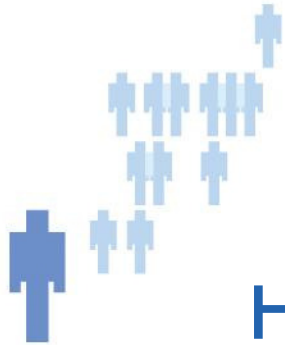


Hot Forth – Ein verteiltes Thermometer

Egmont Woitzel
FORTech Software GmbH

*FOR*Tech Software



Hot Forth - Überblick (2/14)

- Projekt
- Anforderungen
- Hardware
- Vision
- Architektur
- Einige Details
- Ausblick



Hot Forth – Projekt – Zementdrehofen (3/14)

- Auftraggeber KIMA Echtzeitsysteme
- Drehender Ofen:
 - 40 m lang, 3 m dick, 18 m Feuerlanze,
1400 °C Innen, 300°C Außen, 3 min/U
(darf warm nie anhalten)
- Problem:
 - Energiekosten bestimmen Gesamtkosten,
Temperatur bestimmt Qualität

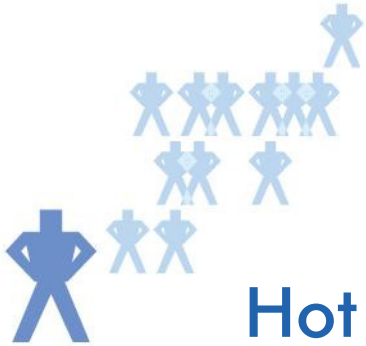


Quelle: CEMAG AG

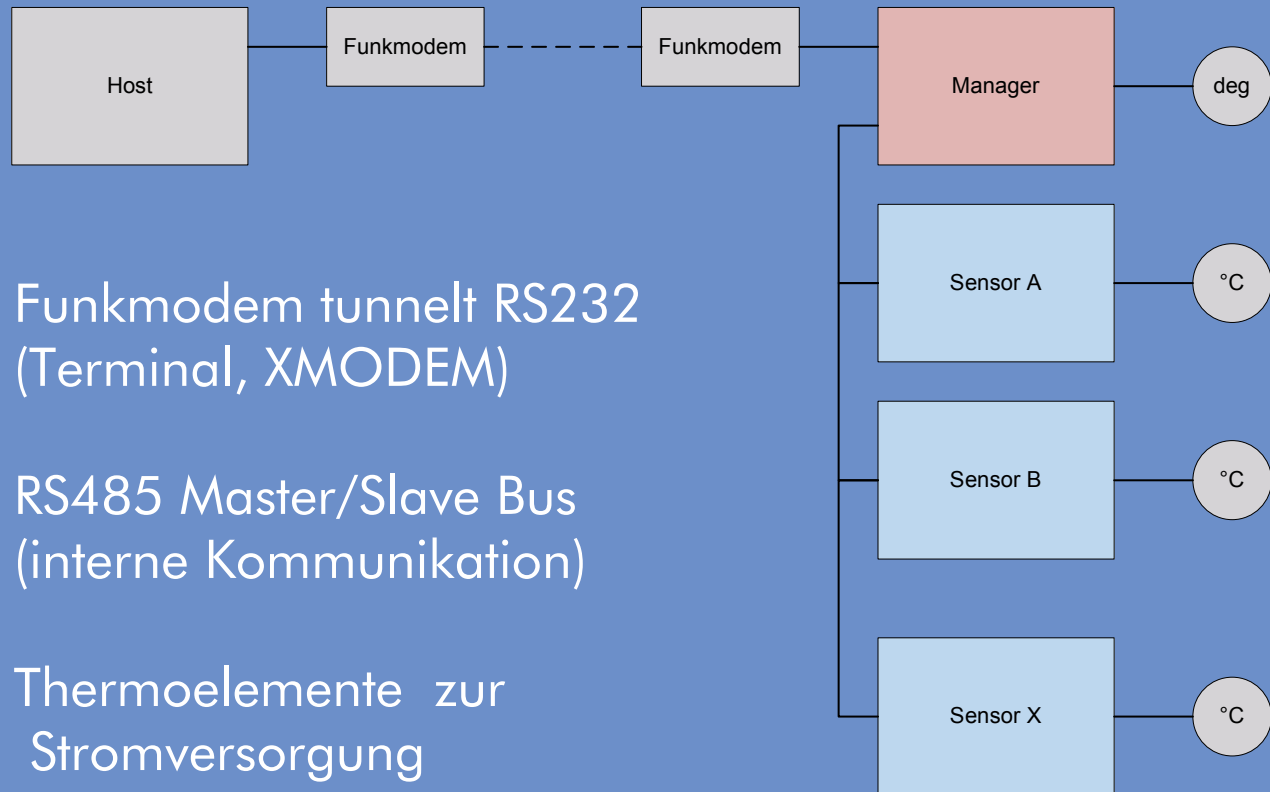


