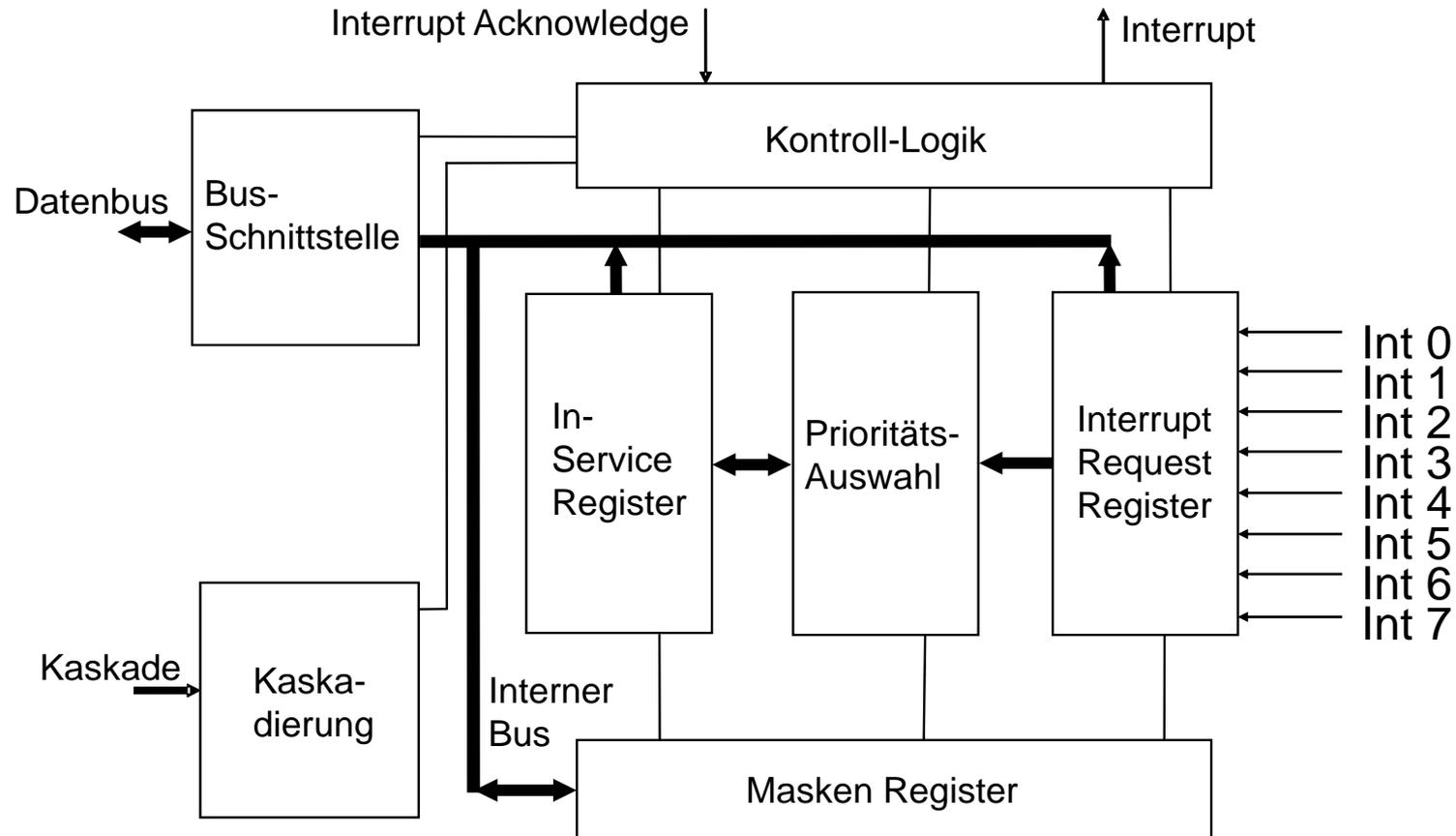


Kapitel 3

Rechnerarchitekturen für Echtzeitsysteme

Beispiel eines Interrupt-Controllers

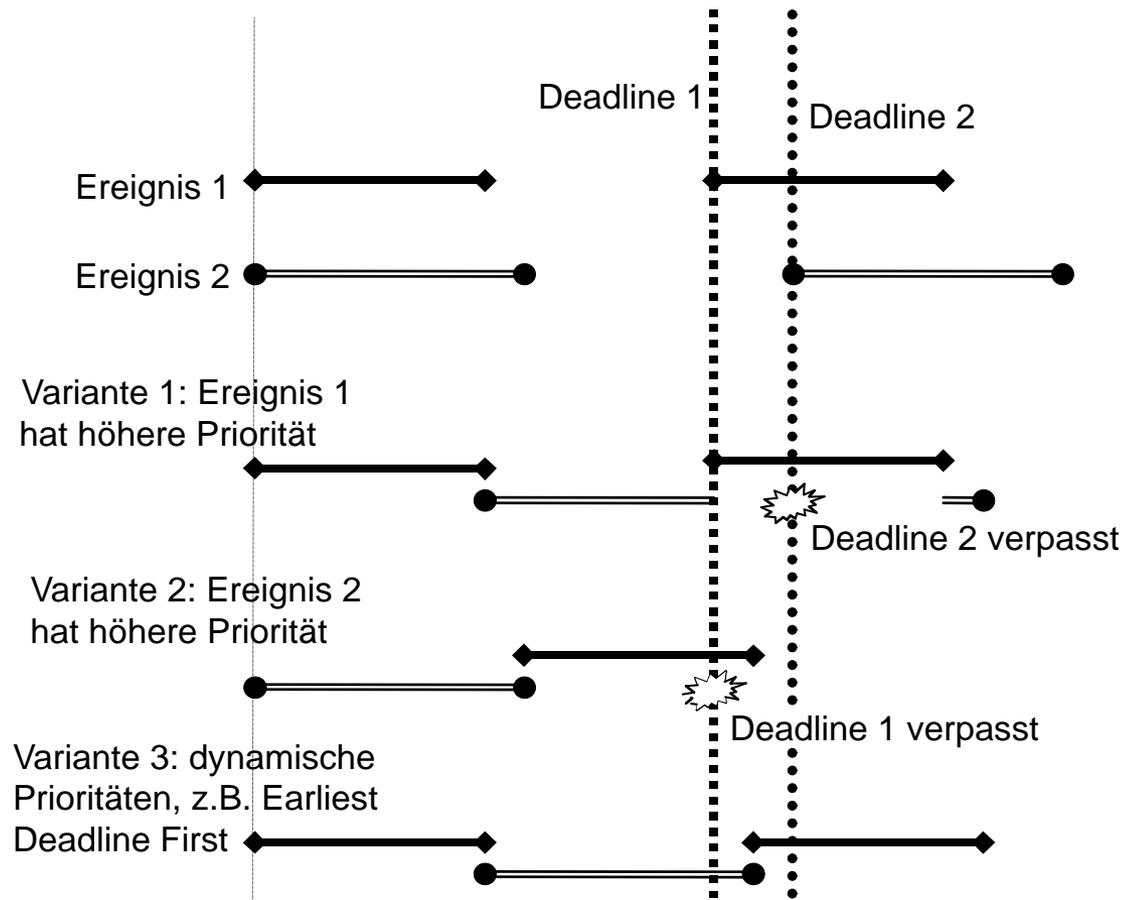


Ereignisbehandlung mit festen und dynamischen Prioritäten

Echtzeit-Probleme bei Interrupt-Service-Routinen:

durch die starre Priorisierung:

- ⇒ uneingeschränkte zeitliche Vorhersagbarkeit nur für die höchste Prioritätsebene
- ⇒ schlechte Prozessorauslastung (nur ca. 70%)

