

Linux booten leicht gemacht: Barebox

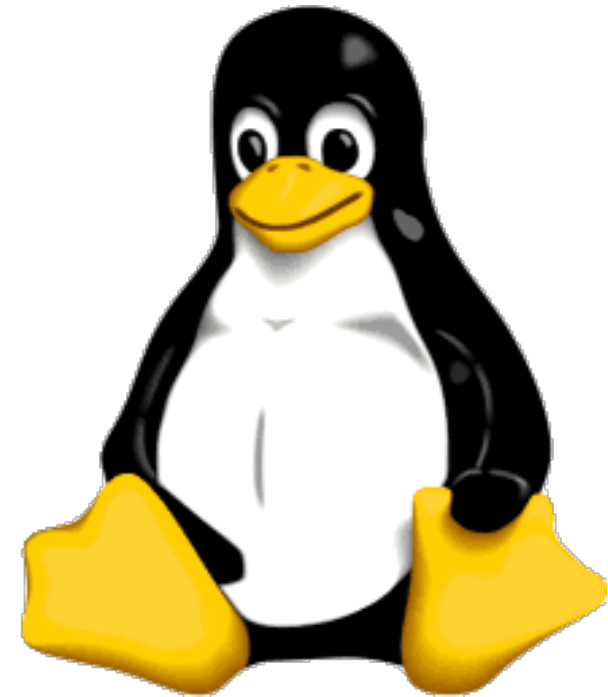
Robert Schwebel <r.schwebel@pengutronix.de>



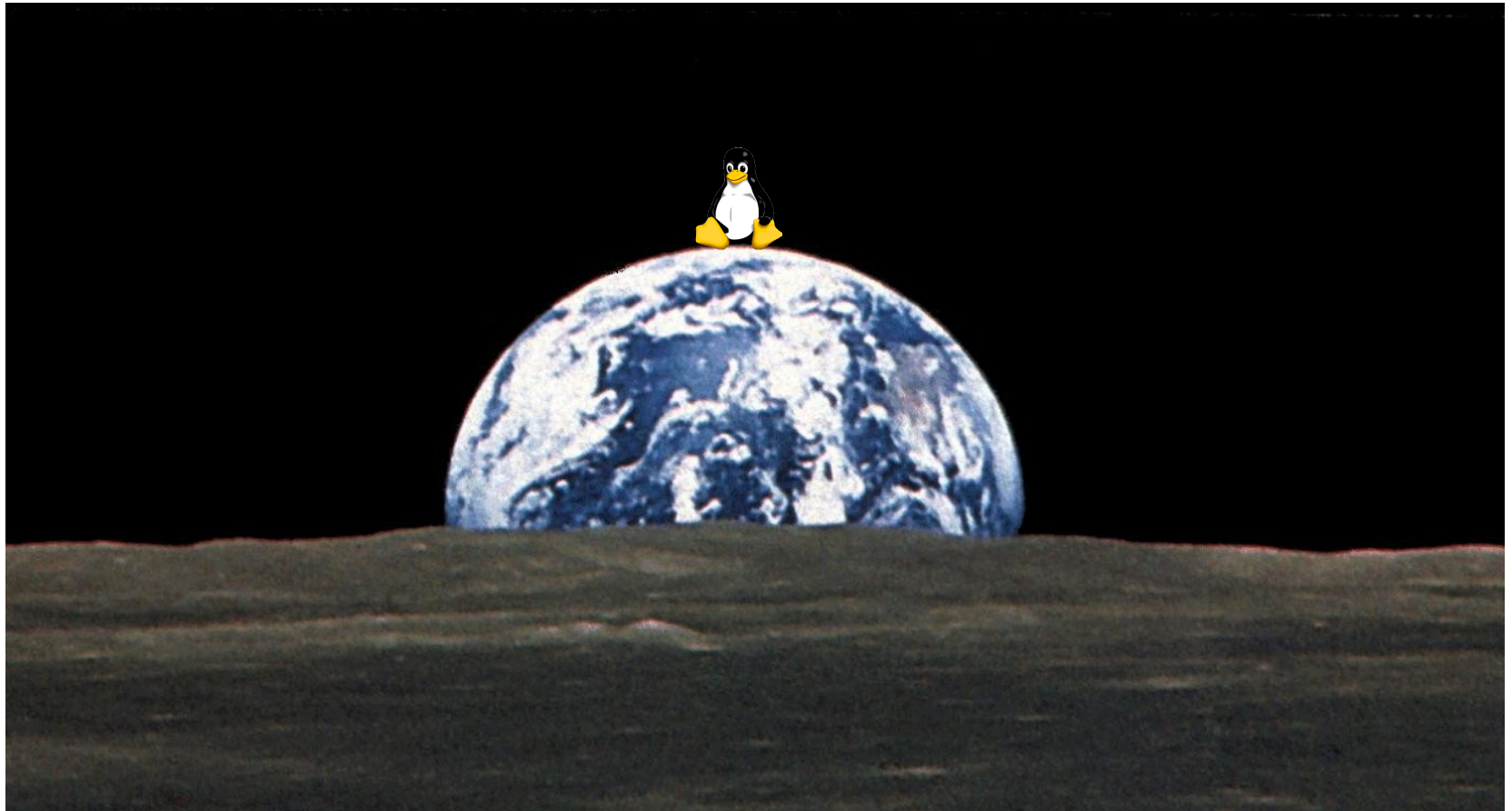
Chemnitzer Linux-Tage, 15.03.2014



Eigentlich wollen wir Linux als Bootloader, keinen Bootloader!



Besten Dank fürs Kommen! Fragen?

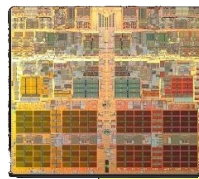


Agenda

- Usecases
- barebox Einführung
- Bootloader Spec
- Device Tree Support
- Multi Image, sonstige Neuheiten
- Fragen



Der einfachste Usecase: Einfach nur Booten



Hardware-Initialisierung

RAM, Flash, PLLs + Clocks, ...



Kernel vom Boot Medium laden

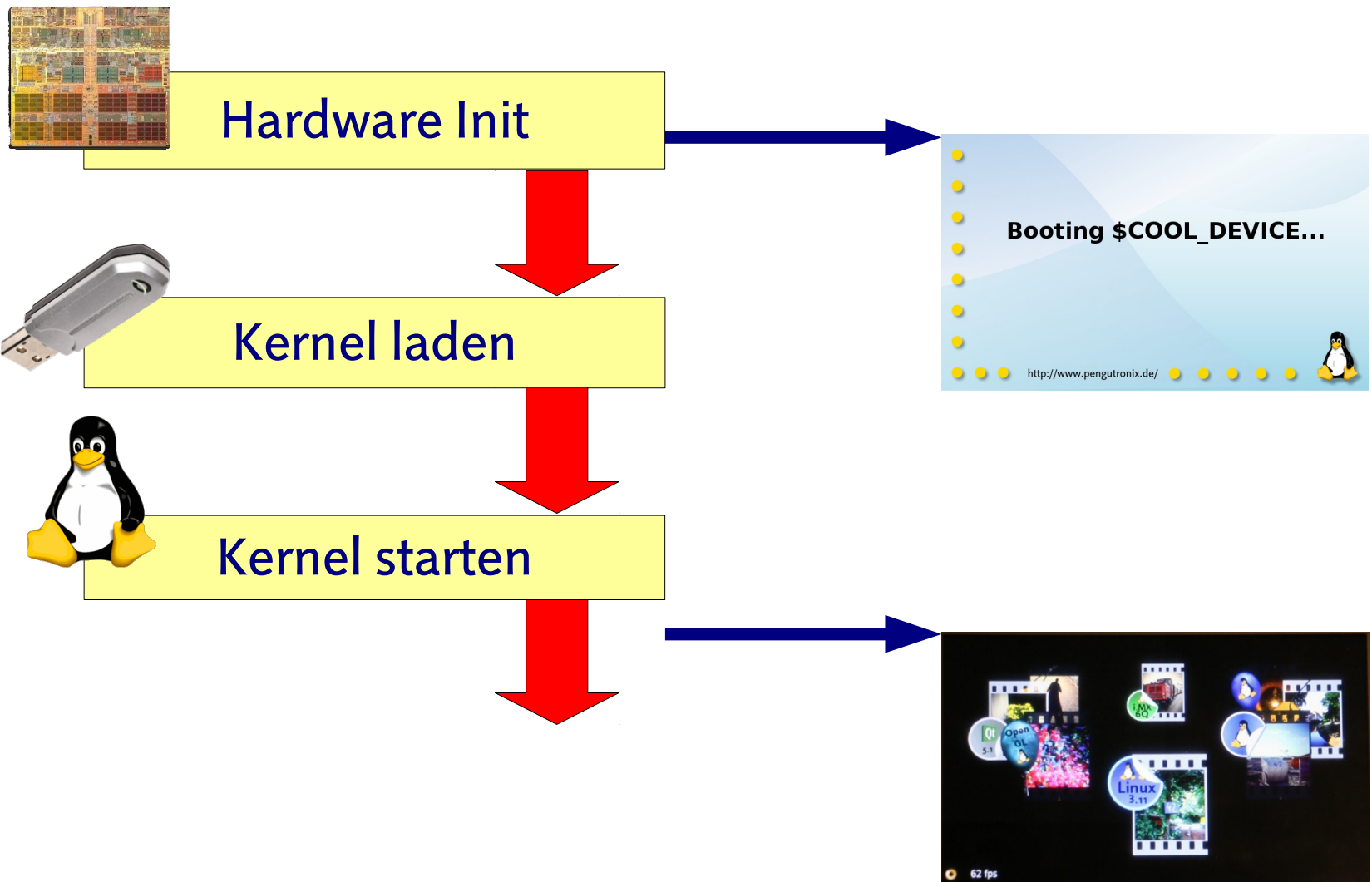
NOR-Flash, NAND-Flash, SD, USB, SATA, Netzwerk...



