

Übungen zu Grundlagen der Systemnahen Programmierung in C (GSPiC)

Rainer Müller
(Lehrstuhl Informatik 4)



Sommersemester 2016



Prolog: Windows-Login

- Zur Bearbeitung der Übungen ist ein Windows-Login nötig
- *Jetzt* Passwort setzen:
 - Im Raum 01.155 mit Linux-Passwort einloggen
 - Ein Terminalprogramm öffnen und dort folgendes Kommando ausführen:
`cip-set-windows-password`
- Kriterien für sicheres Passwort:
 - Mindestens 8 Zeichen, besser 10
 - Mindestens 3 Zeichensorten, besser 4 (Großbuchstaben, Kleinbuchstaben, Zahlen, Zeichen)
 - Keine Wörterbuch-Wörter, Namen, Login etc.
- Passwort-Generierung zum Ausschuchen mit folgendem Kommando:
`pwgen -s 12`



Organisatorisches: Tafelübungen

- Tafelübungen (Raum: 01.153 oder 01.155N) im Wochenrhythmus abwechselnd:
 - Vorstellung der neuen Aufgabe, ggf. gemeinsame Entwicklung einer Lösungsskizze
 - Besprechung der alten Aufgabe mit Lösungsvorstellung durch Studierende, Hinweis auf häufig gemachte Fehler
 - Keine Anwesenheitspflicht; trotzdem Anwesenheitsliste, da es bei unentschuldigter Abwesenheit bei Lösungsvorstellung ggf. 0 Punkte auf die Aufgabe gibt
 - Ebenfalls 0 Punkte bei “abgeschriebenen” Lösungen; Automatisierter Vergleich mit allen anderen (auch älteren) Lösungen
 - Termine:
http://www4.cs.fau.de/Lehre/SS16/V_GSPIC/#wochenplanung
 - Wochenrhythmus:
http://www4.cs.fau.de/Lehre/SS16/V_GSPIC/#semesterplanung
- Exakte Zeit dieser Tafelübung: ab XX:00, XX:15 oder XX:30?



Organisatorisches: Reine Rechnerübungen

- Reine Rechnerübungen (Raum: 01.153 oder 01.155N):
 - Unterstützung durch Übungsleiter bei der Aufgabenbearbeitung
 - Falls 30 Minuten nach Beginn der Rechnerübung (also um XX:45) niemand anwesend ist, kann der Übungsleiter gehen.
 - Termine:
http://www4.cs.fau.de/Lehre/SS16/V_GSPIC/#wochenplanung



Organisatorisches: Abgaben

- Bearbeitung teils einzeln, teils in Zweiergruppen (siehe Aufgabenstellung)
 - bei Teamarbeit müssen beide Partner in **derselben** Tafelübung sein
- Verschiedene Abgabezeitpunkte für jede Übungsgruppe
 - Bearbeitungszeit immer bis zum Tag vor der Herausgabe der nächsten Aufgabe
 - Abgabezeitpunkt um 18:00
 - eigener Abgabetermin kann per Skript abgefragt werden (siehe Folie 24)
 - Übersicht:
http://www4.cs.fau.de/Lehre/SS16/V_GSPiC/#semesterplanung



Organisatorisches: Bonuspunkte

- Bonuspunkte:
 - Abgegebene Aufgaben werden bepunktet
 - Umrechnung in Bonuspunkte für die Klausur
 - *Bestehen* der Klausur nur durch Bonuspunkte nicht möglich
 - Details:
http://www4.cs.fau.de/Lehre/SS16/V_GSPiC/Pruefung/#bonus

