

## **Fehlertolerante Systeme**

Sommersemester 2021  
(LV 7201)

### **3. Übungsblatt**

#### **Aufgabe 3.1**

Diskutieren Sie die Bedeutung der Ausfallrate  $\lambda$ , der Reparaturrate  $\mu$  und der mittleren Fehlerhäufigkeit  $v$  eines reparierbaren Systems. Entwickeln Sie hierzu ein geeignetes Fehlermodell.

- Welcher Zusammenhang besteht zwischen den genannten Zuverlässigkeits-Kenngrößen  $\lambda$ ,  $\mu$  und  $v$ ?
- Wie bestimmt sich die stationäre Unverfügbarkeit  $U_0$  einer reparaturfähigen Komponente aus den Zahlenwerten von  $\mu$  (Reparaturrate) und  $\lambda$  (Ausfallrate)?

#### **Aufgabe 3.2**

In der Praxis werden Ausfallraten  $\lambda_i$  und Reparaturraten  $\mu_i$  aus Versuchen bzw. durch Sammeln von Betriebsdaten gewonnen. Innerhalb eines repräsentativen Zeitintervalls wurden für ein Rechnercluster folgende Daten ermittelt:

<b>Versuchsreihe (Proben)</b>	<b>Ausfallrate <math>\lambda_i</math> in <math>h^{-1}</math></b>	<b>Reparaturrate <math>\mu_i</math> in <math>h^{-1}</math></b>
1	$3.0 \cdot 10^{-5}$	$0.2 \cdot 10^{-4}$
2	$6.1 \cdot 10^{-5}$	$4.0 \cdot 10^{-4}$
3	$4.4 \cdot 10^{-5}$	$2.1 \cdot 10^{-4}$
4	$2.9 \cdot 10^{-5}$	$0.9 \cdot 10^{-4}$
5	$3.7 \cdot 10^{-5}$	$2.0 \cdot 10^{-4}$
6	$2.9 \cdot 10^{-5}$	$1.5 \cdot 10^{-4}$
7	$5.1 \cdot 10^{-5}$	$4.9 \cdot 10^{-4}$
8	$6.9 \cdot 10^{-5}$	$5.2 \cdot 10^{-4}$
9	$3.7 \cdot 10^{-5}$	$2.0 \cdot 10^{-4}$
10	$2.3 \cdot 10^{-5}$	$1.9 \cdot 10^{-4}$

Fortsetzung Messreihe:

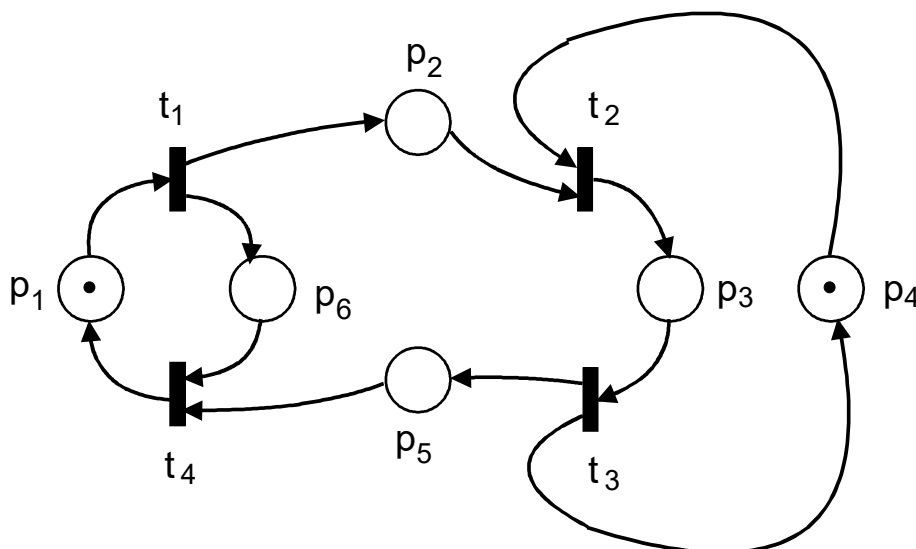
Versuchsreihe (Proben)	Ausfallrate $\lambda_i$ in $\text{h}^{-1}$	Reparaturrate $\mu_i$ in $\text{h}^{-1}$
11	$6.1 \cdot 10^{-5}$	$4.3 \cdot 10^{-4}$
12	$6.4 \cdot 10^{-5}$	$4.2 \cdot 10^{-4}$
13	$8.1 \cdot 10^{-5}$	$6.7 \cdot 10^{-4}$
14	$3.3 \cdot 10^{-5}$	$2.1 \cdot 10^{-4}$

Berechnen Sie für die untersuchte Funktionseinheit anhand der gegebenen Datenmenge

- den Grenzwert für die stationäre Verfügbarkeit  $V_{st} = V(t \rightarrow \infty)$ ,
- den MTBF-Wert (Mean Time Between Failure) und hieraus die mittlere Ausfallhäufigkeit  $v$ .

### Aufgabe 3.3

Wir betrachten ein 2oo2-Komponentensystem, dessen Ausfallverhalten durch das folgende Petrinetz beschrieben ist. Die dargestellte Markierung stellt die Ausgangslage dar, in der beide Komponenten und damit auch das System intakt ist. Der Zustand  $p_6$  charakterisiert den Ausfall von Komponente 1 und  $p_3$  den Ausfall von Komponente 2. Die Reparatur- und Ausfallzeiten seien mit  $t_1 = 19.5$  h,  $t_2 = 0.3$  h,  $t_3 = 0.05$  h und  $t_4 = 0.15$  h gegeben. Die Anfangsmarkierung des Petrinetzes als Vektor geschrieben lautet  $m_0 = (1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0)^T$ .



- Skizzieren Sie die einzelnen Zustandswechsel unter Verwendung des oben gezeigten Petrinetzes anhand der sich ergebenden Markenkonstellation.
- Skizzieren Sie die Komponentenausfälle (0, 1 und 2 Komponenten) und die entsprechenden Reparaturen in einem Zeitdiagramm (über der Zeit  $t$ ).

- c) Ermitteln Sie die Verfügbarkeit des Systems aufgrund der gegebenen Reparatur- und Ausfallzeiten  $t_1$  bis  $t_6$ .
- d) Was würde sich ändern, wenn es sich um ein 1oo2-System handeln würde?

### **Aufgabe 3.4**

- a) An ein Netzwerk werden  $N = 580$  Rechner angeschlossen. Innerhalb einer betrachteten Zeiteinheit fallen 5 % der Rechner aus. Von den ausgefallenen Rechnern können in der gleichen Zeiteinheit im Mittel 90 % repariert und wieder in den laufenden Betrieb aufgenommen werden.
  - a1) Wie viele Rechner sind im Mittel gleichzeitig funktionsfähig am Netz?
  - a2) Welcher Verfügbarkeit  $V$  entspricht dies?
- b) Nach welcher Zeit ist die Ausfallwahrscheinlichkeit  $F_L(t)$  0.12, wenn die ausfallfreie Zeit MTTF 18 Jahre beträgt?