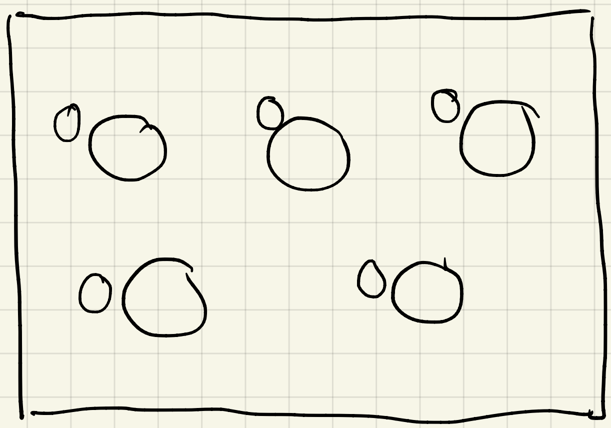
Ereignisorientierte Simulation
(discrete event simulation)

Beispiel:

Gaststätte



K = 5 Sitzplätze

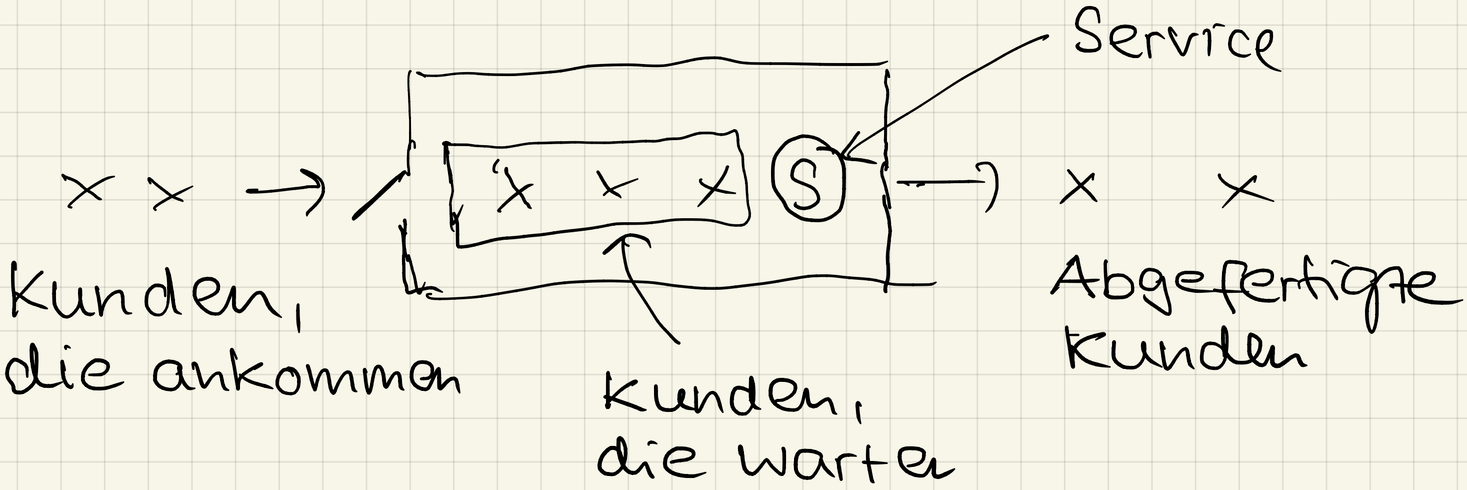
Ankunftzeit: Poisson mit $\lambda(t)$

Aufenthaltsdauer: $D \sim$ Erlangian

Simulationsvariablen

1. Zeit t (Simulierte Zeit)
2. Counter variables (z.B. Anzahl der Gäste)
3. System state (SS) variables (Anzahl Gäste zum Zeitpunkt t)
4. Ereignisliste

Beispiel: „Single-Server Queueing"



Das System ist für die Dauer T geöffnet.

