



Institut für
Automatisierungstechnik

Labor für Informationstechnik
und Automatisierungstechnik
Prof. Dr. Stefan Kreiser
Fachhochschule Köln

Erfahrungen mit Projektpraktika in der Grundlagenausbildung für die Automatisierungstechnik

AALE
2007-02-15

“Ausbildung
und Lehre”

Komplexe Systeme
kreativ gestalten

Technische Prozesse
sicher führen

Didaktische Ziele
Aufbau und Inhalte des
Projektpraktikums
Organisatorische Maßnahmen
Ergebnisse
Fazit



Informationstechnik
Automatisierungstechnik
Prof. Dr. Stefan Kreiser

Projektpraktikum
Erstsemester
Techn. Inform.

Didaktische
Anforderungen

Aufbau
und Inhalte

Organisation

Ergebnisse

Fazit

AALE
2007-02-15

Studienorganisation und Zielgruppe

- **Erstsemester im Studiengang Elektrotechnik, speziell Fachrichtungen:**
 - Automatisierungstechnik (noch Diplom)
 - Elektrische Energietechnik (noch Diplom)
 - Optische Technologien (noch Diplom)
 - Elektrotechnik (Bachelor)
- **Jährlich ca. 170 Studierende**
- **Vorbildung: ~50% (Fach)Abitur ~50% Lehre**
- **Einsemestrige Lehrveranstaltung**
Soll: 2V 1Ü 1P
Ist: 2V 2Ü 1P (ggf. 4VÜ) + freiwilliges Tutorium (4h/w)
- **Zwei Dozenten mit je einem Zug**
individuelle Vorlesung
gleiche Übungs- und Praktikumsinhalte
gemeinsame Klausur



Informationstechnik
Automatisierungstechnik
Prof. Dr. Stefan Kreiser

Projektpraktikum
Erstsemester
Techn. Inform.

Didaktische
Anforderungen

Aufbau
und Inhalte

Organisation

Ergebnisse

Fazit

AALE
2007-02-15

Kursziele

Fachbezogen: Befähigung zur

Modellierung, Implementierung und Anwendung einfacher digitaltechnischer Systeme (DTS) zur Lösung automatisierungstechnischer Aufgaben.

- Kombinatorische Systeme und einfache Automaten
- Moderne Implementierungstechnologien: PLD, Modellierung mit VHDL und Schematic μ C, Programmierung von Automaten in ANSI-C

Fachübergreifend: Befähigung zur

- Selbstorganisation in kleinen Teams
- Informationsgewinnung aus Textmaterial (Deutsch/Englisch)



Informationstechnik
Automatisierungstechnik
Prof. Dr. Stefan Kreiser

Projektpraktikum
Erstsemester
Techn. Inform.

Didaktische
Anforderungen

Aufbau
und Inhalte

Organisation

Ergebnisse

Fazit

.

AALE
2007-02-15

Versuch 1 (Vorbereitungsversuch)

- Modellierung *kombinatorischer* DTS
- Implementierung auf Altera Max+PlusII EDA-System
 - Nutzung von Bibliotheksfunktionen (Altera, 74xxx)
 - Einzelfunktionen in VHDL (nur Entity / Architecture)
 - Grafische Vernetzung mit (Schematic)

- Ziel: Erwerb praktischer Erfahrungen mit Max+PlusII zur Steuerung des Entwurfsprozesses für DTS
 - Modellierung
 - Simulation und Test
 - Integration und Integrationstest
 - Inbetriebnahme und Abnahmetest



Informationstechnik
Automatisierungstechnik
Prof. Dr. Stefan Kreiser

Projektpraktikum
Erstsemester
Techn. Inform.

