
Institut für Datentechnik und Kommunikationsnetze

*- Vertiefungsrichtungen,
Wahlbereiche,
Lehrveranstaltungen*

Rolf Ernst
Mladen Berekovic

Ringvorlesung Informatik
21.5.10



Informationsquellen

-  www.ida.ing.tu-bs.de
- Informationen zu Vertiefungen und Lehrveranstaltungen des IDA
www.ida.ing.tu-bs.de/lehre
www.ida.ing.tu-bs.de/lehre/lehrangebot
- offizielle und aktuelle Informationen zu Vertiefungen/Wahlbereichen
www.mhb.tu-bs.de

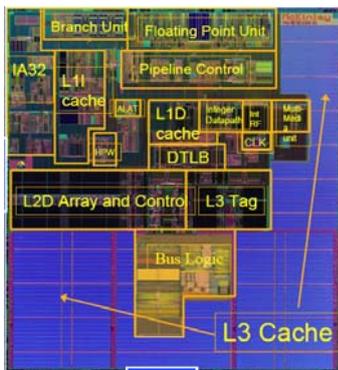


Inhalt dieser der Veranstaltung

- **Informatik – Bachelor**
 - Rechnerstrukturen und Eingebettete Systeme
- **Informatik – Master**
 - Rechnerstrukturen und Eingebettete Systeme
- **Übersicht Lehrveranstaltungen des IDA**
- **Forschung am IDA**
 - Demos am IDA

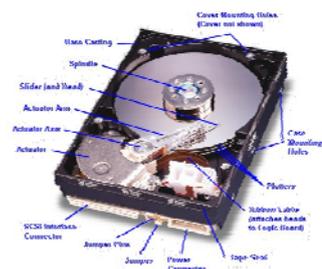
Gebiete des IDA

- Das IDA befasst sich mit **Computern**



und

Eingebetteten Systemen



„Eingebettete“ Computersysteme



Verkehr

- Haus- und Gebäudetechnik
- Industrieelektronik
- Sicherheitstechnik
- Raumfahrttechnik
- ...

Medizintechnik



Unterhaltungselektronik



Kommunikation

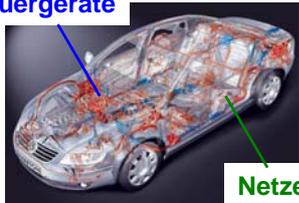


Finanzwesen

Quellen: Siemens, Toyota, Sony, u.a.

„Eingebettete“ Computer – unterschiedliche Typen

Steuergeräte



Netze



robuste Computer (Motorsteuergerät)



stromsparende Computer (Mobilkommunikation)



fehlertolerante Computer (Raumfahrt)



leistungsfähige Computer (z.B. Medizintechnik, Graphik)

zugriffsgeschützte Computer (SmartCard)



ganz kleine Computer (RFID)



Aufgaben

- **Aufbau von digitalen Systemen**
vom PC über den Parallelrechner bis zur Videoplattform
 - **Komponenten:**
Prozessoren, Speicher, Spezialhardware, ...
 - **und ihre Verbindung:**
Leitungen, Busse, ...
 - **Architekturprinzipien**
- **Entwurf digitaler Systeme**
 - **Systembeschreibung (Modellierung, Abstraktion)**
 - **Systemsynthese (manuell, automatisch)**
 - **Systemvalidierung (Simulation, formale Verifikation, Test)**

Bachelor Informatik

Prüfungsgebiet

Rechnerstrukturen und Eingebettete Systeme (RSES)

Veranstaltungen Wahlpflichtbereich Informatik

- als Einstieg empfohlen
 - Rechnerstrukturen I 6 CP
- dazu eine beliebige Anzahl aus (Anpassung der CP wird erfolgen)
 - Digitale Schaltungen 4 CP
 - Raumfahrtelektronik I 4 CP
 - Kommunikationsnetze 4 CP
 - Grundlagen des kryptologischen Systementwurfs 4 CP
 - Advanced VLSI Design I 4 CP
- empfohlen wird ein Praktikum
 - Datentechnik 6 CP
 - Einführung in die Tech. Informatik 4 CP
 - Praktikum Chipentwurf I 4 CP
- ebenso: Seminar (4CP), Teamprojekt (6CP), Bachelorarbeit

Praktikum Datentechnik 6 CP

- Versuche
 - Digitales Speicher-Oszilloskop (DSO)
 - Leitungseffekte
 - PLD-Entwurf
 - RISC-Assembler
 - Automatenimplementierung auf Mikrocontrollern
 - Synchronisation und Kommunikation
 - Synthese von Automaten mit VHDL