<u>Variablen</u>

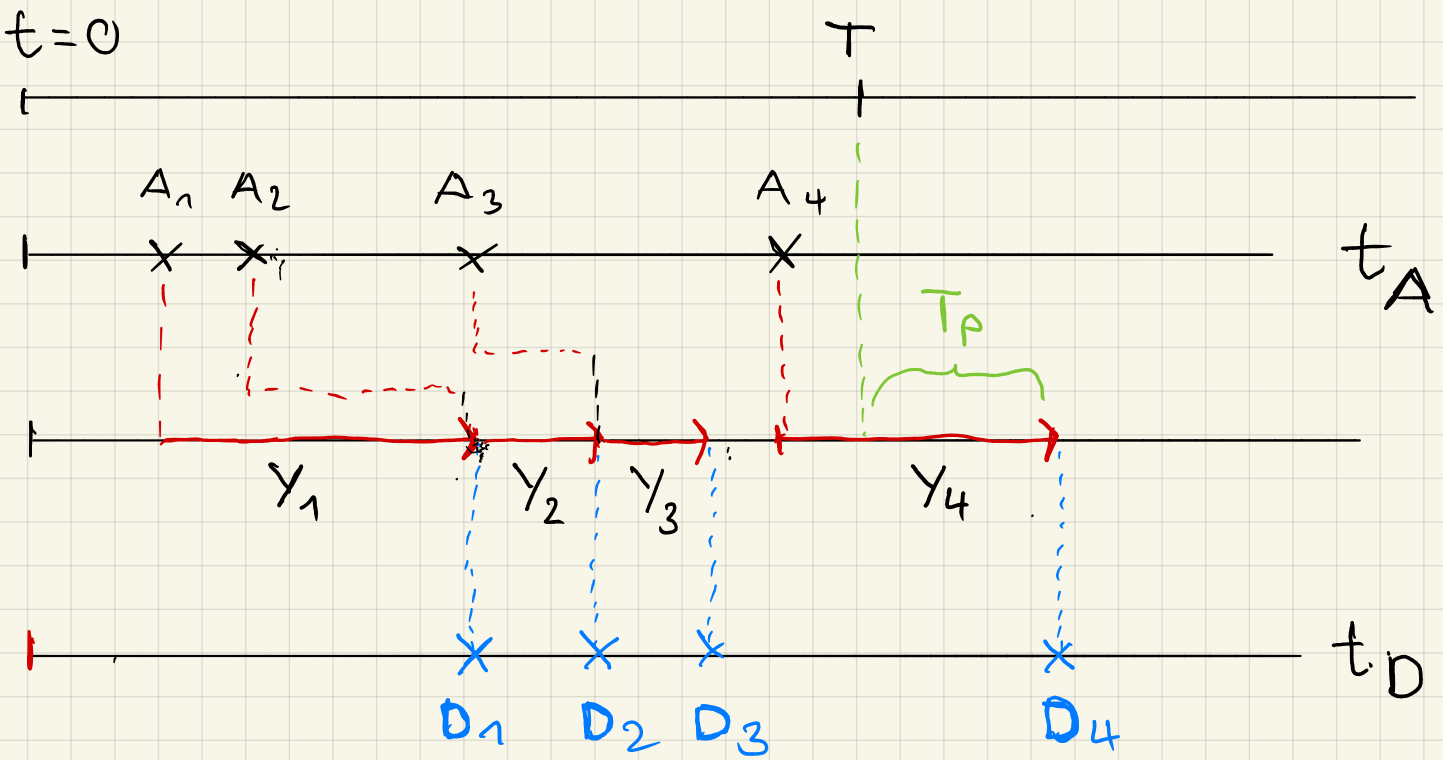
- Simulierte Zeit: t
- Zählervariablen: $N_A(t)$, $N_D(t)$
- SS: $n(t)$

<u>Ereignisliste</u> $EL = (t_A, t_D)$

<u>Output</u>

- $A(i)$
- $D(i)$

- T_p: 



$t_D := \infty$, falls zum Zeitpunkt t niemand bedient wird (Server frei)

Somit $t_A < t_D$

Fallunterscheidungen

1. $t_A \leq t_D$ & $t_A \leq T$

   Update t_A, t_D

2. $t_D \leq t_A$ & $t_D \leq T$

   update t_D

3. $\min(t_A, t_D) > T$, $n > 0$

   update t_D

4. $\min(t_A, t_D) > T$, $n = 0$

   Stop

Wichtige AVs:

1. Mittlere Wartezeit:

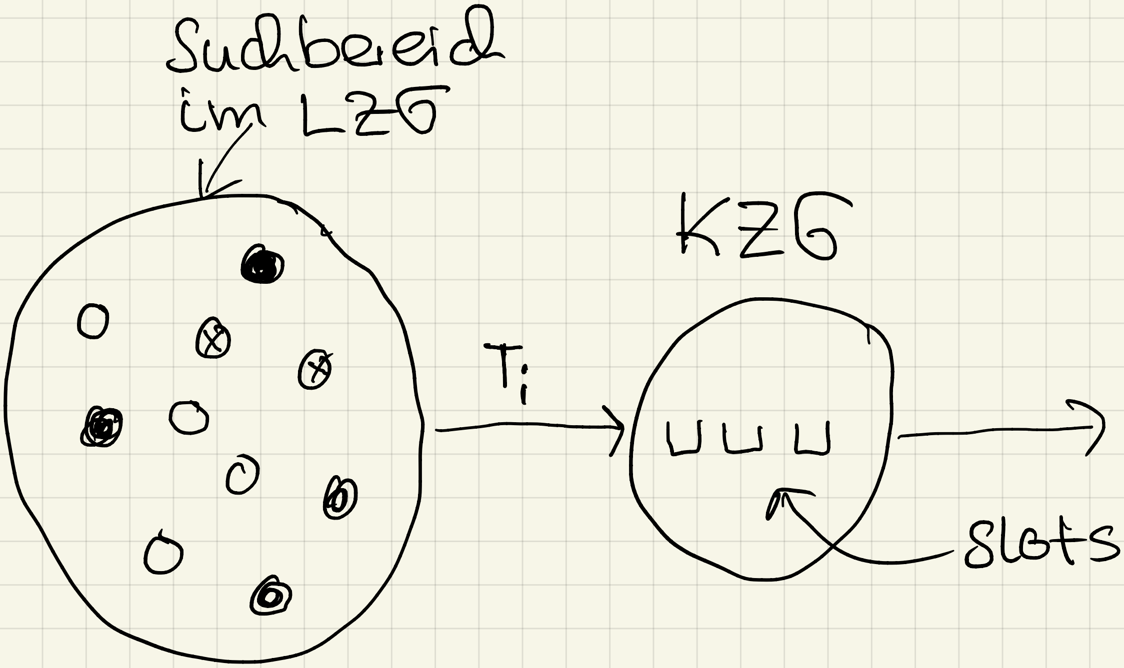
$$W_i = D_i - A_i \qquad i = 1, 2 \ldots$$

2. T_p

Hausaufgabe (Abgabe 21.6.)

1. Schreibe ein R oder Matlab script, um dieses Modell zu simulieren
2. Bestimme
   a) Mittlere Wartezeit
   b) Mittlere T_p

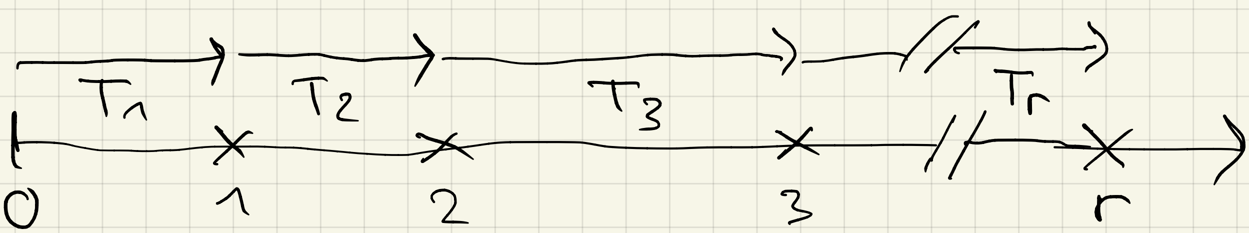
Free recall model (Ulrich & Dietz 84)



b: Gedächtniseinheiten

- ○ relevante Einheit : r
- ● irrelevante Einheit : b−r
- ⊗ reproduzierte Einheit

$$p_i = \frac{r-i+1}{b} \qquad i = 1, \dots, r$$



Verteilung der Reproduktions-Zwischenzeit T_i $i = 1, \dots, r$?