Didaktische
Anforderungen

Aufbau
und Inhalte

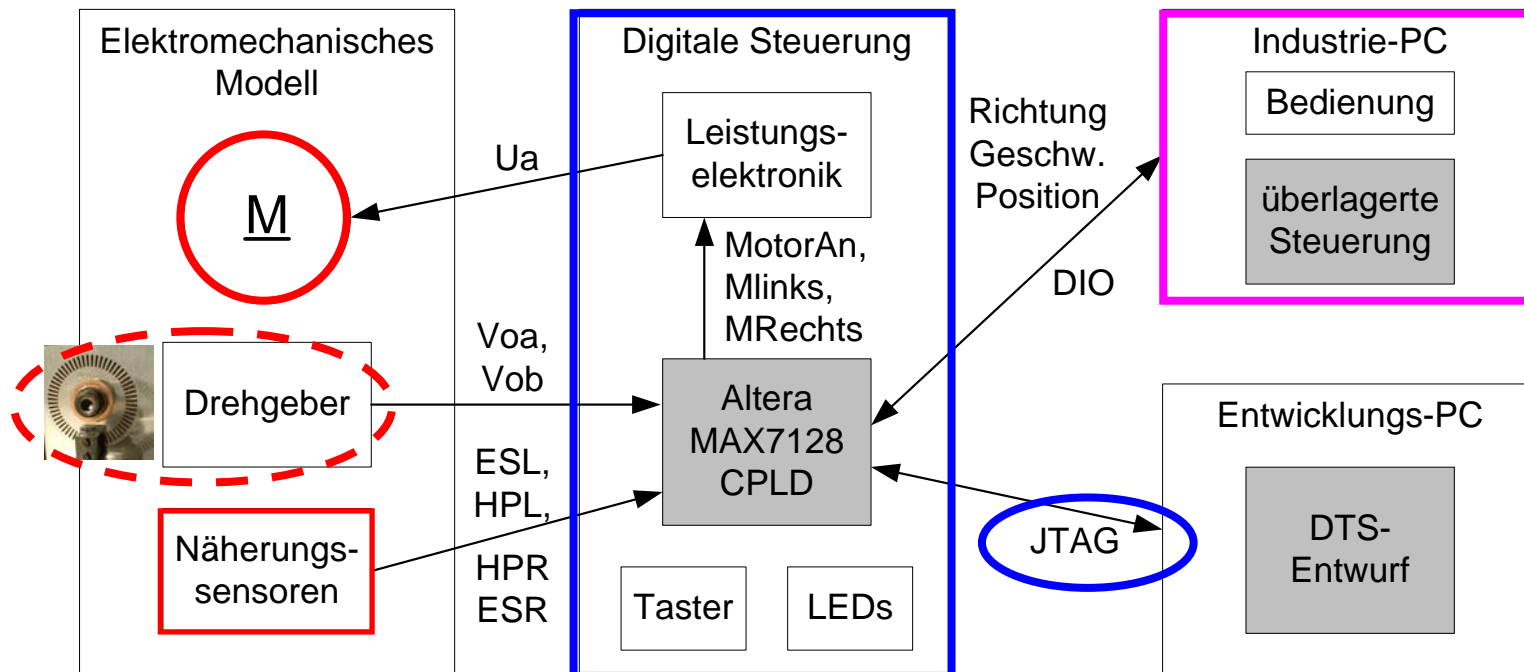
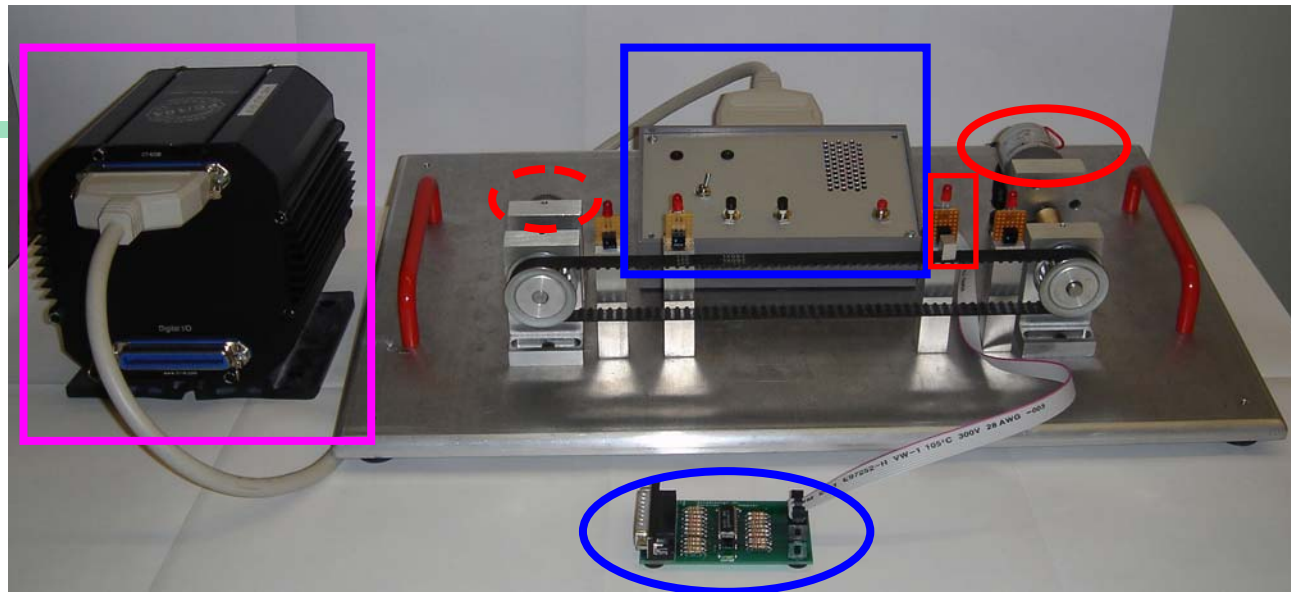
Organisation