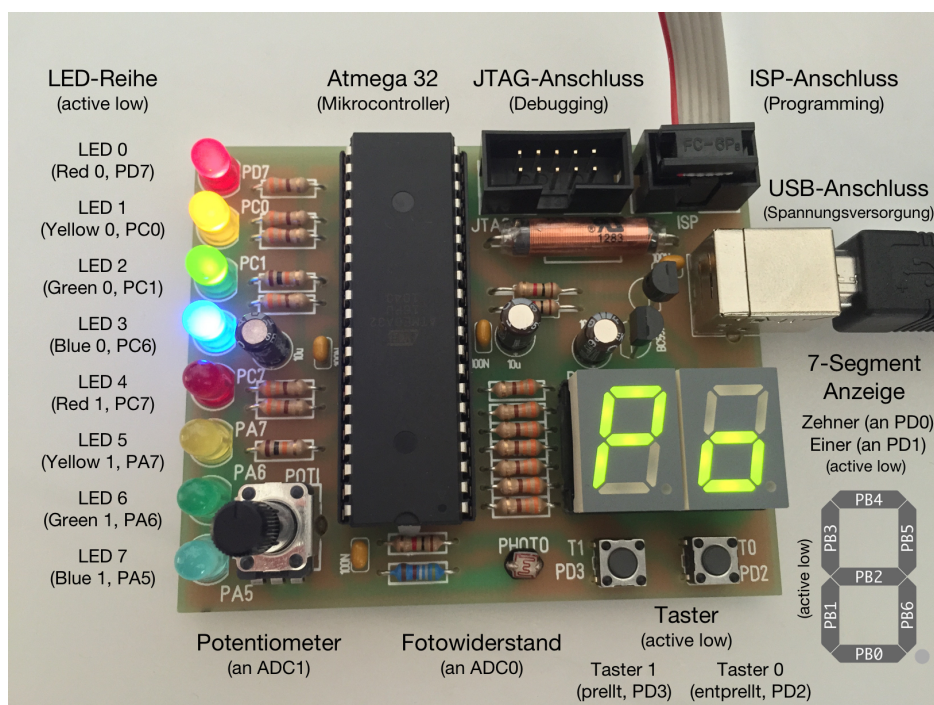


1. Diese Folien konsultieren
2. Häufig gestellte Fragen (FAQ) und Antworten (werden laufend erweitert):
http://www4.cs.fau.de/Lehre/SS16/V_GSPiC/Uebung/faq.shtml
3. Fragen zu Übungsaufgaben im EEI-Forum posten; Übungsleiter lesen mit und antworten, falls Studierende nicht oder falsch antworten:
<http://eei.fsi.uni-erlangen.de/forum/forum/16>
4. Bei speziellen Fragen Mail an Mailingliste, die alle Übungsleiter erreicht:
i4spic@cs.fau.de



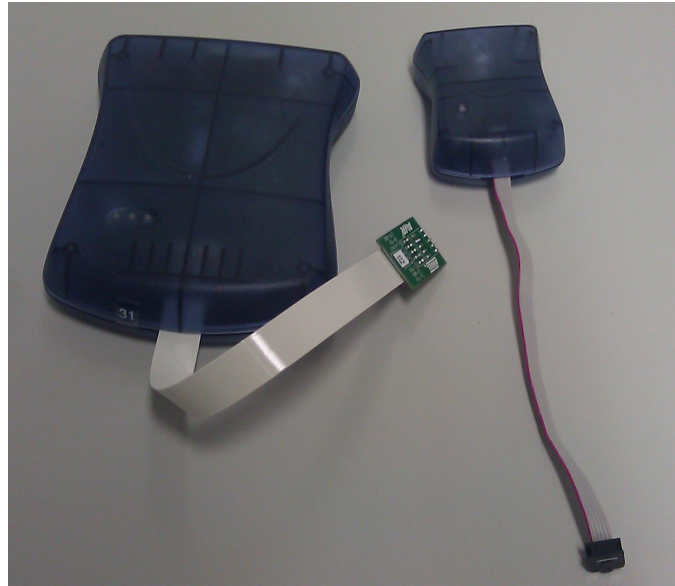
Hardware-Entwicklungsumgebung (1)

- Speziell für (G)SPiC angefertigte SPiCboards mit AVR-ATmega32-Mikrocontroller (hier: 1 MHz)



Hardware-Entwicklungsumgebung (2)

- JTAG-Debugger (links) zur Überwachung der Programmausführung direkt auf dem Board (z. B. Schritt-für-Schritt-Ausführung, Untersuchung von Variablenwerten etc.)
- ISP-Programmierer (rechts) zur Übertragung des eigenen Programms auf den Mikrocontroller



Hardware-Entwicklungsumgebung: Ausleihen

- Bearbeitung der Aufgaben größtenteils während der Tafelübungen und Rechnerübungen
- Eigenes SPiCboard: Anfertigung am Lötabend
- Eigener Programmierer: Online bestellen oder gebraucht im Forum: <http://eei.fsi.uni-erlangen.de/forum/post/3208>
- Ausleihe von SPiCboard, Kabeln und Programmierer/Debugger für 1 Tag möglich:
 - Bei Harald Junggunst, Büro 0.046 (Erdgeschoss RRZE-Gebäude)
 - Übliche Bürozeiten: von 8:00 bis 15:00
 - <http://www4.cs.fau.de/~jungguns/>



- `libspicboard`: Funktionsbibliothek zur einfachen Ansteuerung der Hardware
- Beispiel: `sb_led_on(GREEN0)`; schaltet 1. grüne LED an
- Direkte Konfiguration der Hardware durch Anwendungsprogrammierer nicht nötig
- Verwendung vor allem bei den ersten Aufgaben, später muss `libspicboard` teils selbst implementiert werden
- Dokumentation online:
http://www4.cs.fau.de/Lehre/SS16/V_GSPIC/Uebung/doc