Master Informatik

Prüfungsgebiet

Rechnerstrukturen und Eingebettete Systeme (RSES)

Musterstudienplan Masterstudium Informatik

Bereich	1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester	LP
Informatik	Wahlpflichtbereich Informatik Module im Umfang von 80-82 LP bzw. 62-68 LP bei Wahl eines Nebenfachs Seminar 4 LP optional: Projektarbeit 14 LP			Masterarbeit 30 LP	110-112 bzw. 92-98
optional: Nebenfach	optional: Nebenfach Module im Umfang von 14-18 LP				14-18
Mathematik und Schlüssel- qualifikationen	Mathematik und Schlüsselqualifikationen Module im Umfang von 8-10 LP				8-10
Summe	~30	~30	~30	30	120

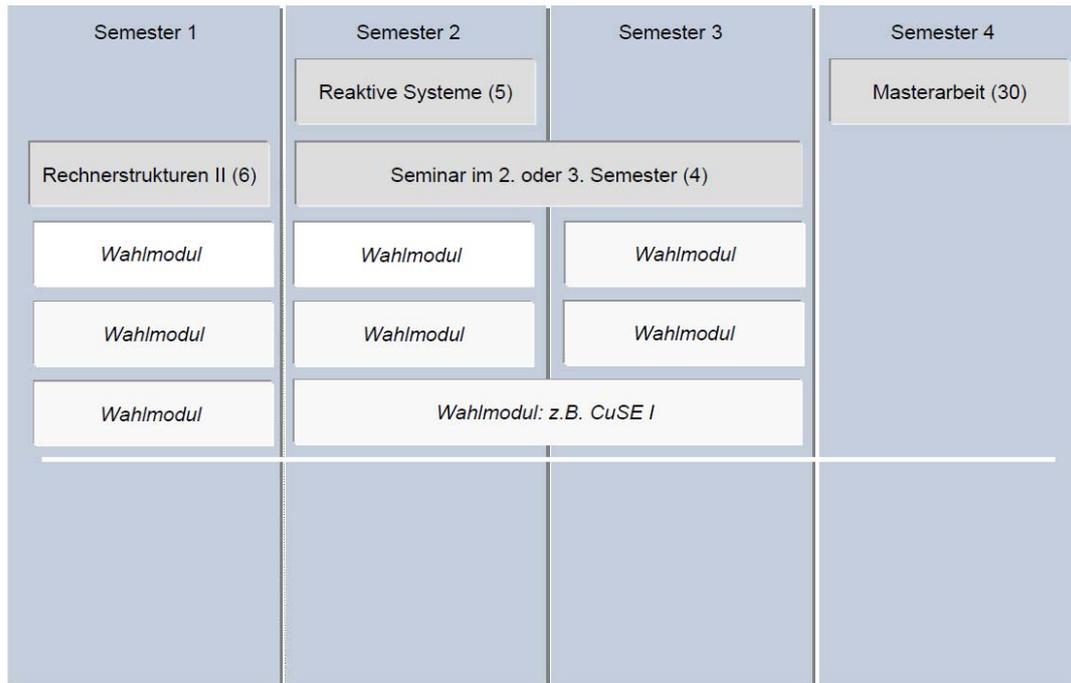
 Pflichtmodule

 Nebenfachmodule

 Wahlpflichtmodule

 Mathematik und Schlüsselqualifikationen

Studienrichtung Eingebettete Systeme



Empfohlene Kombinationen

- **Empfohlen wird mindestens eine der Veranstaltungen**
 - **Rechnerstrukturen II** **6 CP**
 - **Advanced Computer Architecture** **4 CP**
- **Wer den Schwerpunkt in den Bereich **Eingebettete Systeme** legen möchte, sollte "**Rechnerstrukturen II**" wählen**
- **Wer eher den Bereich der **Rechnerstrukturen** vertiefen möchte, wählt "**Advanced Computer Architecture**"**

Weitere Veranstaltungen zur Kombination

- **Digitale Schaltungen** 4 CP
- **Raumfahrtelektronik I** 3 CP
- **Raumfahrtelektronik II** 4 CP
- **Advanced VLSI Design I** 4 CP
- **Advanced VLSI Design II** 4 CP
- **Rechnersystembusse** 4 CP
- **Schaltungstest** 4 CP
- **Praktika**
 - **Praktikum Datentechnik** 6 CP
 - **Praktikum rechnergestützter Entwurf digitaler Schaltungen** 6 CP
 - **Praktikum Eingebettete Prozessoren** 6 CP
 - **Praktikum Chipentwurf I** 4 CP
 - **Praktikum Chipentwurf II** 4 CP