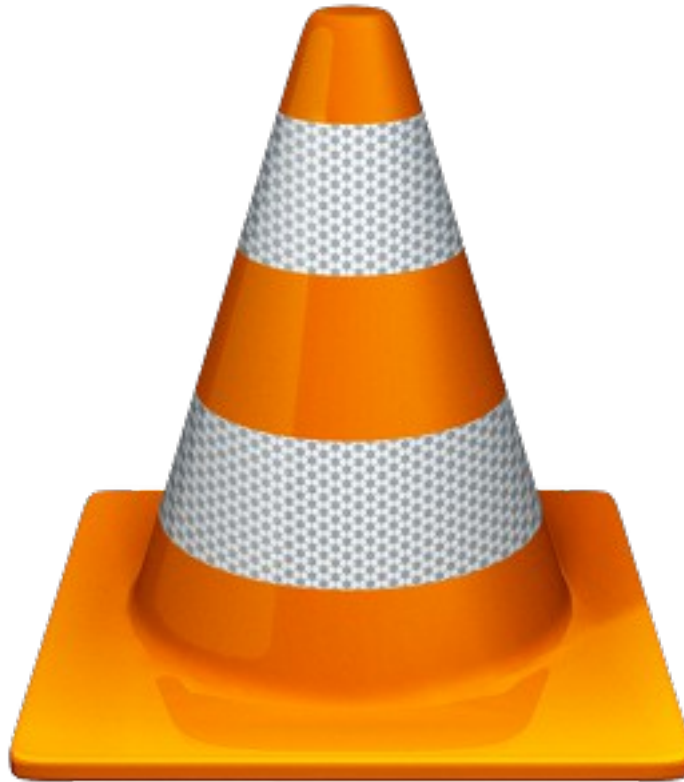
Kernel starten

mit Kernel Commandline

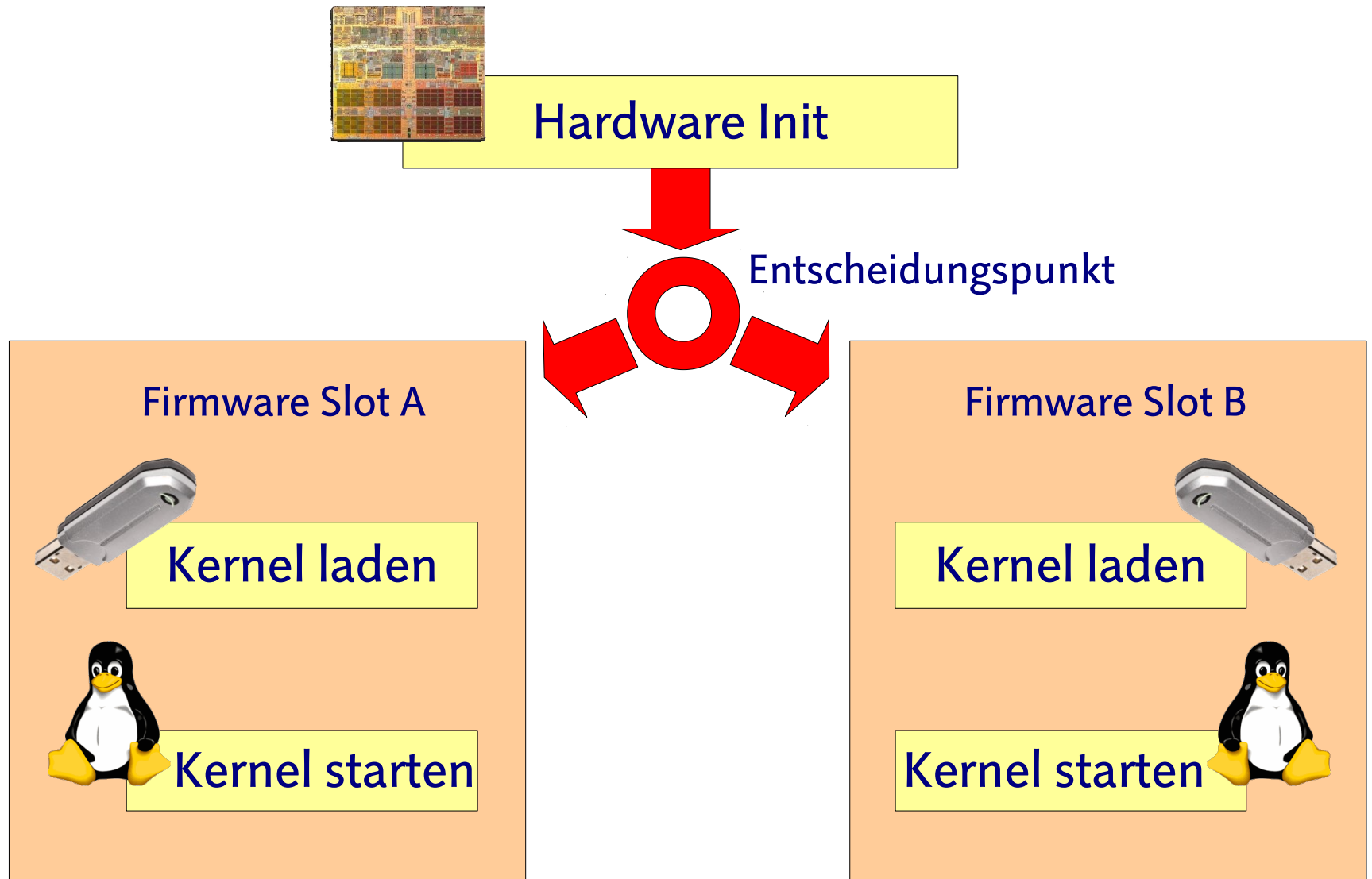
Usecase: Splash Screen



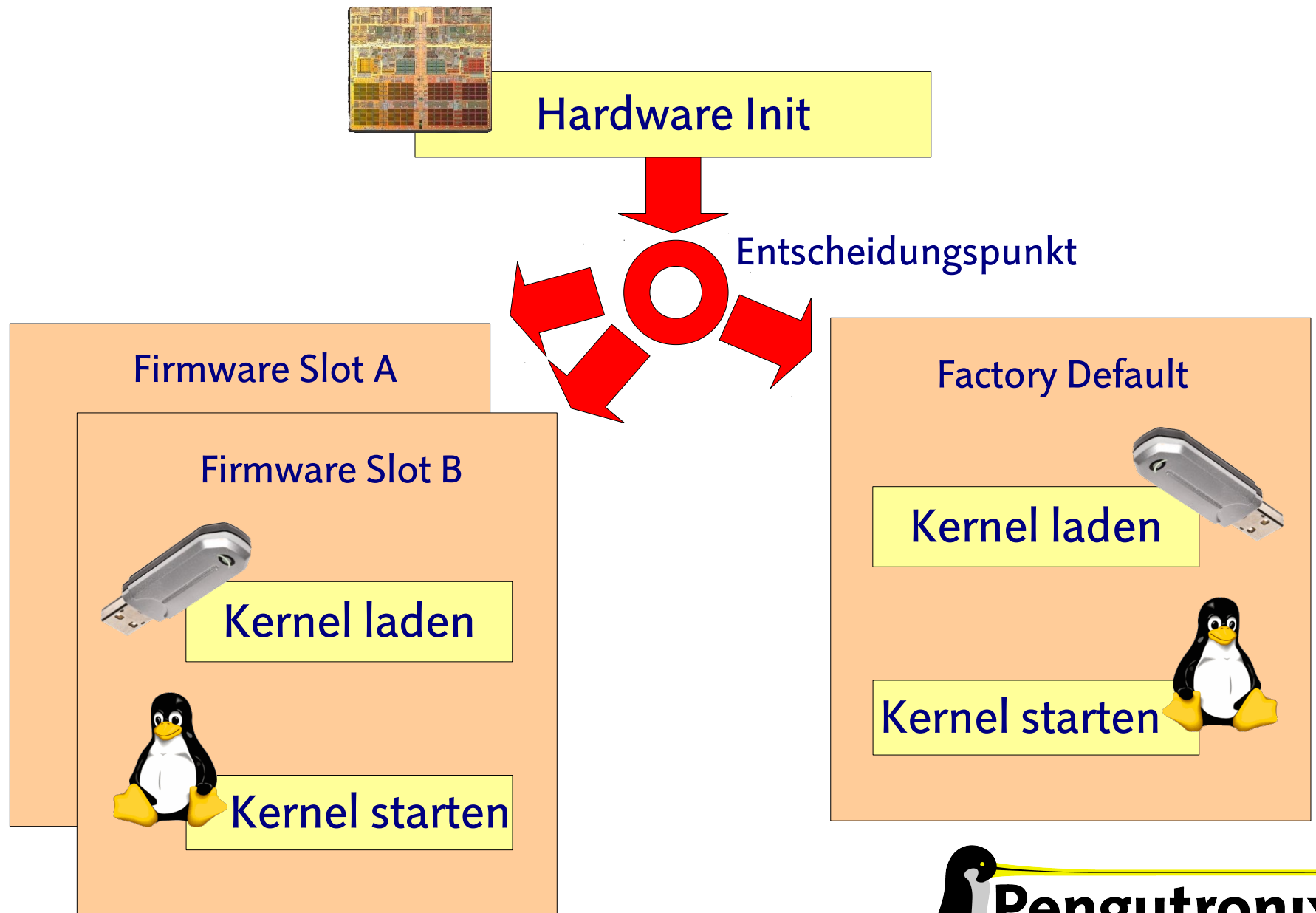
Beispiel



Usecase: Redundanz-Boot



Usecase: Redundanzboot



Agenda

- Usecases
- **barebox Einführung**
- Bootloader Spec
- Device Tree Support
- Multi Image, sonstige Neuheiten
- Fragen



Designkriterien für barebox

- Konzepte aus dem Linux Kernel
- Konzepte aus POSIX
- Frameworks
- Dateisysteme
- KBuild, Kconfig
- Standard Shell (cp, rm, ls, mount, ...)
- Scripting mit Scripten
- „Best of U-Boot + Linux“



“Hello World” in barebox

- Eine typische Startsequenz:

```
barebox 2014.01.0 (Jan 30 2014 - 11:16:13)
```

```
Board: Phytex phyCard-i.MX27
```

```
NAND device: Manufacturer ID: 0x20, Chip ID: 0x36  
(ST Micro NAND 64MiB 1,8V 8-bit)
```

```
Malloc space: 0xa7a00000 -> 0xa7f00000 (size 5 MB)
```

```
Stack space : 0xa79f8000 -> 0xa7a00000 (size 32 kB)
```

```
running /env/bin/init...
```

```
Hit any key to stop autoboot: 3
```

```
barebox:/
```



Dateisystem

- RAM-Disk wird nach `/` gemountet
- Device Dateisystem wird nach `/dev` gemountet
- Environment wird nach `/env` gemountet
- Standard-Kommandozeile, bedient sich fast wie Linux:

`'ls', 'rm', 'cp', ...`

```
barebox:/ ls
.          ..          dev          env
```



Devices

- Device Nodes unter `/dev`

```
barebox:/ ls /dev/  
zero      defaultenv  mem         nand0       ram0  
phy0      self_raw    self0       env_raw     env0
```

Zugriff auf Speicher

- /dev/mem
- md - memory dump

```
barebox:/ md 0x0
00000000: e59ff00c e51ff11c e51ff11c e51ff11c .....
00000010: e51ff11c d8000000 e51ff120 e51ff120 .....
00000020: 000000a0 00000000 00000000 00000000 .....
00000030: e51ff018 00000000 00000000 00000000 .....
