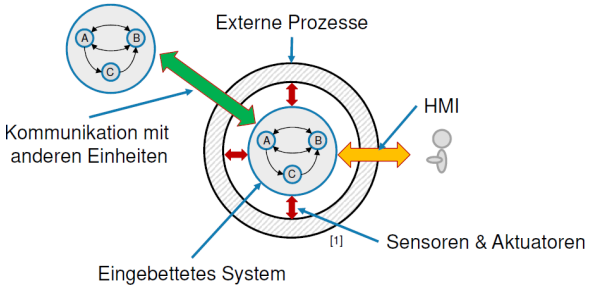
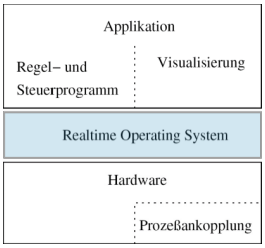
Embedded Systems
Einführung

Eingebettetes System



- integrierte, elektronische Schaltung mit spezifischer Aufgabe, mit der ein Benutzer nur indirekt in Verbindung kommt
- Teil eines Gesamtsystems mit stark beschränkten Ressourcen, bestehend aus Hard- und Software (teilweise ohne Betriebssystem)
- HW/SW-Codedesign z.B. mit *VHDL*, allgemein *tool*- bzw. *modellbasierter* Entwurf
- *75 %* verwenden ein Betriebssystem (Tendenz steigend)
  - *25 %* mit *Main-Loop*

- Ist eine Kombination aus Hard- und Softwarekomponenten, die in einen technischen Kontext zur *Steuerung*, *Regelung* und *Überwachung* eines Systems eingebunden sind
- Es verrichtet vordefinierte Aufgaben, oftmals mit *Echtzeitberechnungs*-Anforderungen
- **Speicherprogrammierbare Steuerung** (SPS): Verwendet zur Fabrikautomatisierung, Verkehrsleitung
- **Standardarchitektur** auf einem PC: Preiswerte Hardware (allerdings oft nicht *industrietauglich*) preiswerte Software, häufig ohne *Echtzeitfaehigkeit*
- **Industrie-PC**: Unterstützt Echtzeitbetriebssysteme



Definition: *Technischer Prozess*

- Prozess, in dem Zustandsgrößen durch *technische* Hilfsmittel festgestellt und beeinflusst werden
  - *Prozess* definiert als Gesamtheit von aufeinander einwirkenden Vorgängen in einem System, durch die Information verändert wird
- *Sensoren* (z.B. Thermometer, Kamera, Mikrofon) erfassen Zustandsgrößen, *Aktoren* (z.B. Motoren, Relais, Ventile) beeinflussen sie

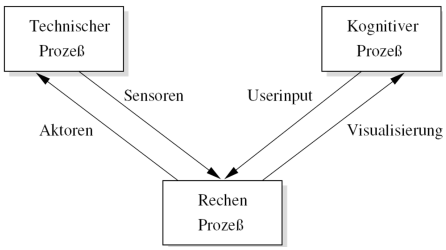
Klassifikation: *Technischer Prozess*

- **Fließprozess (Regler):** physikalische Größe mit stückweise kontinuierlichem Wertebereich, ablaufende Vorgänge sind zeit- und ortsabhängig, z.B. chemische Reaktoren, Energieerzeugung in Kraftwerken
- **Folgeprozess (State Machine):** Binäre, diskrete Informationselemente werden gemeldet oder ausgelöst, z.B. Ampel- oder Aufzugsteuerung
- **Stückprozess (Datenbank):** Informationselemente werden einzeln identifizierbaren Objekten (Stücken) zugeordnet z.B. Transport- oder Ladevorgänge, Fertigung

Definition: *Rechenprozess*

- *Task* als Instanz zur dynamischen Abarbeitung eines Programms zur Berechnung von Ausgabewerten aus Eingabewerten über Umformen, Transportieren oder Speichern von Information