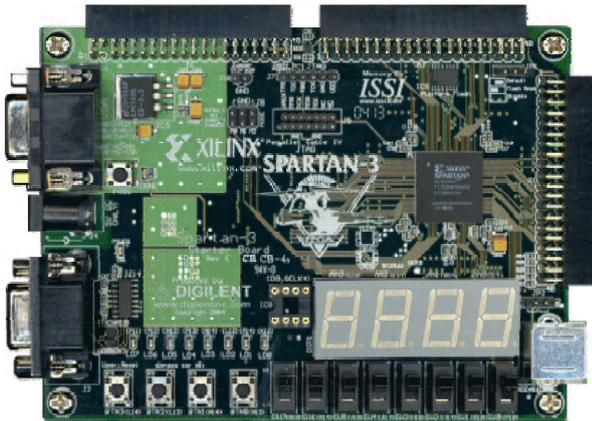
Praktikum Eingebettete Prozessoren 4 CP

- **Im Praktikum entwickelte Applikation**

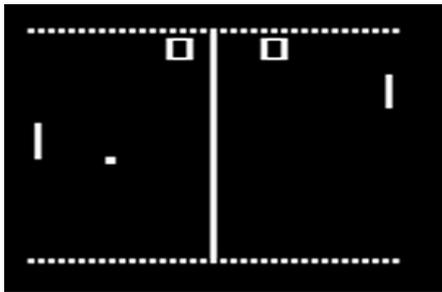


- **Hardware / Software – Lösung**
 - **Empfang der Daten**
 - **Behandlung des TCP/IP Stacks (in SW)**
- **Dechiffrierung des Datenstroms mit DES (in HW)**
- **Gepufferte Ausgabe der Audiodaten (HW und SW)**

Praktikum Rechnergestützter Entwurf digitaler Schaltungen



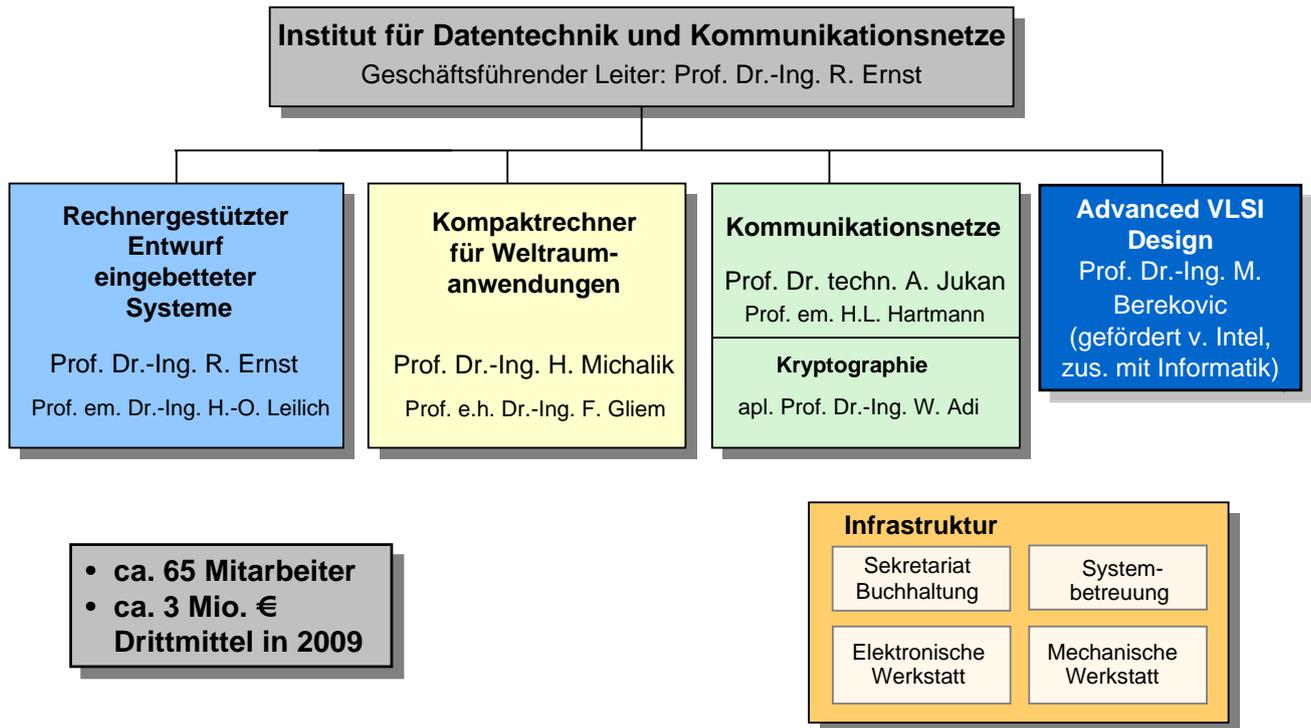
- Entwurf und Implementierung eines PONG-Spiels auf einer Xilinx Spartan 3 FPGA Plattform
- Vorkenntnisse VHDL nicht benötigt
- Werkzeuge für Simulation und Synthese: ModelSim, Xilinx ISE
- Findet jedes Semester am IDA statt!