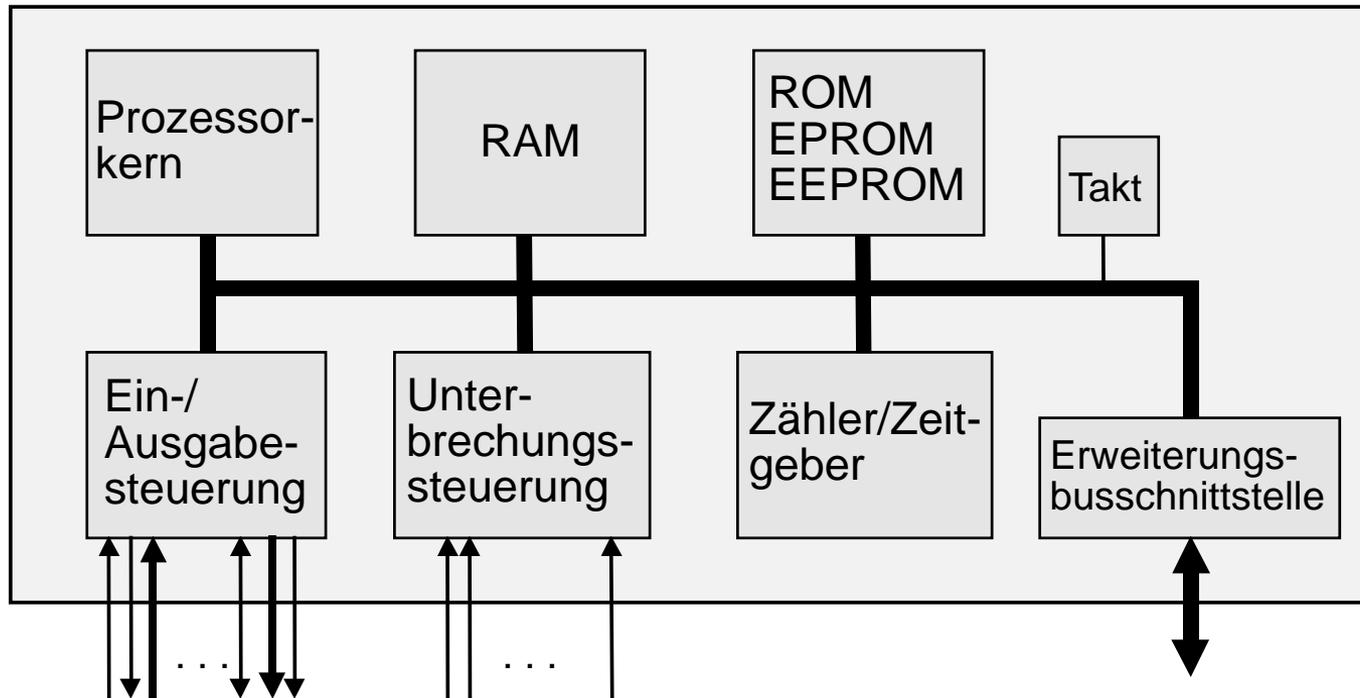


Bei starren Prioritäten (*Fixed-priority-preemptive*) wird in jedem Fall eine Deadline verpasst, obwohl genügend Prozessorleistung vorhanden ist, beide Deadlines zu erfüllen (Variante 3)

Prinzipieller Aufbau eines Mikrocontrollers

Einfacher Ein-Chip-Mikrorechner mit speziell für Steuerungsaufgaben zugeschnittener Peripherie

Mikrocontroller



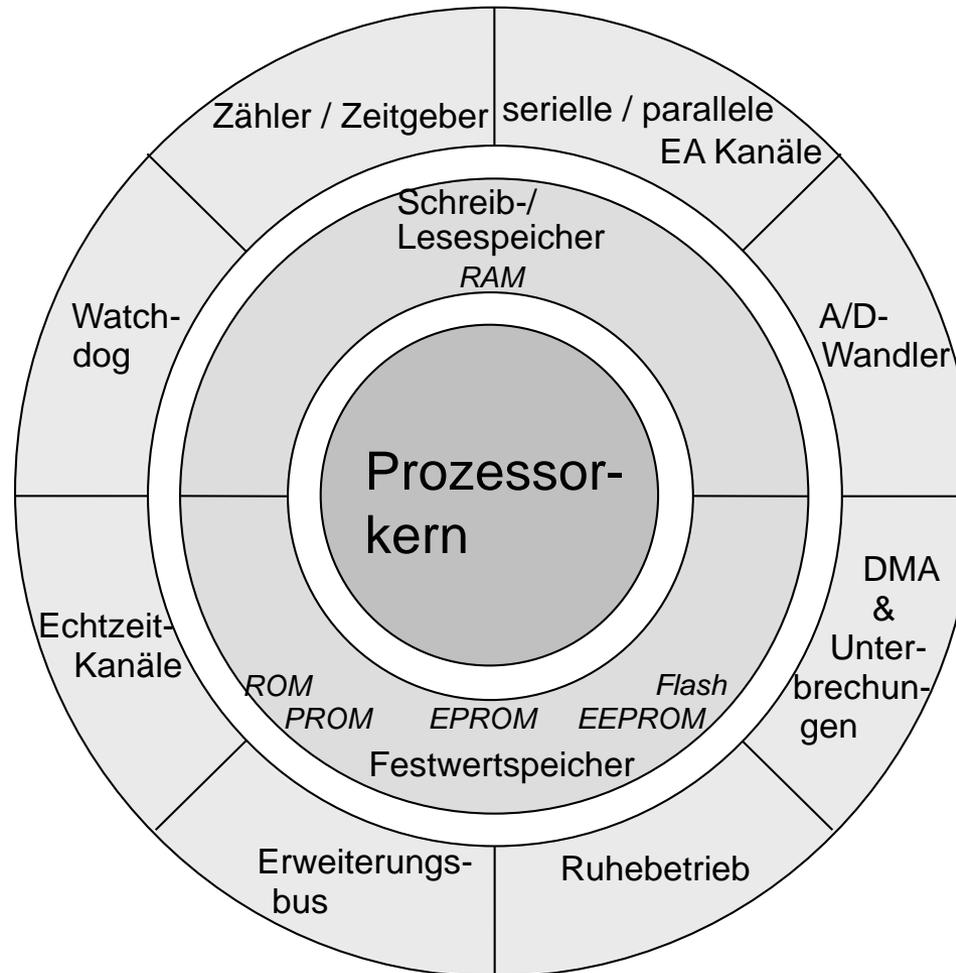
Ziel:

Möglichst wenige externe Bausteine für eine Steuerungsaufgabe

Idealfall:

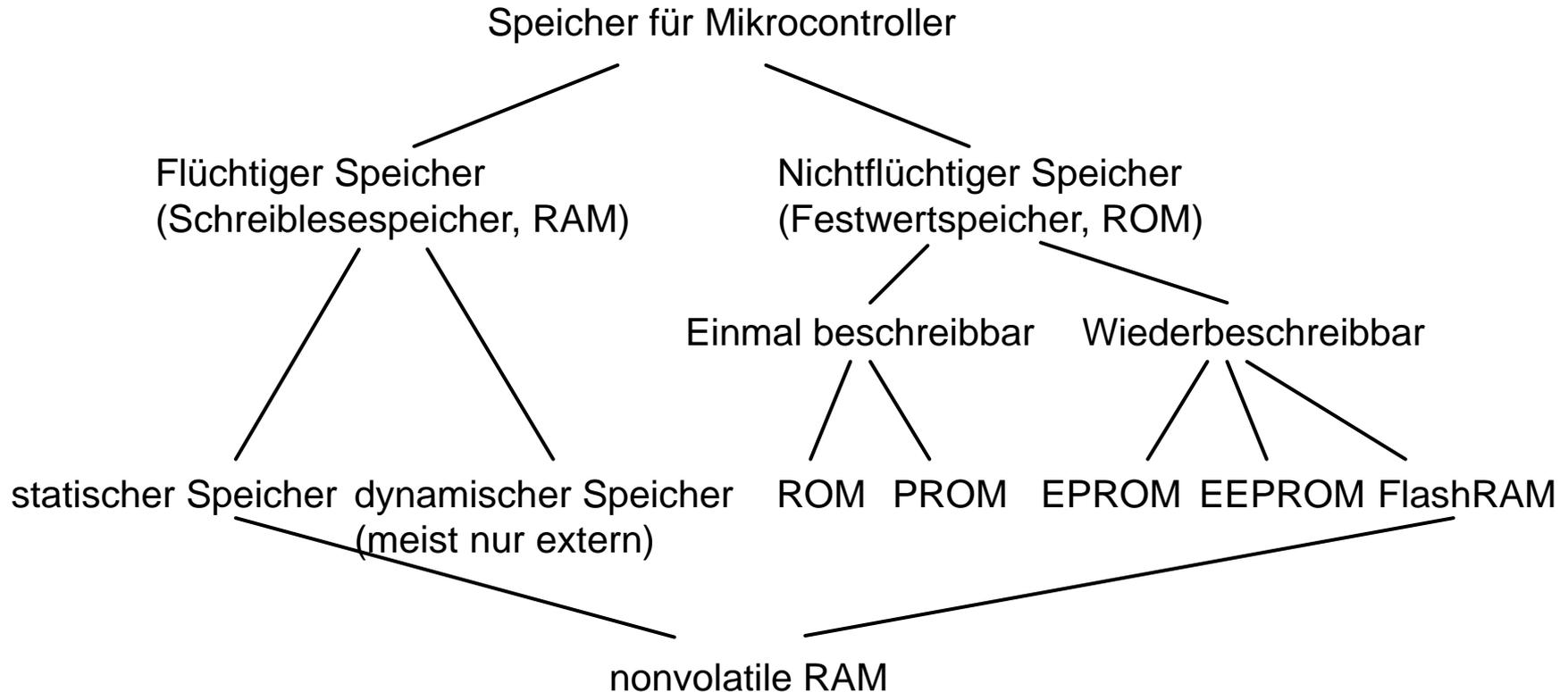
Mikrocontroller, Quarz, Stromversorgung sowie ggf. Treiber und ein Bedienfeld (alle Steuerungs-Komponenten werden direkt vom Mikrocontroller angesteuert)

Schalenmodell eines Mikrocontrollers



Speicher für Mikrocontroller

In Automatisierungsrechnern finden alle gängigen Speichertypen Verwendung:

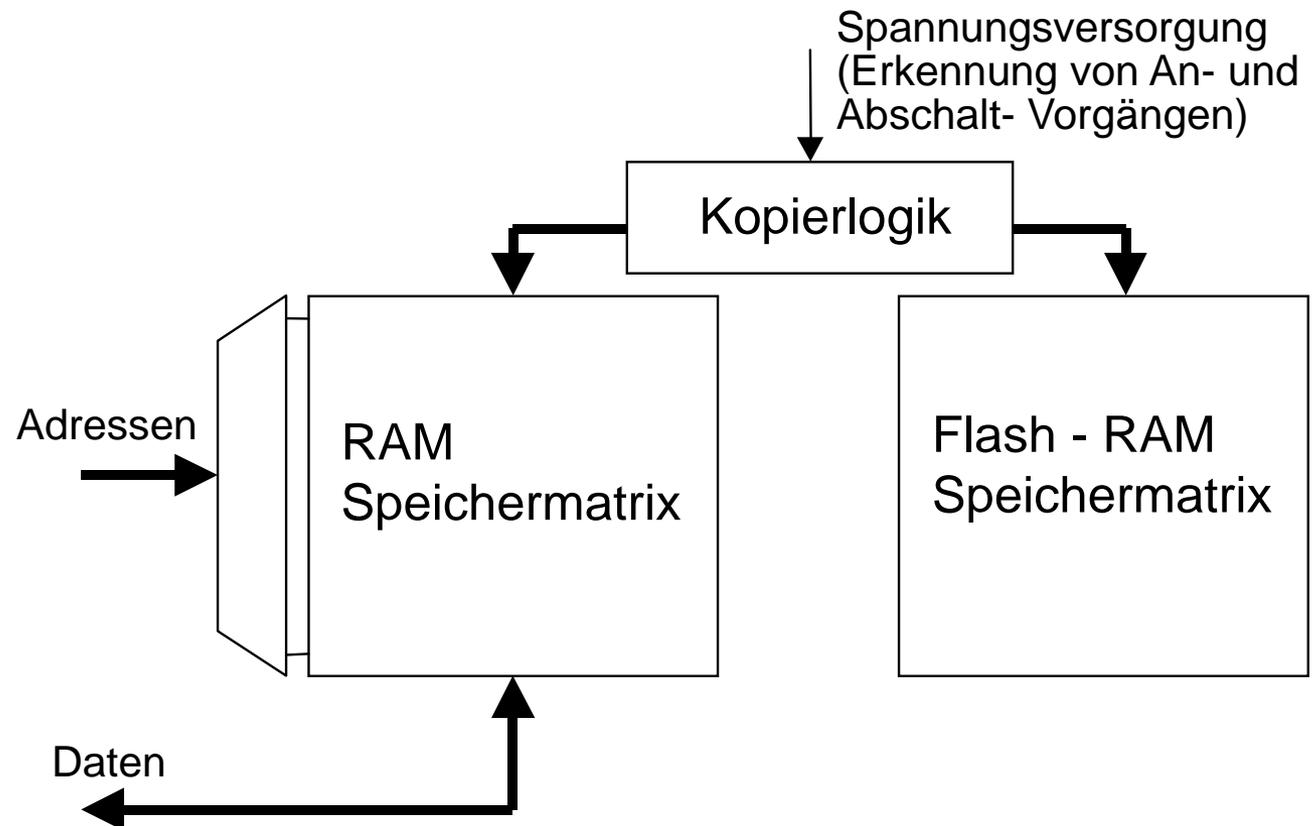


Aufbau von nonvolatilem RAM

- Normaler Betriebsmodus: RAM Speichermatrix wird benutzt
- Bei Abschalten der Spannungsversorgung: Kopieren der RAM Speichermatrix in die Flash-RAM Speichermatrix
- Bei Wiedereinschalten der Spannungsversorgung: Kopieren der Flash-RAM Speichermatrix in die RAM Speichermatrix

Vorteile:

- verhält sich im Betrieb wie ein normales RAM
- Anzahl von Schreib/Lesezyklen auf das Flash-RAM wird reduziert (erhöht die Lebensdauer)

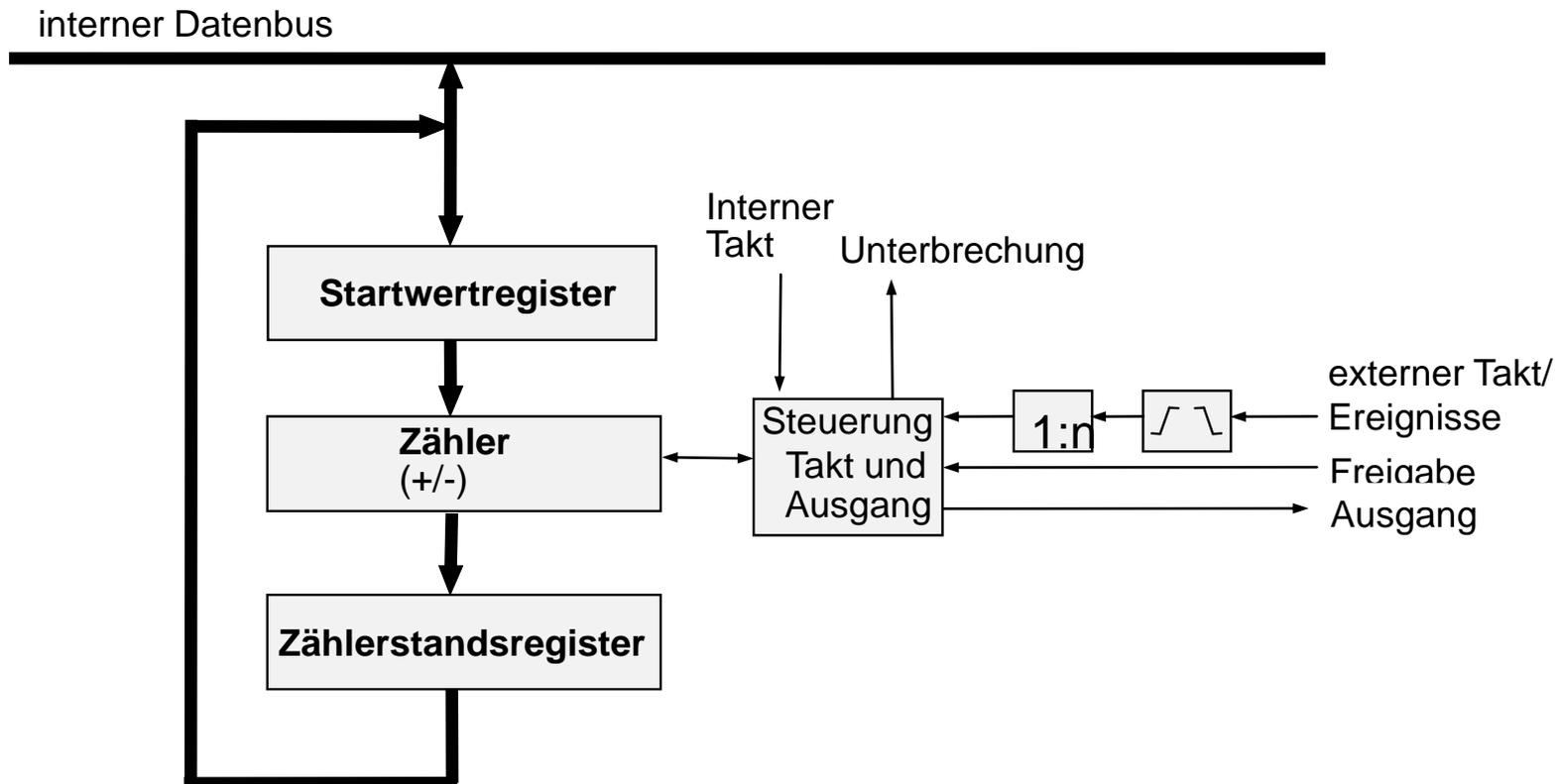


Prinzipieller Aufbau einer Zähler-/Zeitgebereinheit

Zähler und Zeitgeber (Timer)