00000040: 0000000a 584d2e69 43003732 7279706f ....i.MX27.Copyr
00000050: 74686769 29632820 30303220 72462035 ight (c) 2005 Fr
00000060: 63736565 20656c61 2e636e49 6c6c4120 eescale Inc. All
00000070: 67697220 20737468 65736572 64657672 rights reserved
00000080: 0000002e 00000000 00000000 00000000 .....
00000090: 00000317 000004b9 000004e5 00000000 .....
000000a0: e321f0d3 e59fd008 e59f0008 e12fff10 ..!...../.
000000b0: ea000001 fffffb79c 000000f1 e321f0d3 .....!.
000000c0: e59fd014 e59f0014 e3a0106c e5c01000 .....1.....
000000d0: e59f000c e12fff10 eafffff7 fffffb79c ...../.....
```

Zugriff auf andere Geräte

- `/dev/mem` Standard-“file” für Speicher-Zugriffskommandos
- Gerät kann ausgewählt werden:

```
barebox:/ md -w -s /dev/phy0
00000000: 1000 786d 0022 1613 01e1 45e1 0007 2001 ..mx".....E...
00000010: 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 .....
```

- Anzeigen der Ethernet Phy Register - `/dev/phy0 (-s)`
mit 16 Bit Breite (-w)



Daten kopieren

- Neben den Memory-Handling Kommandos (`md`, `mw`) gibt es auch `memcpy`
- `<count>` Bytes Speicher von `<src>` nach `<dst>` kopieren:

```
barebox:/ memcpy
Usage: memcpy [OPTIONS] <src> <dst> <count>

options:
  -b, -w, -l    use byte, halfword, or word accesses
  -s <file>     source file (default /dev/mem)
  -d <file>     destination file (default /dev/mem)
```

- Wir kopieren 1 KiB von `/dev/nand0` bei Offset 1 MiB in eine Datei 'nand':

```
barebox:/ memcpy -s /dev/nand0 -d nand 1M 0x0 1k
```



Partitionierung

- Device Dateien können partitioniert werden:

```
barebox:/ addpart nor0 256k(u-boot) ,128k(u-boot-env) ,2M(kernel) , (rootfs)
barebox:/ ls -l /dev/nor0*
crw----- 31064064 /dev/nor0.root
crw----- 2097152 /dev/nor0.kernel
crw----- 131072 /dev/nor0.ubootenv
crw----- 262144 /dev/nor0.uboot
crw----- 33554432 /dev/nor0
```

