

Übungen zu Systemnahe Programmierung in C (SPiC)

Sebastian Maier
(Lehrstuhl Informatik 4)

Übung 1



Sommersemester 2017



Inhalt

Organisatorisches

Entwicklungsumgebung

Anleitung

Aufgabe 1 & Hands-on



Organisatorisches
Tafelübungen
Aufgaben
Rechnerübungen
Bei Problemen

Entwicklungsumgebung

Anleitung

Aufgabe 1 & Hands-on



Tafelübungen

- Ablauf der Tafelübungen:
 1. Besprechung der alten Aufgabe
 2. Praxisnahe Vertiefung des Vorlesungsstoffes
 3. Vorstellung der neuen Aufgabe
 4. ggf. Entwicklung einer Lösungsskizze der neuen Aufgabe
 5. Hands-on: gemeinsames Programmieren
- Folien nicht unbedingt zum Selbststudium geeignet
→ Anwesenheit, Mitschrift
- Übersicht aller SPiC-Termine:
https://www4.cs.fau.de/Lehre/SS17/V_SPIC/#woch
- Semesterplan:
https://www4.cs.fau.de/Lehre/SS17/V_SPIC/#sem



■ 8 Aufgaben:

- 5 x Mikrocontroller (SPiCboard)
- 3 x Linux

■ Lösungen:

- Abgabe unter Linux
- Lösung wird automatisch auf Ähnlichkeit mit allen anderen, auch älteren Lösungen verglichen
- “abgeschriebene” Lösungen bekommen 0 Punkte
 - ⇒ Im Zweifelsfall bei einem Übungsleiter melden
- Programm nicht übersetzbar: -50% der möglichen Punkte
- Bei Warnungen des Compilers: Je Warnung -2 Punkte
- Kommentare im Code helfen euch und dem Korrektor
- Nur die Aufgabenstellung lösen → Code auskommentieren
- Lieber Teilaufgaben richtig, als alles, aber falsch lösen



Bonuspunkte

- Abgegebene Aufgaben werden mit Übungspunkten bewertet
- Umrechnung in Bonuspunkte für die Klausur (bis zu 10% der Punkte)
- Bestehen der Klausur durch Bonuspunkte *nicht möglich*
- Bonuspunkte für die Klausur ab 50% der erreichbaren Übungspunkte
- Bonuspunkte können nicht in nächste Semester übernommen werden



- Räume der Rechnerübungen: 01.153-113 (und 01.155N-113)
- Unterstützung durch Übungsleiter bei der Aufgabebearbeitung
Freie Plätze nach dem „First come, first served“-Prinzip
- Falls 30 Minuten nach Beginn der Rechnerübung niemand anwesend ist, kann der Übungsleiter gehen
- Termine:
https://www4.cs.fau.de/Lehre/SS17/V_SPIC/#woch



Bei Problemen

- Diese Folien konsultieren
- Häufig gestellte Fragen (FAQ) und Antworten:
https://www4.cs.fau.de/Lehre/SS17/V_SPIC/Uebung/faq/
- Fragen zu Übungsaufgaben im EEI-Forum posten (darf auch von anderen Studienrichtungen verwendet werden!):
<https://eei.fsi.uni-erlangen.de/forum/forum/16>
- Bei speziellen Fragen Mail an Mailingliste, die alle Übungsleiter erreicht:
i4spic@cs.fau.de
⇒ Zum Beispiel auch, wenn kein Übungsleiter auftauchen sollte