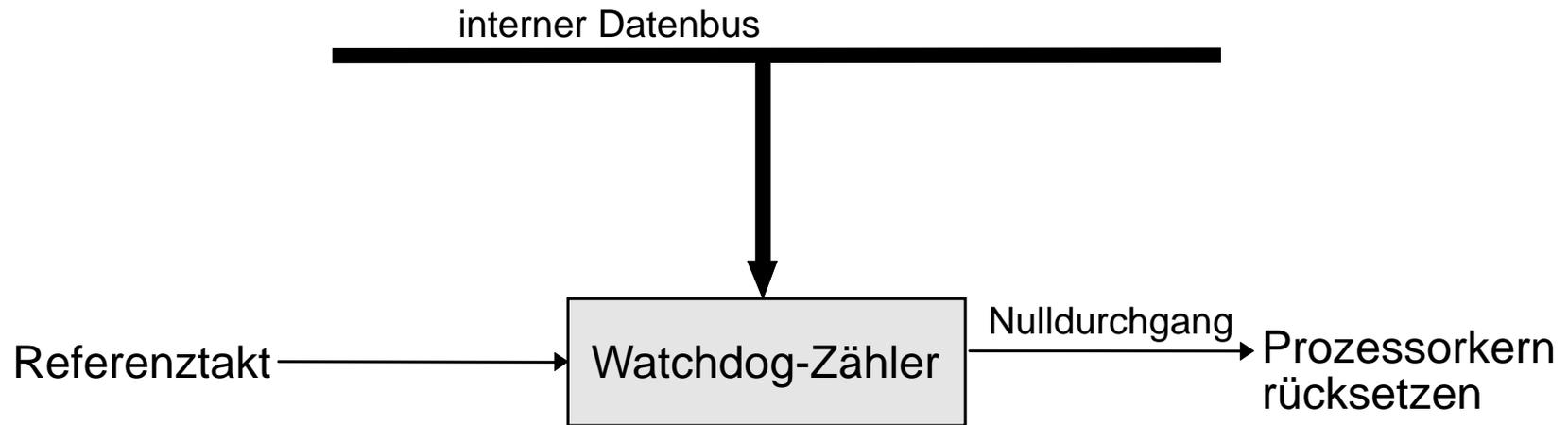
Aufgaben:

- Zählen von Ereignissen
- Erzeugen von Impulsfolgen
- Messen von Zeiten

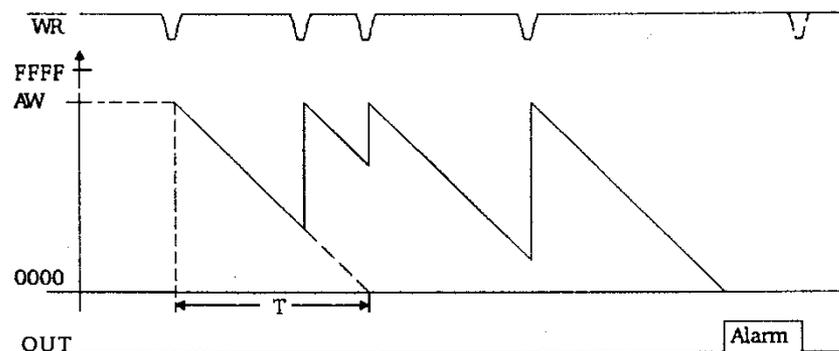


Prinzipieller Aufbau eines Watchdog

Spezieller Zähler, der bei Ablauf einen Reset auslöst



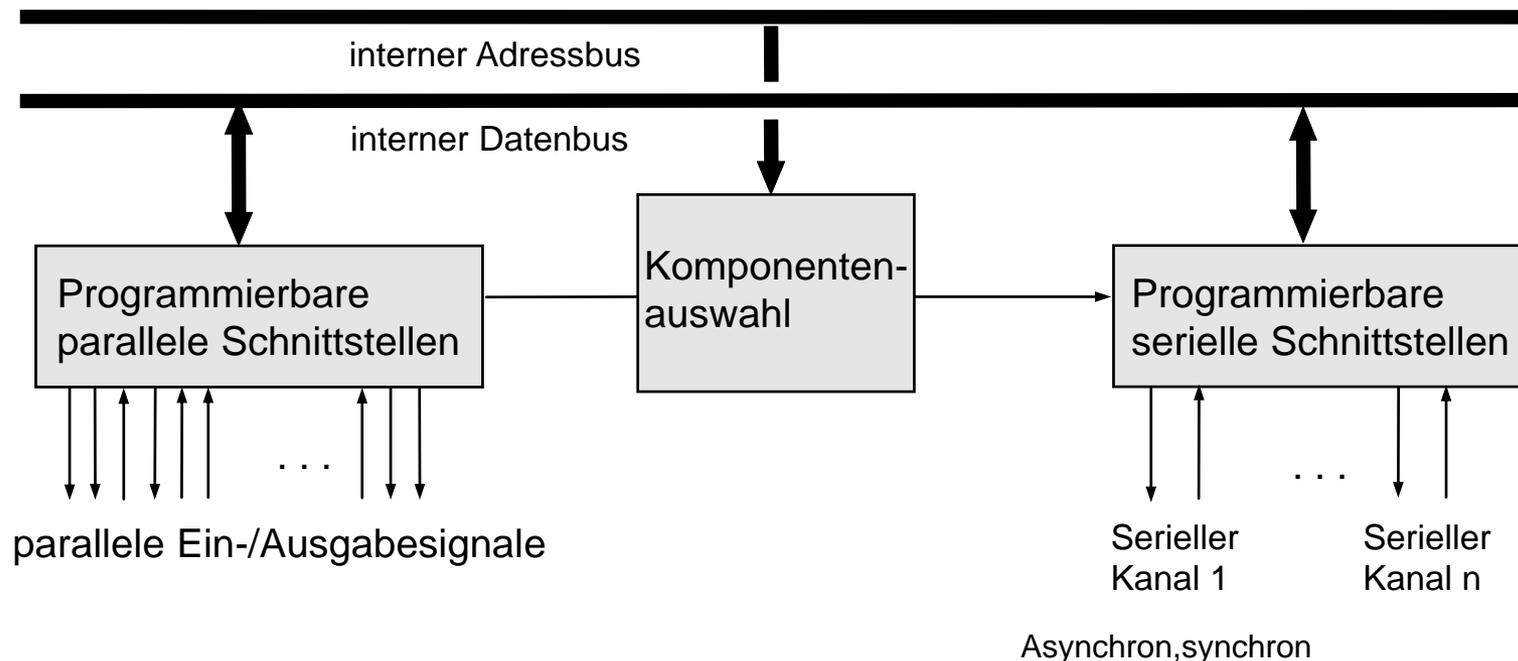
Software muss diesen Zähler in regelmäßigen Abständen ansprechen. Anderenfalls wird davon ausgegangen, dass das Programm „abgestürzt“ ist



