

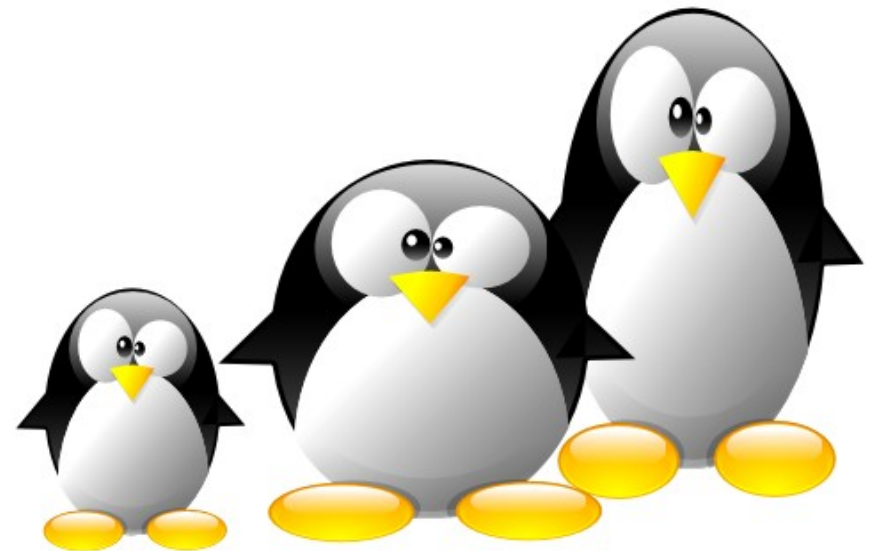


Embedded Linux Intro

EIM/INFM

Frank Erdrich
frank.erdrich@emtrion.de

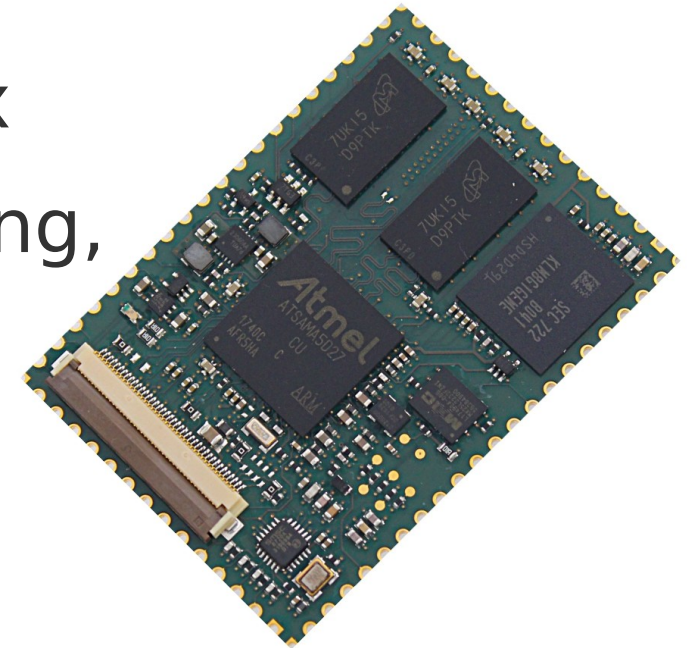
Pinguine und Backofen?



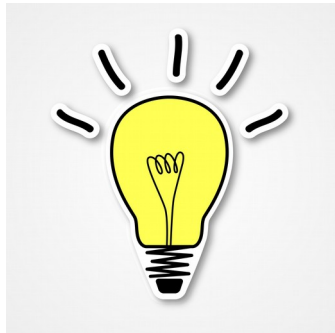
Emtrion GmbH



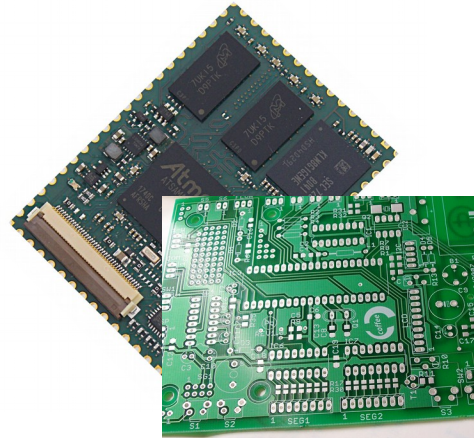
- Dienstleister Hard-/Software seit 2003 in Karlsruhe
- Eigene Produkte
- Schwerpunkt embedded Linux
- Consulting, Entwicklung, Testing,
- Komplette Lösung aus einer Hand