Software-Umgebung: Verzeichnisse (1)

- Projektverzeichnis pro Student/Studentin:
 - Unter Windows: `R:\`
 - Unter Linux: `/proj/i4gspic/LOGINNAME/`
 - Lösungen in Unterverzeichnissen `aufgabeX` entwickeln; Abgabeprogramm sucht dort
 - Verzeichnis nur für den/die jeweilige/n Student/Studentin lesbar
 - Erzeugung automatisch nach Waffel-Anmeldung innerhalb eines Tages
- Heimverzeichnis:
 - Unter Windows: `Z:\`
 - Entspricht dem Heimverzeichnis `~` unter Linux



- Vorgabeverzeichnis für alle Studierenden:
 - Unter Windows: S:\
 - Unter Linux: /proj/i4gspic/pub/
 - Projektvorlage `vorlage.cproj` für Atmel Studio
 - Aufgabenstellungen unter `aufgaben/`
 - Hilfsmaterial und Binärmusterlösungen zu einzelnen Übungsaufgaben unter `aufgabeX/`
 - Programm zum Testen der Einheiten auf den Boards unter `boardtest/`
 - `libspicboard`-Bibliothek und -Dokumentation unter `libspicboard/`
 - Kleine Hilfsprogramme unter `tools/`
- Falls eines der Verzeichnisse Z:\, R:\, S:\ nicht angezeigt wird:
 - Windows Explorer – Computer – Map network drive
 - Z:\ unter `\\fai03\LOGINNAME`
 - R:\ unter `\\fai03\i4gspichome`
 - S:\ unter `\\fai03\i4gspicpub`



Software-Umgebung: Atmel Studio

- Programmentwicklung unter Atmel Studio 7 unter Windows
- Vereint Editor, Compiler und Debugger in einer Umgebung
- Cross-Compiler zur Erzeugung von Programmen für unterschiedliche Architekturen
 - Wirtssystem (engl. host): Intel-PC
 - Zielsystem (engl. target): AVR-Mikrocontroller



- Projektordner erstellen und Vorlage kopieren:
 - Ordner für aktuelle Aufgabe erstellen
R:\aufgabeX\
 - Die Datei
S:\vorlage.cproj
in das Verzeichnis der aktuellen Aufgabe kopieren
R:\aufgabeX\
 - Projektdatei umbenennen entsprechend der Aufgabe
vorlage.cproj ↔ aufgabeX.cproj
- Projekt in Atmel Studio öffnen:
 - Start von Atmel Studio über:
Start – All Programs – Atmel Studio 7.0 – Atmel Studio 7.0
 - Beim ersten Start öffnet sich ein Dialog, in dem “Standard” als User Interface ausgewählt werden sollte
 - File – Open ↔ Project/Solution...
 - R:\aufgabeX\aufgabeX.cproj auswählen
 - OK



Software-Umgebung: C-Dateien hinzufügen

- Initiale C-Datei zu Projekt hinzufügen:
 - Rechts “Solution Explorer” auswählen und dort orangefarbenes Projekt auswählen
 - Project – Add New Item...
 - Dateityp: C File
 - Name: siehe Aufgabenstellung, jetzt test.c
(Achtung: Kleinschreibung!)
 - Add



Software-Umgebung: Programmieren (1)

- Auf Mikrocontrollern ist die `main()`-Funktion normalerweise vom Typ `void main(void)`;
- Sollte niemals zurückkehren (wohin?), daher kein Rückgabewert
- Beispielprogramm, um erste grüne LED einzuschalten:

```
1 #include <led.h>
2
3 void main(void) {
4     sb_led_on(GREEN0);
5     while(1) { /* Endlosschleife */
6     }
7 }
```

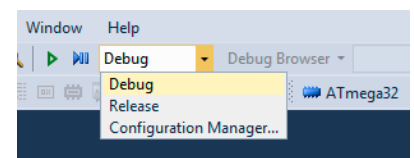
- Programm kompilieren mit Build – Build Solution
- ⇒ Kompilierendes Programm nur, wenn unten steht:
Build succeeded.
- ⇒ Fehlermeldungen erscheinen ggf. unten



Software-Umgebung: Programmieren (2)

- **Achtung:** Zwei verschiedene Compiler-Profile: **Re**lease und **De**bug
 - **Re**lease optimiert den entstehenden Binärcode
 - **De**bug nicht
- Letztendlich soll jede Aufgabe mit **Re**lease kompiliert und getestet werden
- ⇒ *Die **Re**lease-Konfiguration wird von uns bewertet!*
- Nur zu **De**bug-Zwecken während der Entwicklung soll ggf. die **De**bug-Konfiguration verwendet werden
- Beispiel: Compiler optimiert bei **Re**lease überflüssige Codezeile weg; Debugger kann deswegen dort nicht an einem Breakpoint anhalten