- “**addpart**” mit gleicher Syntax wie bei den Linux MTD Kommandozeilenparametern



Device Variablen

- `eth0.ipaddr`
- Device Variablen: Anzeige mit dem `devinfo` Kommandos:

```
uboot:/ devinfo eth0
base   : 0x00000000
size   : 0x00000000
driver: none

Parameters:
        ipaddr = 192.168.24.26
        ethaddr = 00:50:c2:a5:bb:87
        gateway = 192.168.1.1
        netmask = 255.255.0.0
        serverip = 192.168.23.2
```

- Benutzung wie bei gewöhnlichen Variablen:

```
uboot:/ eth0.serverip=192.168.23.123
uboot:/ echo $eth0.serverip
192.168.23.123
```



Kernel über TFTP laden

- Wichtige Netzwerk-Kommandos:
 - dhcp (Konfiguration des Netzwerk-Adapters)
 - tftp (Daten über TFTP übertragen)
- tftp -> Daten ins Dateisystem oder direkt ins Flash übertragen:

```
barebox:/ erase /dev/nand0.kernel.bb
barebox:/ dhcp
phy0: Link is up - 100/Full
BOOTP broadcast 1
DHCP client bound to address 192.168.24.26
barebox:/ tftp zImage-pca100 /dev/nand0.kernel.bb
phy0: Link is up - 100/Full
TFTP from server 192.168.23.2; our IP address is 192.168.24.26
Filename 'zImage-pca100'.
Loading: #####
          #####
          #####
done
Bytes transferred = 1815016 (1bb1e8 hex)
```

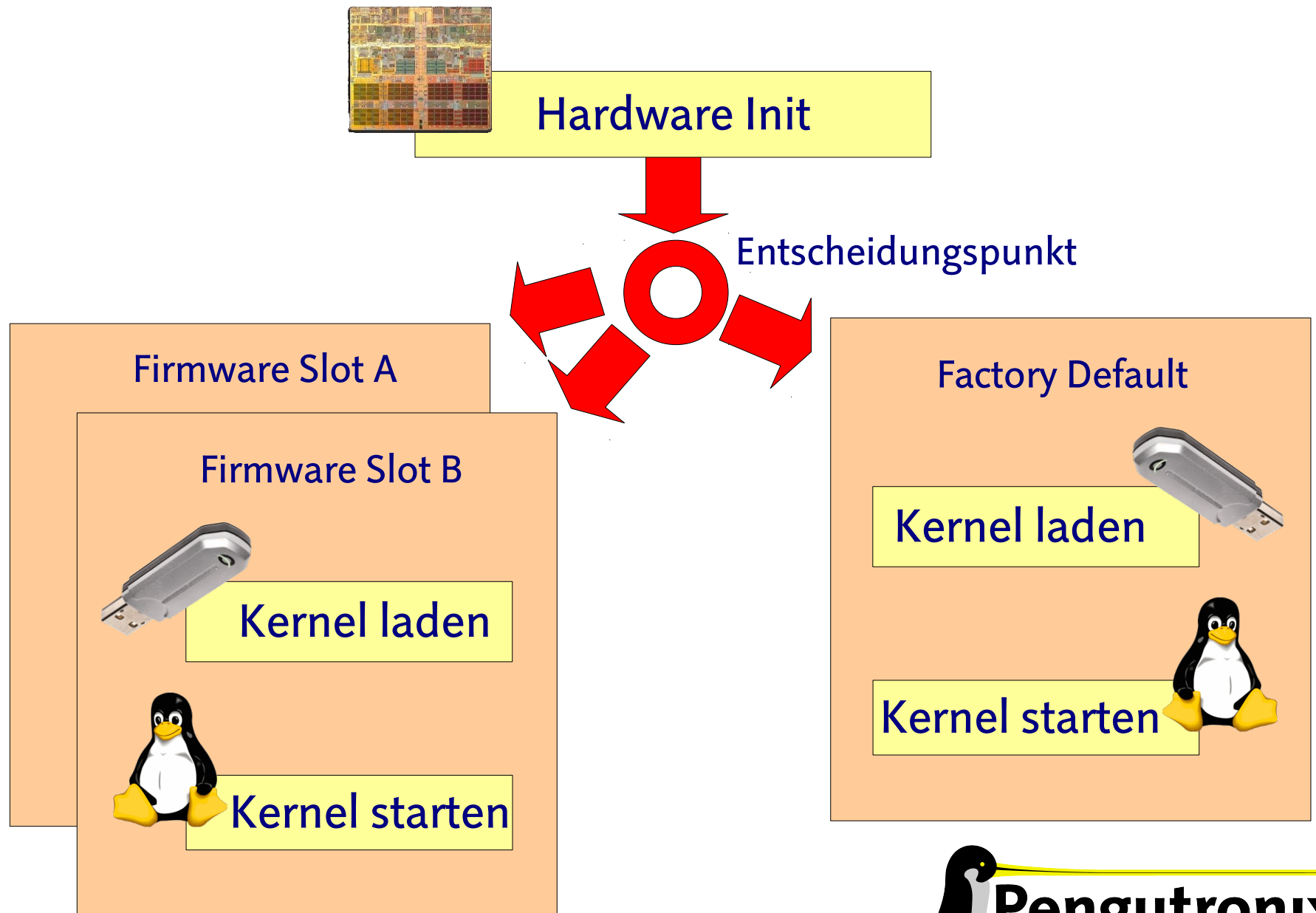


Agenda

- Usecases
- barebox Einführung
- **Bootloader Spec**
- Device Tree Support
- Multi Image, sonstige Neuheiten
- Fragen