Ergebnisse

Fazit

AALE
2007-02-15

Übersicht Projekt





Informationstechnik
Automatisierungstechnik
Prof. Dr. Stefan Kreiser

Projektpraktikum
Erstsemester
Techn. Inform.

Didaktische
Anforderungen

Aufbau
und Inhalte

Organisation

Ergebnisse

Fazit

.

AALE
2007-02-15

Versuch 2 (Entwurf der digitalen Steuerung)

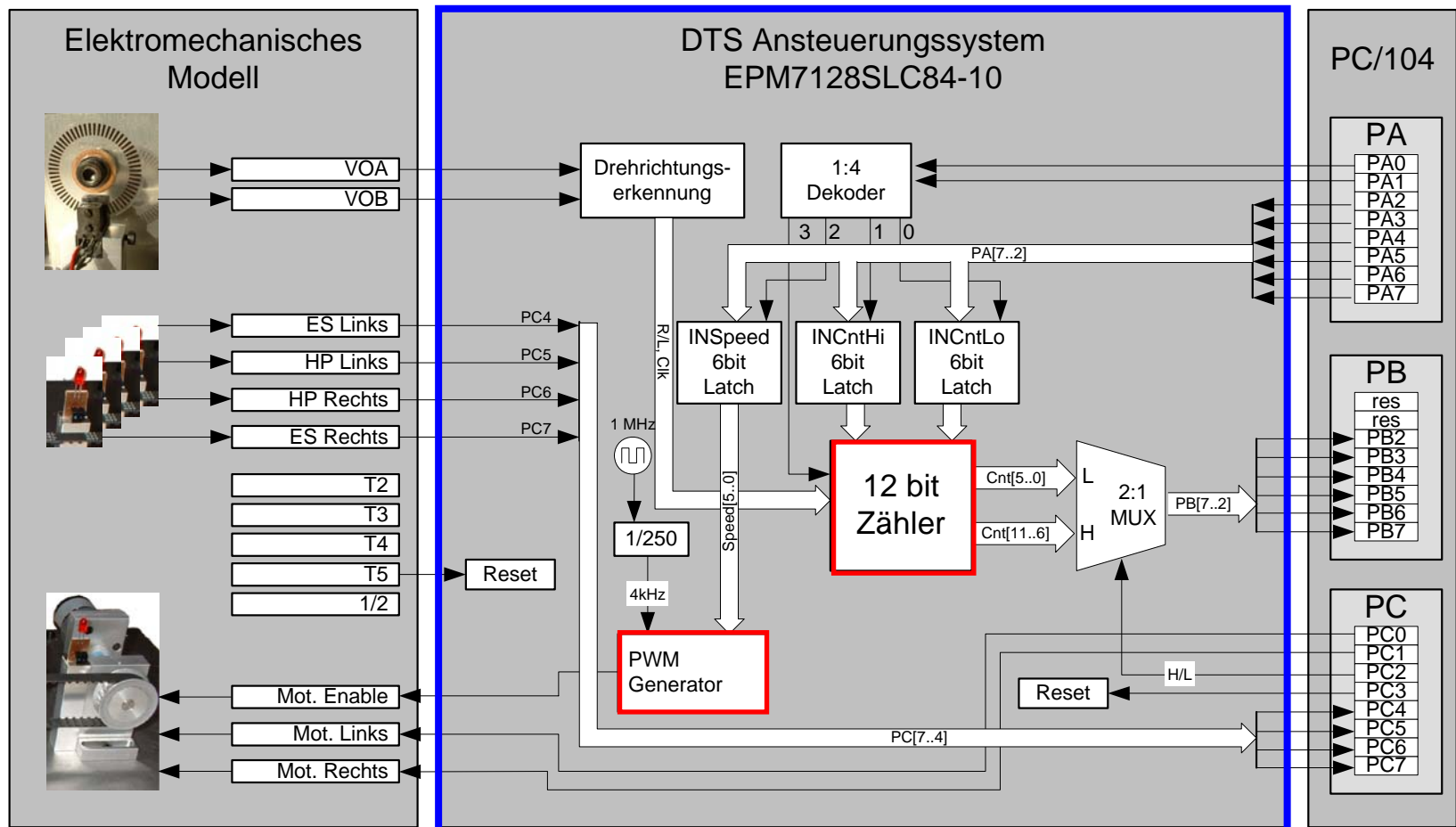
- Zu entwerfende DTS (VHDL)
 - **8 Bit Zähler** zur drehrichtungsabhängigen Positionserfassung
 - **Drehrichtungserkennung** (Zustandsautomat)
 - **Pulsweitenmodul** zur Einstellung der Ankerspannung des Motors (Geschwindigkeitsvorgabe, 32 Stufen)
 - **Takterzeugung für Pulsweitenmodul** aus Systemtakt (basierend auf oberer Grenzfrequenz der Leistungselektronik)

