

Embedded Systems / Eingebettete Systeme

Studiengang Informatik
Fachbereich Campus Minden

Matthias König



FH Bielefeld
University of
Applied Sciences

Organisatorisches: Daten

- Verantwortlich: Matthias König (Kontaktdaten, s. FH Bielefeld Seiten)

I. Übung am 14.04.15

- Vorlesung

- Mittwoch, 09:45-11:15, D 10

- Praktika

- Gruppe 1, Dienstag, 14:30-16:00, D 109 (Sprute)

- Gruppe 2, Dienstag, 11:00-12:30, D 109 (Kroos)

- Gruppe 3, Mittwoch, 16:30-18:00, D 109 (Sprute)

Organisatorisches: Bewertung

- Vorlesung mit Abschlussklausur (Prüfungsleistung)
 - min. 50% der Punkte müssen erreicht werden.
 - max. 3 Versuche
 - keine Hilfsmittel
- Praktikum (Studienleistung)
 - Anwesenheitspflicht $> 75\%$
 - min. 50% der Punkte müssen erreicht werden.
 - Abnahme und Punkte im Praktikum gemäß Abgabetermin
- Note: arithmetisches Mittel aus Klausur- und Praktikumsnote

Voraussetzungen

- Insbesondere Wissen aus
 - Technischer Informatik
 - Systemprogrammierung
 - Mathematik für Informatiker
- Generell wichtig
 - Textverständnis (Deutsch und Englisch)

Inhalt

- Vorlesung
 - Grundlagen eingebetteter Systeme
- Praktikum
 - Programmierung eingebetteter Systeme

Literatur

- Zur Vorlesung:
 - Marwedel, Eingebettete Systeme, URL: <http://www.springerlink.com/content/978-3-540-34048-5/> (online aus FH Netz)
- Zum Praktikum:
 - Arduino Homepage, URL: <http://arduino.cc/>
 - TI Launchpad, URL: <http://www.ti.com/launchpad>
 - Fritzing, <http://fritzing.org/>

Veranstaltungsinhalt

- Überblick und Anwendungsgebiete
- Besonderheiten und Anforderungen

heute

- Ausflug in die Grundlagen der Elektronik
- Zusammenspiel Software und Hardware
- Entwurfsschritte
- Spezifikation und Modellierung
- Realisierung und Implementierung
- Validierung und Evaluation

Eingebettetes System / embedded system

- bezeichnet einen elektronischen Rechner, der in einen technischen Kontext **eingebunden** ist. Dabei hat der Rechner entweder die Aufgabe, das System, in das er eingebettet ist, zu **steuern**, zu **regeln** oder zu **überwachen**.

[Quelle: [Wikipedia, Eingebettetes System](#)]

Wozu? - Beispiele

- **Automotive:** Steuergerät
- **Avionik:** Bordelektronik
- **Raumfahrt:** Satellitensteuerung
- **Haushaltsgeräte:** Waschmaschine
- **Unterhaltungselektronik:** Fernseher
- **Medizintechnik:** Insulinpumpe
- **Robotik:** autonomer Staubsauger
- **Steuerungssysteme:** Fabriksteuerung
- **Mess- und Regelsysteme:** Kraftwerksregelung
- **Haustechnik:** Heizungssteuerung
- **Kommunikation:** Internet of Things

Warum Eingebettete Systeme?

- Eingebettete Systeme sind Schlüsseltechnologie für Innovation
- Daher für Industrie- und Wirtschaftsentwicklung bedeutsam
- Tragende Rolle bei den Technologietrends
 - Energieeffizienz (z.B. *energy harvesting*)
 - Vernetzung (z.B. *Internet of Things*)
 - Mobilität
 - Gesundheitsvorsorge (z.B. Telemedizin)

Aus Sicht der Industrie

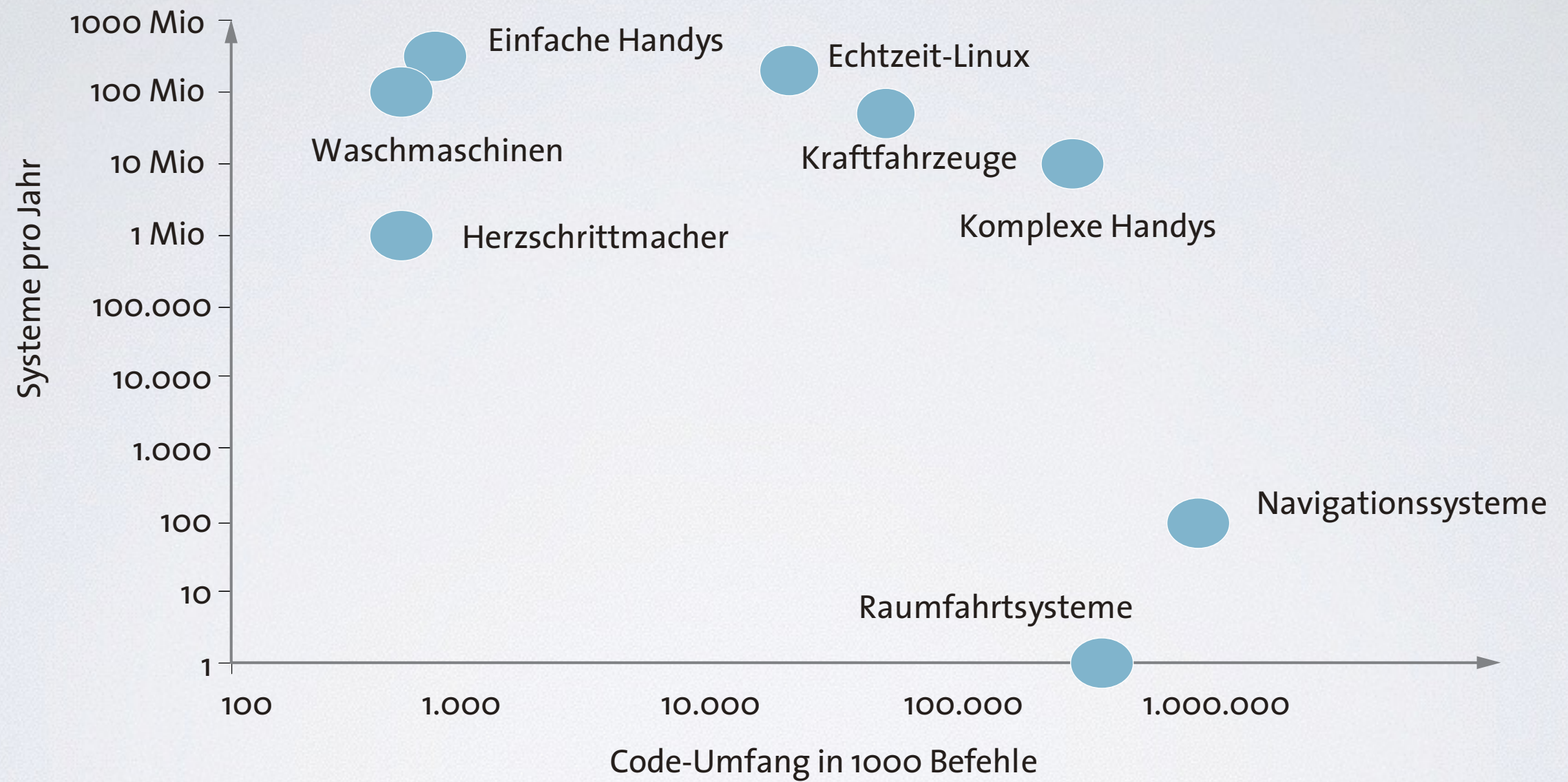
“Der Umsatz mit Eingebetteten Systemen (ES) wird in Deutschland 2012 erstmals die Grenze von 20 Milliarden Euro überschreiten. Der Markt wird um rund 6 Prozent wachsen,...”

[Quelle: Bitkom, Pressemitteilung 27.02.2012]

“... wir denken an PCs, große IT- Systeme und online Internet-Anwendungen. Derartige IT-Systeme machen aber nur weniger als zwei Prozent der produzierten Mikroprozessoren aus. Die meisten Mikroprozessoren sind in Systemen für Autos, mobile Kommunikation, Haushaltsgeräte, Flugzeuge, Roboter, Verkehrsmanagement, Cameras oder Medizintechnik verbaut.

...vor allem der hohe Bedarf an Ingenieuren in dieser Branche ist deutlich sichtbar.”

[Quelle: Bitkom, Eingebettete Systeme – Ein strategisches Wachstumsfeld für Deutschland, 2010]



Eingebettete Systeme mit Umfang und Jahresproduktion (Stand 2008)

[Quelle: Bitkom, Eingebettete Systeme – Ein strategisches Wachstumsfeld für Deutschland, 2010]

Aus Sicht der Industrie/Forschung


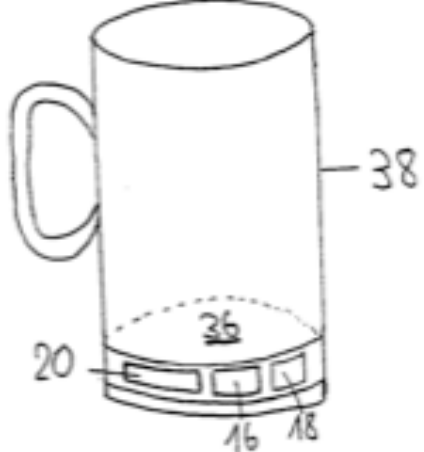
- Wichtiges Forschungsthema, s. ARTEMIS (Advanced Research & Technology for EMbedded Intelligence and Systems)
- Größtes Wachstum bei Software innerhalb Eingebetteter Systeme:

“Comparing for example the Average Annual Growth Rate (AAGR) of the market for relevance of the ES embedded software (14%) with the estimated growth rates of GDP (about 2%) shows the industry crucial relevance of the Embedded Systems industry for Europe’s economic development.”

