

# Betriebssysteme für eingebettete MM-Systeme

Referent: Dr. rer. nat. Frank Dopatka

## Voraussetzung:

- Grundlegende Kenntnisse über Betriebssysteme und über den Multimedia-Begriff

## Ziel:

- Kennen lernen der Anwendungsgebiete für eingebettete MM-Systeme
- Kennen lernen der besonderen Anforderungen an deren Betriebssysteme

## Inhalt:

- Motivation der Anwendungsgebiete und grundlegende Definitionen
- Betrachtung der besonderen Anforderungen von solchen Systemen
- Fallbeispiele: Colibree & QNX Multimedia Solution
- kurze Analyse: Wie werden Betriebssysteme für eingebettete MM-Systeme heutzutage realisiert?



Dr. rer. nat. Frank Dopatka  
FrankDopatka@web.de

Folie 2

## Trend: Integration von Multimedia in Fahrzeuge

INHALT

Motivation

Definitionen

Anforderungen

Fallbeispiele  
- Colibree & Linux  
- QNX-MM

Analyse:  
Realisierung



- Navigation zum nächsten Restaurant mit Stau-Umgehung (TMC)
- VoIP-Telefonieren über Bluetooth-Headset
- Internet-Zugang: Hotel-Buchung, Terminverwaltung & Nachrichten per W-LAN oder UMTS
- Filme & MP3-Musik über USB-Stick abspielen, um die Kinder auf der Urlaubsfahrt zu beruhigen



Folie 3

## Trend: Integration von Multimedia in PDAs

INHALT

Motivation

Definitionen

Anforderungen

Fallbeispiele  
- Colibree & Linux  
- QNX-MM

Analyse:  
Realisierung



Dr. rer. nat. Frank Dopatka  
FrankDopatka@web.de

**QNX**  
QNX SOFTWARE SYSTEMS

# Definitionen



Dr. rer. nat. Frank Dopatka  
FrankDopatka@web.de

## Was ist ein eingebettetes System?

### INHALT

Motivation  
Definitionen  
Anforderungen  
Fallbeispiele  
- Colibree & Linux  
- QNX-MM  
Analyse:  
Realisierung

- ein Computersystem, das in ein **umgebendes (technisches) System** integriert ist und mit diesem in **Wechselwirkung** steht
- erfüllt komplexe Aufgaben in der **Steuerung, Regelung und Überwachung** dieses Systems

#### Einige **Fakten**:

- mehr als 90% aller elektronischen Bauelemente sind eingebettet
- mehr Prozessoren sind eingebettet als in PCs verbaut
- Oberklasse-PKW: 70-80 Steuergeräte!



Dr. rer. nat. Frank Dopatka  
FrankDopatka@web.de

## Was ist ein Multimedia-System?

### INHALT

Motivation  
Definitionen  
Anforderungen  
Fallbeispiele  
- Colibree & Linux  
- QNX-MM  
Analyse:  
Realisierung

„Ein Multimedia-System ist durch die **rechnergesteuerte, integrierte Erzeugung, Manipulation, Darstellung, Speicherung & Kommunikation von unabhängigen Informationen** gekennzeichnet.“

„Das System sollte zusätzlich einen gewissen Grad der **Interaktion** anbieten und die Medien sollten eine **zeitliche, räumliche & inhaltliche Synchronisationsbeziehung** haben.“

<http://www.st.informatik.tu-darmstadt.de:8080/lehre/ws01/inf1/vorlesungen/V1.pdf>



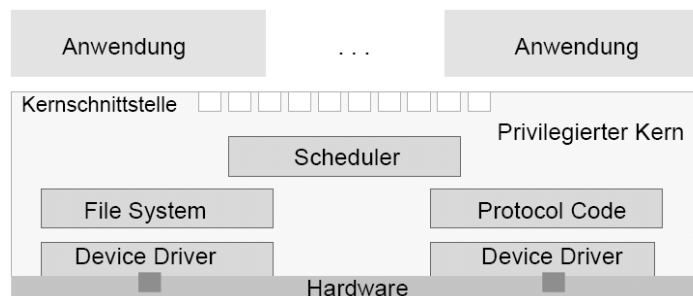
Dr. rer. nat. Frank Dopatka  
FrankDopatka@web.de

