



Siempelkamp

Maschinen- und Anlagenbau

Entwicklung eines Singleboardcomputers mit RTOS- UH/PEARL für industrielle Anwendungen

Jan Bartels

Siempelkamp Maschinen- und Anlagenbau GmbH



Gliederung

- Einsatz und Historie
- Anforderungen
- Systemstruktur
- Multicore-Betrieb
- Ausblick



Gliederung

- **Einsatz und Historie**
- Anforderungen
- Systemstruktur
- Multicore-Betrieb
- Ausblick



Siempelkamp

Maschinen- und Anlagenbau

Übersicht Holzwerkstoffanlage (1)

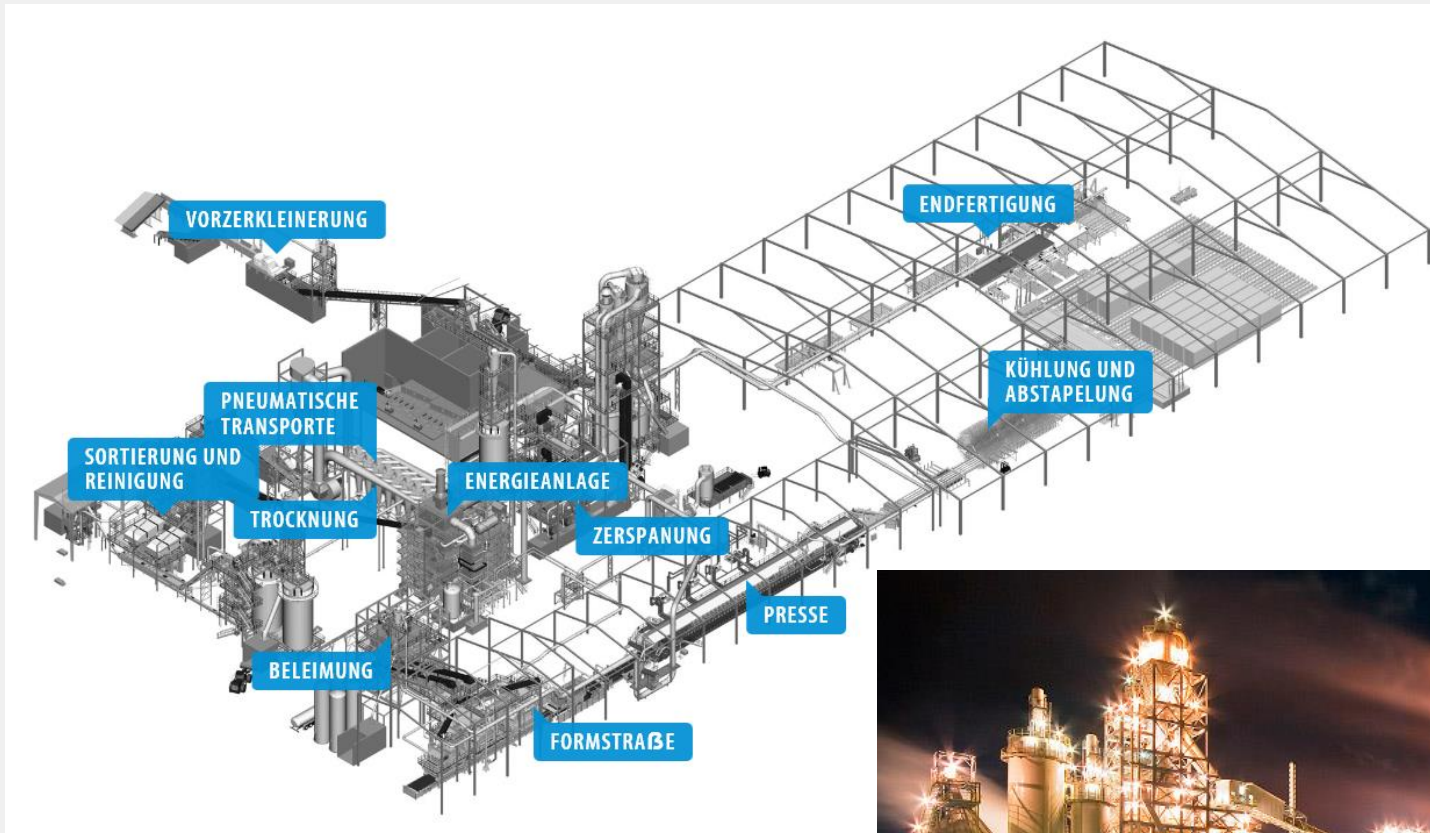




Siempelkamp

Maschinen- und Anlagenbau

Übersicht Holzwerkstoffanlage (2)