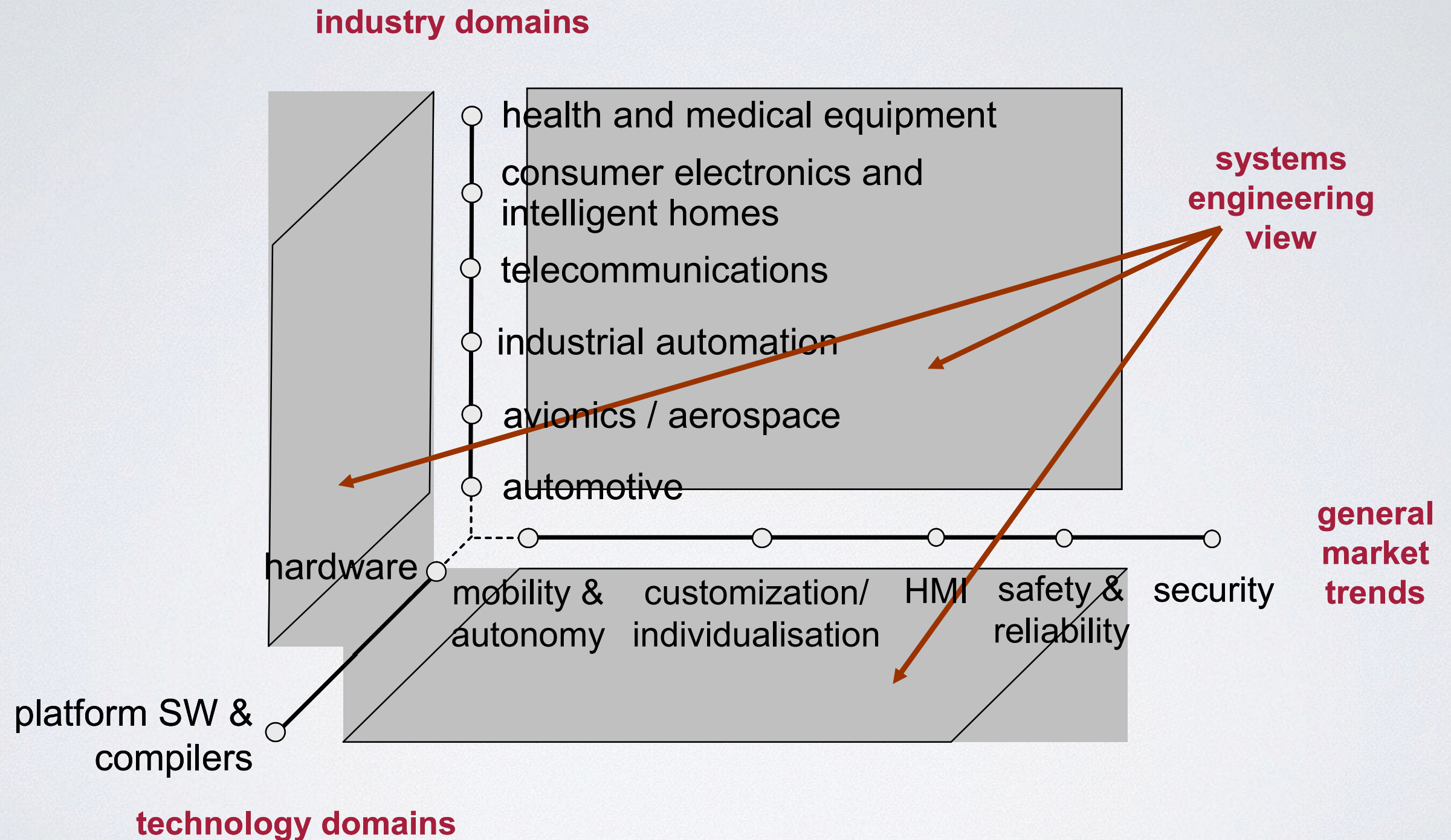
[Quelle: Braun et. al, Study of Worldwide Trends and R&D Programmes in Embedded Systems in View of Maximising the Impact of a Technology Platform in the Area]

Eingebettete Systeme und Patente

- Sogenannte **Technizität** als eine Bedingung (neben Neuheit, Erfinderischer Tätigkeit, gewerblicher Anwendbarkeit) der Patentierbarkeit ist für das (gesamte) Eingebettete System **gegeben**.
- Viele Erfindungen von Eingebetteten Systemen patentiert.

 (19) Bundesrepublik Deutschland Deutsches Patent- und Markenamt		(10) DE 102 32 948 B4 2007.06.14
(12) Patentschrift		
(21) Aktenzeichen: 102 32 948.6 (22) Anmeldetag: 19.07.2002 (43) Offenlegungstag: 12.02.2004 (45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 14.06.2007		(51) Int CL ⁸ : G01F 13/00 (2006.01) <i>G01F 15/06</i> (2006.01) <i>G01F 15/075</i> (2006.01) <i>G01F 22/00</i> (2006.01) <i>G01F 23/20</i> (2006.01)
<p>Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).</p>		
(73) Patentinhaber: Abatec-Electronic AG, Regau, AT (74) Vertreter: Samson & Partner, Patentanwälte, 80538 München (72) Erfinder: Niederndorfer, Friedrich, Dipl.-Ing., Pilsbach, AT		(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften: DE 199 55 368 A1 DE 44 25 708 A1 US2001/00 45 395 A1 US 61 38 079 A US 60 10 454 A
(54) Bezeichnung: Vorrichtung und Verfahren zum Messen der von einer Person aufgenommenen Flüssigkeitsmenge		
(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zum Messen der von einer Person in einem vorgegebenen Zeitraum, wie ein Tag, getrunkenen Flüssigkeitsmenge, mit: – einem Wägemittel (22) zum Messen des Gewichtes eines Flüssigkeitsbehältnis (38) mit einer darin aufgenommenen Flüssigkeit, – einer mit dem Wägemittel (22) gekoppelten Auswerteeinrichtung (24), die derart eingerichtet ist, daß sie die aus dem Flüssigkeitsbehältnis (38) getrunkene Flüssigkeitsmenge anhand des gemessenen Gewichtes des Flüssigkeitsbehältnis (38) mit darin aufgenommener Flüssigkeit und anhand des gemessenen Gewichtes des vollständig oder teilweise leeren Flüssigkeitsbehältnis (38) ermittelt, und daß sie die so ermittelten Flüssigkeitsmengen im vorgegebenen Zeitraum zu einer getrunkenen Gesamtflüssigkeitsmenge kumuliert, und – einem mit der Auswerteeinrichtung (24) gekoppelten Ausgabemittel (20) zum Ausgeben der kumulierten Gesamtflüssigkeitsmenge.		

Treiber für Eingebettete Systeme



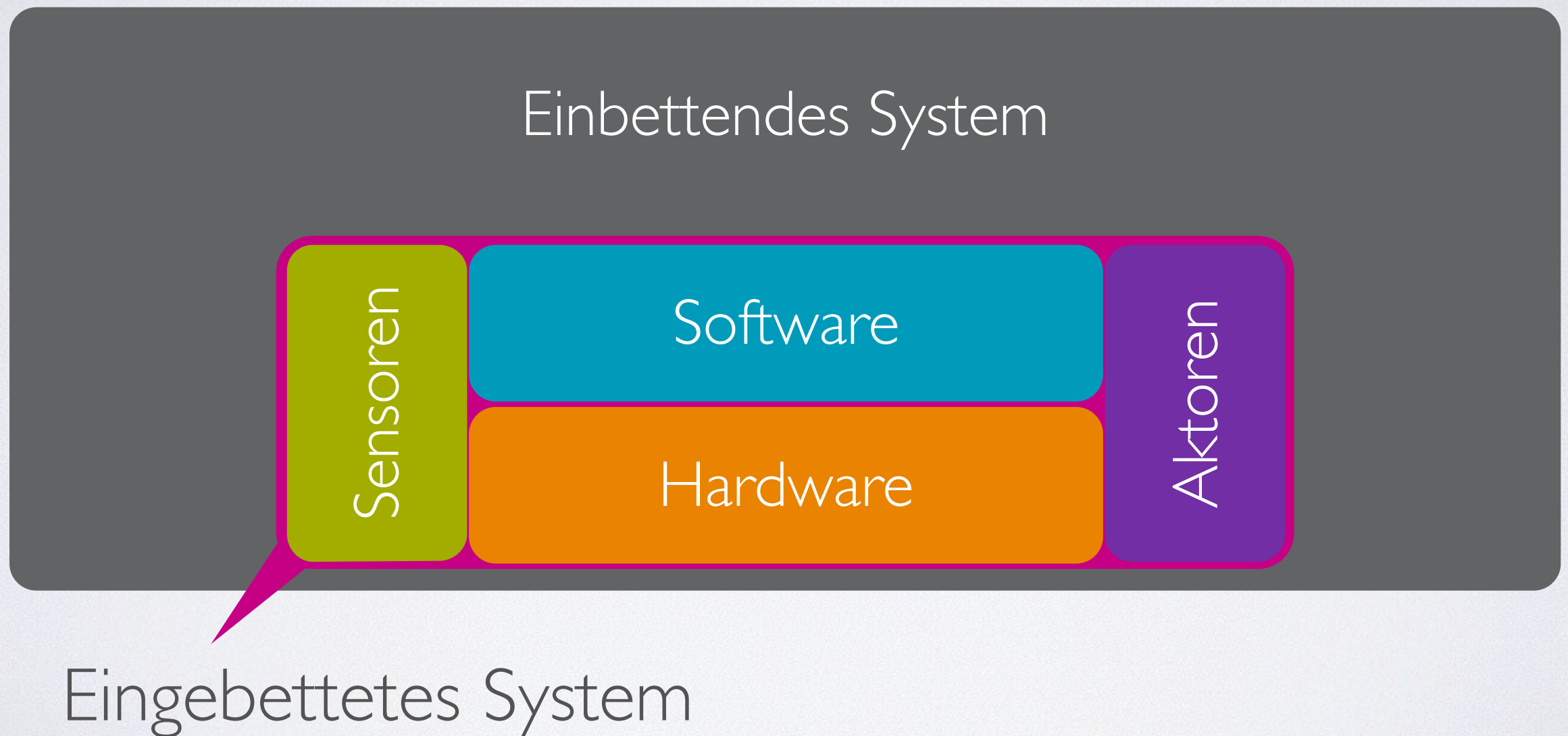
[Quelle: Braun et. al, Study of of Worldwide Trends and R&D Programmes in Embedded Systems in View of Maximising the Impact of a Technology Platform in the Area