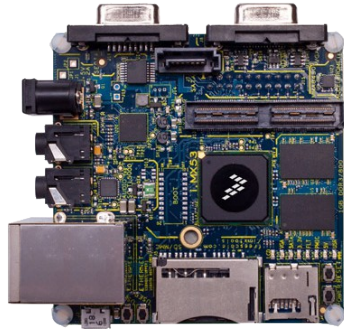


Schnittstelle zwischen Bootloader + Kernel



Distributionen auf ARM

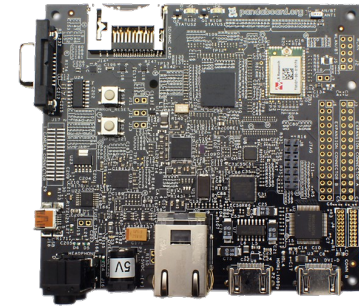
i.MX53 QSB



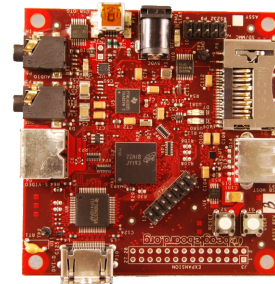
Toshiba
AC100



OMAP4
PandaBoard



OMAP3
BeagleBoard



Distributionen auf ARM

Intel IOP32x



Intel IXP4xx



Marvell Kirkwood



Marvell Orion5x



Distributionen auf ARM

Trimslice



Calxeda
Highbank



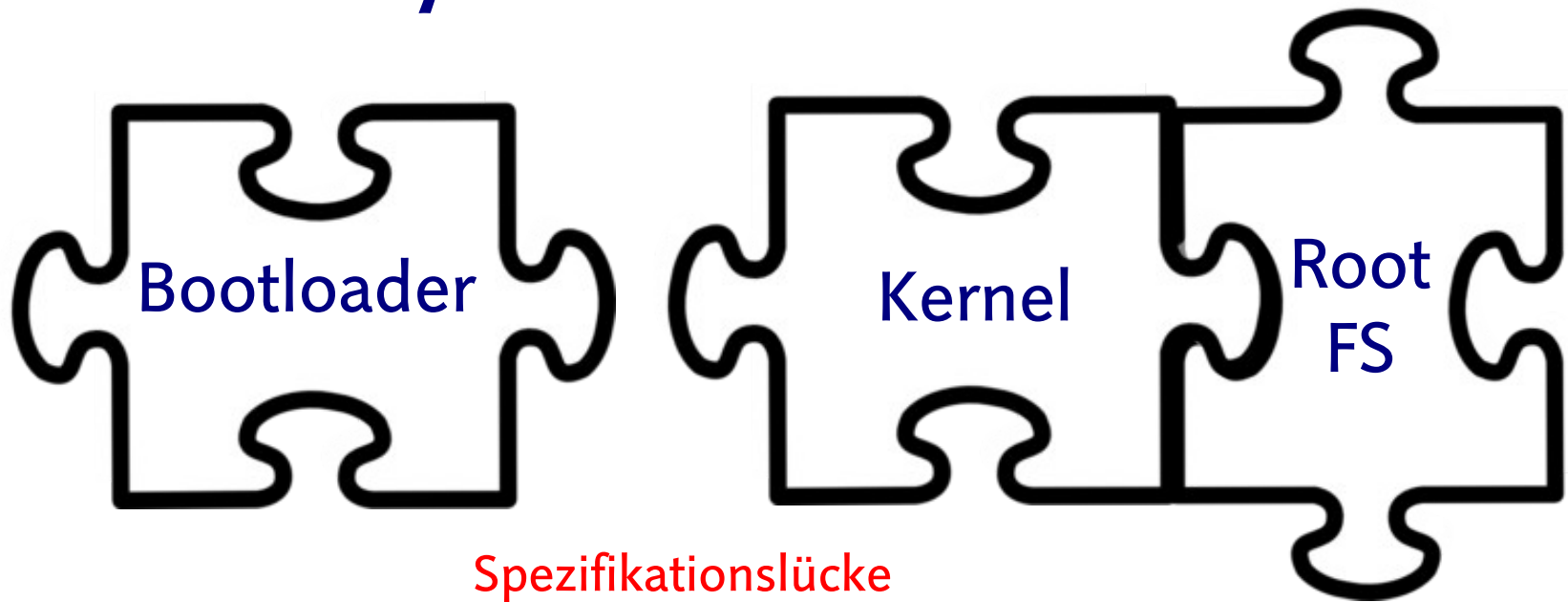
OMAP3
BeagleBoard xM



OMAP4
PandaBoard



Bootloader/Kernel Interface

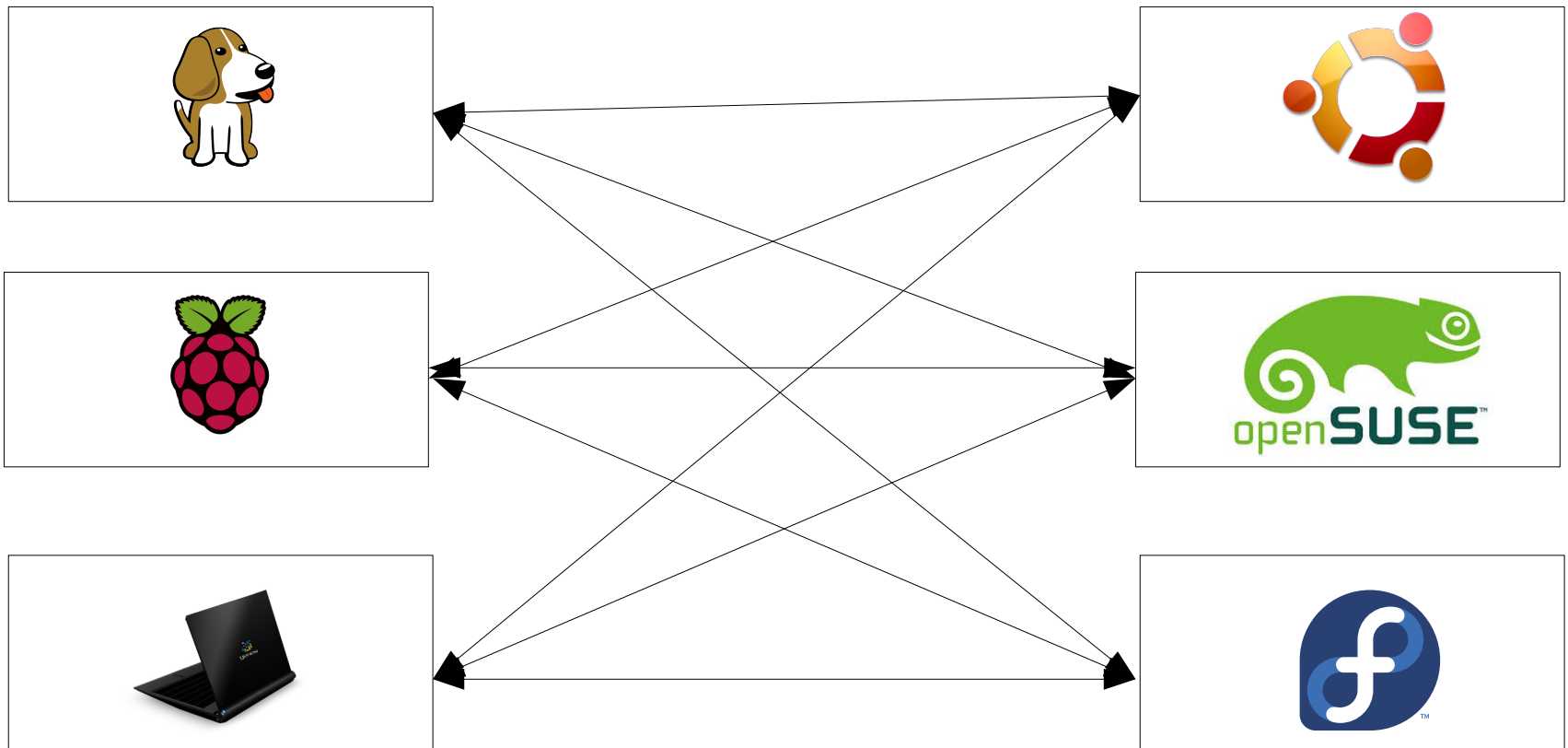


- Manueller Prozess
- Viele Kommandos / HOWTOs für jede Board / Distro Kombination
- Distributionen haben keinen **generischen ARM Support**
- Sie haben **Support für ausgewählte ARM Boards**