Übersicht Holzwerkstoffanlage (3)



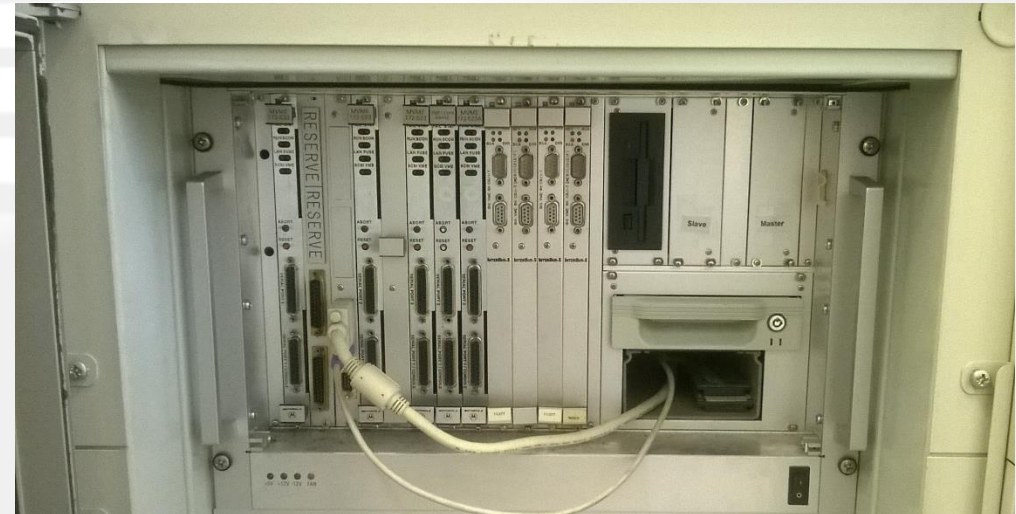
ContiRoll-Press:

- Länge zwischen 30-60 m
- Breite zwischen 4 und 10 Fuß
- Geschwindigkeit bis 2000 mm/s
- Plattendicke zwischen 1,5 und 42 mm
- ca. 60-100 hydraulische Achsen



Generation 1: 5 x 68040/68060, VMEbus

- CPU: 5 x Motorola MVME162/172
 - 68040, 25 MHz (68060, 32 MHz)
 - 8/16 MB RAM
 - 1 x Ethernet
 - 2 SCSI-Festplatten
 - 512 kB statisches RAM, batteriegepuffert
 - SVGA-Grafik
-
- 5 Interbus-Controller G3
 - E/A-Module: Interbus ST
-
- 1994-1997 (MVME162)
 - 1997-2004 (MVME172)





Generation 2: 1 x PPC 7457, VMEbus

- CPU: Motorola MVME5500
- 1 x PowerPC 7457, 1 GHz
- 512 MB RAM
- 1 x FastEthernet, 1 x Gigabit Ethernet
- 2 CF-Karten
- 4 MB statisches RAM, batteriegepuffert
- 4-5 Interbus-Controller G4
- E/A-Module: Inline
- seit 2013: PROFINET RT mit Inline
- Interbus mittels PROFINET-Proxy
- 2004-2017



Generation 3: 1 x QorIQ T1022, Singleboard

- CPU: QorIQ T1022/1042
- 1,2 GHz, 2/4 Cores
- 512 MB RAM
- 3 x Gigabit Ethernet
- 2 SATA SSDs
- 512 kB MRAM

- Optional 2 PMC-Steckplätze
- Optional netJACK-Modul

- PROFINET RT
- E/A-Module: Inline, Axioline, ET200SP

- ab 2018





Gliederung

- Einsatz und Historie
- **Anforderungen**
- Systemstruktur
- Multicore-Betrieb
- Ausblick

Anforderungen (1)