Organisatorisches

Entwicklungsumgebung

Hardware
Funktionsbibliothek
Wichtige Verzeichnisse
Atmel Studio

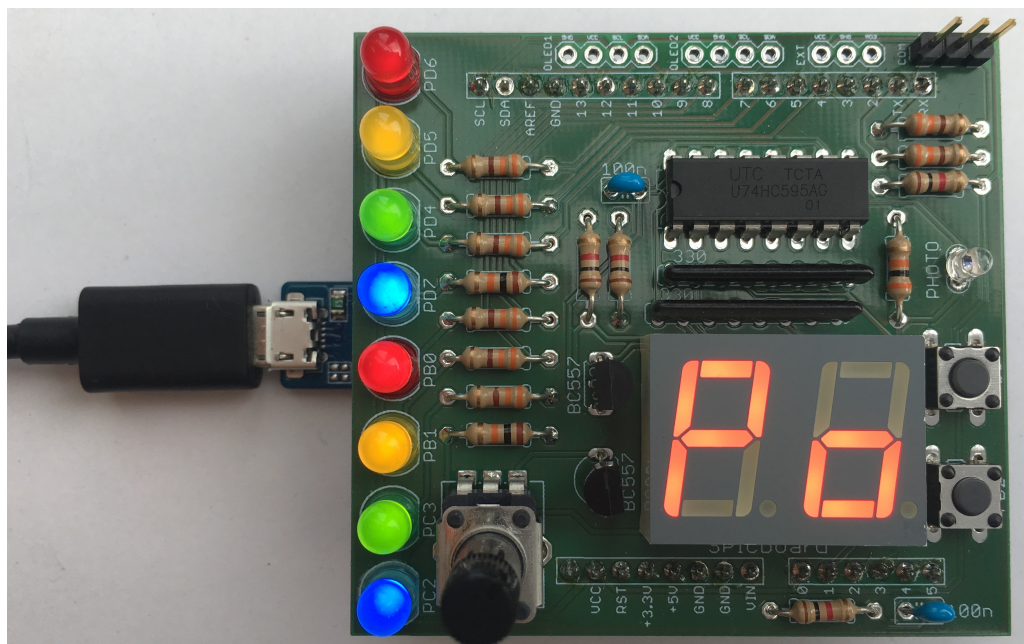
Anleitung

Aufgabe 1 & Hands-on



Hardware: SPiCboard

- ATmega328PB Xplained Mini:
Mikrocontroller-Board mit integriertem Programmer/Debugger
- Speziell für (G)SPiC angefertigte SPiCboards als Erweiterungsplatine



- Betreute Bearbeitung der Aufgaben während der Rechnerübungen
⇒ Hardware wird zur Verfügung gestellt
- Selbständige Bearbeitung teilweise nötig
⇒ Eigenes SPiCboard: Anfertigung am Lötabend
⇒ SPiCboard Simulator: SPiCsim



Funktionsbibliothek

- libspicboard: Funktionsbibliothek zur 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:
https://www4.cs.fau.de/Lehre/SS17/V_SPIC/Uebung/doc



Wichtige Verzeichnisse (1)

■ Projektverzeichnis:

- Windows: P:\
- Linux: /proj/i4spic/LOGINNAME/
- Lösungen müssen hier in Unterordnern aufgabeX gespeichert werden
⇒ Das Abgabeprogramm sucht dort
- Ist durch andere nicht lesbar
- Wird automatisch erstellt

■ Heimverzeichnis:

- Windows: Z:\
- Linux: ~



Wichtige Verzeichnisse (2)

■ Vorgabeverzeichnis:

- Windows: Q:\
- Linux: /proj/i4spic/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:\, P:\, Q:\ nicht angezeigt wird:

- Windows Explorer – Computer – Map network drive
- Z:\ unter \\fau03\LOGINNAME
- P:\ unter \\fau03\i4spichome
- Q:\ unter \\fau03\i4spicpub



- Programmentwicklung mit 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



Inhalt

Organisatorisches

Entwicklungsumgebung

Anleitung

 CIP Login

 Projekt und Dateien anlegen

 Programmieren und Übersetzen

 Flashen & Debuggen

 Abgabe

Aufgabe 1 & Hands-on



- Zur Bearbeitung der Übungen ist ein Windows-Login nötig:
 - 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 (Groß-, Kleinbuchstaben, Zahlen, Sonderzeichen)
 - Keine Wörterbuchwörter, Namen, Login, etc.
- Passwort-Generierung zum Aussuchen mit folgendem Kommando:
`pwgen -s 12`