## Geschichtete Betriebssysteme

### INHALT

Motivation  
Definitionen  
Anforderungen  
Fallbeispiele  
- Colibree & Linux  
- QNX-MM  
Analyse:  
Realisierung

- **hierarchische Strukturierung** der Funktionen
  - Interaktion nur zwischen benachbarten Schichten
  - vgl. OSI- oder TCP/IP-Modell
- ggf. auch **Schutz der Schichten** möglich
  - untere Schichten höher privilegiert als obere
  - Übergang zwischen Schichten nur über Systemaufrufe
- Beispiel: MS-Windows, Linux für PCs



<http://pvs.uni-muenster.de/pvs/lehre/WS06/bs/fohlen/bs2-4.pdf>



Dr. rer. nat. Frank Dopatka  
FrankDopatka@web.de

## Mikrokern-Betriebssysteme

### INHALT

Motivation  
Definitionen  
Anforderungen  
Fallbeispiele  
- Colibree & Linux  
- QNX-MM  
Analyse:  
Realisierung

- Betriebssystem stellt nur **Minimalfunktionalität** bereit
- andere Dienste werden in Serverprozesse **ausgelagert** -> Ausführung im Benutzermodus
- **Client-Server** Modell
- Mikrokern realisiert typischerweise...
  - Prozeßwechsel
  - maschinennahe Speicherverwaltung
  - Basis-Interprozeßkommunikation
  - Verwaltung von E/A-Adressen und Interrupts
- Beispiel: QNX

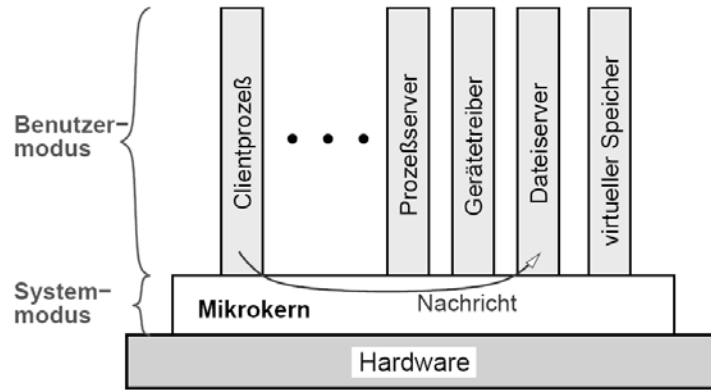


Dr. rer. nat. Frank Dopatka  
FrankDopatka@web.de

## Mikrokern-Betriebssysteme

## INHALT

Motivation  
 Definitionen  
 Anforderungen  
 Fallbeispiele  
 - Collibree & Linux  
 - QNX-MM  
 Analyse:  
 Realisierung



<http://www.bs.informatik.uni-siegen.de/web/wismueller/vl/ss08/bs2/v.pdf>



Dr. rer. nat. Frank Dopatka  
 FrankDopatka@web.de

# Betrachtung der Anforderungen von eingebetteten MM-Betriebssystemen



Dr. rer. nat. Frank Dopatka  
 FrankDopatka@web.de

## Anforderungen an ein Multimedia-System

## INHALT

Motivation  
 Definitionen  
 Anforderungen  
 Fallbeispiele  
 - Collibree & Linux  
 - QNX-MM  
 Analyse:  
 Realisierung

- im Multimedia-Sinne **echtzeitfähig**:
  - flüssige Wiedergabe von (komprimierten) Audio-/Video-Daten in angemessener Qualität [128kbps MP3; 30fps (< 1Mbps MPEG4)]
  - angemessene Reaktionszeit bei VoIP-Telefonie [max. 200ms Verzögerung mit 25ms Jitter]
- trotz vieler Funktionen **einfach bedienbar** sein und **personalisierbar**
- gängige Schnittstellen anbieten (WLAN, USB, HDMI, BlueTooth, IR, ...)