Roter Faden



Idee



Hardwareentwicklung



Testing



Produktpflege



Anforderungen

Softwareentwicklung

Auslieferung



```
1 PCHAR RC2Crypt_PackEncodedBuffer(PCHAR Buf, DWORD BufSize, PCHAR IV)
2 {
3     PCHAR Result = STR::Alloc(BufSize + 8);
4     if (Result == NULL)
5         return NULL;
6
7     PCHAR P = Result;
8
9     STR::Copy(IV, P, 0, 4);
10    P += 4;
11
12    PCHAR End = Buf + BufSize;
13    while (End > Buf && *(End - 1) == '\0') End--;
14
15    STR::Copy(Buf, P, 0, End - Buf);
16    P += End - Buf;
17
18    STR::Copy(IV, P, 4, 4);
19    P += 4;
20
21    STR::Copy(End, P, 0, BufSize - (End - Buf));
22
23    return Result;
24 }
```



Voraussetzungen

- Gute C-Kenntnisse
- Erfahrung mit Embedded Systems
- Affinität zu hardwarenaher Entwicklung
- Eventuell Erfahrung mit
 - Linux
 - Python
 - Shell-Skripten



Abgrenzung

- Keine E-Technik Vorlesung
- Keine SW-Engineering Vorlesung
- Kein Programmierkurs



Inhalte

- Produktlebenszyklus
- Grundlagen ARMv7
- Hardware / Systemaufbau
- Bootloader U-Boot
- Linux
- Realtime



Inhalte

- RootFS (Root FileSystem)
- Systemnahe Programmierung
- GUI und GUI-Frameworks
- Safety/Security
- Testing
- Virtualisierung



Inhalte

- Debugging
- Produktpflege, etwa Updates
- Kurzer Exkurs zu Lizenzen
- Kommunikation
- Eigene Ideen?



Einsatzgebiete eLinux

- Überall ;)



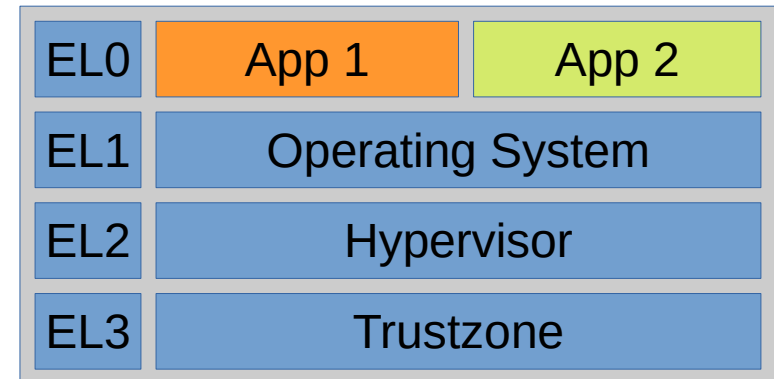
Linux vs. Embedded Linux

- Was macht Linux zu Embedded Linux?
- Besondere Anpassungen?
- Spezielle Variante?



Voraussetzungen für eLinux

- Hardware muss performant sein
 - CPU, Memory
- Hardwareunterstützung für
 - virtuellen Speicher
 - Privilegierungslevel



eLinux == Bare Metal?

- Vollen Hardwaresupport durch Linux
- (In der Regel) keine Treiberentwicklung
- Speicherverwaltung
- Dateisysteme



Entwickler kann sich auf
Anwendungsentwicklung konzentrieren!