Was charakterisiert Eingebettete Systeme?

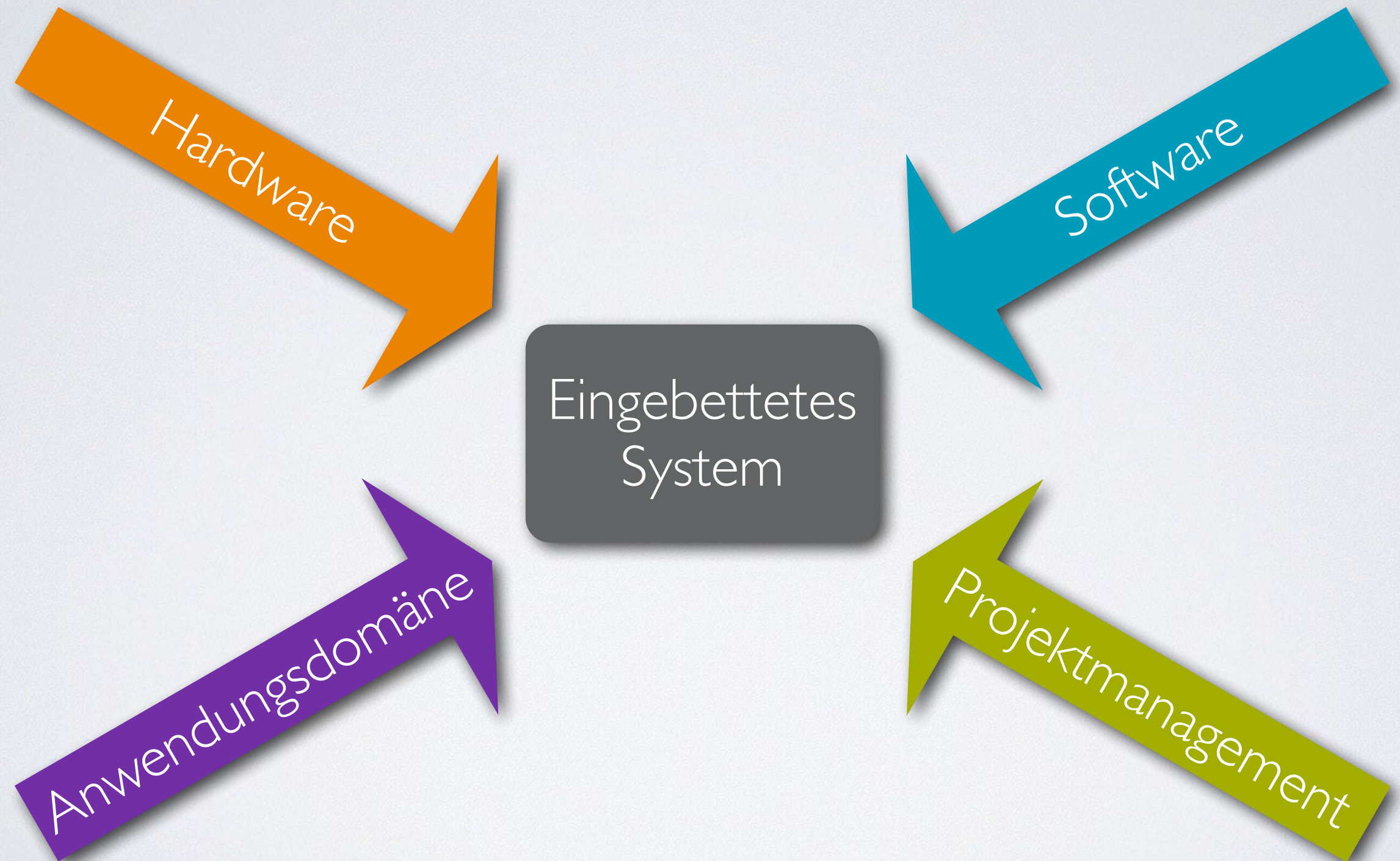
- “Eingebettete Systeme sind **informationsverarbeitende Systeme**, die in ein größeres Produkt **integriert** sind.”
[Quelle: Marwedel, Eingebettete Systeme]
- “Ein HW- und SW-System / Eingebettetes System besteht im Allgemeinen aus **Hardware, Software und eingebetteten Komponenten**. Ein Projekt, welches als Projektgegenstand ein HW- und SW-System / Eingebettetes System hat, wäre also zum Beispiel die Entwicklung des Eurofighters oder eines Schiffes. Weiterhin wird ein HW- und SW-System / Eingebettetes System charakterisiert durch die **Erfassung der Umwelt über Sensoren und Aktoren zur Interaktion mit seiner physischen Umgebung**. Dadurch werden auch kleinere Systeme adressiert, wie z.B. ein Mikrocontroller, der mit Hilfe seines Programms die Airbagauslösung im Kraftfahrzeug steuert.”

[Quelle: V-Modell® XT, Version 1.3]

Teil eines Gesamtsystems



Umsetzung interdisziplinäres Wissens



Welche Anforderungen?

Verlässlich hinsichtlich

- Zuverlässigkeit (nicht ausfallen)
- Wartbarkeit (schnell repariert bei Ausfall)
- Verfügbarkeit (hohe Zuverlässigkeit, hohe Wartbarkeit)
- Sicherheit (keinen Schaden bei Ausfall)
- Integrität (Gewährleistung von Daten- und Kommunikationssicherheit)

[Quelle: Marwedel, Eingebettete Systeme]

Beispiel: Fehlende Sicherheit

Heise online 2013, *Vaillant-Heizungen mit Sicherheits-Leck*:

“Die Vaillant-Heizungsanlagen des Typs ecoPower 1.0 enthalten ein hochkritisches Sicherheitsloch, durch das ein Angreifer die Anlage über das Internet ausschalten und potenziell beschädigen kann. In einem Informationsschreiben rät der Hersteller seinen Kunden daher zu einem drastischen Schritt: Sie sollen den Netzwerkstecker ziehen und auf den Besuch eines Servicetechnikers warten.”

Quelle: <http://www.heise.de/newsticker/meldung/Vaillant-Heizungen-mit-Sicherheits-Leck-1840919.html> [15.04.2013]

Keine Verlässlichkeit birgt Schadenspotential

Beispiel: Trägerrakete Ariane 5, V88

- Exception in Software führt zur Selbstzerstörung
- Fehler im Softwaremodul der Inertialplattform
- Arithmetischer Überlauf bei Umwandlung einer 64-Bit-Gleitkomma-Variablen in eine vorzeichenbehaftete 16-Bit-Ganzzahl
- (Unbehandelte) Fehlerbehandlung lieferte Diagnosedaten anstelle Flugdaten.
- Falsche Interpretation der Daten durch Bordcomputer führt zur Kursabweichung und letztlich Selbstzerstörung.
- Frühere Softwaretest mit Parametern, die Fehlerbedingungen nicht umfassten.
- Software wurde von Vorgängermodell Ariane 4 übernommen.
- Gesamtverlust: ca. 290 Millionen Euro

[Quelle: [Wikipedia](#), Eingebettetes System]

Welche Anforderungen?

Effizient hinsichtlich

- Energieverbrauch (Energie kostet...)
- Codegröße (z.B. Festplatte oft ungewünscht wg. Verschleiß)
- Laufzeit (Einhalten von Zeitbedingungen)
- Gewicht (z.B. leicht trag- oder verbaubar)
- Preis (nur Teil eines System)

[Quelle: Marwedel, Eingebettete Systeme]

Welche Anforderungen?