- Weitgehende Softwarekompatibilität zu G2 und G1
 - Weiternutzung bestehender Software
 - Bestehendes Know-How
 - Etablierte Workflows bei Anlagenvorbereitung
 - Geringer Portierungsaufwand bei Modernisierungen
- Lange Verfügbarkeit aller Komponenten (mind. 10 Jahre)



Anforderungen (2)

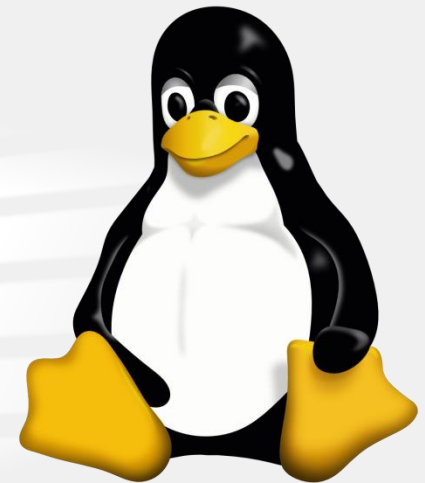
- Deutliche Steigerung der Rechenleistung
- Deutliche Reduzierung der Hardwarekosten
- Optional erweiterbar durch PMC-Module
- 24-V-Stromversorgung statt Netzspannung wegen Zulassungsverfahren
- Geringer Wartungsaufwand für Hardware
 - Lüfterloses Design
 - Verzicht auf Batteriepufferung



Alternative Lösungsansätze

- Make or Buy?
- Intel Atom statt QorIQ?
- Echtzeitlinux statt RTOS-UH?
- C statt PEARL?
- OpenPEARL unter Linux?

- Investieren in Hardware oder in Software?
- Eigenes Know-How?
- Entwicklungsrisiko?
- Langfristige Verfügbarkeit?



Projektpartner



esd electronics

- Entwicklung kundenspezifischer Hardware
- QorIQ-T10-Plattform für verschiedene Projekte und Kunden
- Hardwarefertigung
- Bootloader-Firmware



Ingenieurbüro für
Echtzeitprogrammierung

- Anpassung des Echtzeitbetriebssystems RTOS-UH
- Treiber für Onboard-Hardwarekomponenten (CPU, Netzwerk, SATA)
- Erweiterung von RTOS-UH für SMP-Multicore-Betrieb

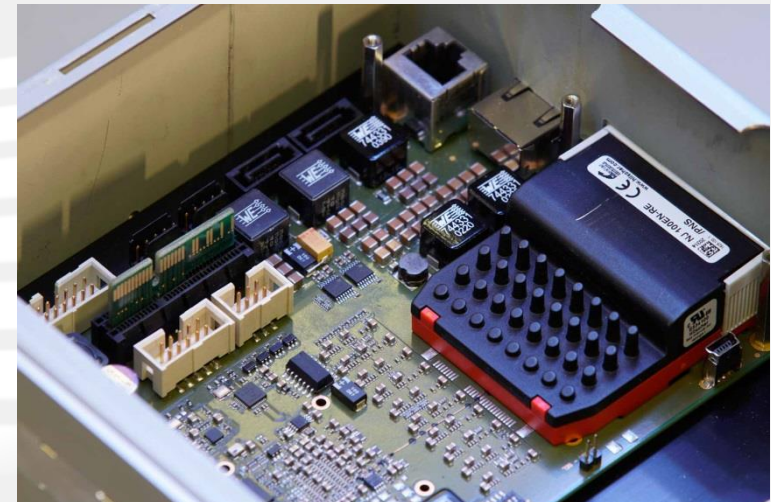


Gliederung

- Einsatz und Historie
- Anforderungen
- **Systemstruktur**
- Multicore-Betrieb
- Ausblick