Serielle und parallele Ein-/Ausgabekanäle

Mikrocontroller enthalten in der Regel ein oder mehrere serielle Ports (RS232, RS422, RS485) oder GIO (General purpose IO)

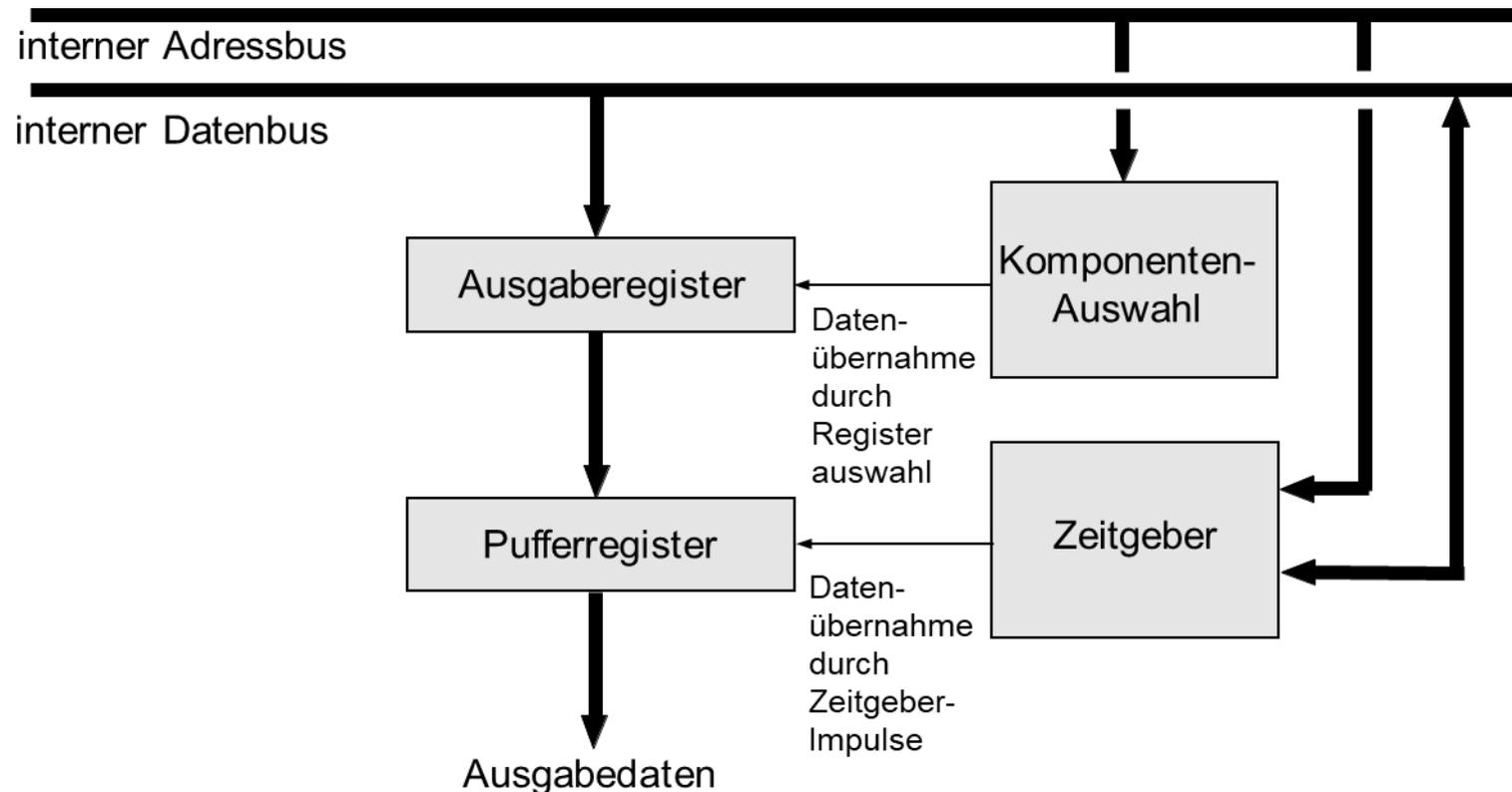
Daneben sind eine Vielzahl in ihrer Richtung programmierbare parallele Ports (40 Bit und mehr) in Mikrocontrollern integriert.