- **Einzwecksystem:** Eingebettetes System übernimmt oft genau eine bestimmte Aufgabe
 - vermindert Ressourcenanforderungen
 - verbessert Effizienz
- “Nicht mehr als nötig” für die dedizierte Aufgabe
- oft keine Änderungen nach Fertigstellung möglich
- oft **Echtzeitbedingungen**

Welche Arten unterscheidet man?

- **Transformative** und **reaktive** Systeme
 - transformative: Eingabe, Berechnung, Ausgabe
 - reaktive: dauerhafte Interaktion mit seiner Umwelt
- Systeme mit Echtzeit-Anforderungen
 - **harte Zeitbedingungen** (Nichteinhalten ist Fehler)
 - **weiche Zeitbedingungen** (z.B. statistisch im Rahmen)

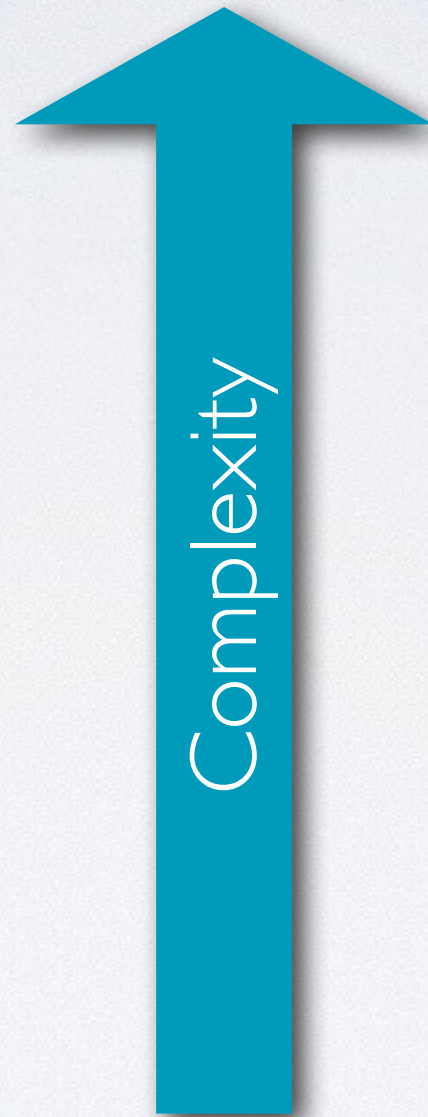
[Quelle: Lee/Seshia, Introduction to Embedded Systems]

Unterschiede bei der Komplexität

Hardware

Large Embedded Systems
(32 Bit)

Small Embedded Systems
(8 und 16 Bit)



Complexity

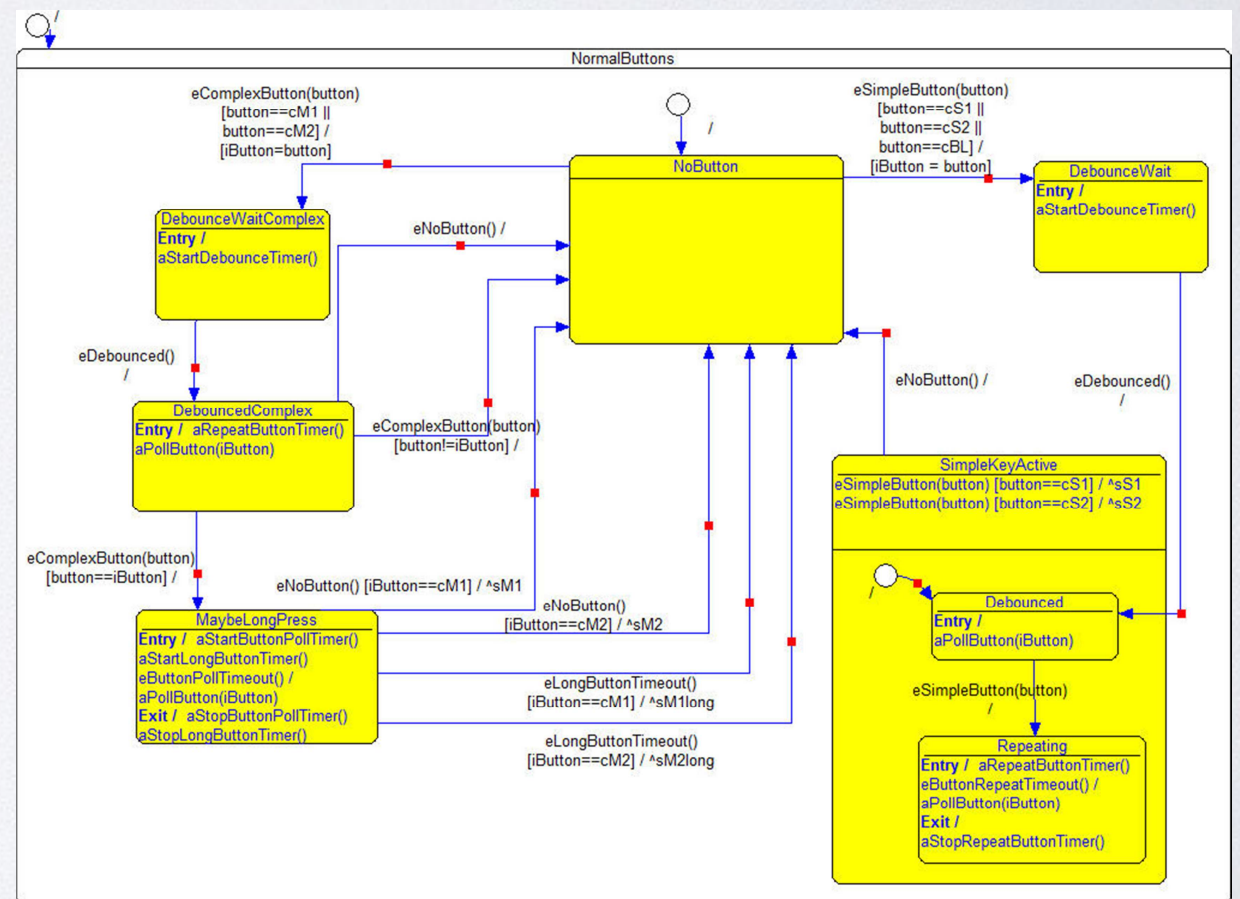
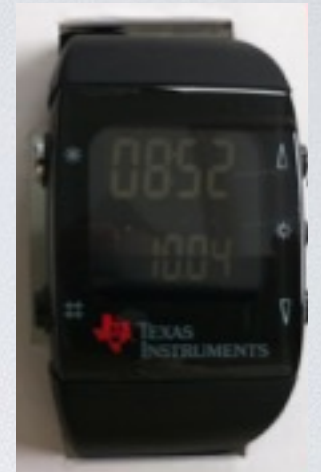
Software

High level programming,
use of operating systems

Low level programming







Bandbreite - Beispiel

- iPhone 4, 32Bit, z.B. 16 GByte Flash
- ARM Cortex A8, 512 MByte
- SDK mit Simulator
- Chronos, 16Bit, 32 KByte Flash
- CC430, 4KByte
- verschiedene IDEs



[Quelle: Holmberg, IAR Systems, IAR visualSTATE and TI eZ430-Chronos]

Beispiel: Produktvielfalt eines Anbieters

TI Embedded Processors					
Microcontrollers (MCUs)		ARM®-Based Processors		Digital Signal Processors (DSPs)	
16-bit ultra-low power MCUs	32-bit real-time MCUs	32-bit ARM Cortex™-M3 MCUs	ARM Cortex-A8 MPUs	High-performance DSPs	Low-power DSPs
MSP430™ Up to 25 MHz Flash 1 KB to 256 KB Analog I/O, ADC LCD, USB, RF Measurement, Sensing, General Purpose \$0.25 to \$9.00 	C2000™ Delfino™ Piccolo™ 40MHz to 300 MHz Flash, RAM 16 KB to 512 KB PWM, ADC, CAN, SPI, I²C Motor Control, Digital Power, Lighting, Ren. Energy \$1.50 to \$20.00 	Stellaris® ARM® Cortex™-M3 Up to 100 MHz Flash 64 KB to 256 KB USB, ENET MAC+PHY CAN, ADC, PWM, SPI Connectivity, Security, Motion Control, HMI, Industrial Automation \$1.00 to \$8.00 	Sitara™ ARM® Cortex™-A8 & ARM9 300MHz to >1GHz Cache, RAM, ROM USB, CAN, PCIe, EMAC Industrial computing, POS & portable data terminals \$5.00 to \$20.00 	C6000™ DaVinci™ OMAP™ 300MHz to >1GHz +Accelerator Cache RAM, ROM USB, ENET, PCIe, SATA, SPI Test & Meas., Video, audio, security, imaging, infrastructure \$5.00 to \$200.00 	C5000™ Up to 300 MHz +Accelerator Up to 320KB RAM Up to 128KB ROM USB, ADC McBSP, SPI, I²C Port. Telecom, audio, medical monitor & diag, industrial \$3.00 to \$10.00 

[Quelle: [Verkennis](#), Texas Instruments, TI Embedded Processing Overview, Sep. 2010]

Beispiele für Einstiegerplattformen: Arduino

[Main Site](#) [Blog](#) [Playground](#) [Forum](#) [Labs](#) [Store](#) [Help](#) | [Sign In](#) or [Register](#)



[Buy](#) [Download](#) [Getting Started](#) [Learning](#) [Reference](#) [Hardware](#) [FAQ](#)



Photo by the Arduino Team

Arduino is an open-source electronics prototyping platform based on flexible, easy-to-use hardware and software. It's intended for artists, designers, hobbyists, and anyone interested in creating interactive objects or environments.