Hot Forth - Anforderungen (4/14)

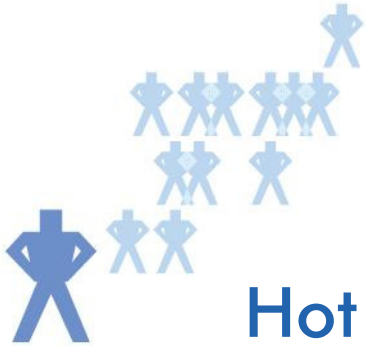
- Messung der Innentemperatur
 - Variable Anzahl Messpunkte über die Länge
 - Messung winkelbezogen
 - Temperaturauflösung $\sim 1^\circ\text{C}$
- Autonomer Betrieb
 - Kommunikation drahtlos
 - keine Stromversorgung
- Servicefreundlich
 - Laptop und Terminalprogramm
 - Top-Level Quellcode im Gerät



Hot Forth – Hardware – System (5/14)



- Funkmodem tunnelt RS232 (Terminal, XMODEM)
- RS485 Master/Slave Bus (interne Kommunikation)
- Thermoelemente zur Stromversorgung

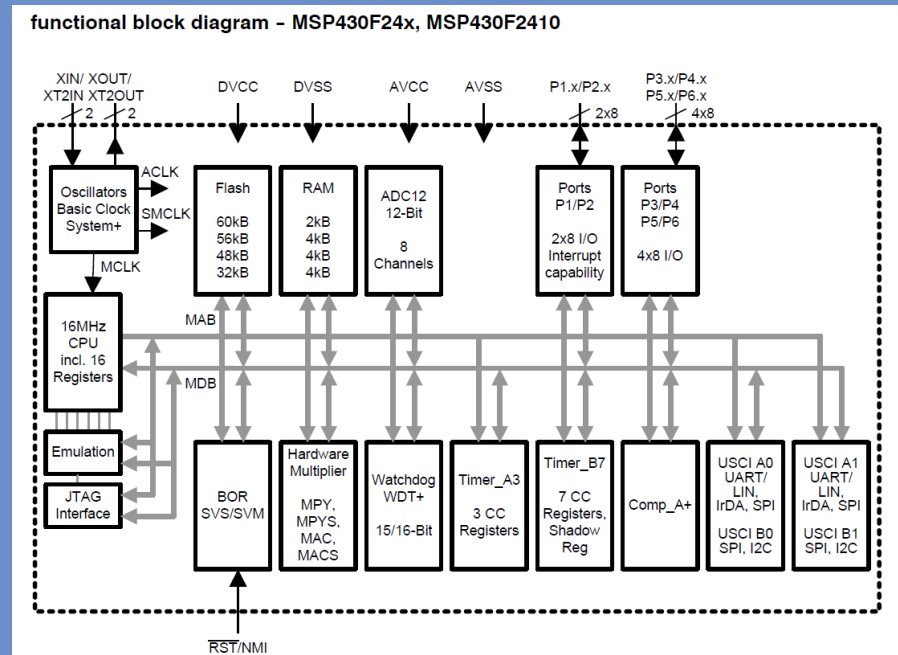


Hot Forth – Hardware – MSP430 (6/14)