Beispiele für Tätigkeiten von Absolventen

- **Multiprozessoren:** Entwicklung von Prozessoren und Systemen, unter anderem Intel
- **Verkehrstechnik:** Entwurf von Eingebetteten Systemen für Fahrzeuge, Luft-und Raumfahrttechnik
- **Telekommunikation:** Schaltungs- und Systementwurf
- **Medizintechnik:** Entwicklung der eingebetteten Systeme von Tomographen und Röntgengeräten
- **Videotechnik:** Entwurf von professionellen Systemen der Studiotechnik
- **Entwicklung komplexer SW-Systeme**

Institut für Datentechnik und Kommunikationsnetze



Projektpartner des IDA der letzten 3 Jahre (Auswahl)



Arbeitsgebiete eingebettete Systeme

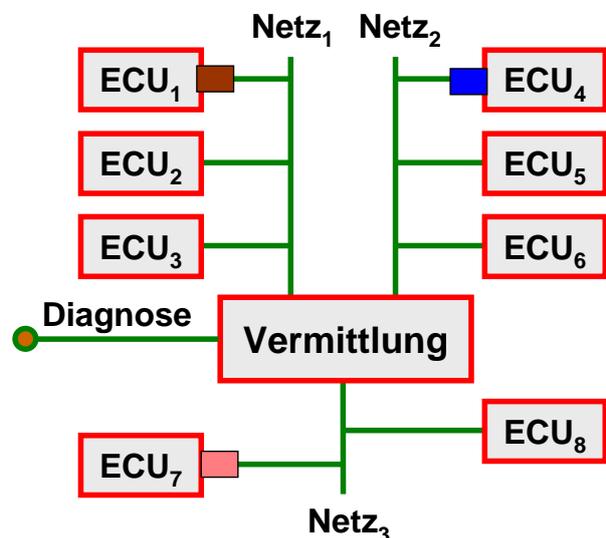
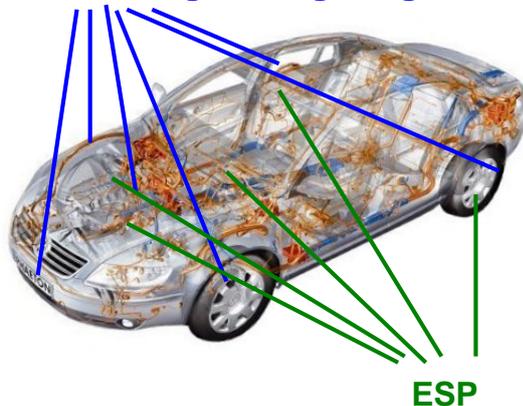
- Systementwurf, Entwurfsautomatisierung für eingebettete Systeme
 - Modellierung und Optimierung von Plattformen (SPI/SymTA)
 - Schwerpunkt **Systemintegration**
 - Plattformen für autonome Systeme - **Organic Computing**
- HW/SW Architekturen für Computer und eingebettete Systeme
 - **Rekonfigurierbare Systeme**
 - Professionelle Videotechnik und digitaler Film
 - 3D Computergraphik (mit Prof. Magnor)
 - Stereosehen im Fahrzeug (mit VW)
 - **Multicore-Systeme** (MpSoC)

Systemintegration - Aufgabenstellung

- alle Funktionen nutzen das gleiche Computersystem
- dies erfordert umfangreiche Kommunikation
- alle Aufgaben müssen vollständig und rechtzeitig erfüllt werden