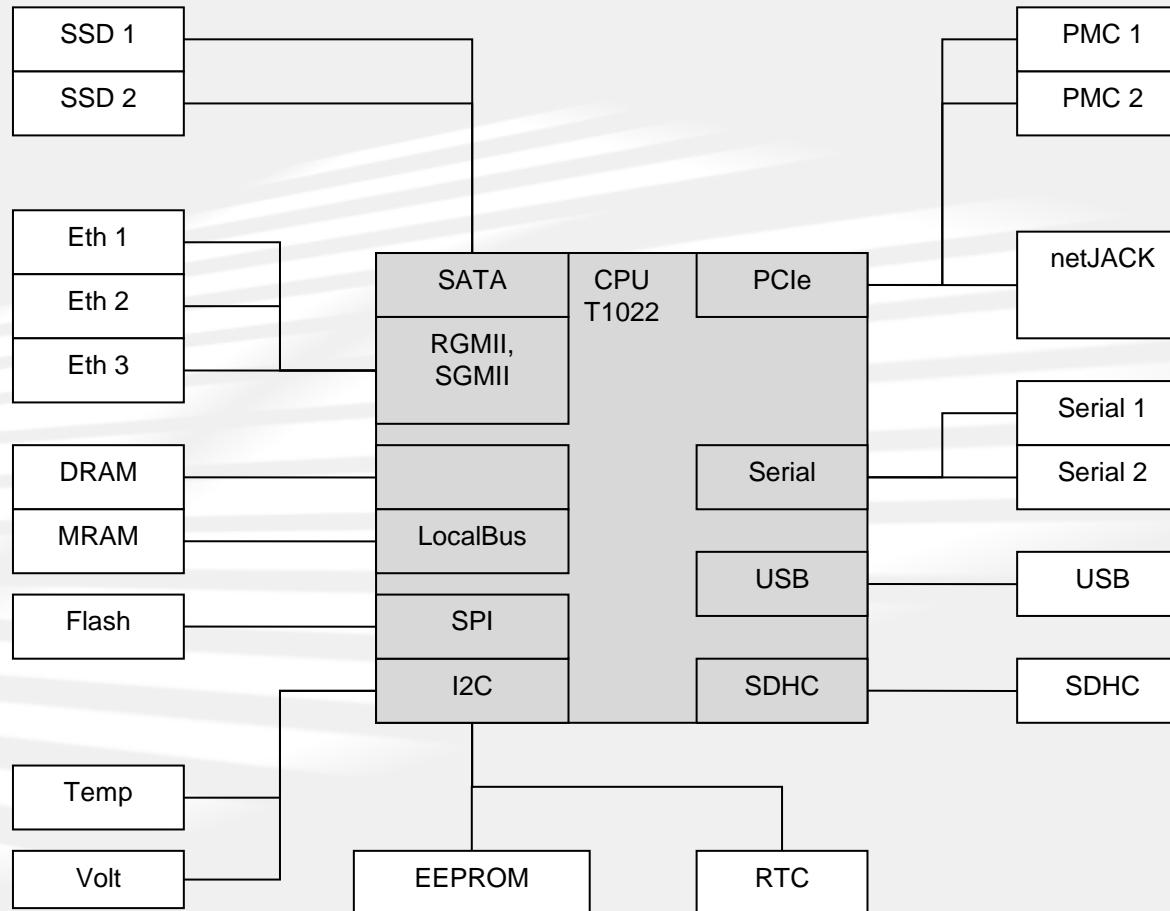
Prozessor

- QorIQ T1022/1042 von NXP
- Dual-Core bzw. Quad-Core
- 64-Bit e5500 PowerPC
- FPU mit IEEE754
- 1,2 GHz Takt
- Speicher
 - DDR3/DDR4 1600 MT/s, ECC
 - 32 kB D- + 32 kB I-Cache pro Core
 - 256 kB L2 Cache pro Core
 - 256 kB gemeinsamer L3-Cache
- Thermische Leistung ca. 7 W
- 780 Pin BGA-Gehäuse
- Umfangreiche Peripherie onchip