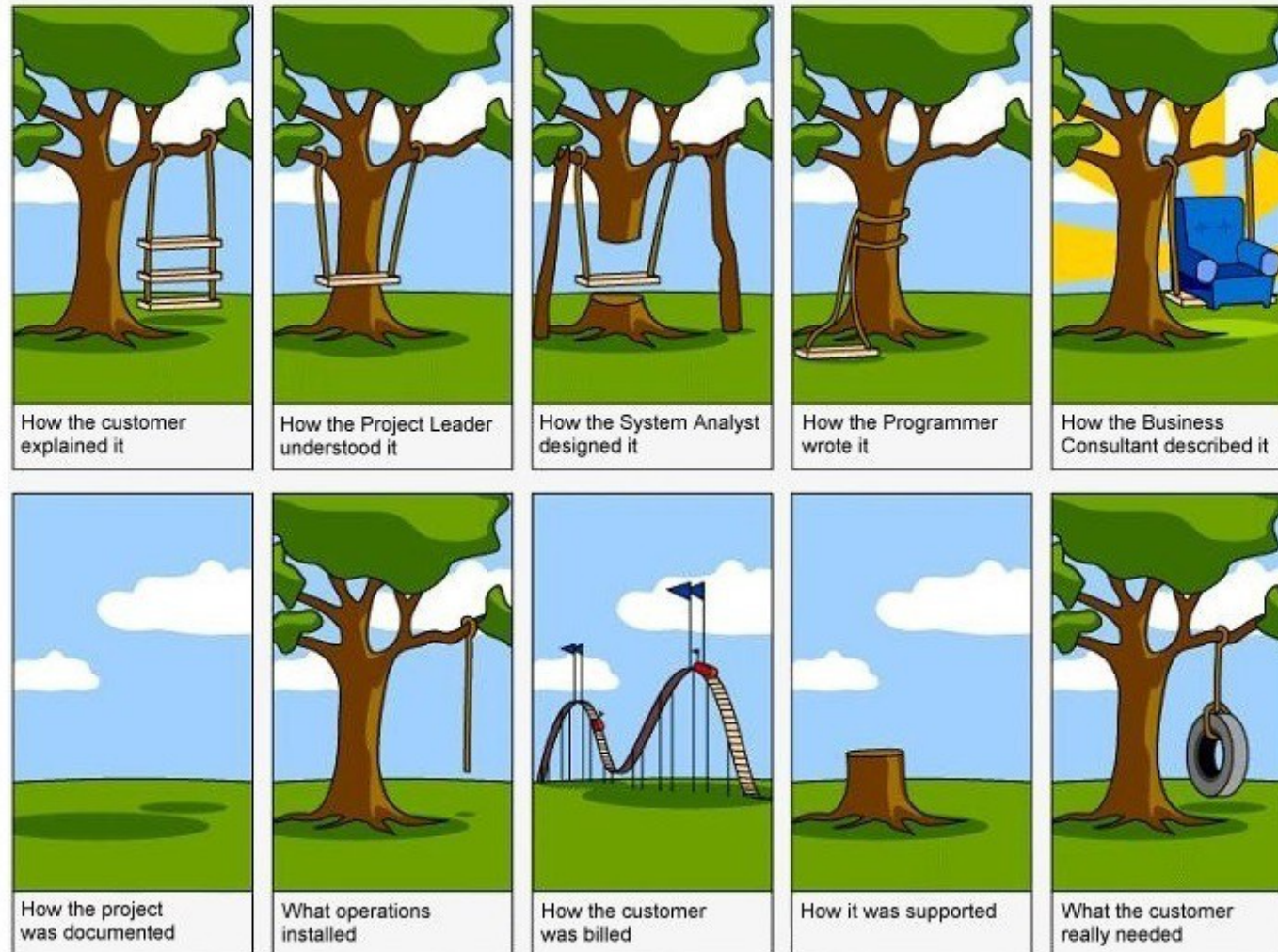


Kunde kommt, was nun?

- Verstehen, was der Kunde will
- Anforderungen erarbeiten
- Gezielt Fragen stellen
- Gemeinsames Verständnis aufbauen
- Pflichtenheft ist Entwicklungsgrundlage



Requirements Engineering



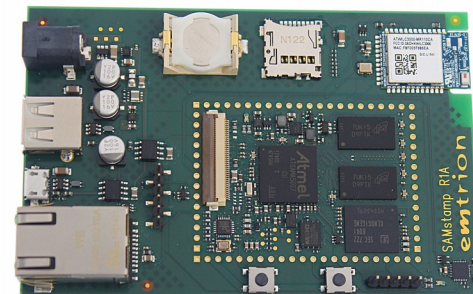
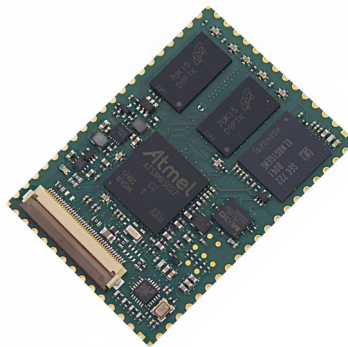
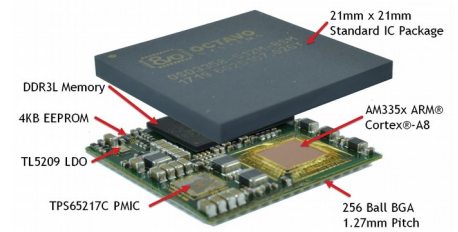
Requirements Engineering