Distributionen auf ARM

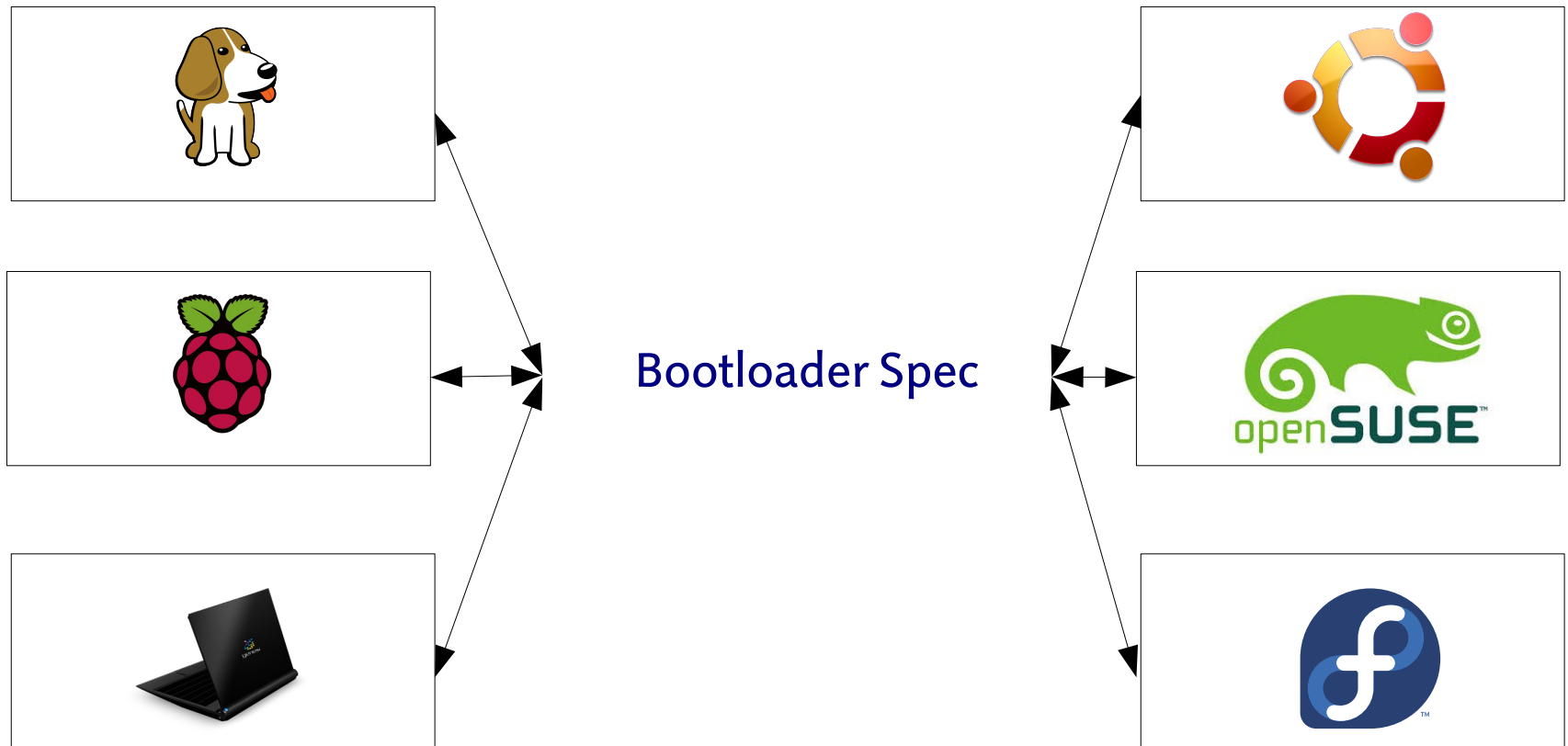


Distributionen auf ARM

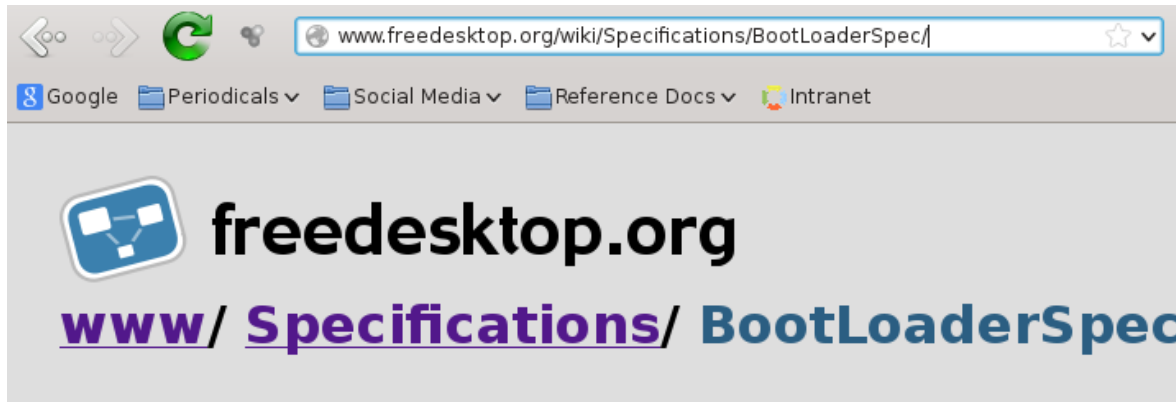


freedesktop.org Bootloader Spezifikation

Möchte die Lücke zwischen Bootloader und Kernel füllen:



Bootloader Spezifikation: TL;DR



The Boot Loader Specification

TL;DR: Currently there's little cooperation between multiple distributions in dual-boot (or triple-boot) situations. We would like to improve this situation by getting everybody to commit to a single boot configuration file format, which is robust, simple, works without rewriting configuration files and is free of non-free dependencies.

The Boot Loader Specification defines a scheme how different operating systems can cooperate to share a common boot configuration directory, that accepts drop-in files for boot menu items that are defined in the specification. The specification is intended to be used by various boot loader implementations, operating systems, and userspace programs. The goal of the specification is:

- Boot loader developers, to write a boot loader that directly reads its configuration at boot time
- Distribution and Core OS developers, in order to create these snippets at OS/kernel boot time
- UI developers, for implementing a user interface that discovers the available boot options
- OS Installer developers, for setting up the initial drop-in directory

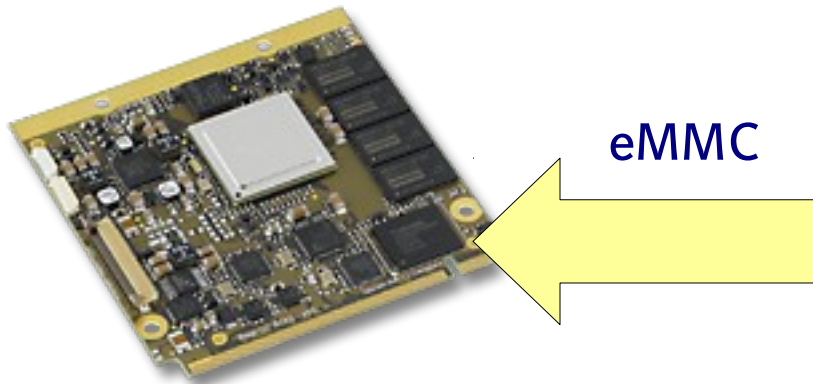


Bootloader Spezifikation

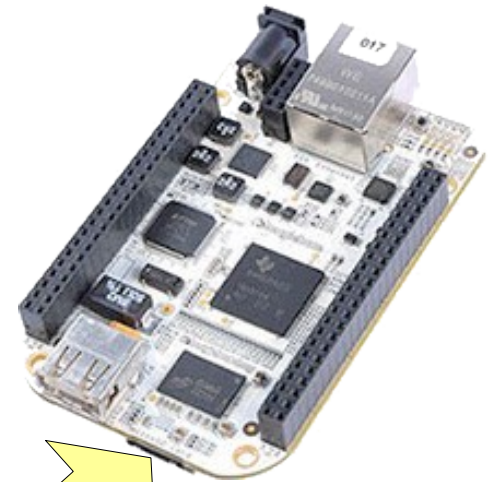
- **Partition finden**, die als **/boot** genutzt werden soll
- **/boot/loader/entries/** enthält ein **Drop-In Text File** pro Eintrag
- **/boot/<machine-id>/** enthält **kernel + initrd + devicetree** Files



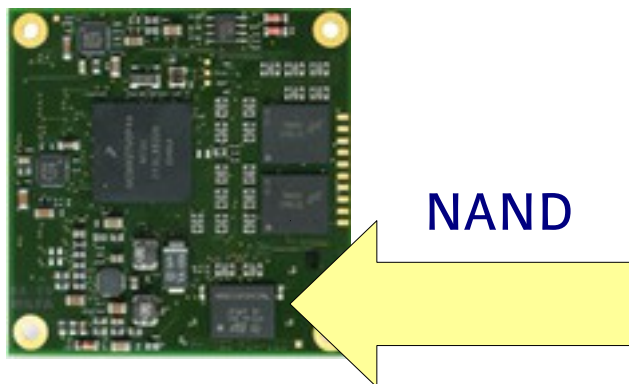
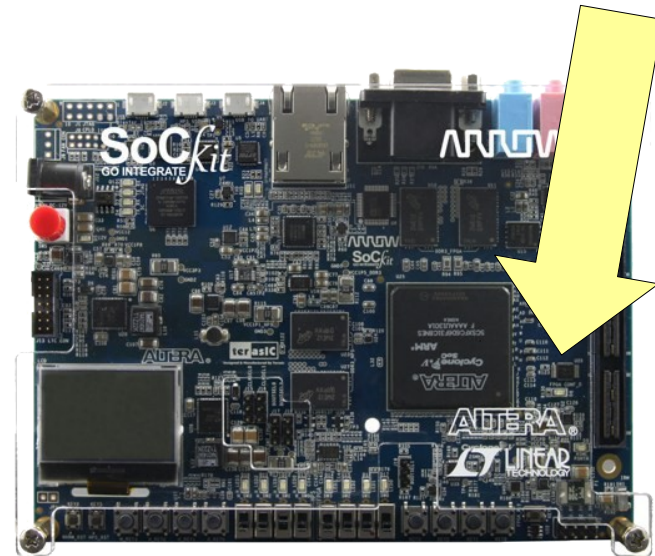
Firmware Slots, Bootmedien