Dr. rer. nat. Frank Dopatka  
 FrankDopatka@web.de

## Anforderungen an ein Multimedia-System

## INHALT

Motivation  
 Definitionen  
 Anforderungen  
 Fallbeispiele  
 - Collibree & Linux  
 - QNX-MM  
 Analyse:  
 Realisierung

- gängige **Formate** & Algorithmen zur (De-)Kompression ausführen -> Rechenleistung!
- Beispiel: DVD-Medien
  - > Audio- und Videoströme entschlüsseln (CSS- & CPPM-Verfahren)
  - => hohe Rechenleistung erforderlich
  - => auf FPGA/DSP auslagern
- aus Applikationssicht: „Play drücken“
  - > Entschlüsselung ist transparente Unterfunktion des Geräte-Treibers
  - => vertiefte Zusammenarbeit zwischen Betriebssystem und Systemarchitektur nötig



Dr. rer. nat. Frank Dopatka  
 FrankDopatka@web.de

## Anforderungen an ein eingebettetes System

### INHALT

Motivation  
Definitionen  
Anforderungen  
Fallbeispiele  
- Colibree & Linux  
- QNX-MM  
Analyse:  
Realisierung

- Bereitstellung der Rechenleistung für (De-)Komprimierung von A/V-Streams vs. Preis der Hardware-Komponenten -> Hohe Stückzahlen!
- Minimierung der Verwendung von (teurem) schnellen Speicher
- Minimaler Stromverbrauch vs. Rechenleistung (Stichwort: Akkulaufzeit eines PDAs)
- Robustheit im Alltag (Temperaturschwankungen im PKW, Erschütterung)
- Einbettung in eine große Vielzahl von Umgebungen



Dr. rer. nat. Frank Dopatka  
FrankDopatka@web.de

## Anforderungen an das Betriebssystem

### INHALT

Motivation  
Definitionen  
Anforderungen  
Fallbeispiele  
- Colibree & Linux  
- QNX-MM  
Analyse:  
Realisierung

- hohe Boot-Geschwindigkeit
- Stromspar-Modus -> mobile Endgeräte
- Echtzeit-Garantien für Multimedia-Streams -> Quality-of-Service (QoS)
- Bereitstellung der notwendigen Codecs/Treiber
- geringer Ressourcenverbrauch & geringer Overhead -> Modularität der Komponenten des Betriebssystems
- Erweiterbarkeit für zukünftige Anwendungen: neue Codecs, neue Schnittstellen, neues GUI, Premium-Dienste, zukunftssicher



Dr. rer. nat. Frank Dopatka  
FrankDopatka@web.de

## Fallbeispiel: Colibree & Linux



Dr. rer. nat. Frank Dopatka  
FrankDopatka@web.de

## Was ist Colibree (V6)?

### INHALT

Motivation  
Definitionen  
Anforderungen  
Fallbeispiele  
- Colibree & Linux  
- QNX-MM  
Analyse:  
Realisierung

- **CO**ldfire **LI**nux **BR**isk Embedded Engine
- Projekt der TU Braunschweig
- Test-Plattform zur **Integration von A/V-Kommunikation und Feldbussen**
- Anforderungen an Colibree V6:
  - **A/V-Eingabe und Ausgabe**
  - Schaffung einer Plattform zur **Integration von MM-Streaming**
- Anwendungsfall: **Home Automation**



Dr. rer. nat. Frank Dopatka  
FrankDopatka@web.de

## Was ist Colibree (V6)?

### INHALT

Motivation  
Definitionen  
Anforderungen  
Fallbeispiele  
- Colibree & Linux  
- QNX-MM  
Analyse:  
Realisierung

