



Universität Hannover

Institut für Allgemeine Nachrichtentechnik
Kommunikationsnetze
Prof. Dr.-Ing. Klaus Jobmann

Nachrichtenverkehrstheorie

Kap.2.1

- Satz von Little -



Universität Hannover
Institut für Allgemeine Nachrichtentechnik
Kommunikationsnetze
Prof. Dr.-Ing. K. Jobmann

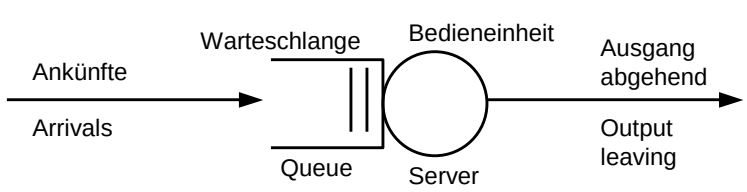
Verkehrstheorie I 2.1.1



Universität Hannover

Institut für Allgemeine Nachrichtentechnik
Kommunikationsnetze
Prof. Dr.-Ing. Klaus Jobmann

Durchschnittliche Anzahl Kunden im System



- Die Fragestellung ist, wie viele Kunden sich „im Durchschnitt“ oder „typischerweise“ im System befinden.
- Dazu dient der Satz von Little

Verkehrstheorie I 2.1.2


 IANT
 Universität Hannover

Institut für Allgemeine Nachrichtentechnik
Kommunikationsnetze
Prof. Dr.-Ing. Klaus Jobmann

Ableitung von Little's Theorem

Wir nehmen an, dass wir das System vom Zeitpunkt $t = 0$ bis in die unendliche Zukunft betrachten und die Zahl der Kunden im System beobachten.

Definitionen:

- $N(t)$ = Anzahl Kunden im System zur Zeit t
- $a(t)$ = Anzahl Kunden, die im Zeitraum $[0, t]$ eingetroffen sind
- T_i = Zeit, die der i -te Kunde im System verbringt

Dann ist die typische Anzahl Kunden im System beobachtet bis zur Zeit t :

$$N(t) = \frac{1}{t} \int_0^t N(\tau) d\tau$$

Wir nehmen an, dass $N = \lim_{t \rightarrow \infty} N(t)$ existiert

Ähnlich behandeln wir die Anzahl Kunden und die Verweilzeit im System:

$$\lambda(t) = \frac{a(t)}{t} \text{ und damit } \lambda = \lim_{t \rightarrow \infty} \lambda(t)$$

$$T(t) = \frac{\sum_{i=0}^{a(t)} T_i}{a(t)} \text{ und damit } T = \lim_{t \rightarrow \infty} T(t)$$

Verkehrstheorie I 2.1.3


 IANT
 Universität Hannover

Institut für Allgemeine Nachrichtentechnik
Kommunikationsnetze
Prof. Dr.-Ing. Klaus Jobmann

Satz von Little

$$N = \lambda T$$

N – Anzahl der Kunden (customer) im System
 λ – Ankunftsrate (Kunden/Zeit)
 T – Zeit, die ein Kunde im System verbringt

!!!Wichtig!!! Alle Werte sind Durchschnittswerte !!!Wichtig!!!

Der Satz von Little gilt für beliebige Ankunfts- und Bedienprozesse!

Verkehrstheorie I 2.1.4

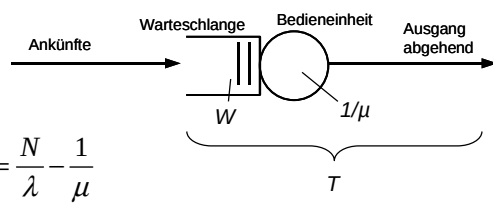


Universität Hannover

Beispiel

Institut für Allgemeine Nachrichtentechnik
Kommunikationsnetze
Prof. Dr.-Ing. Klaus Jobmann

Wie viele Kunden sind in einem System mit durchschnittlich N Kunden bei λ und μ gegeben in der Warteschlange und wie lange warten sie durchschnittlich?



$$W = T - \frac{1}{\mu} = \frac{N}{\lambda} - \frac{1}{\mu}$$

$$N_Q = \lambda W = N - \frac{\lambda}{\mu}$$

μ - Durchschnittl. Bedienrate = 1/Bedienzeit
 W – Wartezeit in der Schlange, N_Q – Anzahl Kunden in Warteschlange

Verkehrstheorie I 2.1.5