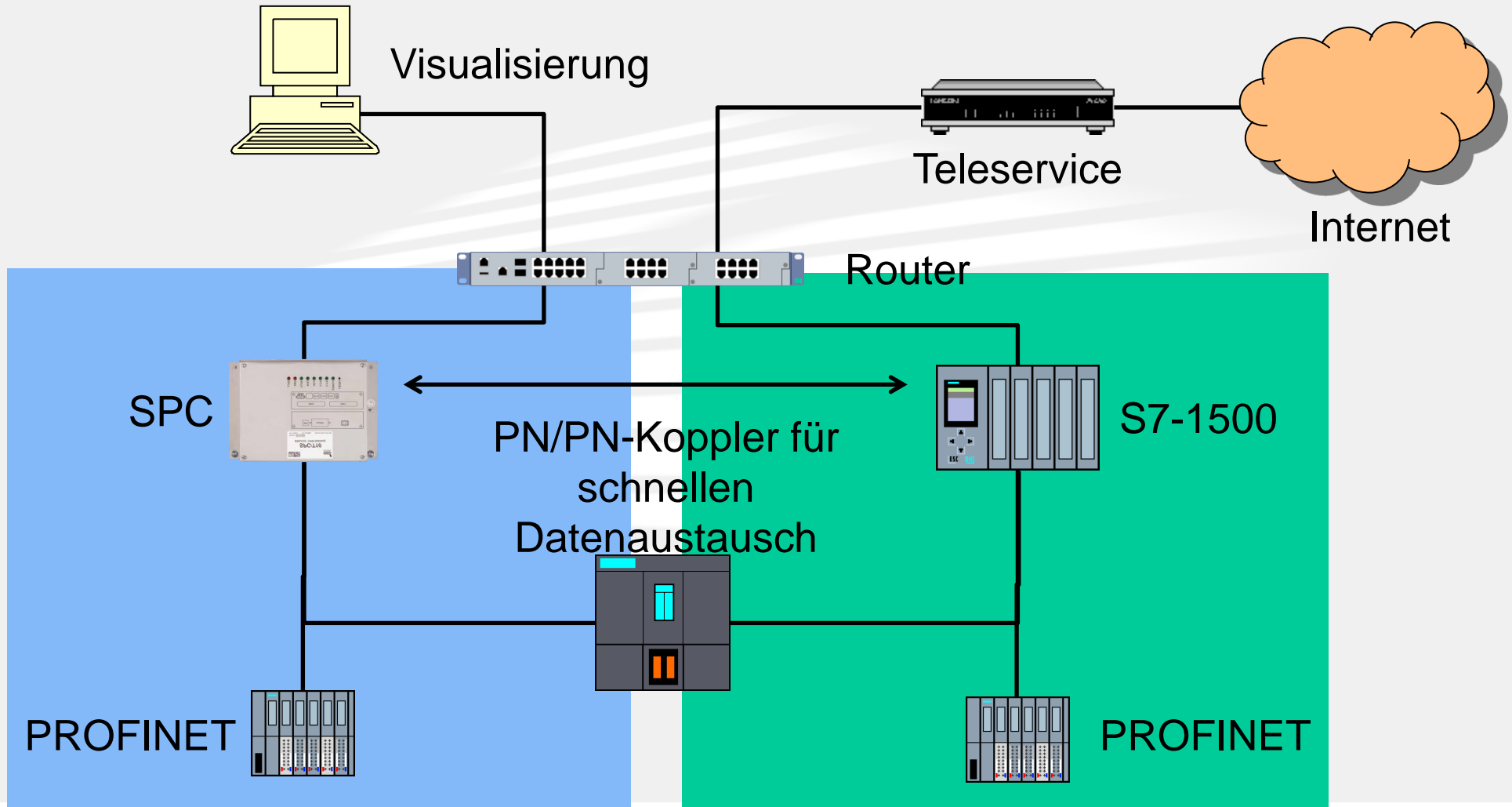


Hardwarestruktur



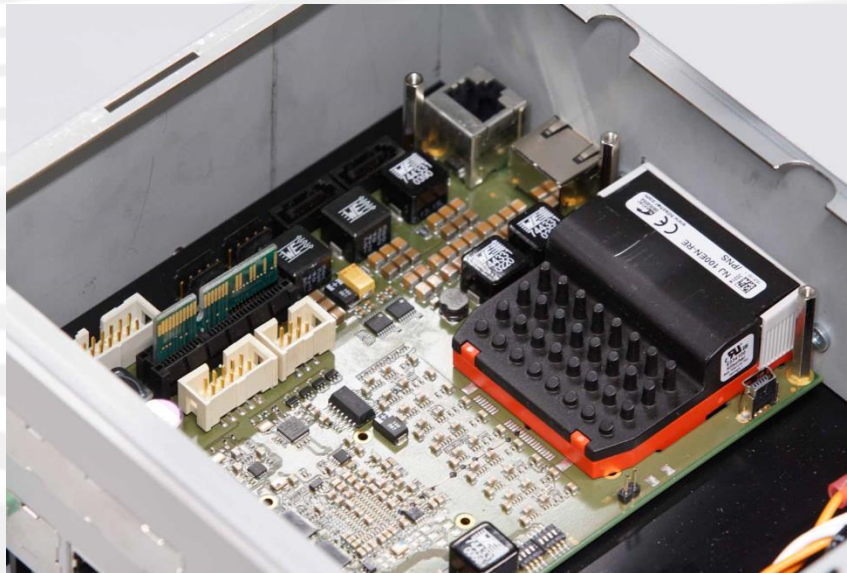


Systemumgebung



Integrierter SPS-Koppler

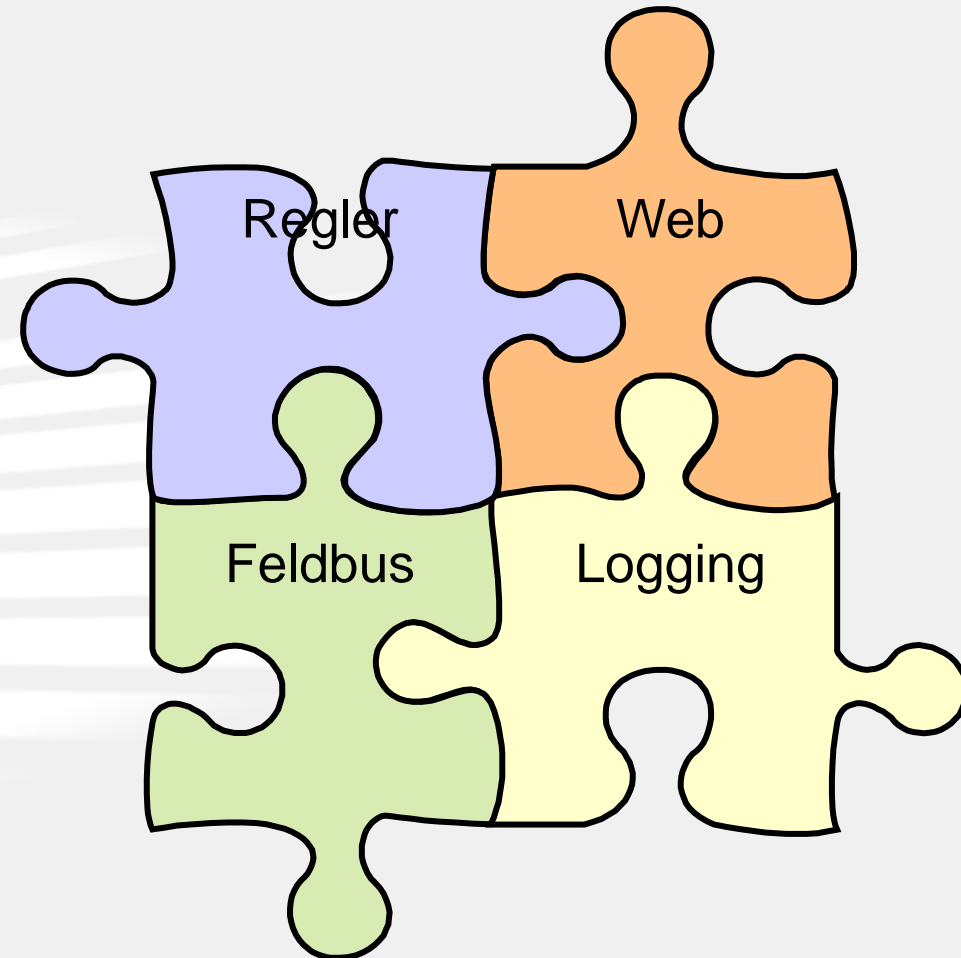
- Externe SPS-Koppler werden in SPC integriert
- Hilscher netJACK mit PCI-Express
- Erhebliche Kostenvorteile
- Geringerer Verkabelungsaufwand
- Option für „exotische“ Netzwerkprotokolle



Softwarearchitektur (1)

Umfangreiche Systemsoftware für

- Feldbus
- Netzwerk/Visualisierung
 - Clients/Server
 - verschiedene Protokolle (S7, S5, CIP)
- Logging
- Diagnose
- Datenhandling
 - Konsistenzprüfung
 - Transaktionsprotokolle
 - Wegverfolgung
- Abwärtskompatible Schnittstellen bis Generation 1



