimmt werden?

### Aufgabe 1.3 Warteschlangensystem

Betrachten Sie das Warteschlangensystem wie in Aufgabe 1.2. beschrieben. Nehmen Sie an, dass die Maschine zum Zeitpunkt  $t = 3$  für drei Zeiteinheiten wegen Wartungsarbeiten ausfällt. Danach bleibt sie für den Rest der Zeit (bis  $t = 20$ ) funktionstüchtig. Während der Ausfallzeit werden die Bauteile nicht wieder bearbeitet. Ein Bauteil, das sich zum Zeitpunkt des Ausfalls gerade in Bearbeitung befindet, wird nach der Ausfallzeit (für den Rest seiner Bearbeitungszeit) weiter bearbeitet. Der Ankunftsstrom neuer Bauteile wird durch den Ausfall der Maschine nicht beeinträchtigt.

1. Führen Sie Aufgabenteile 1.2.1-1.2.3 für das modifizierte Warteschlangensystem durch. Überlegen Sie, welche zusätzlichen Ereignisse betrachtet werden müssen. Betrachten Sie die Maschine während der Ausfallzeit als ausgelastet, also  $B(t) = 1$ .
2. Bestimmen Sie die Leistungsgröße „Auslastung der Maschine“ neu, indem Sie nicht nur zwei (ausgelastet/nicht ausgelastet) sondern die folgenden drei Zustände der Maschine unterscheiden.
  - Maschine ist nicht ausgefallen und bearbeitet gerade ein Teil,
  - Maschine ist nicht ausgefallen und bearbeitet gerade kein Teil,
  - Maschine ist ausgefallen (mit oder ohne aktueller Bearbeitung eines Bauteils).

## Informationen zur Übungsdurchführung:

Übungsgruppenleiterin: Iryna Felko, R. 123/Martin-Schmeißer-Weg 18, Mail: iryna.felko(at)udo.edu, Tel.: 5319, Sprechstunde n. V.

Übungstermine und Orte:

- Mi. 12:00-14:00 R. 204-205/Martin-Schmeißer-Weg 18
- Do. 14:00-16:00 R. E31/Martin-Schmeißer-Weg 16

## Erster Übungstermin: 16.04.2014 bzw. 17.04.2014

Die Anmeldung zu den Übungsgruppen erfolgt per Email an iryna.felko(at)udo.edu.

Die Verteilung der Übungsblätter erfolgt jeweils montags um 12:00 Uhr *online* unter:

[http://ls4-www.cs.tu-dortmund.de/cms/de/lehre/2014\\_ss/mao\\_uebung/index.html](http://ls4-www.cs.tu-dortmund.de/cms/de/lehre/2014_ss/mao_uebung/index.html)

Die bearbeiteten Aufgaben können bis zum folgenden Montag um 12:00 Uhr per Email an die Übungsgruppenleiterin verschickt werden. Die Besprechung der Übungsaufgaben erfolgt jeweils am folgenden Mittwoch.

Zum Erlangen eines Übungsscheins (nur für Diplomstudiengänge relevant) ist eine aktive Teilnahme an den Übungen notwendig, d. h. die gelösten Aufgaben müssen präsentiert werden. Des Weiteren müssen mindestens 60% der Gesamtpunktzahl erreicht werden. Gruppenabgaben von bis zu drei Personen sind erlaubt. Ab dem zweiten Übungsblatt enthält jedes Übungsblatt 12 Punkte.

Für das erste Übungsblatt werden noch **keine** Punkte vergeben. Die Lösung des ersten Übungsblattes ist also nicht abzugeben, allerdings ist auch hier eine aktive Mitarbeit in den Übungen erwünscht.

## Informationen zur Software Arena

Im späteren Teil der Übung werden Simulationen mit dem Programm **Arena** (Version 8.01) durchgeführt. Zu diesem Zweck stehen Rechner zur Verfügung zu denen Sie sich mit Ihrem Fakultätspool-Account (marvin-Account) anmelden können. Genauere Informationen finden Sie auf der Übungsseite. Zusätzlich bieten wir eine Studentenversion der Software an, die Sie auf Ihren Rechnern (Windows 2000/XP/7 vorausgesetzt) installieren können. Weitere Informationen finden Sie zeitnah auf den Übungsseiten. Stellen Sie bitte frühzeitig sicher, dass Sie Zugriff auf die Software haben, da Sie sonst ggf. Übungsaufgaben nicht bearbeiten können.

---

Vorlesung: [http://ls4-www.cs.tu-dortmund.de/cms/de/lehre/2014\\_ss/mao/index.html](http://ls4-www.cs.tu-dortmund.de/cms/de/lehre/2014_ss/mao/index.html)

Übung: [http://ls4-www.cs.tu-dortmund.de/cms/de/lehre/2014\\_ss/mao\\_uebung/index.html](http://ls4-www.cs.tu-dortmund.de/cms/de/lehre/2014_ss/mao_uebung/index.html)