MSP430F2410

16B RISC CPU
 16 Register (incl. PC, SP, SR)
 56 KB Flash
 4 KB RAM

MPE CrossCompiler
 JTAG Interface
 Umbilical Forth für erste
 Inbetriebnahme



Quelle: Texas Instruments



Hot Forth – Vision (7/14)

- Primäres Interface:
Forth-Interpreter
- verteilte Applikation
konsolidiert Daten im Manager
- Manager „tunnelt“ Interpreter
I/O zu den Sensorknoten
- Applikation liegt als Quelltext
im Flash der Controller
(wie ONF/Beschleunigerlabor)

```
ok
.node↪ Manager ok
S 1 .node'↪ ok
'1 Sensor A ok
'1 2 + .↪ 3 ok
S 2 AI1 AI@ .'↪ ok
'2 97 ok
'
```



Hot Forth – Architektur – Speicher (8/14)

Flash ROM

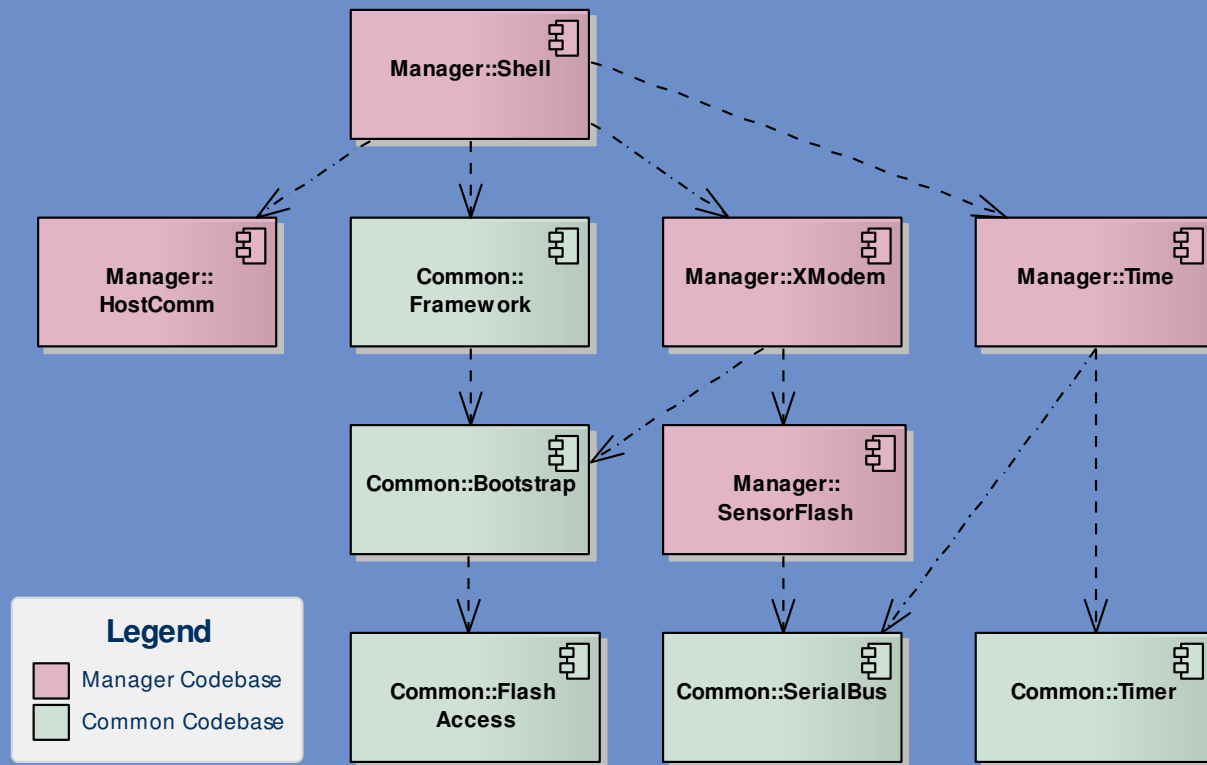
Reset/Interrupt Vector	40h	
Core	7FC0h	~32 KB
Bootstrap Source	5F00h	~24 KB
Calibration Info	40h	
Application Info	40h	
Bootstrap Info	40h	
Master/Slave Info	40h	