Arduino can sense the environment by receiving input from a variety of sensors and can affect its surroundings by controlling lights, motors, and other actuators. The microcontroller on the board is programmed using the [Arduino programming language](#) (based on [Wiring](#)) and the Arduino development environment (based on [Processing](#)). Arduino projects can be stand-alone or they can communicate with software running on a computer (e.g. Flash, Processing, MaxMSP).

The boards can be [built by hand](#) or [purchased](#) preassembled; the software can be [downloaded](#) for free. The hardware reference designs (CAD files) are

Beispiele für Einsteigerplattformen: mbed

mbed

Get an mbed! | Subscribe to the mailing list | Login or signup

Blog | Forum | Handbook | Cookbook | Code | Compiler

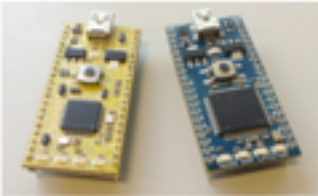
Rapid Prototyping for Microcontrollers

mbed is a tool for Rapid Prototyping with Microcontrollers

Prototyping hardware | C++ SDK | Powerful online tools | Active community

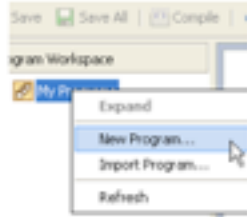
Hardware

The mbed Microcontrollers are a series of ARM-based microcontroller development boards designed for fast, flexible and low-risk professional rapid prototyping. » [Full hardware specification](#)



Online IDE

The mbed Compiler provides a lightweight online C/C++ IDE that is pre-configured to let you quickly write programs and compile and download them to run on your mbed Microcontroller. » [The mbed Compiler](#)




Standard library

The mbed SDK provides a solid C/C++ startup environment and peripheral abstraction libraries to enable clean API-driven coding for microcontrollers. » [The mbed SDK](#)

- mbed
- AnalogIn
- AnalogOut
- BusIn


Community

The mbed.org developer website is home to a friendly and active community. As well as the [Forum](#) and the [Community wiki](#), there are thousands of user contributed [Programs and libraries](#). » [Explore mbed.org](#)




Getting started

How to set up your mbed microcontroller, create your



Where to buy mbed

The mbed microcontroller



The new mbed NXP LPC1114 »

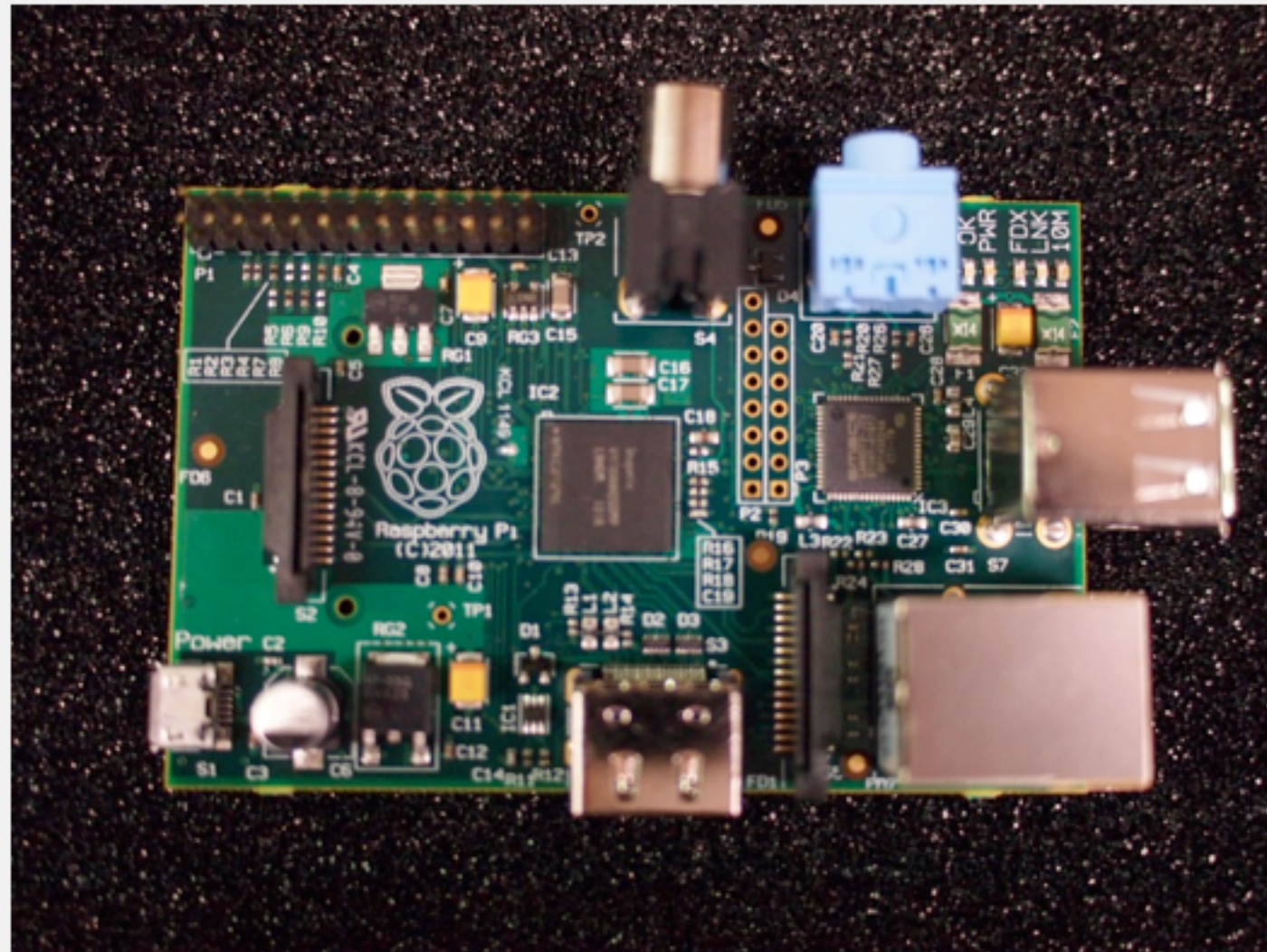
Search mbed

Search

Recent Activity

- Library: [SST25VF064C](#)
- Dave Van Wagner - 46 minutes ago
- Reply to [Optical Encoder help: Hi Joey, Are you ...](#)
- Martin Smith - 1 hour, 6 minutes ago
- Comment on: [deadmbed: I ran into this ...](#)
- FRIC - 1 hour, 20 minutes ago
- Reply to [Sharing code within a workgroup: Sounds like you need ...](#)
- Richard Collins - 1 hour, 27 minutes ago
- Reply to [Windows 7 can't see mbed: Hmm, I think the ...](#)
- FRIC - 1 hour, 39 minutes ago