Softwarearchitektur (2)

- Konsequente Abstraktion der Hardware
 - Keine direkten Zugriffe von Reglern auf E/As
 - E/A-Vorverarbeitung durch Systemsoftware
 - E/A-Check im Werk ohne Anlagensoftware
- Konfiguration durch ASCII-Tabellen
 - Generierung aus externen Datenquellen (z. B. CAD-Programmen)
 - Einheitliche Datenbasis für viele Zwecke (z. B. Skalierung, Forcen, Kalibrierung, Diagnose, Web, ...)

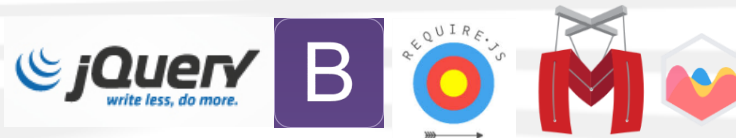


Weboberfläche

- Lauffähig unter allen modernen Browsern



- Darstellung auf PC oder Tablet
- Multipage JavaScript-Applikation
- Nutzung div. Frameworks und Bibliotheken



Feldbuscontroller PROFINET -A00.00

System | Busübersicht | Controller

System

- Start
- CPU-Board
- Logfile
- Feldbus
- Netzwerk
- Software
- Daten
- Tagmonitor
- Kalibrierung
- Datenaustausch

Zeit	S Level	Programm	Meldung
16:05:39.677	Fehler	[PNIO Alpine -A13.01	[000108015160: kommt Fehler der Spannungsversorgung

© Siempelkamp Maschinen- und Anlagenbau GmbH 2017

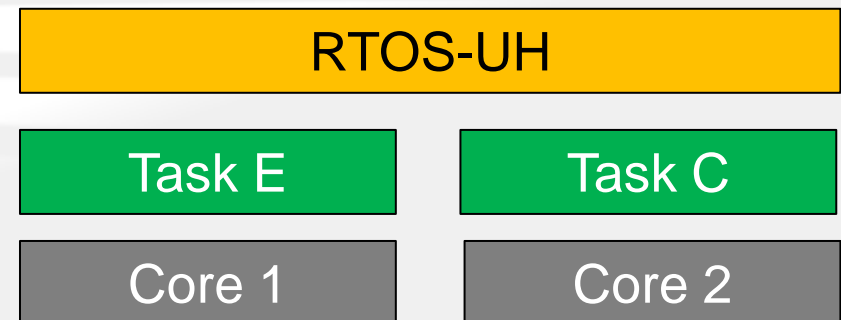
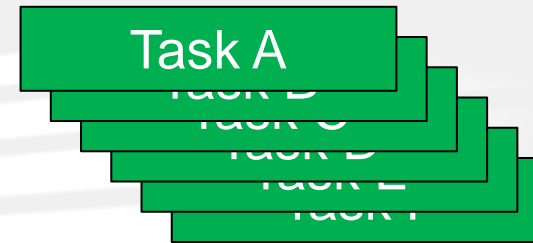


Gliederung

- Einsatz und Historie
- Anforderungen
- Systemstruktur
- **Multicore-Betrieb**
- Ausblick

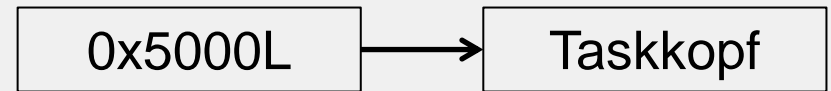
Symmetrisches Multiprocessing (SMP)

- Betriebssystem kümmert sich automatisch um die Verteilung der Tasks auf die CPU-Cores
- Interruptbearbeitung nur auf Core 1
- Inter-Core-Kommunikation über MPIC (Multi-Processor Interrupt Controller)
 - Dispatcherstart
 - Cachehandling



