

## 10. Übung zu Kommunikationsnetze: Analyse und Leistungsbewertung

Dr. Michael Reyer, Dipl.-Inform. Florian Schröder

1.7.2013

**Aufgabe 1.** Mit  $\lambda_1, \lambda_2, \mu > 0$  und  $s_1, s_2 \in \mathbb{N}$  gilt für die Erlang-Blockierwahrscheinlichkeit

$$B\left(s_1 + s_2, \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{\mu}\right) \leq \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2} B\left(s_1, \frac{\lambda_1}{\mu}\right) + \frac{\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2} B\left(s_2, \frac{\lambda_2}{\mu}\right).$$

Interpretieren Sie diese Formel im Kontext des folgenden Beispiels:

Computer können sich entweder per WLAN oder per Kabel mit einem Netzwerk verbinden. Neue Rechner kommen im WLAN als Poisson-Prozess mit Parameter  $\lambda_1 > 0$  und im kabelgebundenen Teil als Poisson-Prozess mit Parameter  $\lambda_2 > 0$  an. Unabhängig von der Zugangsart bestehen Verbindungen eine  $\text{Exp}(\mu)$ -verteilte Zeit lang,  $\mu > 0$ . Für alle Rechner stehen  $N$  IP-Adressen zur Verfügung, die per DHCP verteilt werden. Ein Rechner kann über das Netzwerk nur kommunizieren, wenn noch eine IP-Adresse frei ist. Bei der Konfiguration des DHCP-Servers kann entweder

- (i) ein einzelner Bereich mit  $N$  Adressen eingerichtet werden, aus dem alle Rechner die IP-Adressen erhalten, oder
  - (ii) es können getrennte Bereiche mit  $n_1$  Adressen für das WLAN und  $n_2$  Adressen für den kabelgebundenen Bereich eingerichtet werden, wobei  $n_1 + n_2 = N$ .
- a) Welche Konfiguration ist aus Sicht der Gesamtblockierwahrscheinlichkeit besser?
  - b) Welche Einzel- und Gesamtblockierwahrscheinlichkeiten erhält man für  $\lambda_1 = 3$  pro Minute und  $\lambda_2 = 1$  pro Minute und eine mittlere Verbindungsdauer von 60 Minuten, wenn  $n_1 = 192$  und  $n_2 = 64$  gilt?
  - c) Ist für  $\lambda_1 = 3$  pro Minute und  $\lambda_2 = 1$  pro Minute und eine mittlere Verbindungsdauer von 60 Minuten die Aufteilung  $n_1 = 192$  und  $n_2 = 64$  optimal im Sinne der Gesamtblockierwahrscheinlichkeit? Begründen Sie Ihre Antwort.

**Aufgabe 2.** Zeigen Sie, dass für die Berechnung der Erlang-Blockierwahrscheinlichkeit  $B(s, \rho)$  eines  $M/M/s/0$ -Systems folgende Rekursionsformel gilt:

$$B(s, \rho) = \frac{\rho B(s-1, \rho)}{s + \rho B(s-1, \rho)}, \quad s \in \mathbb{N}.$$

**Aufgabe 3.** Ein kleines Telekommunikationsunternehmen betreibt eine Hotline mit genau einem Mitarbeiter, die Warteschlangenkapazität kann als unendlich angenommen werden. Erfahrungswerte zeigen, dass der Hotline-Mitarbeiter durchschnittlich zehn Minuten braucht, um einem Kunden bei der Lösung seines Problems zu helfen. Ferner weiß man, dass ein Kunde im Durchschnitt alle zwei Wochen wegen eines Problems anruft.

- a) Die Zufriedenheitsgarantie des Unternehmens garantiert den Kunden, dass die Antwortzeit bis zur Lösung ihres Problems im Mittel maximal 15 Minuten beträgt. Wieviele Kunden darf das Unternehmen maximal haben, wenn es dieses Versprechen einhalten will? Modellieren Sie die Hotline zur Lösung dieser Frage als  $M/M/1/\infty$ -System.
- b) Die Geschäftsführung erwägt, die Zufriedenheitsgarantie zu erweitern. Zusätzlich soll den Kunden garantiert werden, dass die Antwortzeit in 90% aller Fälle nicht mehr als 30 Minuten beträgt. Ist diese Erweiterung sinnvoll, wenn das Unternehmen zu diesem Zeitpunkt 504 Kunden hat?