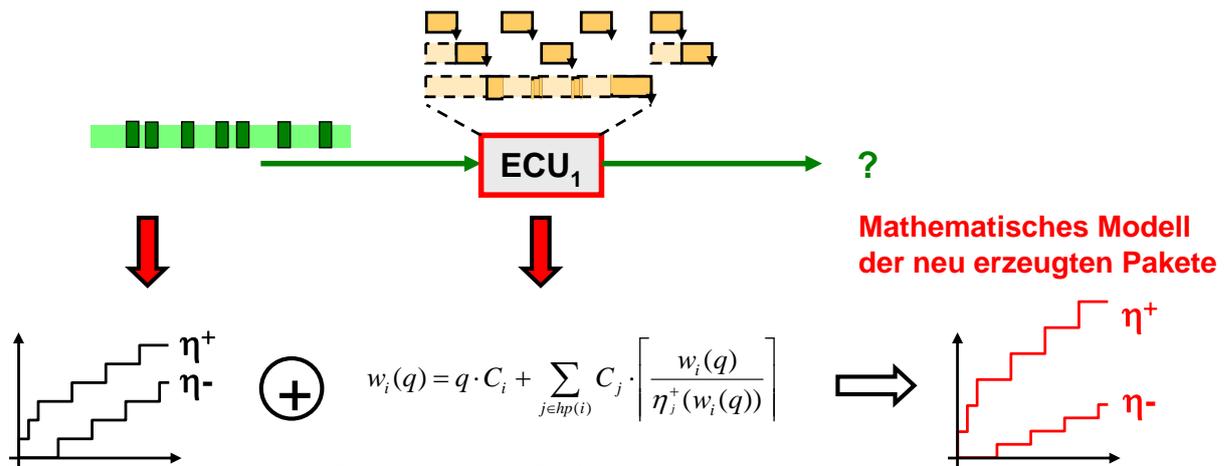
Adaptive

Geschwindigkeitsregelung



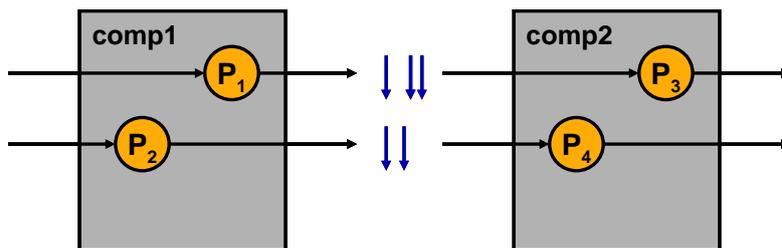
Der neue Ansatz in SymTA/S

- bei geschickter Formulierung kann der Ablauf berechnet werden

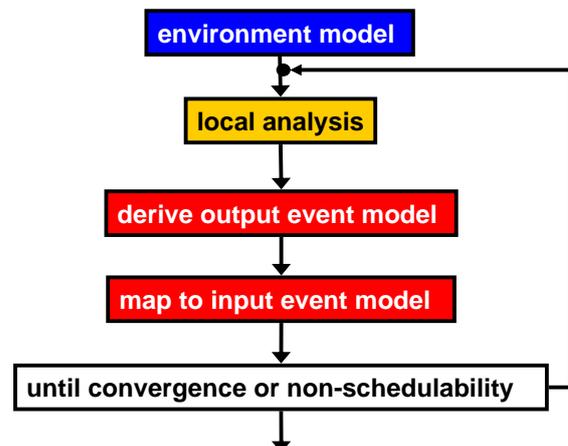


- jetzt kann man die Computer (ECU) und Netze **mathematisch koppeln**
 - das Modell des Ausgangs wird Eingangsmodell des nächsten Computers
- durch **wiederholte Anwendung** auf das ganze Computersystem wird die Lösung **schrittweise** entwickelt und liefert das gesuchte Zeitverhalten