- Grafische Systemintegration
 - Vorgaben: Aufgabentext und Blockschaltbilder
 - funktionaler Systemtest:
anzupassende Schaltung, geeignete Testsignale
 - Inbetriebnahme Gesamtsystem und Abnahmetest
Werkzeug: einfache Testoberfläche im Industrie-PC



Versuch 3 (Entwurf der überlagerten Steuerung)

- Vorgabe der digitalen Steuerung
 - funktional analog zum Ergebnis aus Versuch 2, aber
 - höhere Auflösung (Position: 12 Bit, Geschwindigkeit: 64 Stufen)
 - Belegung der Ports der digitalen Ein-Ausgabe-Karte am Industrie-PC





Informationstechnik
Automatisierungstechnik
Prof. Dr. Stefan Kreiser

Projektpraktikum
Erstsemester
Techn. Inform.

Didaktische
Anforderungen

Aufbau
und Inhalte

Organisation

Ergebnisse

Fazit

AALE
2007-02-15

Versuch 3 (Entwurf der überlagerten Steuerung)

- Vorbereitung:
 - Einarbeitung in die C-Entwicklungsumgebung (aktuell: Borland C++, Turbo Debugger, Integrationsumgebung)
 - Analyse und Korrektur eines einfachen C-Programms
- Zu entwerfende Programmfunktionen
 - **Lesen der 12-Bit-Position** (Schreiben / Lesen DIO-Karte)
 - **Initialisieren der 12-Bit-Position** (Schreiben der DIO-Karte)
 - **Manuelle Motoransteuerung:** Geschwindigkeits- / Richtungsvorgabe, Stopp- und Notstoppfunktion (Schreiben DIO-Karte)
 - **Sicherheitsfunktion:** Erkennung Motorblockade (Ergänzung vorgegebener Funktionsrumpf)
 - Sequenzielles automatisches **Lernen aller Sensorpositionen**
 - Option: Anfahren einer ausgewählten Sensorposition durch Auswerten des Positionszählers
- Integration in gegebenen Programmrumpf
 - Aufruf der Funktionen aus der gegebenen Bedienoberfläche
 - Einbau der Sicherheitsfunktion als Hintergrundroutine



Informationstechnik
Automatisierungstechnik
Prof. Dr. Stefan Kreiser

Projektpraktikum
Erstsemester
Techn. Inform.

Didaktische
Anforderungen

Aufbau
und Inhalte

Organisation

Ergebnisse

Fazit

.