Dauer eines LZG-Zugriffs X

$X \sim \lambda e^{-\lambda \cdot x}$

$T_i = X_1$	p_i
$X_1 + X_2$	$(1-p_i)\cdot p_i$
$\vdots$	$\vdots$
$X_1 + \ldots + X_k$	$(1-p_i)^{k-1} \cdot p_i$

$$f_{T_i}(t) = \sum_{n=1}^{\infty} p(N=k)\, f(t \mid N=k)$$

$$= \sum_{n=1}^{\infty} \lambda e^{-\lambda t} \frac{(\lambda \cdot t)^{n-1}}{(n-1)!} \cdot (1-p_i)^{n-1} \cdot p_i$$

$$= \lambda e^{-\lambda t} \cdot p_i \cdot \sum_{n=1}^{\infty} \frac{[\lambda \cdot t \cdot (1-p_i)]^{n-1}}{(n-1)!}$$

$$= \lambda e^{-\lambda t} \cdot p_i \cdot e^{\lambda \cdot t (1-p_i)}$$

$$= \lambda \cdot p_i\, e^{-\lambda \cdot p_i t} \; ; \quad \lambda_i^* = \frac{\lambda}{b}(r-i+1) \qquad \square$$

Simulation mit KZG

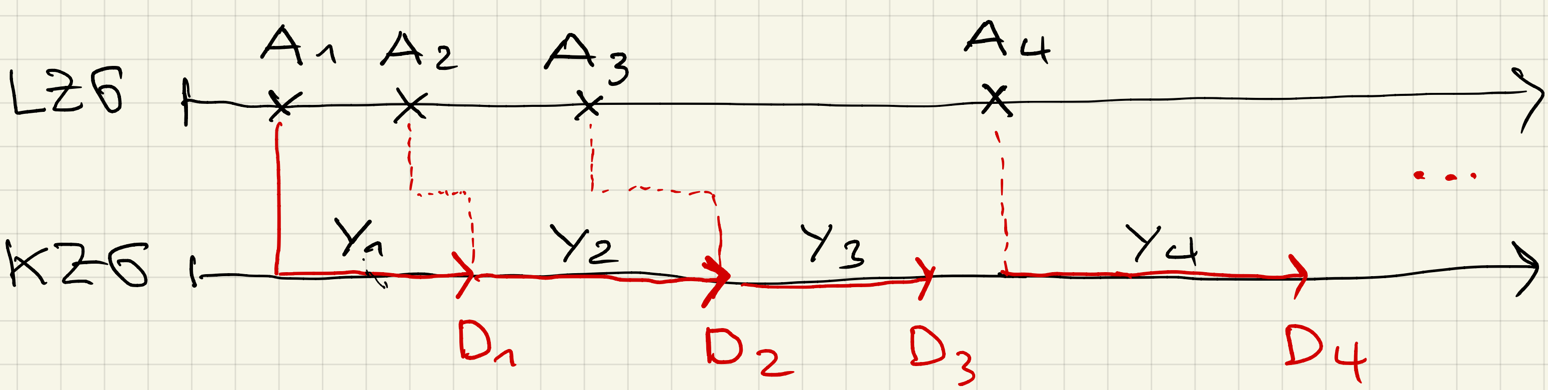
KZG-Kapazität: k $(=2)$

KZG-Verarbeitungsdauer $\sim G$

KZG-Ankunftszwischenzeiten

$$T_i \sim \exp(\lambda_i^*) \quad i = 1, \dots, r$$

$$EL = (t_A, t_D)$$



Ergebnisliste

$$EL = (t_A, t_D)$$

```
% Initialisieren
  t=0, t_A = T_1, t_D = ∞, n=0, N_A = 0, N_D = 0

While N_D < r
    case 1 : t_A < t_D
    t = t_A, N_A = N_A + 1, n = n+1, A(N_A) = t
    if n = 1, t_D = t + Y.  % Depart
    if n = K                % KZG ist voll
        while t_A < t_D
          t_A = t_A + T_{N_A+1}
        else                % Noch Platz im KZG
          t_A = t_A + T_{N_A+1}
    end
    case 2 : t_D < t_A
    t = t_D, n = n-1, N_D = N_D + 1, D(N_D) = t
    if n = 0   % KZG ist leer
        t_D = ∞
    else       % Reproduziere Einheit
        t_D = t + Y
    end
end
```

r = Anzahl relevanter Einheiten,

K = KZG-Kapazität