

# Grundlagen der Schedulingtheorie

## 0. Einführung

- **Motivation**

Erfüllen von QoS-Anforderungen mit zeitbeschränkten Ressourcen

- **Überblick**

- „*Klassische*“ *Schedulingtheorie*

basierend auf   deterministischen Modellen  
                          probabilistischen Modellen

- *Schedulingtheorie für Echtzeitsysteme*

Grundlagen und Überblick

Ratenmonotones Scheduling

Statistisches ratenmonotones Scheduling

Ungenauere Berechnungen (Imprecise Computations)

Quality-Assuring Scheduling

Einplanung nichtperiodischer Tasks

Konkurrierender Betriebsmittel-Zugriff

- **Literatur**

WECK, G.: Prinzipien und Realisierung von Betriebssystemen. B. G. Teubner, 1983.

KLEINROCK, L.: Queueing Systems. Vol. I: Theory. Vol. II: Computer Applications. John Wiley & Sons, 1975.

BOLCH, G.: Queueing Networks and Markov Chains. John Wiley & Sons, 1998.

ZÖBEL, D; E. BALCAREK: Modellierung und Analyse von Rechen-systemen. vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, 1999.

DOWDY, L.; C. LOWERY: P.S. to Operating Systems. Prentice-Hall, 1993.

STANKOWIC, J. A., et al.: Implications of Classical Scheduling Results for Real-Time Systems. In: Computer 6/1995.

TILBORG, A. M. (ed.): Foundations of Real-Time Computing. Kluwer Academic publishers, 1991.

LIU, C. L.; LAYLAND, J. W.: Scheduling Algorithms for Multiprogramming in a Hard Real-Time Environment. In: Journal of the ACM, Vol. 20, No. 1, Jan. 1973.

LIU, J. W. S.: Real-Time Systems. Prentice Hall, 2000.

BUTTAZZO, G.: Hard Real-Time Computing Systems: Predictable Scheduling Algorithms and Applications. 2. Aufl., Springer, 2005.

ATLAS, A.; BESTAVROS, A.: Statistical Rate Monotonic Scheduling. In: Proc. of the 19<sup>th</sup> IEEE Real-Time Systems Symposium, RTSS 1998.

CHUNG, J.-Y.; LIU, J. W. S.; LIN, K.-J.: Scheduling Periodic Jobs That Allow Imprecise Results. In: IEEE Transact. on Computers, Vol.39, No. 9, 1990.

HAMANN, CL.-J.; M. ROITZSCH, L. REUTHER, J. WOLTER, H. HÄRTIG: Probabilistic Admission Control to Govern Real-Time Systems under Overload. In: Proc. of the 19<sup>th</sup> ECRTS, Pisa, July 2007.

## Scheduling: Begriff

Vorgehensweise zur *Einplanung* von Aufträgen, die durch ein aktives Betriebsmittel zu bearbeiten sind.

Entscheidungsstrategien, die die Reihenfolge festlegen, in der sich Prozesse um den Prozessor (allgemeiner: um ein Betriebsmittel) bewerben müssen bzw. in der sie aus einer Warteschlange (für das Betriebsmittel) ausgewählt werden.

- **Scheduling – Dispatching**

- **Einordnung**

Ablaufplanung (Teilgebiet der Operationsforschung)

- **Ziele**

möglichst hohe Prozessorauslastung  $\eta / u$

maximaler Durchsatz  $D$

kleinstmögliche Gesamtbearbeitungszeit  $t_g$

geringe durchschnittliche Verweilzeit  $\bar{t}_v$

minimale Antwortzeit

garantierte Reaktionszeit

Gerechtigkeit

- **Weitere Begriffe**

- *Ablaufplan (Schedule)*

zeitabhängige Zuordnung von Prozessen zu Prozessoren

*oft:* graphische Darstellung der Prozessorzuteilung in Form eines GANTT-Diagramms

- *Optimaler Ablaufplan*

Ablaufplan, bei dem ein gegebenes Optimalitätskriterium erfüllt ist

- *Planungseinheit*

Prozeß – Task – Job – Auftrag – Thread – ... – Vorgang

- **Klassifikationsgesichtspunkte**

- Bearbeitung in Ein-/Mehrprozessorsystemen
- Bearbeitung ohne/mit Prozessorentzug
- Deterministische/probabilistische Modelle
- Echtzeitbedingungen

- **Strategie – Algorithmus – Implementation**