- Immer für den Kunden mitdenken
- Was könnte das Produkt noch besser machen
 - Securitykonzept
 - Updatekonzept
 - Performance an der richtigen Stelle
 - Abgestimmte Hardware
 - Echtzeitfähigkeit



Hardware - Begriffe

- SoC – System on a Chip
- SoM – System on Module
- SiP – System in Package
- SBC – Single Board Computer



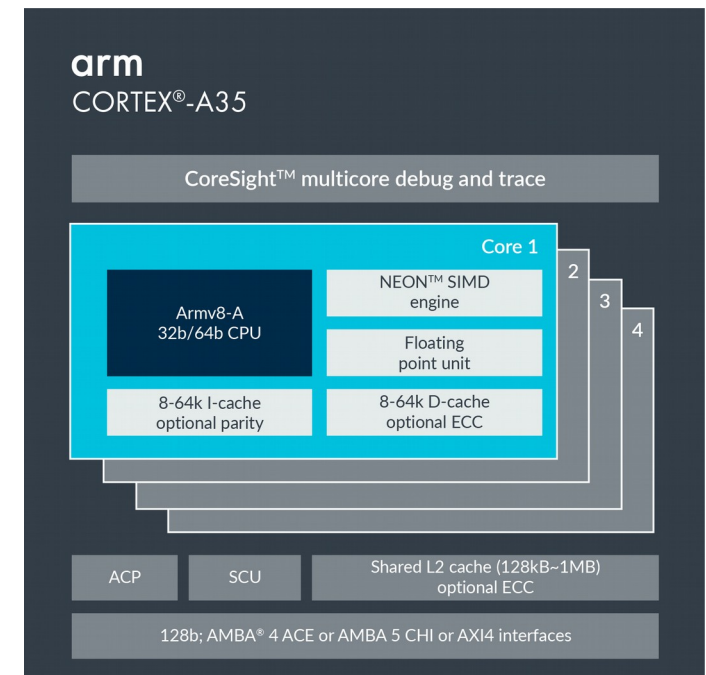
Architekturen

- ARM (meistverwendet für eLinux)
- x86
- RISC-V
- MIPS
- PowerPC
- SuperH



ARMv7-A & ARMv8-A

- ARM Application Profile
 - (Cortex M ist Microcontroller Profile)
- ARMv8 ist generell ein 64 bit Prozessor
 - Ausnahme Cortex-A32



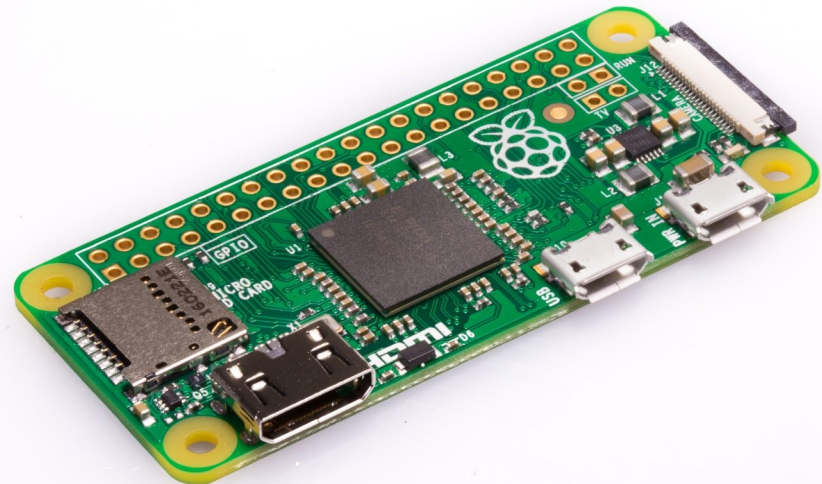
Cortex-A und Peripherie?

- Keine Peripherie von ARM, lediglich Kernkomponenten
 - CPU
 - Caches
 - Interne Bussysteme (AHB, ...)
 - Beschleuniger (SIMD, NEON, FPU)
- Wird vom SoC-Hersteller (z.B. NXP, TI, ST, ...) dazu designed



Raspberry Pi?

- Ebenfalls ARM-basiert
- SoC-Hersteller ist Broadcom
- Industrietauglich?