- 150MHz Motorola Coldfire-Prozessor sowie ein XILINX-FPGA mit Platz für bis zu 250.000 Gatter
- 5,7" TFT-Display und Touch-Panel
- Anschlüsse für A/V-Signale, Ethernet, USB, CAN, PS/2, IrDA & Bluetooth

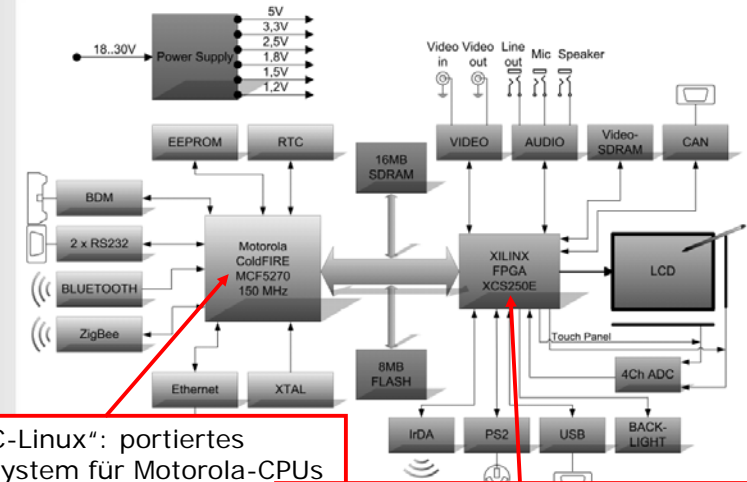


Dr. rer. nat. Frank Dopatka  
FrankDopatka@web.de

## Die Hardware für Colibree V6

### INHALT

Motivation  
Definitionen  
Anforderungen  
Fallbeispiele  
- Colibree & Linux  
- QNX-MM  
Analyse:  
Realisierung



„ $\mu$ C-Linux“: portiertes Betriebssystem für Motorola-CPU's

Individuelle Programmierung von (MM-) Anwendungen & Integration in schnelle Hardware



Dr. rer. nat. Frank Dopatka  
FrankDopatka@web.de

## Einsatz von $\mu$ C-Linux („you-see Linux“)

### INHALT

Motivation  
Definitionen  
Anforderungen  
Fallbeispiele  
- Colibree & Linux  
- QNX-MM  
Analyse:  
Realisierung

- komprimierte Betriebssystem-Image wird vom Flash ins RAM kopiert und dort ausgeführt
- „kostenlos“ und im Quelltext verfügbar (GPL-Lizenz)
- Treiber für fast alle Peripheriebausteine verfügbar
- TCP/IP-Stacks & Webserver fertig erhältlich
- guter Support in Foren von Open-Source-Entwicklern
- Anwendungen können von einem „gewöhnlichen“ Programmierer erstellt werden



Dr. rer. nat. Frank Dopatka  
FrankDopatka@web.de

## Fallbeispiel: QNX Multimedia



Dr. rer. nat. Frank Dopatka  
FrankDopatka@web.de

## Was ist QNX Neutrino?

INHALT

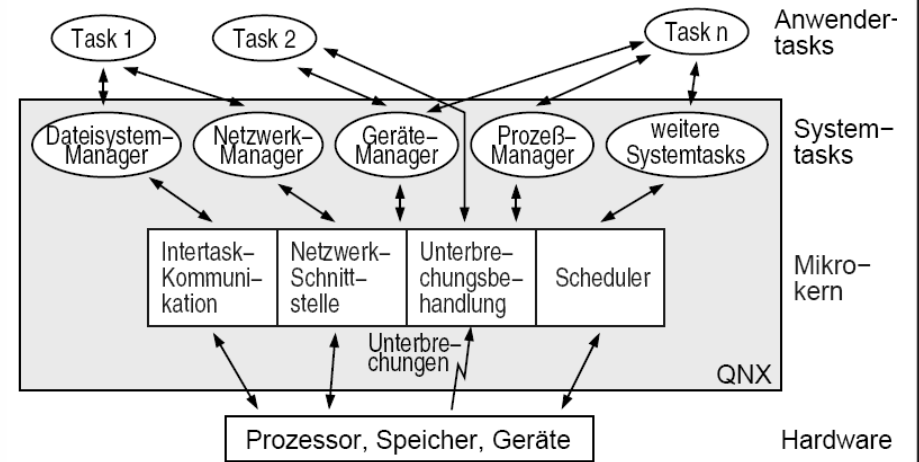
- Motivation
- Definitionen
- Anforderungen
- Fallbeispiele  
- Collibree & Linux  
- QNX-MM
- Analyse:  
Realisierung