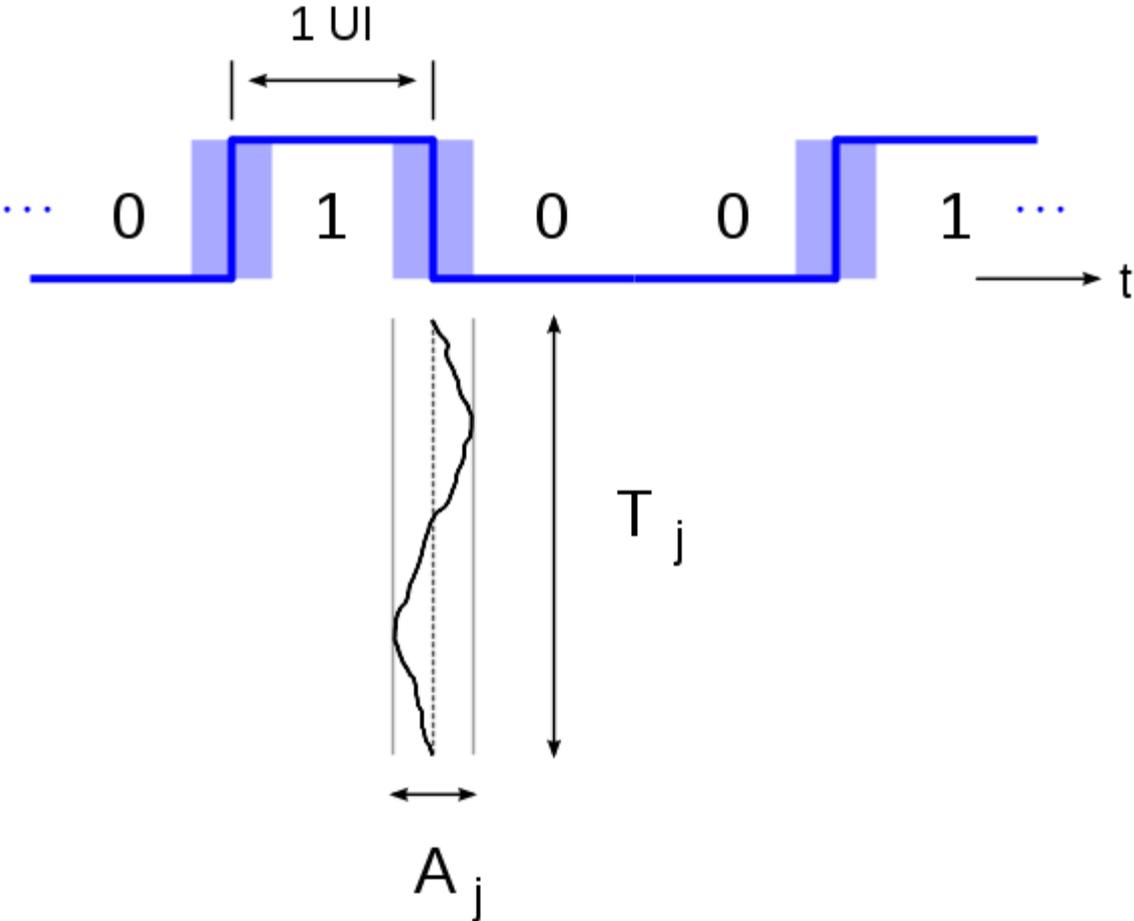
Aufbau einer Echtzeit-Ausgabeeinheit

Ports, deren Aus- und Eingabezeitverhalten nicht von der Software, sondern von einem Zeitgeber gesteuert werden

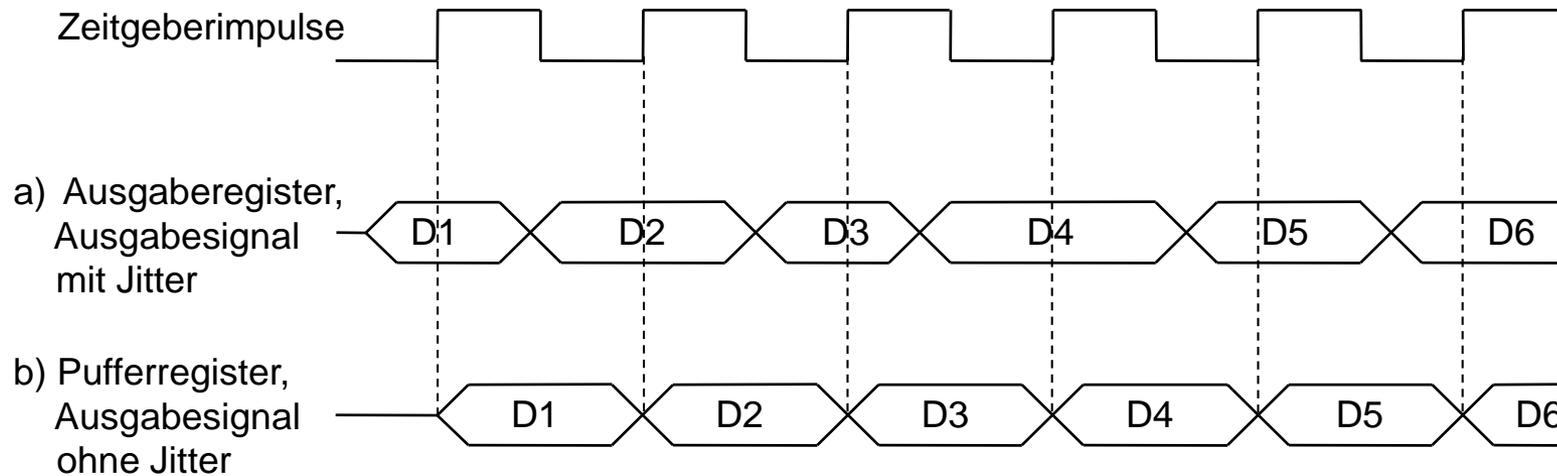
Beispiel: Echtzeit-Ausgabe-Port



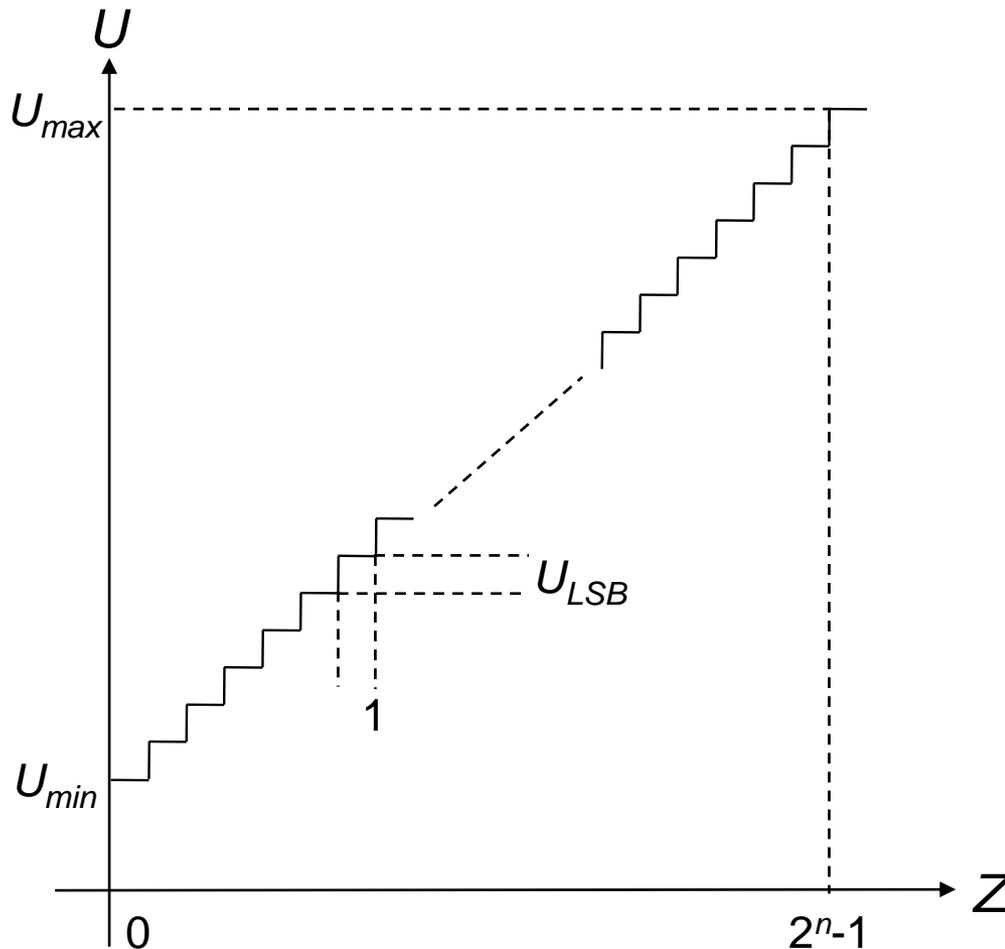
Jitter: Zeitliche Fluktuationen in digitalen Signalen