SD



QSPI-NOR



Bootloader Spezifikation: /boot finden

Auf MBR Disks:

- Partition vom **Typ 0xEA**

Auf GPT Disks:

- Partition mit **GUID** bc13c2ff-59e6-4262-a352-b275fd6f717
- Oder: Auf UEFI Systemen wird die ESP Partition genutzt



Bootloader Spezifikation: Beispiel

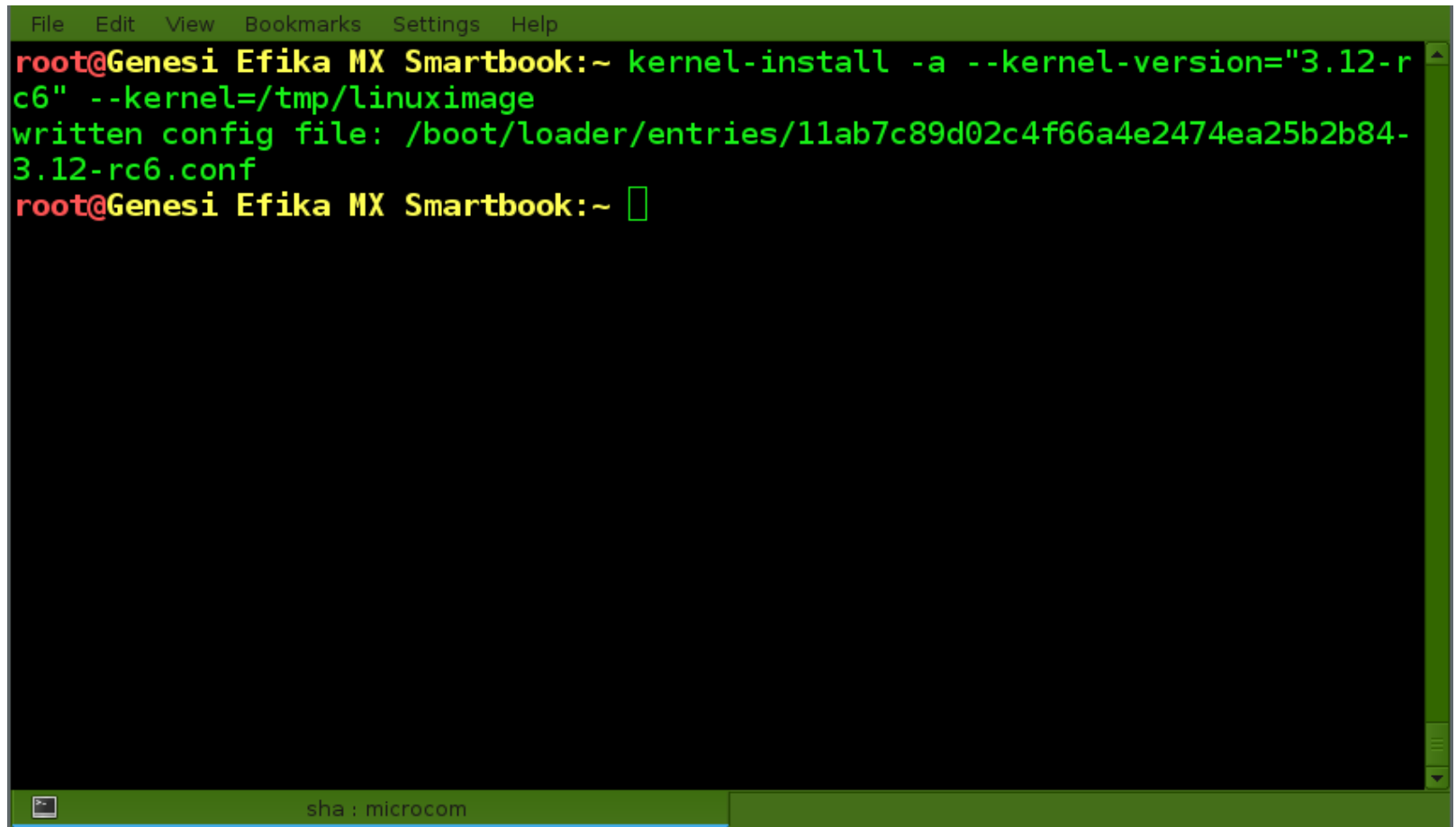
/boot/loader/entries/6a..98-3.8.0-2.fc19.conf:

```
title          Fedora 19 (Rawhide)
version        3.8.0-2.fc19
machine-id     6a..98
options        root=UUID=6d3376e4-fc93-4509-95ec-a21d68011da2
linux          /6a..98/3.8.0-2.fc19/linux
initrd         /6a..98/3.8.0-2.fc19/initrd
devicetree     /6a..98/3.8.0-2.fc19/oftree
```



Bootloader Spezifikation: kernel-install

- Einträge löschen, erzeugen und manipulieren:



```
File Edit View Bookmarks Settings Help
root@Genesi Efika MX Smartbook:~ kernel-install -a --kernel-version="3.12-rc6" --kernel=/tmp/linuximage
written config file: /boot/loader/entries/11ab7c89d02c4f66a4e2474ea25b2b84-3.12-rc6.conf
root@Genesi Efika MX Smartbook:~
```

sha : microcom



Bootloader Spezifikation

- **Einfache Konfigurationsdatei** (vergleichbar mit menu.lst bei Grub)
- systemd hat BootLoaderSpec Support: **kernel-install script**
- Erlaubt:
 - Gleichzeitige Installation von **verschiedenen Distributionen**
 - **Mehrere Kernel** pro Distribution installieren
- Autodiscovery installierter Kernel
- Erlaubt die Erstellung von **boardunabhängigen SD-Karten / USB Sticks**



Bootloader Spec in barebox:

Bereits in der Spec vorhanden:

- barebox versteht „boot targets“ auf eMMC (ext4)

Neu hinzugefügt wurde kürzlich:

- **oftree support** wurde von uns in der Spec ergänzt
- Support für **rohe NOR/NAND Devices (UBIFS)**



Agenda

- Usecases
- barebox Einführung
- Bootloader Spec
- **Device Tree Support**
- Multi Image, sonstige Neuheiten
- Fragen



Devicetree

- Der barebox Bootloader kann auf i.MX/Tegra/SoCFPGA Boards **direkt aus dem Devicetree initialisiert** werden
- Damit werden **Portierungen** auf neue Boards **einfacher**: Hardware-Beschreibungen müssen nur noch 1x geschrieben werden
- Der **gleiche Devicetree** kann verwendet werden, um den **kernel** zu **initialisieren**
- Voraussetzung: Stabilität der Bindings...