Beispiele für Einsteigerplattformen: Raspberry Pi



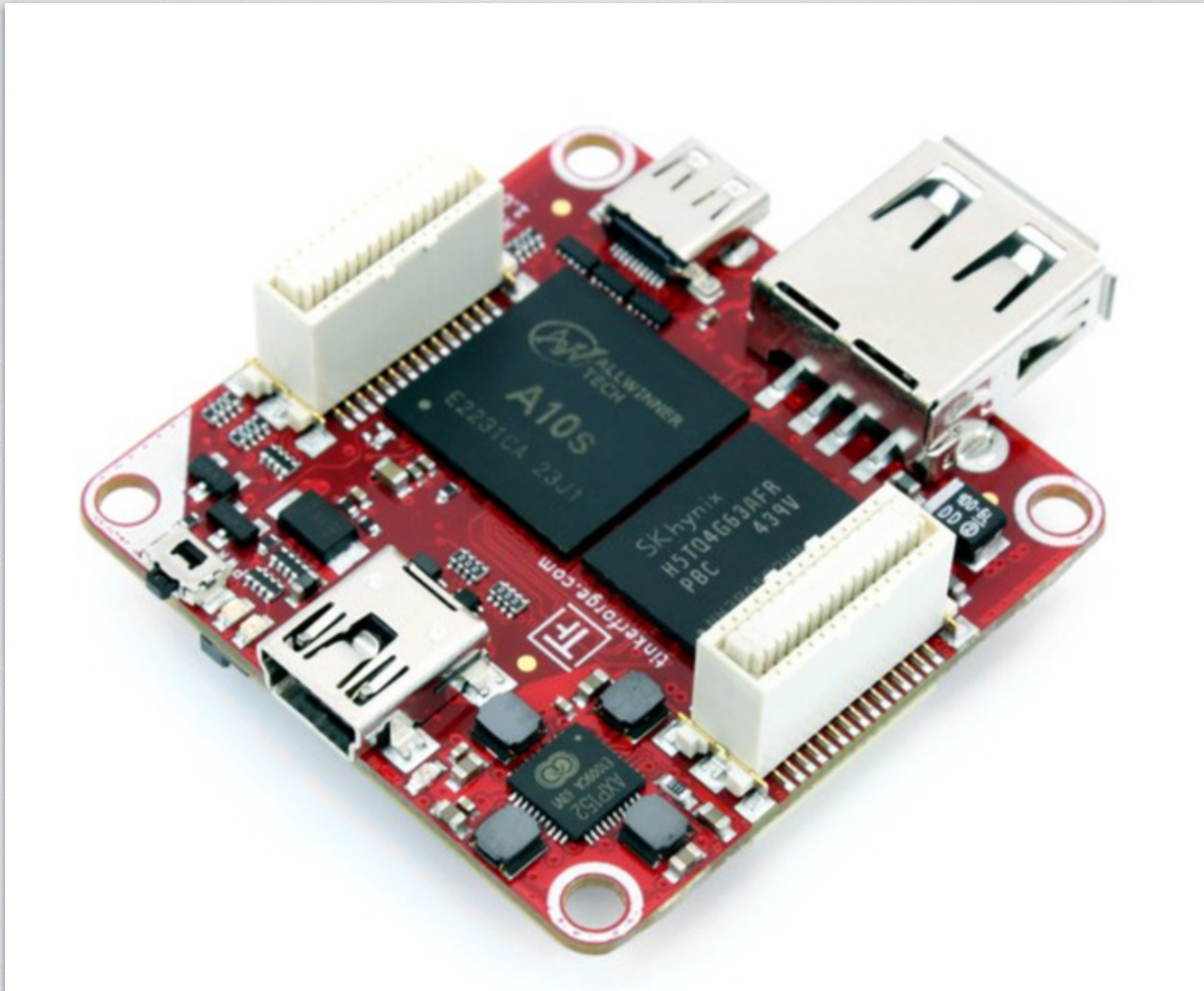
— Raspberry Pi model B

INTRODUCTION

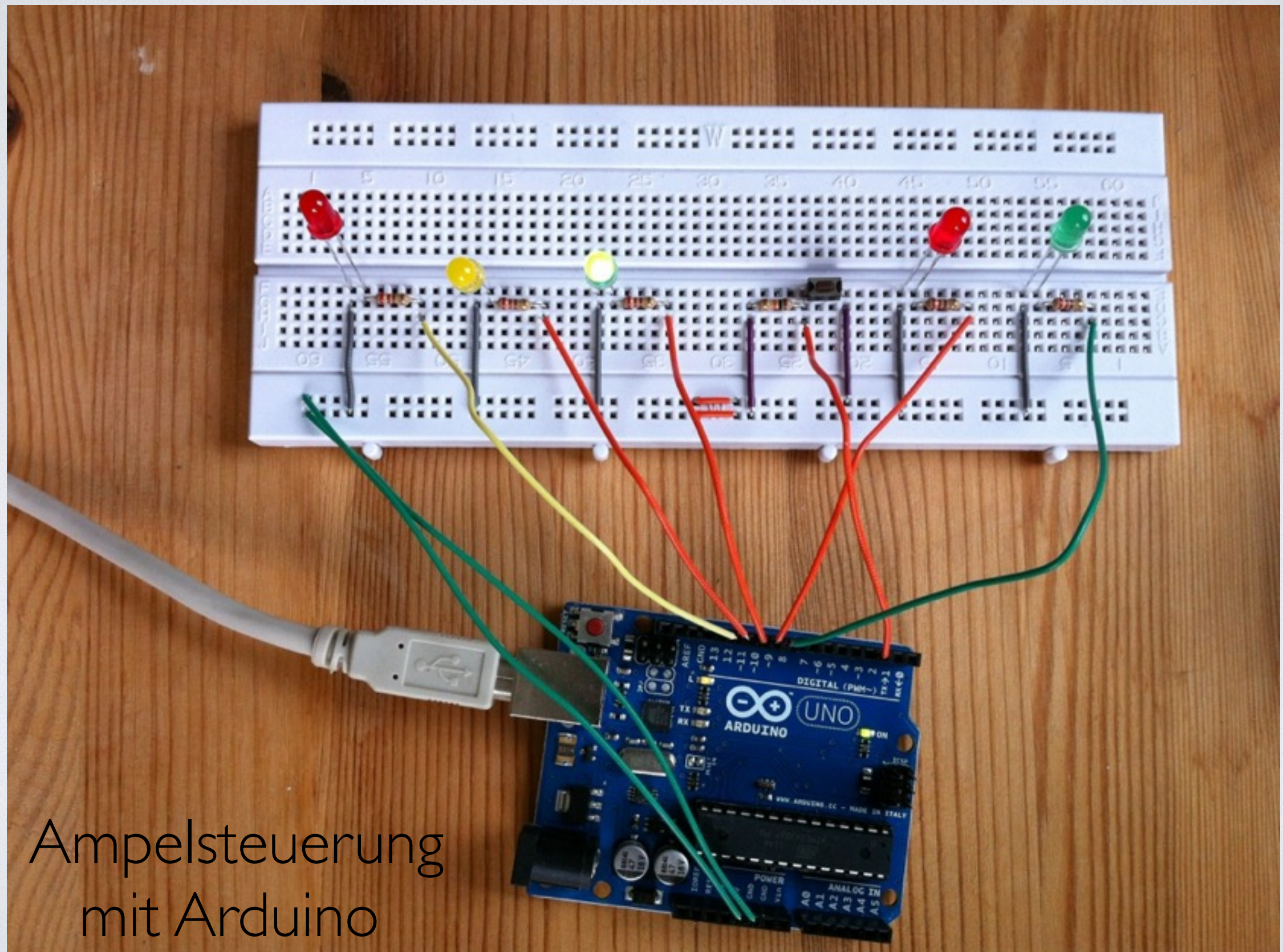
What's a Raspberry Pi?

The Raspberry Pi is a credit-card sized computer that plugs into your TV and a keyboard. It's a capable little PC which can be used for many of the things that your

Beispiele für Einsteigerplattformen: Tinkerforge ReD Brick



Wie sieht ein Eingebettetes System aus?



Ampelsteuerung
mit Arduino

ZUM PRAKTIKUM

Praktikum

- An Anwendungsbeispielen u.a. mit den Plattformen
 - Arduino Uno
 - TI Tiva-C Launchpad
- Kennenlernen von
 - Hardware-Abstraction-Layers
 - Framework und Tool-Chain
 - einer RTOS-Umgebung (FreeRTOS)
- Programmierung in C/C++
- Umsetzung wesentlicher Methoden, wie Interrupts, Watchdog

Warum diese Plattformen?

- Geringe Kosten (erschwinglich für fast jeden)
- Open Source / nicht proprietär
 - viel Dokumentation, viele Beispiele
 - viele Nutzer und Nutzerforen
- Einfache IDE mit “geringer Hemmschwelle”, um loszulegen
- Entwicklungsumgebung unabhängig vom System (Linux, Windows, OS X)
- Grundlegendes demonstrierbar und Erlerntes transformierbar auf andere Plattformen
- Vielzahl an Möglichkeiten für weitergehende Ideen
 - weitere Arduino-Plattformen, Arduino-Shields
 - s. beispielsweise Roboter-Wettbewerb von Atmel

Einordnung Arduino und Embedded Softwareentwicklung

- Hohe Abstraktion von Hardware durch IDE und Bibliotheken

- pro:

- schnelle Ergebnisse
- Kreativität im Fokus

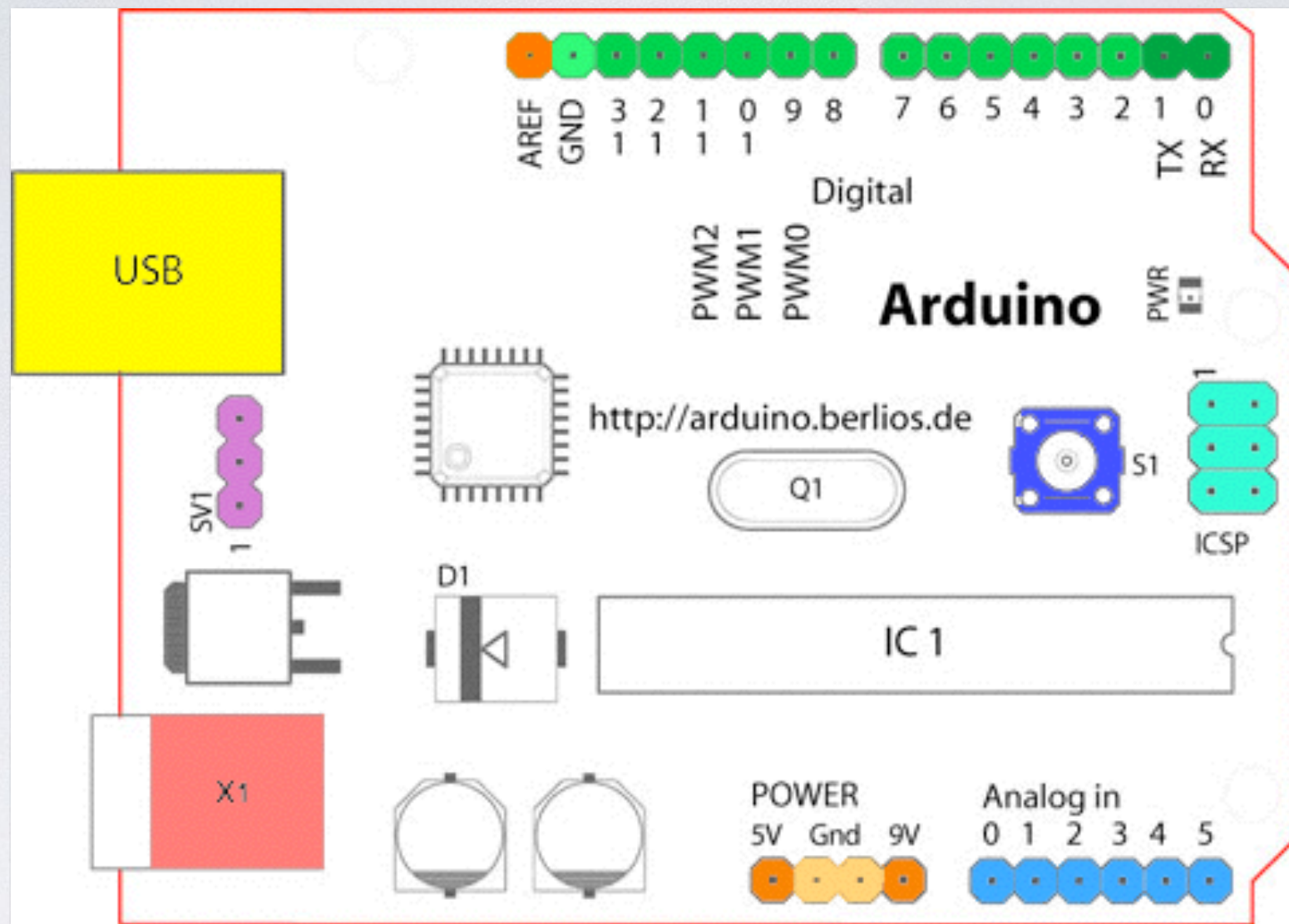
Daher:

1. Tiefere Betrachtung des Mikrocontrollers im Praktikum
2. Umstieg auf TI Launchpad

- contra:

- Verständnis des Mikrocontrollers nicht notwendig
- zu wenig Wert auf technische Aspekte (z.B. Effizienz)
- (Kein JTAG)

Arduino Uno



[Quelle: <http://arduino.cc/en/Guide/Board?from=Tutorial.ArduinoBoard>]

- 8 Bit Mikrocontroller ATmega328P, 16 MHz
- 2 Kbytes SRAM, 32 Kbytes Flash (30 für eigene Anwendungen), 1 Kbyte EEPROM
- 20 I/O Pins

Praktikumsaufgaben

- Umsetzung von Aufgaben / Konzepten in 2er-Teams (gemäß XP Pair-Programming)
- Feste Teams
- Augenmerk auf Qualität der Software-Lösung / Umsetzung
 - Funktion
 - Struktur (Lesbarkeit, Modularität)
 - Kommentare

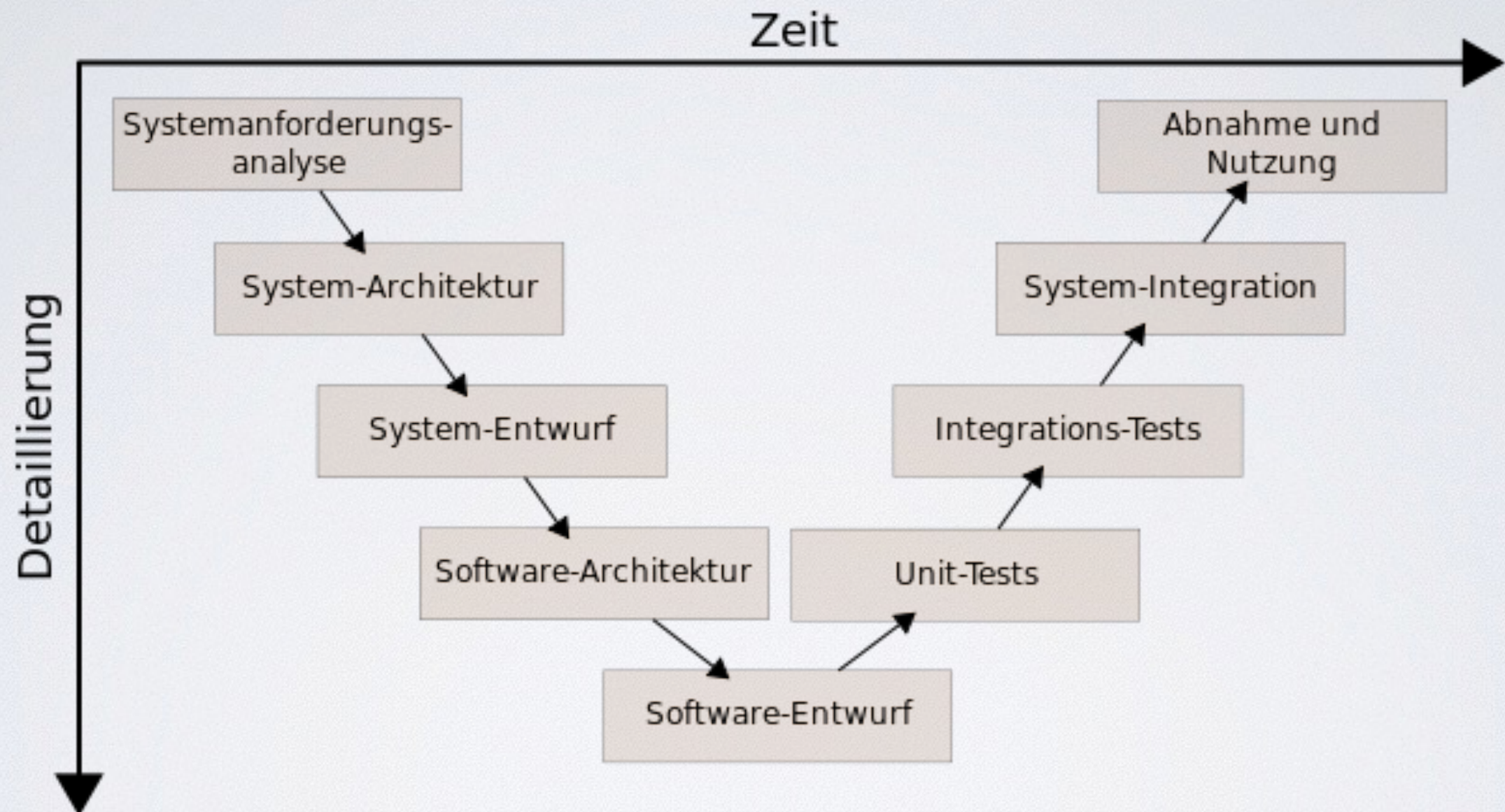
Entwicklung Eingebetteter Systeme

verwendet Wissen aus den Gebieten

- Technische Informatik
- Programmiermethoden
- Software Engineering
- Betriebssysteme
- Systemprogrammierung
- Useability und Datenvisualisierung

Entwicklungsmodelle

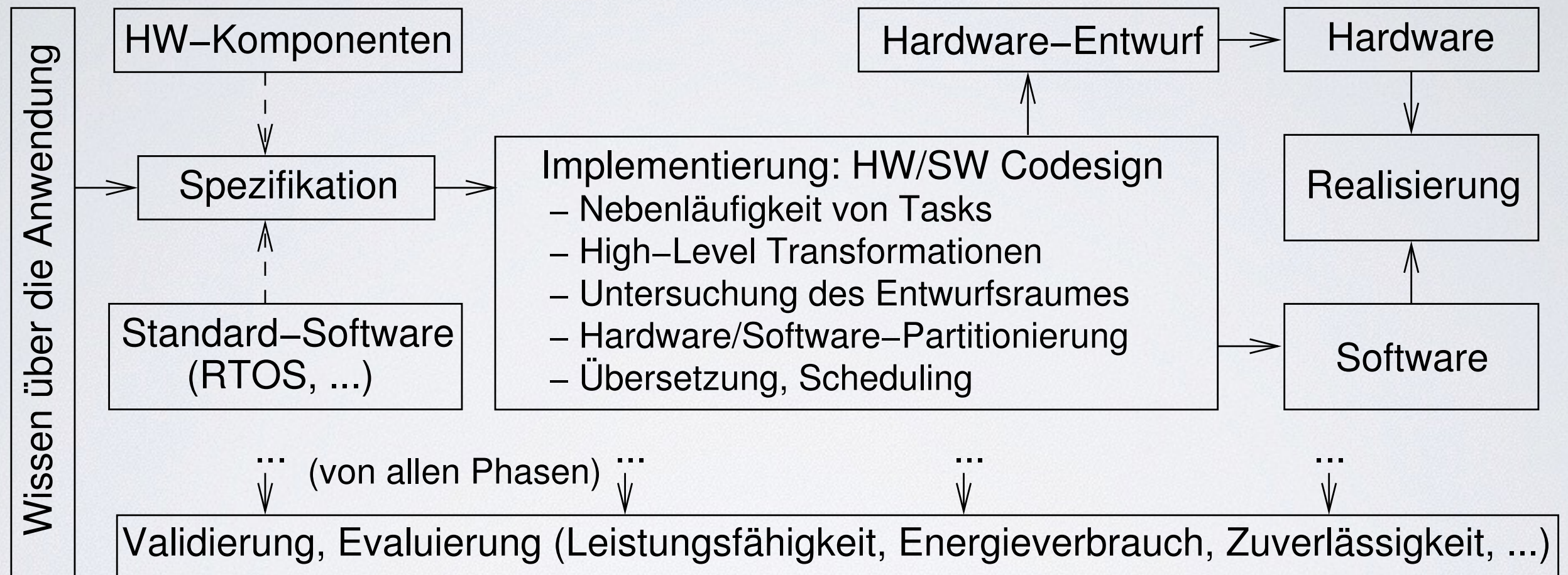
- Häufig V-Modell, derzeit noch wenig andere (agile) Ansätze