- UNIX-ähnliches Echtzeitbetriebssystem für eingebettete Systeme
- Mikrokern-Architektur (Größe des Kerns bei Vers. 4.24: ca. 11KB)
- unterstützt verschiedene CPU-Familien
  - x86, ARM, PowerPC, MIPS, ...
  - auch Mehrprozessor-/Multicore-Systeme
- gute Netzwerk-Unterstützung für verteilte Echtzeitsysteme
- Ergänzt durch eine Reihe von Entwicklungswerkzeugen
  - Eclipse-IDE, Compiler, Debugger, ...
  - GUI-Builder, Treiber-Entwicklungs-Kits



Dr. rer. nat. Frank Dopatka  
FrankDopatka@web.de

## Der QNX Neutrino Kern



Dr. rer. nat. Frank Dopatka  
FrankDopatka@web.de

## Die QNX Multimedia Solution

INHALT

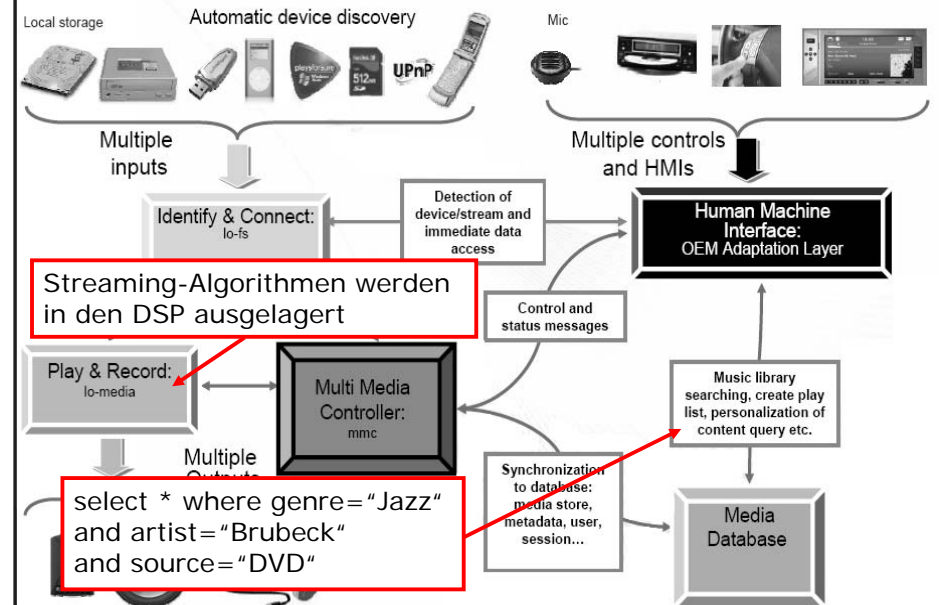
- Motivation
- Definitionen
- Anforderungen
- Fallbeispiele  
- Collibree & Linux  
- QNX-MM
- Analyse:  
Realisierung

- Anwendung für QNX Neutrino
- Middleware für **In-Car-Computing**
- Ziel: **Integration von Multimedia-Lösungen** (Musik, Film, ...) **im Fahrzeug**
- Kombination eines **embedded-fähigen Mediaplayer** mit **unterstützender Multimedia Software**: „Infotainment-Plattform“
- Erkennung von CD, DVD, USB Flash Disk und A/V-Streams wie MP3, WMA, WAV, MPEG
- Synchronisation mit einer kundenspezifischen Datenbasis im Automobil
- Integration eines **ARM925-Prozessors** (32bit RISC, 52MHz) mit QNX und einem **TI-DSP** in einer Plattform -> Integration von A/V-Codecs