RAM

TIB	80h	
Host/Master Input	80h	
Host/Master Output	80h	
Bus Input/Output	180h	
Return Stack	80h	
Data Stack	80h	
User	80h	
Dictionary	B80h	~3 KB

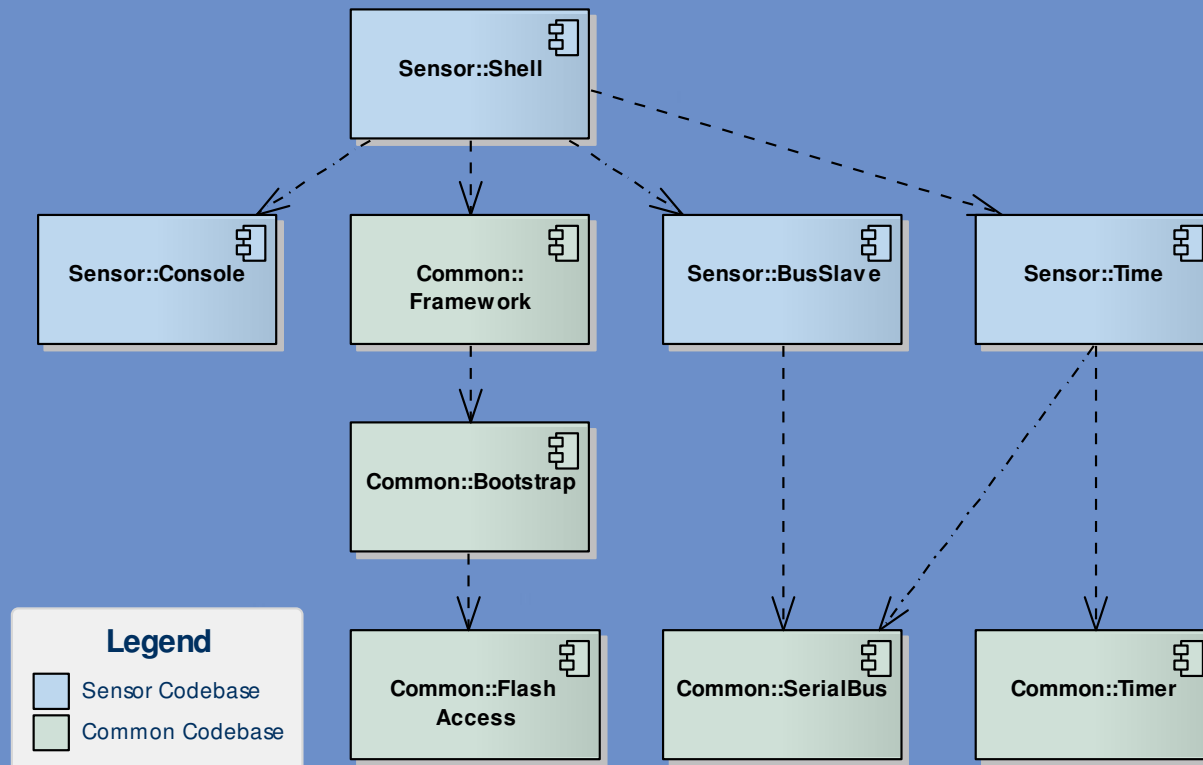


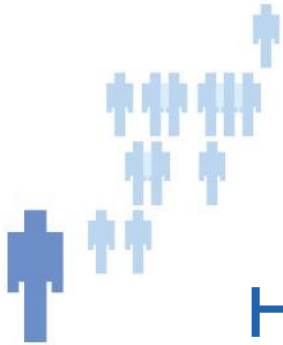
Hot Forth – Architektur – Master (9/14)





Hot Forth – Architektur – Slave (10/14)

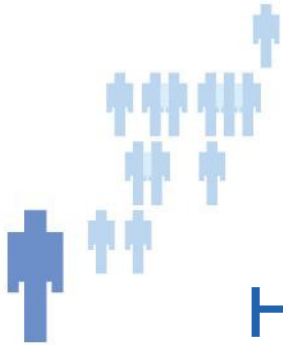




Hot Forth – Details – Serieller Bus (11/14)

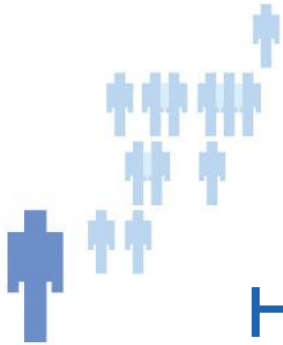
- Manager pollt kontinuierlich die Interpreter der Sensorknoten
- Applikation kommuniziert im Hintergrund
- implizite Synchronisation der Sensorzeiten für Drehwinkel
- Binärdatentransfer möglich durch Escape-Sequenz für SOH und ESC in Daten

SOH
ID
Transmit Time
Expected Receive Time/Delta
Console Length
Console Data
Application Length
Application Data
Checksum



Hot Forth – Details – Ablaufsteuerung (12/14)

- Speicher erlaubt kein Multitasking:
 - Polling in einer „Main Loop“
 - Ereignisbehandlung in Interrupts
- „Round Robin“ durch:
 - Statuspolling (Kommunikation, Zeit)
 - Stapelneutrale Applikation
- Zeit (Tick-Count, kein Kalender):