V-Modell

[Quelle: Pätzold, Seyfert, <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/3/3a/V-Modell.svg>, 2010]


Hardware/Software Codesign



Entwurf Eingebetteter Systeme (nach Marwedel)

[Quelle: Marwedel, Eingebettete Systeme]

Besonderheiten bei Entwicklung Eingebetteter Systeme

- Enges Zusammenspiel von Entwicklungsteams für
 - Hardware
 - Software  Fokus
- Spezielle Programmiersprachen und Anforderungen (standardisiert) an diese, z.B.
 - Ada
 - MISRA-C
- Normen und Standards für Entwicklung, z.B.
 - IEC 61508 “Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme”, Teil 3: Anforderungen an Software

Besonderheiten bei Entwicklung Eingebetteter Systeme

Entwicklung nicht auf dem Target-System, daher

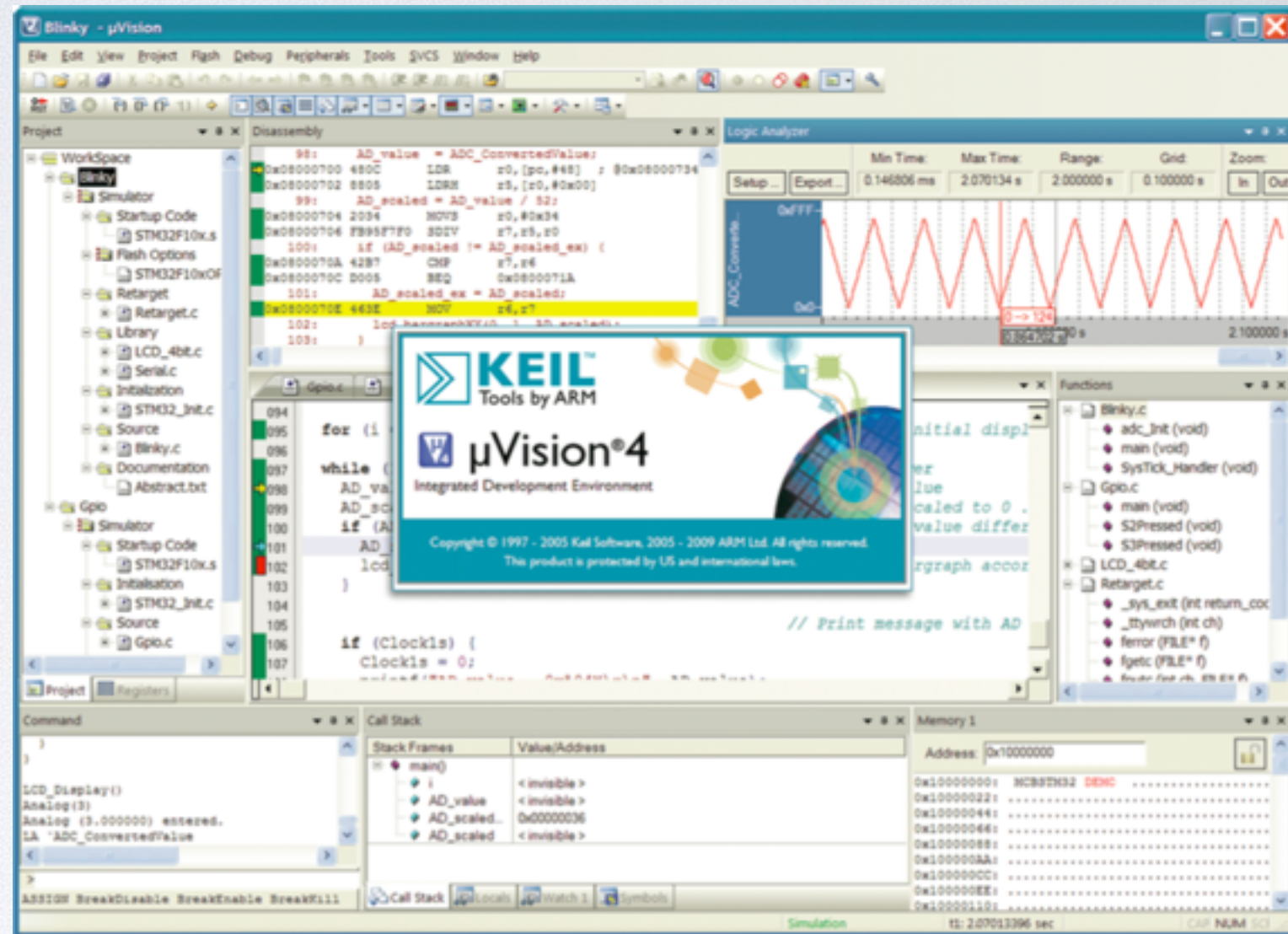
- Cross-Compiler
- Debugging erfordert Umwege, z.B.
 - mittels Simulatoren
 - über JTAG
 - Problem bei Hardwarebugs...

...This version of the board was mainly to provide a new SD connector due to supply issues. Also added was R219 in an attempt to make the Yellow LED on the RJ45 turn on when at 100M operation. This caused the Ethernet not to work on power up but did work after a board reboot....

[Quelle: BeagleBoard.org, Getting started with your new BeagleBone]

Entwicklungswerkzeuge

- Vielfältig
 - Konsolen-Toolchains
 - IDEs verschiedener Abstraktionsebenen, u.a. Visual Programming
 - Libraries
 - RTOS
 - OS, z.B. Embedded Linux



Beispiel einer IDE

[Quelle: Keil.com, Getting Started Creating Applications with µVision®4]

Wohin geht's mit Embedded Systems?

- Internet of Things
 - Vernetzung vieler Geräte
 - ZigBee, RFID
 - Usability (Touchpads)
- Energieeinsparung
 - Intelligente Umgebungen
 - E-Ink
- Robotik
- Software wird entscheidendes Differenzierungsmerkmal
 - Schwerpunkt bei Softwareentwicklung für Eingebettete Systeme

Trends bei Eingebetteten Systemen

- Modellbasierte Entwicklung
 - Entwurf von Modellen (hoher Abstraktionsgrad)
 - Automatische Codegenerierung anhand Modellen
 - Verifikation anhand Modellen
 - Plattformunabhängig und anpassbar für jeweilige Plattform
- Wiederverwendbare Komponenten, Frameworks, COTS

[Quelle: Braun et. al, Study of of Worldwide Trends and R&D Programmes in Embedded Systems in View of Maximising the Impact of a Technology Platform in the Area

Embedded World Conference 2015

- Softwareentwicklung
 1. High Embedded **Software Quality**
 2. Software Development in High Level Languages
 3. Model Based Development
- Internet-of-Things und Machine-to-machine (M2M)
- (Functional) Safety (IEC 61508, ISO26262) und Security
- Embedded OS: RTOS, z.B. Linux, u. a. Yocto, und Android
- Anwendungen: Automotive und Bildverarbeitung
- Hardware: ARM insb. Cortex-M, Multicore, Low-Power

Zusammenfassung

- Eingebettete Systeme treiben und werden von Technologieentwicklung getrieben.
- Softwareentwicklung für Eingebettete Systeme
 - nimmt an Bedeutung zu, und
 - hat besondere Anforderungen an Entwicklung.
- Plattformen-Vielfalt erfordert generelle Herangehensweisen.

Literatur / Quellen

- Bitkom, Eingebettete Systeme – Ein strategisches Wachstumsfeld für Deutschland, 2010, URL: http://www.bitkom.org/files/documents/EingebetteteSysteme_web.pdf
- Bitkom, Pressemitteilung 27.02.2012, URL: http://www.bitkom.org/de/presse/8477_71318.aspx
- Braun et al, Study of Worldwide Trends and R&D Programmes in Embedded Systems in View of Maximising the Impact of a Technology Platform in the Area, 2005: URL: http://www.artemis-austria.net/uploads/media/FAST_final-study-181105_en.pdf
- Holmberg, Holmberg, IAR Systems, IAR visualSTATE and TI eZ430-Chronos, URL: <http://www.iar.com/Products/IAR-visualSTATE/Design-your-eZ430-Chronos-watch-with-IAR-visualSTATE/TI-Chronos-Watch-Application-Example/>
- Keil.com, Getting Started Creating Applications with μ Vision®4, URL: <http://www.keil.com/product/brochures/uv4.pdf>
- Lee and Seshia, Introduction to Embedded Systems, A Cyber-Physical Systems Approach, <http://LeeSeshia.org>, ISBN 978-0-557-70857-4, 2011
- Marwedel, Eingebettete Systeme, Springer-Verlag, 2008
- Verkennis, Texas Instruments, TI Embedded Processing Overview, Sep. 2010, URL: http://www.sps.ele.tue.nl/members/B.B.A.J.Bloemendal/TI/TUE_EP_story.pdf
- V-Modell® XT, Version 1.3, URL: <ftp://ftp.tu-clausthal.de/pub/institute/informatik/v-modell-xt/Releases/1.3/V-Modell%20XT%20HTML/7a0a11a076fa61b.html#toc67>
- Wikipedia, Eingebettetes System, URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Eingebettetes_System
- Wikipedia, Ariane V88, URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Ariane_V88
- **Stand aller Internetquellen: 26.03.2014**