Dr. rer. nat. Frank Dopatka  
FrankDopatka@web.de

## Das Konzept von TI und QNX



# Analyse: Realisierung von Betriebssystemen für eingebettete MM-Systeme



Dr. rer. nat. Frank Dopatka  
FrankDopatka@web.de

Folie 26

1. Weg:

## Abspecken eines herkömmlichen Betriebssystems

INHALT

Motivation

Definitionen

Anforderungen

Fallbeispiele  
- Colibree & Linux  
- QNX-MM

Analyse:  
Realisierung

- + Gute Treiberunterstützung & guter Multimedia-Support bereits integriert
- + Viele Zusatz-Funktionen bereits enthalten
- + Standardisierte Handhabung & Programmierung
- Nicht zu 100% auf die Zielanwendung anpaßbar
- „Mehr“ als man will
  - > mehr Ressourcenverbrauch
  - > mehr Stromverbrauch



Dr. rer. nat. Frank Dopatka  
FrankDopatka@web.de

Folie 27

2. Weg:

## Upgrade eines Echtzeit-Betriebssystems mit MM

INHALT

Motivation

Definitionen

Anforderungen

Fallbeispiele  
- Colibree & Linux  
- QNX-MM

Analyse:  
Realisierung

- + Gute Anpaßbarkeit an die Zielanwendung
- + Nur das enthalten, was notwendig ist
  - > Modulare Struktur -> Ressourcensparend
- Treiber sind selbst hardwarenah zu programmieren
- Multimedia-Algorithmen (Dekompression von MPEG-/MP3-Datenströmen) müssen ggf. manuell eingebunden werden
- Spezialkenntnisse notwendig
- Reaktion auf HW-Änderungen bedeutet Entwickler-aufwand



Dr. rer. nat. Frank Dopatka  
FrankDopatka@web.de

Folie 28

Fazit

INHALT

Motivation

Definitionen

Anforderungen

Fallbeispiele  
- Colibree & Linux  
- QNX-MM

Analyse:  
Realisierung

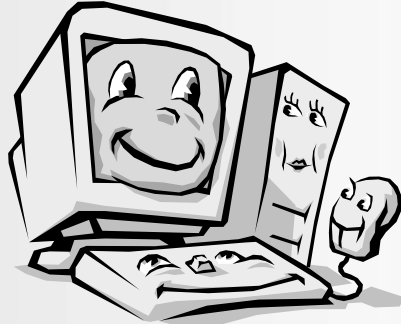
Sowohl das  
**Downgrade eines PC-Betriebssystems**  
als auch das  
**Upgrade eines RT-OS um MM-Funktionen**  
haben Ihre Berechtigung!

**Günstige Hardware,  
hohe Integration von MM-Codex  
und günstige Internet-Verbindungen**  
(DSL, UMTS, WLAN)  
machen neugierig auf die Zukunft!



Dr. rer. nat. Frank Dopatka  
FrankDopatka@web.de

# Das wars!



## Noch Fragen?

**Literatur:**

Randy Martin: "Developing Audio Multimedia Solutions on the TI Jacinto/DaVinci Platform";

<QNX Software Systems <http://focus.ti.com/lit/ml/spr573/spr573.pdf>> (02.11.2008)

Colibree-Projekt: <<http://www.colibree.de/>> (02.11.2008)

µC-Linux: <<http://www.uclinux.org/>> (02.11.2008)

Dr. Elmar Cochlovius, Dan Dodge: Die Multimedia-Engine; <<http://www.elektroniknet.de/home/automotive/technik-know-how/uebersicht/infotainment-und-telematik/die-multimedia-engine/druckversion/>> (06.11.2008)



**Dr. rer. nat. Frank Dopatka**  
**FrankDopatka@web.de**