 - 16-Bit Hardwaretimer 4096 Hz, KEIN Interrupt (16 s turnover)
 - Update 16-Bit Softwaretimer 16 Hz im Polling (~1 h turnover)
 - bei 3 min/U Auflösung 1/8 Grad Drehwinkel



Hot Forth – Details – Bootstrap (13/14)

- Informationsblock mit Prüfsumme
- neue Interpreterquelle mit SOURCE-ID 1
- Aufruf nach Startup vor dem Interpreter
- Upload/Download via XMODEM
n RECEIVE-SOURCE?
n SEND-SOURCE?

```
: LOAD-SOURCE ( ds: -- i*x )
  ( load the bootstrap source, be aware that )
  ( this word revamps the input buffer, )
  ( so it cannot resume interpretation )
  SOURCE-ADDR SOURCE-READ^ !
  SOURCE-ADDR SOURCE-RECORDS @ C/RECORD * +
  SOURCE-END^ ! 1 TO SOURCE-ID
  BEGIN \ read next source line
    REFILL
  WHILE \ another line
    \ CR $60 EMIT SOURCE TYPE $60 EMIT
    INTERPRET
  REPEAT
  0 TO SOURCE-ID ;
```



Hot Forth – Ausblick (14/14)

- Aktueller Status: noch nicht fertig (es fehlen 5% ;-)
- Applikationsinterface
vordefinierte A/D Routinen, Synchronisation mit ISR
- Watchdog
Sicherung gegen „tödliche“ Applikationen
- Terminalprogramm
Virtuelle Terminalfenster für Sensoren
- Host-Applikations-Support
Bibliotheken für Kapselung des Datensammelns