Projekt anlegen

- Projektordner erstellen und Vorlage kopieren:
 1. Ordner für aktuelle Aufgabe erstellen
`P:\aufgabeX\`
 2. Die Datei
`Q:\vorlage.cproj`
in das Verzeichnis der aktuellen Aufgabe kopieren
`P:\aufgabeX\`
 3. Namen der Projektdatei von `vorlage.cproj` in `aufgabeX.cproj` ändern
- Projekt in Atmel Studio öffnen:
 1. Start von Atmel Studio über:
Start – All Programs – Atmel Studio 7.0 – Atmel Studio 7.0
 2. Beim ersten Start öffnet sich ein Dialog, in dem “Standard” als User Interface ausgewählt werden sollte
 3. File – Open → Project/Solution...
 4. `P:\aufgabeX\aufgabeX.cproj` auswählen
 5. OK



■ Initiale C-Datei zu Projekt hinzufügen:

1. Rechts "Solution Explorer" auswählen und dort orangefarbenes Projekt auswählen
2. Project – Add New Item...
3. Dateityp: C File
4. Name: siehe Aufgabenstellung, jetzt test.c
(Achtung: Kleinschreibung!)
5. Add



Programmieren und Übersetzen (1)

■ Beispielprogramm, um erste grüne LED einzuschalten:

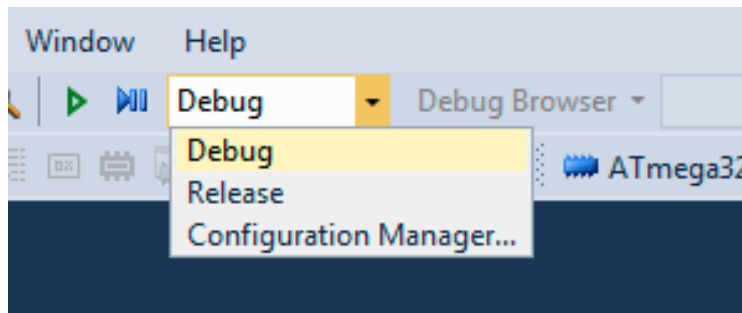
```
1 #include <led.h>
2
3 void main(void) {
4     sb_led_on(GREEN0);
5     while(1) {
6         /* Endlosschleife:
7            Mikrocontrollerprogramm darf nie terminieren */
8     }
9 }
```

■ Programm kompilieren mit Build ➤ Build Solution

- ⇒ Programm wurde nur erfolgreich übersetzt, wenn unten steht:
Build succeeded.
- ⇒ Fehlermeldungen erscheinen ggf. unten



- **Achtung:** Zwei verschiedene Compiler-Profile:
 - Debug: Ohne Optimierung
 - Release: Mit Optimierung
- ⇒ Optimierung macht den Code *sehr* viel schneller, kann aber den Debugger “verwirren”
- Umstellung des Profils in Drop-Down-Box rechts neben dem Play-Button in der Werkzeugleiste

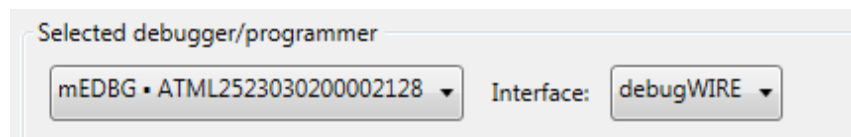


- Letztendlich soll jede Aufgabe mit Release kompiliert und getestet werden
- ⇒ Die Release-Konfiguration wird von uns bewertet!