Peripherie

- I²C
- SPI
- Ethernet
- USB
- LCD
- SDIO
- RAM und parallele Festspeicher



Peripherie

- Kamera
- Sound
- Watchdog
- Security
 - Jedoch nicht TrustZone



Debug

- Serielle Schnittstelle
- JTAG



```
COM4 - PuTTY
Boot Device: NOR
I2C:  ready
DRAM:  1 GB
MMC:   FSL_USDHC: 0,FSL_USDHC: 1,FSL_USDHC: 2,FSL_USDHC: 3
*** Warning - bad CRC or MMC, using default environment

In:    serial
Out:   serial
Err:   serial
Net:   got MAC address from IIM: 00:c0:08:86:20:c6
FEC0 [PRIME]
Hit any key to stop autoboot:  0
mmc2 is current device
Loading file "/boot/uImage" from mmc device 2:1 (xxc1)
4119112 bytes read
## Booting kernel from Legacy Image at 10800000 ...
   Image Name:   Linux-3.0.35
   Created:      2013-10-12 12:05:37 UTC
   Image Type:   ARM Linux Kernel Image (uncompressed)
   Data Size:    4119048 Bytes = 3.9 MB
   Load Address: 10008000
   Entry Point:  10008000
   Verifying Checksum ... OK
   Loading Kernel Image ...
```



Elinux und Kosten

- Ist kostenlos wirklich umsonst?
- Vielleicht doch lieber QNX?
- Oder Windows 10 IoT?
- Was heißt Open Source?



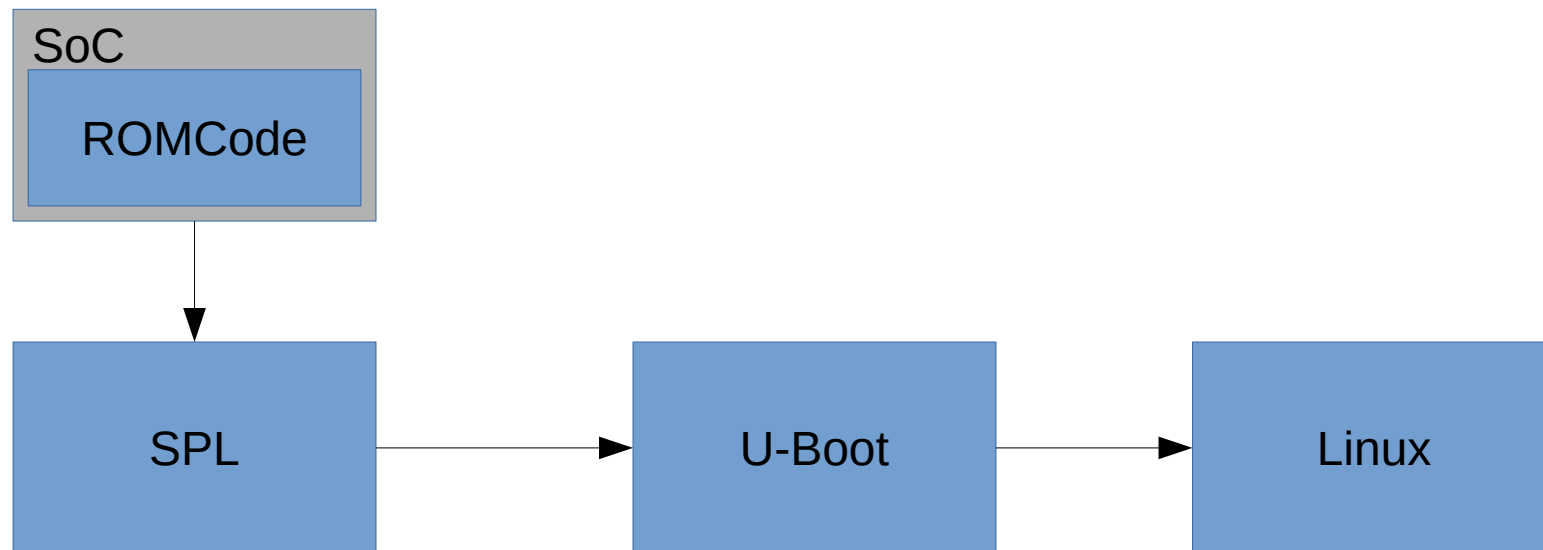
Free/Open Source

- Öffentlich verfügbarer Quelltext
- Darf verwendet und angepasst werden
- Vorsicht mit den Lizenzen (z. B. GPL)
- Siehe OSI, FSF, FOSS, FLOSS



Betriebssoftware

- Bootloader (z. B. U-Boot oder RedBoot)
- Operating System (z. B. Linux oder QNX)



Tools

- GNU Compiler Collection (GCC)
- Alternativ LLVM (vorsicht beim Linux Kern)
- Editor/IDE nach Wahl
 - Vim, nano, emacs, Eclipse, Visual Studio Code, Kate, Gedit, Code Blocks, Sublime Text, Atom, Notepad++, ...