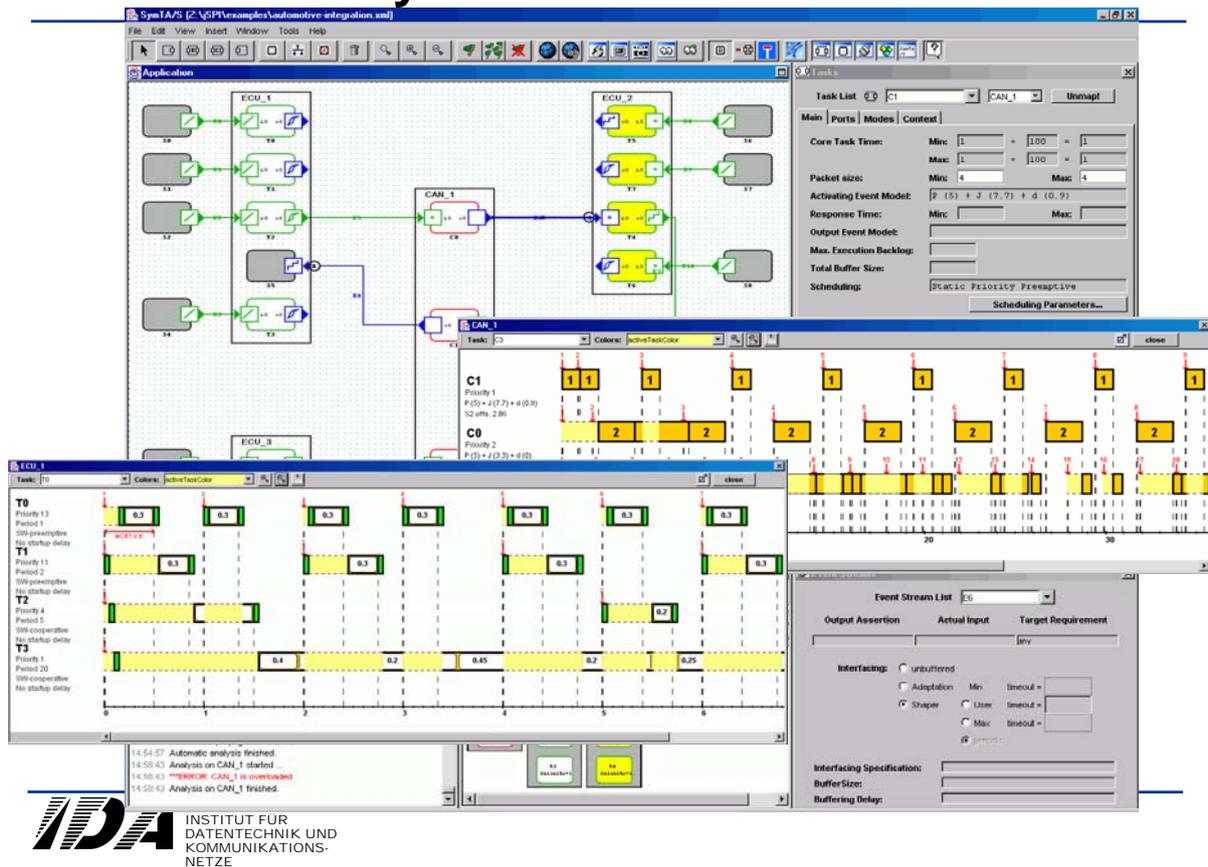
Compositional analysis



- subsystems coupled by **streams**
- coupling corresponds to **event propagation**
- **fixed point problem**
- Tools, e.g., from ETH Zürich and TU Braunschweig (SymTA/S)



SymTA/S Screenshot



Einsatz der Tools

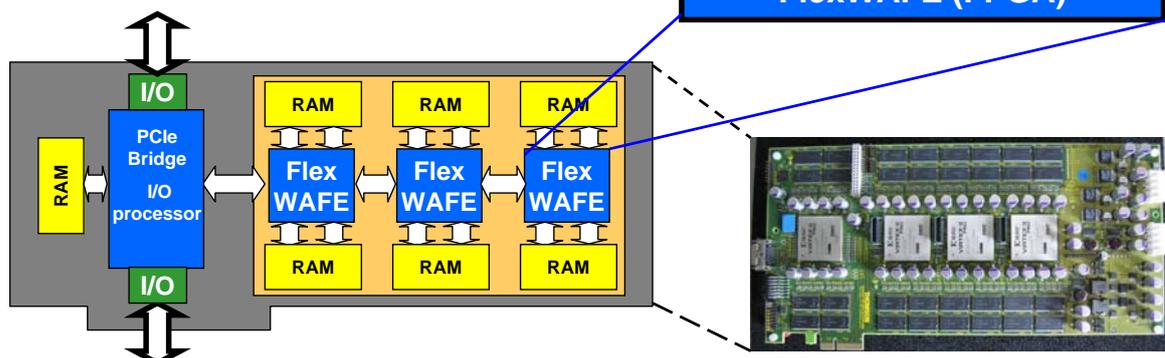
- kommerzialisiert durch Spin-Off  SYMTA VISION
- Fahrzeughersteller
 - Volkswagen, Audi, BMW, General Motors, Daimler, PSA, ...
- Zulieferer
 - Bosch, Hitachi, ZF, Continental, ...
- viele neue Projekte:
 - Analyse selbstschützender autonomer Systeme (DFG SPP Organic Computing),
 - autonome integrierte Schaltungen, ...
 - Bewertung von Informationsqualität im Entwurf, ...