AALE
2007-02-15

Durchführung und flankierende Maßnahmen

- **Je Versuch**
 - Max. 5 Termine je 5 Zeitstunden
 - Max. 10 (12) Arbeitsgruppen je 2 Studierende
 - 4 Betreuer je Termin (Dozent, Assistent, 2 stud. Tutoren)
- **Verbindliche Vorleistungen jedes Studierenden**
 - handschriftlich ausgearbeitete Pflichtübung
 - schriftliche Versuchsvorbereitung
- **Hilfestellungen**
 - Vorbesprechung Versuchsaufbauten (Übung)
 - Vorgabe von Lösungsrümpfen zur Integration
 - Vorgabe der Pinbelegungen im PLD
 - Muster der Simulationsdatei für DTS-Integrationstest
 - Emulator des Bandmodells als SW-Testumgebung



Informationstechnik
Automatisierungstechnik
Prof. Dr. Stefan Kreiser

Projektpraktikum
Erstsemester
Techn. Inform.

Didaktische
Anforderungen

Aufbau
und Inhalte

Organisation

Ergebnisse

Fazit

AALE
2007-02-15

Erfahrungen aus 3 Kursen

■ WS 04/05

- erster Kurs für Erstsemester mit diesem Curriculum
- noch keine Pflichtübung
- 93 Teilnehmer, 83 Testate (Zahlen: 1 Dozent)
- Studierende oft schlecht / nicht vorbereitet (Tenor: „erheblicher Aufwand für TI“)
- 3 Betreuer je Termin → ca. 75min pro Gruppe, aber schlechte Studierende erfordern höchste Betreuungsleistung
- Maßnahmen („fordern und fördern“):
 1. Pflichtübungen einführen
 2. Versuchsunterlagen verbessern, Umfang reduzieren
 3. Emulator für SW-Test erstellen



Erfahrungen aus 3 Kursen

- **WS 05/06**
 - Pflichtübung, eigener Gesamtaufwand ca. 5PT (Aufgabenstellung, Musterlösung, Korrektur)
 - Studierende z.T. schlecht vorbereitet (PÜ abgeschrieben)
 - 3 Betreuer je Termin → ca. 75min pro Gruppe
 - Maßnahmen („fordern und fördern“):
 1. Versuchsumfang auf Kerninhalte reduzieren
 2. Betreuungsrelation verbessern
 3. Härtere Kontrolle der individuellen Vorbereitung
- **Änderungen im WS 06/07**
 - 4 Betreuer je Termin → ca. 100 min pro Gruppe, d.h. deutliche Verbesserung der Betreuungsleistung für gute Studierende

WS	Stud.	Versuch 1		Versuch 2		Versuch 3		GT
		PÜ	T	PÜ	T	PÜ	T	
05/06	160	150	123	139	123	118	108	108
06/07	174	168	149	149	130	135	112	111

Zahlen: 2 Dozenten, PÜ: Pflichtübung, T: Testat, GT: Gesamttestat

~65%



Beobachtungen und Feststellungen

■ Pflichtübungen

- verbessern die Lernerfolge, aber Leistungsdruck wird durch Abschreiben gemildert
- geben frühes Feedback zum Lernerfolg (zur Lernweise)
→ realistischere Selbsteinschätzung der Studierenden
→ frühe Anpassung von Lernweise und Lernaufwand möglich
- Vorstellung der Musterlösung (freiwilliges Tutorium)
- Unterstützung bei Korrektur erforderlich

■ Vorbereitung und Durchführung

- Frei verfügbare Entwicklungswerkzeuge und SW-Emulator erleichtern die selbständige Vorbereitung zu Hause
- Ergebnis der Pflichtübung erlaubt gezielte Fragestellungen zum Praktikumsinhalt und gezielte Förderung
- Bessere Betreuungsrelation fördert speziell gute Studenten



Informationstechnik
Automatisierungstechnik
Prof. Dr. Stefan Kreiser

Projektpraktikum
Erstsemester
Techn. Inform.

Didaktische
Anforderungen

Aufbau
und Inhalte

Organisation

Ergebnisse

Fazit

.

AALE
2007-02-15

Bewertung aus Sicht der ...

■ ... Studierenden

- Praktikum schwer, aufwändig aber auch sehr interessant: „Ziel des Studiums erkennbar“
- Inhaltliche Zusammenhänge werden deutlich
- Notwendiger zeitlicher Aufwand insgesamt zu hoch !
- Zu viele „Programmiersprachen“ im ersten Semester (VHDL, C, Java)

■ ... Dozenten

- Realitätsnahe Aufgabenstellungen positiv
- Musterbasierte Lösung von Aufgabenstellungen sinnvoll
- Bearbeitung größerer Textaufgaben schwierig aber zwingend erforderlich
- Früher Umgang mit Simulatoren und Emulatoren zur Lösungsverifikation positiv
- Zusammenarbeit in Zweierteams sinnvoll
- Sehr hoher Betreuungsaufwand



Informationstechnik
Automatisierungstechnik
Prof. Dr. Stefan Kreiser

Projektpraktikum
Erstsemester
Techn. Inform.