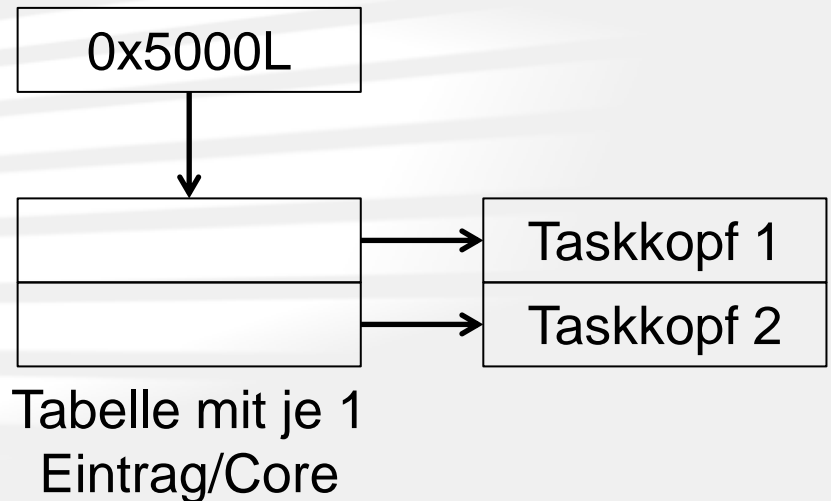
Ermitteln des eigenen Task-Identifiers (TID)

- Bisher: Zugriff auf Adresse 0x5000L



- Neu: TID-Zelle für jeden Core
- Systemcall notwendig anstelle eines Speicherzugriffs

1. Ermitteln, auf welchem Core die eigene Task läuft
2. Zugriff auf Tabelle



Rechenleistung

Taskwechsel: 700461 Zeit: 16-10-2017, 12:46:44 Dauer: 00:00:20,072950 s

Name	Taskwechsel	Laufzeit (s)	Laufzeit (%)	Laufzeit (%)
#E1000		0	1,996981	9,9486
prioscan		0	0,707110	3,5227
prioscan_parameter		0	0,000097	0,0005
PNIO_LLDPTask		0	0,000206	0,0010
PNIO_MsgTimerTask		0	0,002662	0,0133
PNIO_RPCClientTask		0	0,000018	0,0001
PNIO_RPCServerTask		0	0,000018	0,0001
PNIO_RTTask		0	2,365834	11,7862
PNIO_RTTimerTask		0	0,052391	0,2610
PNIO_SNMPManagerTask		0	0,000018	0,0001

Generation 2

- absolute Tasklaufzeiten ca. 20 % kürzer
- relative Tasklaufzeiten ca. halbiert
- deutlicher SMP-Mehraufwand in Einzelfällen

Taskwechsel: 473656/295279 Zeit: 16-10-2017, 12:34:23 Dauer: 00:00:40,232996 s

Name	Taskwechsel	Laufzeit (s)	Laufzeit (%)	Laufzeit (%)
#TSEC2	230117	2,166293	5,3844	
prioscan	20334	0,602098	1,4965	
prioscan_parameter	21	0,000110	0,0003	
PNIO_LLDPTask	24	0,000295	0,0007	
PNIO_MsgTimerTask	642	0,003648	0,0091	
PNIO_RPCClientTask	2	0,000012	0,0000	
PNIO_RPCServerTask	2	0,000011	0,0000	
PNIO_RTTask	127102	3,030591	7,5326	
PNIO_RTTimerTask	20117	0,075038	0,1865	
PNIO_SNMPManagerTask	2	0,000010	0,0000	

Generation 3



Gliederung

- Einsatz und Historie
- Anforderungen
- Systemstruktur
- Multicore-Betrieb
- **Ausblick**



Ausblick: neue ContiRoll-Pressen



Neue ContiRoll-Pressen:

- Geschwindigkeit bis 3000 mm/s
- ca. 170-300 hydraulische Achsen
- Umstieg von PROFINET auf EtherCAT
- (Zurück-)Verlagerung von Regelungsaufgaben von SPS auf SPC-System



Siempelkamp

Maschinen- und Anlagenbau

Ausblick: Neue Einsatzbereiche



Ausblick: Condition Monitoring

Lebensdauer- und Verschleißüberwachung aller Maschinen- und Anlagenteile

- Lebensdauer- und Verschleißüberwachung aller Maschinen- und Anlagenteile
- Datenerfassung und –auswertung unterschiedlicher Sensoren und Datenquellen
- Archivierung von Daten
- Alarmierung per EMail und SMS





Siempelkamp

Maschinen- und Anlagenbau

Fragen