- Umstellung des Profils in Drop-Down-Box rechts neben dem Play-Button in der Werkzeugleiste



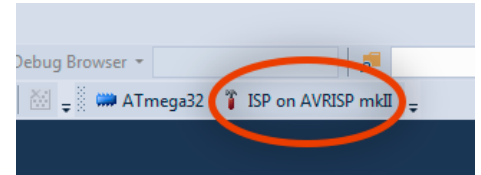
- JTAG-Debugger zum Untersuchen des Programmablaufs “live” auf dem Board
- Debugger auswählen:
 - Project – aufgabeX Properties
 - Tool – Selected Debugger ↔ JTAGICE mkII
 - JTAG Clock: 200,00 kHz
 - File – Save Selected Items
- Direkt in den Speicher kopieren und laufen lassen:
Debug – Continue (F5)
- Beim ersten Mal ggf. Firmware-Upgrade durchführen lassen



- Programm laden und beim Betreten von `main()` anhalten:
Debug – Start Debugging and Break
- Schrittweise abarbeiten mit
 - F10 (Step Over): Funktionsaufrufe werden in einem Schritt bearbeitet
 - F11 (Step Into): Bei Funktionsaufrufen wird die Funktion betreten
- Debug – Windows – I/O View: I/O-Ansicht gibt Einblick in die Zustände der I/O-Register; die Werte können dort auch direkt geändert werden
- Breakpoints unterbrechen das Programm einer bestimmten Stelle
 - Setzen durch Codezeile anklicken, dann F9 oder Debug – Toggle Breakpoint
 - Programm laufen lassen (F5 oder Debug – Continue): stoppt, wenn ein Breakpoint erreicht wird



- Flashen: Kompiliertes Programm in den Speicher des Mikrocontrollers kopieren
- Analog zum Debuggen
- Programmierer auswählen:
 - Project – aufgabeX Properties
 - Tool – Selected Debugger – AVRISP mkII
 - ISP Clock: 150,00 kHz
 - File – Save Selected Items
- Direkt in den Speicher kopieren und laufen lassen:
Debug – Continue (F5)
- (Beim ersten Mal ggf. Firmware-Upgrade durchführen lassen.)



Software-Umgebung: Binärabbild flashen

- Nötig, um vorgefertigte Binärabbilder (.hex-Images) zu testen, z. B. Binärmusterlösungen unter S:\aufgabeX
- Möglich mit Debugger (ICE) oder Programmierer (ISP)
 - Tools – Device Programming
 - Tool: JTAGICE mkII bzw. AVRISP mkII
 - Device: ATmega32
 - Interface: JTAG bzw. ISP
 - Apply
 - Verbindung überprüfen mit Device ID – Read
- ⇒ Ergebnis: 0x1E9502
 - Memories – Flash: .hex-Datei auswählen
 - Program
- Nach erfolgreichem Flashen führt das Board das Programm direkt aus
- Ein Neustart des Programms ist durch Trennung und Wiederherstellung der USB-Stromversorgung möglich



Software-Umgebung: Abgeben (1)

- Nach erfolgreichem Testen des Programms müssen Übungslösungen zur Bewertung abgegeben werden
- **Wichtig:** Bei Zweiergruppen darf nur ein Partner abgeben!
- Die Abgabe erfolgt unter einer Linux-Umgebung per Remote Login:
 - Start – Alle Programme – PuTTY – PuTTY
 - Host Name: `faii0sr0` bzw. von Zuhause `faii0sr0.cs.fau.de` (alternativ: `faii00[a-y]` oder `faii06[a-q]`)
 - Open
 - PuTTY Security Alert mit "Ja" bestätigen
 - Login mit Benutzername und Linux-Passwort
- Im erscheinenden Terminal-Fenster folgendes Kommando ausführen, dabei `aufgabe0` entsprechend ersetzen:

```
/proj/i4gspic/bin/submit aufgabe0
```
- **Wichtig:**
Grüner Text signalisiert erfolgreiche Abgabe, **roter Text** einen Fehler!



Software-Umgebung: Abgeben (2)

- Den Quelltext der abgegebenen Aufgabe nochmal anzeigen, dabei `aufgabe0` entsprechend ersetzen:

```
/proj/i4gspic/bin/show-submission aufgabe0
```
- Unterschiede zwischen abgegebener Version und Version im Projektverzeichnis `R:\aufgabeX` anzeigen:

```
/proj/i4gspic/bin/show-submission aufgabe0 -d
```
- Den eigenen Abgabetermin ermitteln:

```
/proj/i4gspic/bin/get-deadline aufgabe0
```