Didaktische
Anforderungen

Aufbau
und Inhalte

Organisation

Ergebnisse

Fazit

AALE
2007-02-15

Weitere Maßnahmen

Viele Studierende bringen keinerlei Erfahrung im Umgang mit Computern mit, müssen aber in kurzer Zeit 3 Programmiersprachen erlernen

→ Verschieben der TI-Vorlesung ins 3. Semester

ab WS07/08 (Bachelor Elektrotechnik)

- 1. und 2. Semester: Praktische Informatik (Programmmentwurf, Java)
- 3. Semester: Technische Informatik (VHDL, C)



Informationstechnik
Automatisierungstechnik
Prof. Dr. Stefan Kreiser

Projektpraktikum
Erstsemester
Techn. Inform.

Didaktische
Anforderungen

Aufbau
und Inhalte

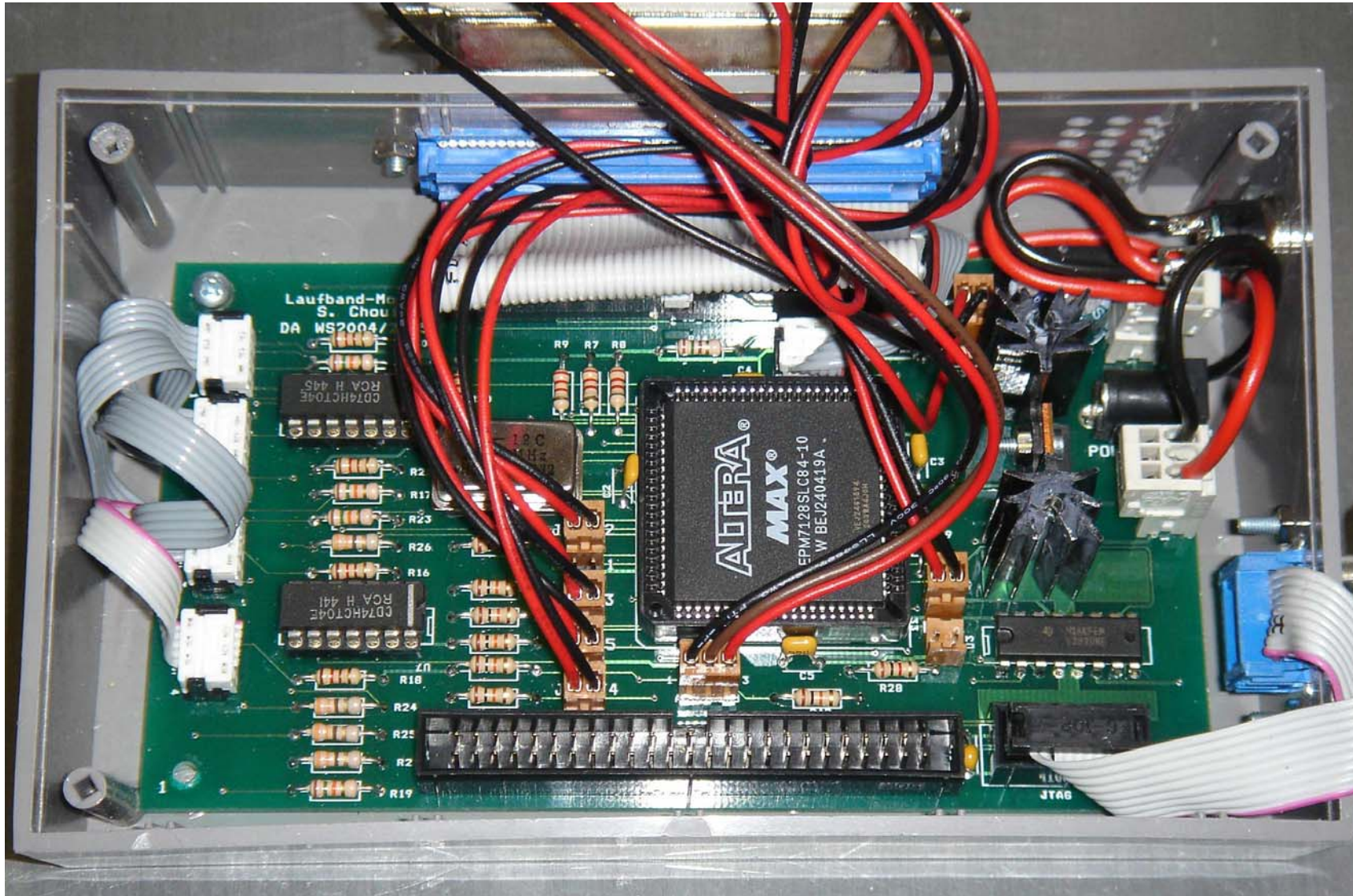
Organisation

Ergebnisse

Fazit

AALE
2007-02-15

Innenaufbau digitale Steuerung (Altera Platine)





Informationstechnik
Automatisierungstechnik
Prof. Dr. Stefan Kreiser

Projektpraktikum
Erstsemester
Techn. Inform.

Didaktische
Anforderungen

Aufbau
und Inhalte

Organisation

Ergebnisse

Fazit

AALE
2007-02-15

Emulator des Bandmodells als SW-Testumgebung

▪ Studentisches Projekt

- Rahmen: Softwarepraktikum des Studiengangs BA TI
- Anforderungen ermittelt aus Erfahrungen der Vorjahre
- Realisierungen:
 - V1 = rudimentäre Emulation ohne Reibungseffekte, C, schnell
 - V2 = berücksichtigt Reibungseffekte, animierte GUI, Java, langsam
- Ausstehend:
 - V3 = vollständige Emulation, animierte GUI, C/C++, schnell

PORT_A

PORT_B

PORT_C

COUNTER

```
c:\user\cwork\bandmodellsg.exe
Bandmodell (c) 2006-12 DTI-Labore
-----
Zustand : AUTOMATIK
Istposition: 318 <0x13E> CntLower: 62 <0x3E> Zielmarkierung: ---
Speed : 8 Richtung : Links
Positionswerte Markierungen-> ESL: 0000 HPL: 0117 HPR: 0486 ESR: 0612