Jitterfreie Echtzeit-Ausgabeeinheit



AD-/DA-Wandler zwischen digitalen und analogen Signalen



Eine Treppenfunktion:
der kleinste Schritt der Dualzahl ist 1,
der kleinste Spannungsschritt beträgt:

$$U_{LSB} = (U_{max} - U_{min}) / 2^n$$

Die Wandlungsfunktion einer Digital/
Analog-Wandlung der Dualzahl Z in eine
Spannung U :

$$U = (Z \cdot U_{LSB}) + U_{min}$$

die Wandlungsfunktion einer
Analog/Digital-Wandlung der
Spannung U in die Dualzahl Z :

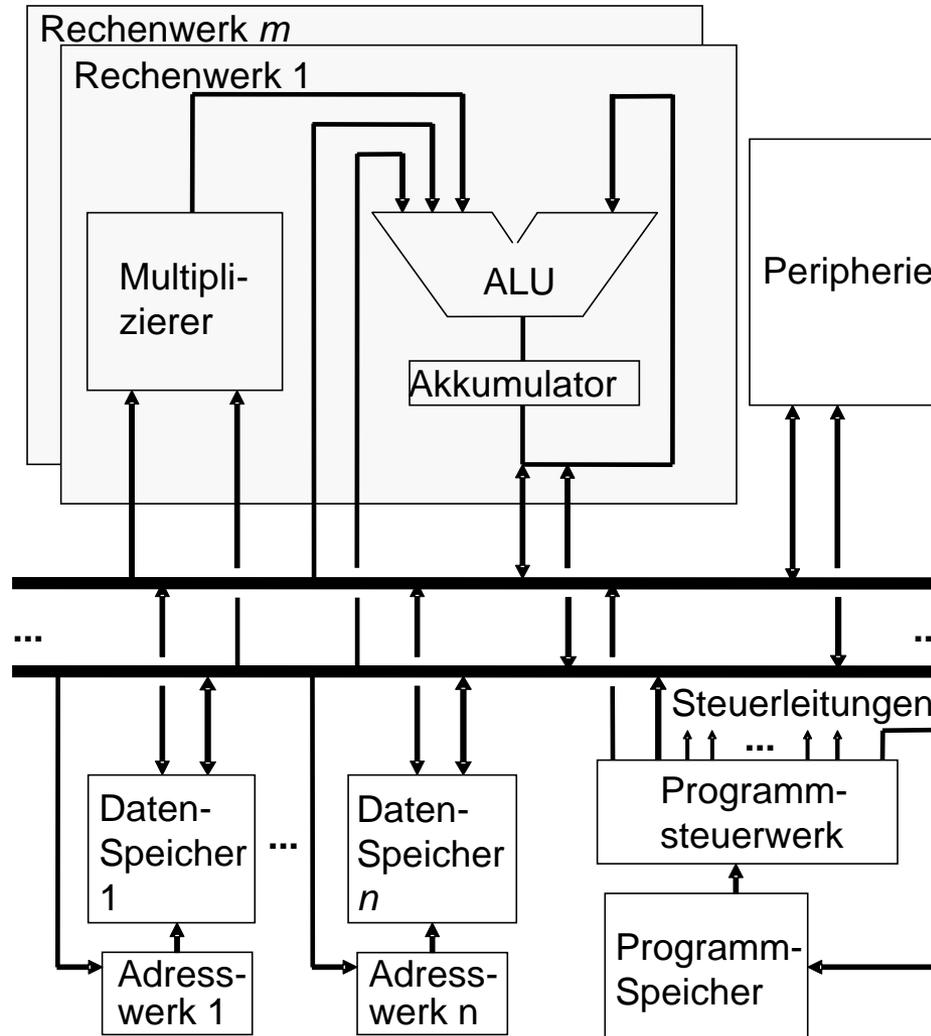
$$Z = (U - U_{min}) / U_{LSB}$$

Wandlungszeit ist weitere wichtige Größe

DMA (Direct Memory Access)

- Daten direkt und ohne Beteiligung des Prozessorkerns zwischen Peripherie und Speicher transportieren
 - Z.B. Datenaufkommen bei schnellen AD-Wandlern sehr hoch
- Prozessor definiert lediglich Randbedingungen (Speicheradresse, Peripherieadresse, Anzahl Zeichen)
- Ende Übertragung durch Unterbrechungssignal

Grundlegender Aufbau eines Signalprozessors



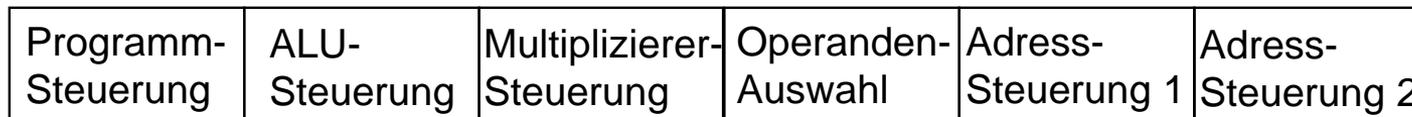
Varianten der Parallelverarbeitung



Bit 0

Bit n

a) *Signalprozessor-VLIW-Befehls wort*



Bit 0

Bit n

b) *Signalprozessor-Befehls wort in horizontaler Mikroprogrammierung*