Arbeitsgebiete eingebettete Systeme

- Systementwurf, Entwurfsautomatisierung für eingebettete Systeme
 - Modellierung und Optimierung von Plattformen (SPI/SymTA)
 - Schwerpunkt Systemintegration
 - Plattformen für autonome Systeme - Organic Computing
- HW/SW Architekturen für Computer und eingebettete Systeme
 - Rekonfigurierbare Systeme
 - Professionelle Videotechnik und digitaler Film
 - 3D Computergraphik (mit Prof. Magnor)
 - Stereosehen im Fahrzeug (mit VW)
 - Multicore-Systeme (MpSoC)
 - Projekte u.a. ST, Intel

FlexFilm Architektur (IDA)

- SDRAM Controller mit 2 stufigem Scheduler und Traffic Shaping für garantiertes Zeitverhalten
- Flexibel konfigurierbarer Datenpfad mit lokalen Speichern und Adressrechenwerken
- PCIe Express Interface + Linux-basierte Softwareumgebung



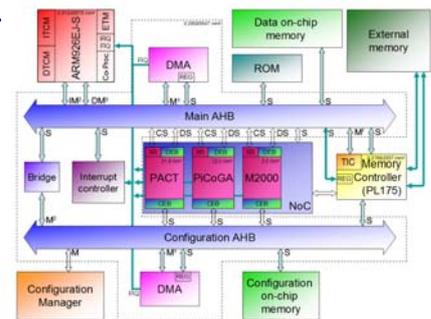
Beispiel FlexFilm: Rauschreduktion



- Bildausschnitt: hohe Detailtreue bei starker Rauschreduktion
- 2.5D Diskrete Wavelet Transformation/Rücktransformation mit Motion Analysis/Compensation, ca. 200 Gops/s, ca. 600 MB Zwischenspeicher
- ca. 5.000x schneller als aus Matlab generierter Code auf Pentium 4 (1,5 GB DRAM und 2,4 GHz Taktfreq)

Morpheus-Projekt

- Europäisches IP-Projekt 2007-2009
 - Prozessoren + Embedded FPGA auf einem Chip
 - Entwicklung einer integrierten Modellschaltung mit Tools
- Partner
 - Anwender: Bildverarbeitung/Sensorfusion, Telekomm. **Thales, Thomson, TOSA, Lucent, Intracom, ...**
 - FPGA: unterschiedliche Strukturen **PACT XPP, ST DREAM, M2000**
 - Halbleiterhersteller **ST (Chipfertigung)**
 - Forschungsinstitute **u.a. CEA, TU Braunschweig, TU Delft, Univ. Bologna, ...**



The demonstration



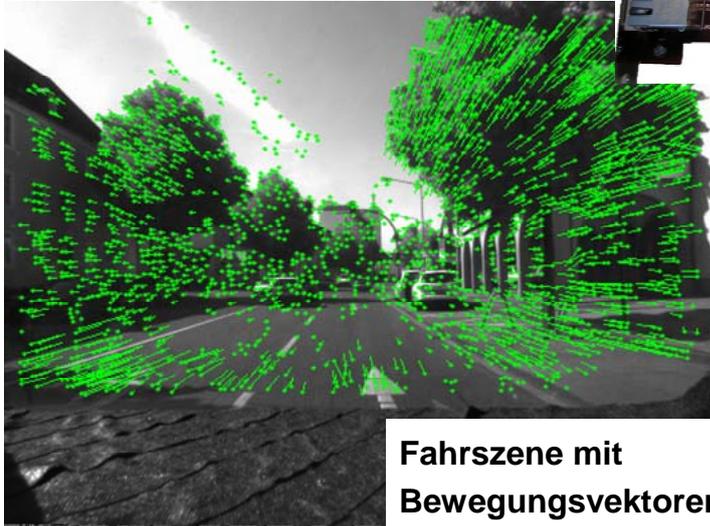
Neue Projekte mit rekonfigurierbaren Architekturen

- **Rekonstruktion bewegter Objekte mit 3D-Kamera**
 - 3D-Echtzeitretusche („virtueller Spiegel“)
 - DFG-Projekt mit Prof. Magnor (Informatik)
laufendes Projekt