Definition: *Kognitiver Prozess*



- Umformen, transportieren oder verarbeiten von Information im menschlichen Bediener
- Einflussnahme des Bedieners auf den Rechenprozess über *Man Machine Interface* (MMI)

Definition: *Steuerungssystem*

- Umfasst zur Steuerung erforderliche Rechenprozesse sowie deren Hard- bzw. Software
- Aufgaben:
  - Erfassen von Zustandsgrößen
  - Koordinaten & Überwachung der Prozessabläufe

Definition: *Steuerung* und *Regelung*

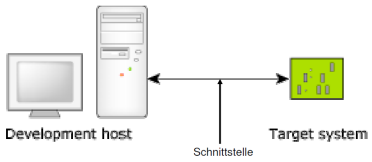
- **Steuerung:** Kein geschlossener *Regelkreis*, Rechenprozess reagiert nicht auf sich ändernde Sensorwerte im technischen Prozess
- **Regelung:** Geschlossener *Regelkreis*, Sensor- bzw. Messwerte werden verwendet, um Stellgrößen daraus zu berechnen

Self-Hosted-Entwicklung

- Entwicklungsumgebung und Zielsystem sind identisch (*so wie wir es alle kennen*)

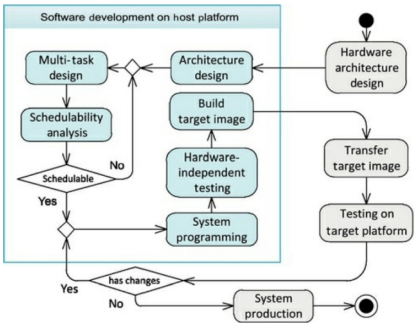
Host-Target-Entwicklung

- *Self-Hosted-Entwicklung* oft nicht möglich da Hardware proprietär oder zu leistungsschwach für Entwicklungsumgebung



- **Host:** Entwicklungsrechner, enthält *Cross-Compiler*, *Remote-Debugger*, *Target*-Libraries und -Betriebssystem
  - *Cross-Compiler:* Erzeugt *Image*, dass eigentliche Applikation sowie Betriebssystem- und Laufzeitkomponenten + *Startupcode* enthält
  - *Remote-Debugger:* Auf dem Host läuft GUI mit *Debug-Info*, über *JTAG* etc. sieht man den Systemzustand des Targets (*Stack*, *Variablen*belegung) an gewählten *Breakpoints*
  - *Ohne* Remote-Debugger: Konsolenausgaben per *printf*, *LED*s blinken lassen
- **Schnittstelle:** Zum *Downloaden* der Applikation auf das *Target* oder fürs *Debugging*, verschiedenste Variationen möglich (z.B. *Ethernet*, *USB*, *JTAG*, *Flash*, …)
- **Target:** System, für das entwickelt wird
  - *Boot-Monitor:* Programm auf dem Target, über das Software geladen und gestartet werden kann, erfolgt über ähnliche Schnittstellen wie die *Host-Target*-Entwicklung an sich

Softwareentwicklung in einem *Host-Target* System



- **Object File:** Symboltabelle
- **Linker:** Symbol-Auflösung und *Relocation*
- **Executable File:** Code & Daten zur Ausführung, Umsetzung auf virtuellen Speicher
- **Shared object file:** Code und Daten zum (dynamischen) linken mit anderen *object files*
- **Relocatable file:** Code und Daten zum linken mit anderen *object files* um Executable zu erstellen
- **Dynamic Linker:** Laden von *shared* Libraries

Tools: *Kernel-Tracer*

- Zeigt *Signale*, *Task-Zustaende*, *Semaphoren*, *Interrupts*

Tools: *Stack-Monitor*

- Zeigt maximal verfügbarer *Stack* pro *Task*, aktuelle Auslastung und maximale je gemessene Auslastung (*Hochwassermarke*) des Stacks

Weitere Tools

- Anzeige der Speicherbelegung und *Auslastung* der *CPU*, *Memory-Leak-Detection*, *Code-Coverage*