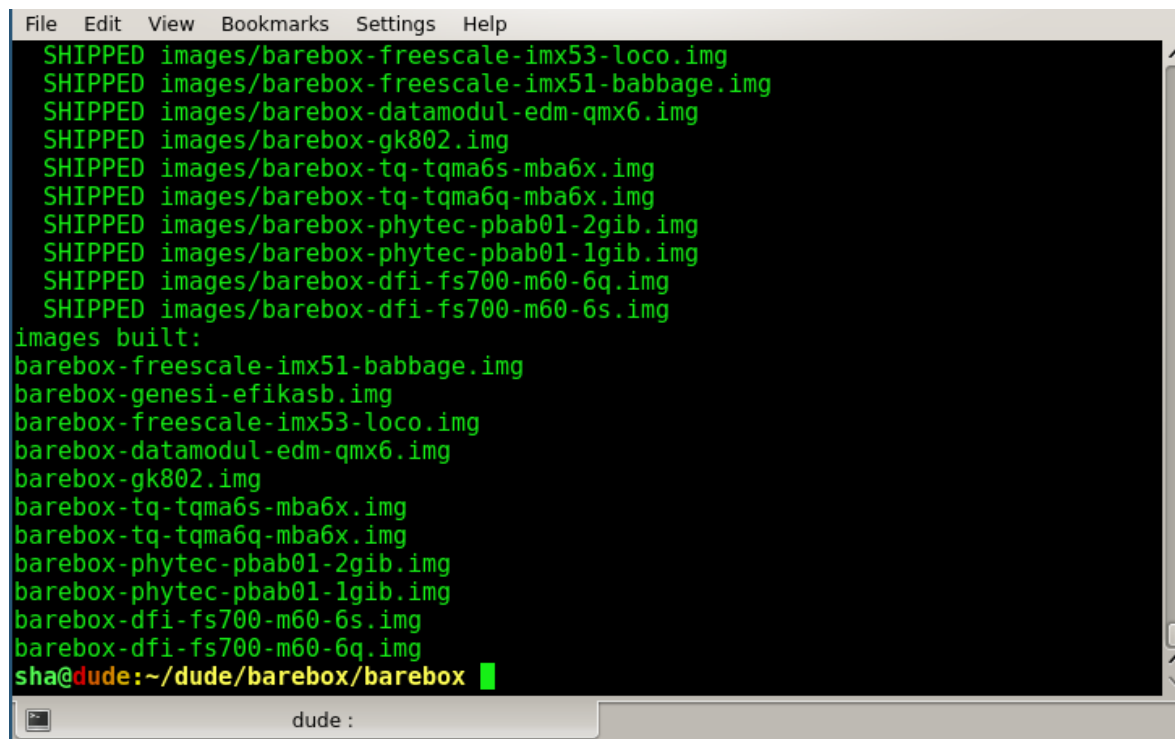
Agenda

- Usecases
- barebox Einführung
- Bootloader Spec
- Device Tree Support
- **Multi Image, sonstige Neuheiten**
- Fragen



Multi-Image Support

- Die **gleiche Konfiguration** wird für **mehrere Boards** gebaut
- Weniger Variantens -> **einfachere Pflege des Codes**
- Bessere **Compiler-Abdeckung** bei weniger Code



```
File Edit View Bookmarks Settings Help
SHIPPED images/barebox-freescale-imx53-loco.img
SHIPPED images/barebox-freescale-imx51-babbage.img
SHIPPED images/barebox-datamodul-edm-qmx6.img
SHIPPED images/barebox-gk802.img
SHIPPED images/barebox-tq-tqma6s-mba6x.img
SHIPPED images/barebox-tq-tqma6q-mba6x.img
SHIPPED images/barebox-phytec-pbab01-2gib.img
SHIPPED images/barebox-phytec-pbab01-1gib.img
SHIPPED images/barebox-dfi-fs700-m60-6q.img
SHIPPED images/barebox-dfi-fs700-m60-6s.img
images built:
barebox-freescale-imx51-babbage.img
barebox-genesi-efikasb.img
barebox-freescale-imx53-loco.img
barebox-datamodul-edm-qmx6.img
barebox-gk802.img
barebox-tq-tqma6s-mba6x.img
barebox-tq-tqma6q-mba6x.img
barebox-phytec-pbab01-2gib.img
barebox-phytec-pbab01-1gib.img
barebox-dfi-fs700-m60-6s.img
barebox-dfi-fs700-m60-6q.img
sha@dude:~/dude/barebox/barebox
```



„Detect“ Kommando

- Finden von Geräten auf Bussen (USB, SD) nur bei Bedarf:

```
File Edit View Bookmarks Settings Help
imx-esdhc 70008000.esdhc: registered as 70008000.esdhc
mc13xxx-spi mc13892@00: Found MC13892 ID: 0x0045d0 [Rev: 2.0a]
netconsole: registered as cs1
malloc space: 0xab000000 -> 0xafdfffff (size 64 MiB)
barebox-environment environment-spi.5: setting default environment path to /dev/m25p0.bare
box-environment
running /env/bin/init...
replacing internal devicetree with /env/oftree

Hit m for menu or any other key to stop autoboot:  1

type exit to get to the menu
barebox@Genesi Efika MX Smartbook:/ detect pata0
pata0: registered /dev/pata0
barebox@Genesi Efika MX Smartbook:/ detect -a
mmc1: registered mmc1
Bus 001 Device 001: ID 0000:0000 EHCI Host Controller
Found SMSC USB331x ULPI transceiver (0x0424:0x0006).
Bus 002 Device 005: ID 13d3:3273 802.11 n WLAN
usb-storage usb2-0-3: registered usbdisk0
Bus 002 Device 006: ID 0930:6545 DataTraveler G3
Bus 002 Device 003: ID 0424:2514
Bus 002 Device 002: ID 0000:0000 EHCI Host Controller
Found SMSC USB331x ULPI transceiver (0x0424:0x0006).
Bus 003 Device 008: ID 0424:2514
Bus 003 Device 007: ID 0000:0000 EHCI Host Controller
barebox@Genesi Efika MX Smartbook:/ █

sha : microcom
```

Mount -a

- Mounten aller Geräte auf einmal:

```
File Edit View Bookmarks Settings Help
mmc1: registered mmc1
Bus 001 Device 001: ID 0000:0000 EHCI Host Controller
Found SMSC USB331x ULPI transceiver (0x0424:0x0006).
Bus 002 Device 005: ID 13d3:3273 802.11 n WLAN
usb-storage usb2-0-3: registered usbdisk0
Bus 002 Device 006: ID 0930:6545 DataTraveler G3
Bus 002 Device 003: ID 0424:2514
Bus 002 Device 002: ID 0000:0000 EHCI Host Controller
Found SMSC USB331x ULPI transceiver (0x0424:0x0006).
Bus 003 Device 008: ID 0424:2514
Bus 003 Device 007: ID 0000:0000 EHCI Host Controller
pata0: registered /dev/pata0
ext4 ext40: EXT2 rev 1, inode_size 256
ext4 ext41: EXT2 rev 1, inode_size 256
ext4 ext42: EXT2 rev 1, inode_size 256
ext4 ext43: EXT2 rev 1, inode_size 128
ext4 ext44: EXT2 rev 1, inode_size 256
none on / type ramfs
none on /dev type devfs
/dev/mmc1.0 on /mnt/mmc1.0 type fat
/dev/mmc1.1 on /mnt/mmc1.1 type ext4
/dev/mmc1.2 on /mnt/mmc1.2 type ext4
/dev/mmc1.3 on /mnt/mmc1.3 type ext4
/dev/usbdisk0.0 on /mnt/usbdisk0.0 type fat
/dev/pata0.0 on /mnt/pata0.0 type ext4
/dev/pata0.2 on /mnt/pata0.2 type ext4
barebox@Genesi Efika MX Smartbook:/ █
sha : microcom
```



NFSv3 Support:

```
17:30 < uk1> barebox@Phytec phyCARD-i.MX27:/ ls /mnt/nfs
17:30 < uk1> .                               ..           bin
17:30 < uk1> boot                             de-Baden-Wuerttemberg dev
17:30 < uk1> etc                             home          lib
17:30 < uk1> media                           mnt           proc
17:30 < uk1> root                            run           sbin
17:30 < uk1> sys                             tmp           usr
17:30 < uk1> var
17:30 < uk1> \o/
17:31 < mk1[do]> \o/
```

Beim Cross-Entwickeln für Embedded Systeme:

- Kernel via NFSv3 (mit Userspace Daemon!) laden
- Starten des Embedded Linux Systems von NFS-Root zur Entwicklung



Barebox Community:

<http://www.barebox.org>

IRC: #barebox / freenode.net

<http://lists.infradead.org/mailman/listinfo/barebox>



Fragen?