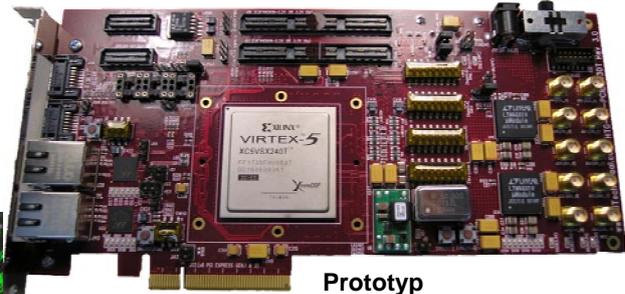


NFF – Projekt Stereosehen im Fahrzeug

- Erweiterung des FlexFilm-Projekts



Fahrszene mit
Bewegungsvektoren



Prototyp
Hardware-Beschleuniger

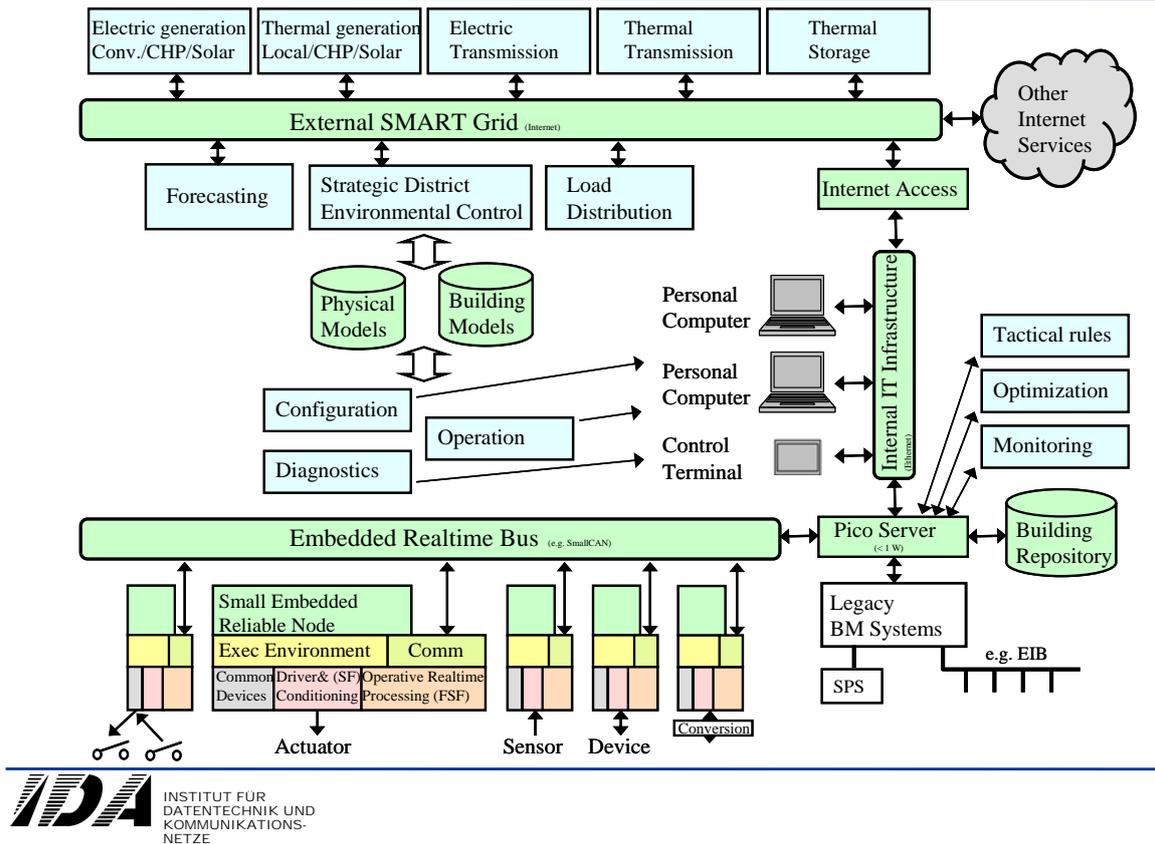
Rechenaufwand:

Bis zu 400 Bilder / s
78 Millionen Pix. / s
1000 Op. / Pixel
75 Milliarden Op. / s

Projektbeispiele im Umfeld Multicore

- **Zuverlässigkeit eingebetteter Systeme**
 - **BMBF-Projekt AIS (Autonome Integrierte Systeme) 2007-2009**
 - Zuverlässigkeit künftiger Multicore-Systemen
 - edacentrum Clusterprojekt
 - **ARTEMIS-Projekt RECOMP 2010-2013**
 - modulare Zertifizierung von Multicore-Architekturen für gemischt kritische Anwendungen
 - 40 Partner, 25 Mio € deutsche Koordination TU Braunschweig (u.a. TÜV Süd, Delphi, Elektrobit, Syntavision, EADS, PSA, Infineon, Intel, ...)
 - TUBS Länderkoordinator und Leitung des größten WP HW-/SW-Architektur mit mehr als 800 PM
- **Selbstoptimierende/Selbstheilende Systeme**
 - DFG-Projekt EPOC im SPP „Organic Computing“
 - SFB-Initiative „Controlled Multi-Evolution“

EKREIT: Neues Projekt Low Energy Smart Buildings



Vielen Dank