Software-Umgebung: Verbindung Einrichten

- On-Chip-Debugger zum Untersuchen des Programmablaufs “live” auf dem Board
- Verbindung per debugWIRE auswählen:
 - Project – aufgabeX Properties
 - Tool – Selected Debugger
 - ↪ mEDBG
 - ↪ debugWIRE



- Flashen: Kompiliertes Programm in den Speicher des Mikrocontrollers kopieren
- Direkt in den Speicher kopieren und laufen lassen: Debug – Start without Debugging
- Nach erfolgreichem Flashen führt das Board das Programm direkt aus
- Ein Neustart des Programms ist durch Trennen und Wiederherstellen der USB-Stromversorgung möglich

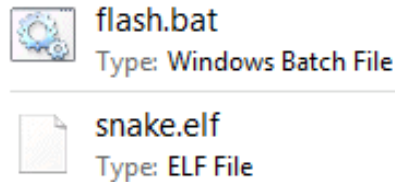


Software-Umgebung: Debuggen

- 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



- Nötig, um vorgefertigte Binärabbilder (.elf-Images) zu testen, z. B. Binärmusterlösungen unter S:\aufgabeX
- Möglich mit Skript flash.bat im jeweiligen Verzeichnis, Ausführen mit Doppelklick



- Nach erfolgreichem Flashen führt das Board das Programm direkt aus
- Ein Neustart des Programms ist durch Trennen und Wiederherstellen der USB-Stromversorgung möglich



Abgabe (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: faui0sr0 bzw. von Zuhause faui0sr0.cs.fau.de
 - Open
 - PuTTY Security Alert mit “Ja” bestätigen
 - Login mit Benutzername und **Linux**-Passwort
- Im erscheinenden Terminal-Fenster folgendes Kommando ausführen, dabei aufgabeX entsprechend ersetzen:
`/proj/i4spic/bin/submit aufgabeX`
- Wichtig: **Grüner Text** signalisiert erfolgreiche Abgabe, **roter Text** einen Fehler!



■ Fehlerursachen

- Notwendige Dateien liegen nicht im richtigen Ordner
- aufgabeX muss klein geschrieben sein
- .c-Datei falsch benannt

■ Weitere nützliche Tools:

- Quelltext der abgegebenen Aufgabe anzeigen:
`/proj/i4spic/bin/show-submission aufgabeX`
- Unterschiede zwischen abgegebener Version und Version im Projektverzeichnis `P:\aufgabeX` anzeigen:
`/proj/i4spic/bin/show-submission aufgabeX -d`
- Eigenen Abgabetermin anzeigen:
`/proj/i4spic/bin/get-deadline aufgabeX`



Inhalt

Organisatorisches

Entwicklungsumgebung

Anleitung

Aufgabe 1 & Hands-on

 Aufgabenbeschreibung: Blink

 Hands-on: Licht



Aufgabenbeschreibung: Blink

- Lernziel:
 - Umgang mit Programmierwerkzeugen
 - Aktives Warten
- Blinkende LED GREEN1
 - Frequenz ca. 1 mal pro Sekunde
 - Nutzung der Bibliotheksfunktionen für LEDs
 - Implementierung durch aktives Warten (Schleife mit Zähler)
 - Übersetzung in Compiler-Konfiguration Release
- Dokumentation der Bibliothek:
https://www4.cs.fau.de/Lehre/SS17/V_SPiC/Uebung/doc
- Abzugebende Datei: `blink.c`



Hands-on: Licht

- Projekt aufgabe0 erstellen
 - Ordner erstellen
 - Projektvorlage kopieren und Dateinamen anpassen
 - Projekt in Atmel Studio öffnen
- Minimalprogramm `test.c` erstellen
 - schaltet LED GREEN0 ein
 - wartet dann endlos
- Programm übersetzen und im Simulator testen
- Lösung abgeben
 - mit Putty zu Linux-Rechner verbinden
 - Abgabeprogramm ausführen