-----
Meldung : Bitte waehlen Sie
<x> Programm verlassen
<v> Waehle Geschwindigkeit Speed [0..63]
<0> Ziel: ESL <1> Ziel: HPL
<2> Ziel: HPR <3> Ziel: ESR
<g> Starte Fahrt mit gewaehlten Parametern <go>
<s> Stopp
<n> Notstopp
<p> Lerne Positionswerte fuer HPL, HPR und ESR

Ergebnis---> Port 2 - Daten 10101010
Server_InputByte lieferte: <alles - "ó!"> <nur port 2 - 100001>0>000
```

Java Emulator und Bedienoberfläche



Informationstechnik
Automatisierungstechnik
Prof. Dr. Stefan Kreiser

Projektpraktikum
Erstsemester
Techn. Inform.

Didaktische
Anforderungen

Aufbau
und Inhalte

Organisation

Ergebnisse

Fazit

AALE
2007-02-15

Weitere Planungen (Entwicklungsarbeit)

- Bereitstellung einer programmierbaren Lernplatine für die Studierenden des Fachs Technische Informatik
- Ziel: Jeder Student erhält eine solche Platine (gegen Gebühr ?)
- Platine ermöglicht folgende Nutzung
 - Implementierung von DTS auf FPGA (Schematic und VHDL)
 - Schaltungstest mit eingebettetem Emulator, binären Ein- / Ausgängen (Schalter, LED) oder externem Hardwaremodell
 - Implementierung von Mikrokontrollerprogrammen in C / C++
 - Softwaretest mit Remote-Debugger und eingebettetem Hardwareemulator bzw. externem Hardwaremodell
- Hauptbestandteile der Platine
 - 1 Mikrokontroller ATmega325 von Atmel, EWS kostenfrei
 - 1 CPLD XC2C128 von Xilinx, frei programmierbar
 - 1 CPLD XC2C256 von Xilinx, zentraler Schnittstellenbaustein
 - 1 USB-JTAG-Interface FT2232D von FTDI, Hostschnittstelle
 - 5 Transceiver SN74LVTH245A von Texas Instruments, Anschluß des externen Hardwaremodells (40 DIO)

Blockschaltbild der Lernplatte (Prototyp)

