Übungen zu Systemnahe Programmierung in C (SPiC) – Wintersemester 2022

Übung 3

Phillip Raffeck
Maximilian Ott

Lehrstuhl für Informatik 4
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

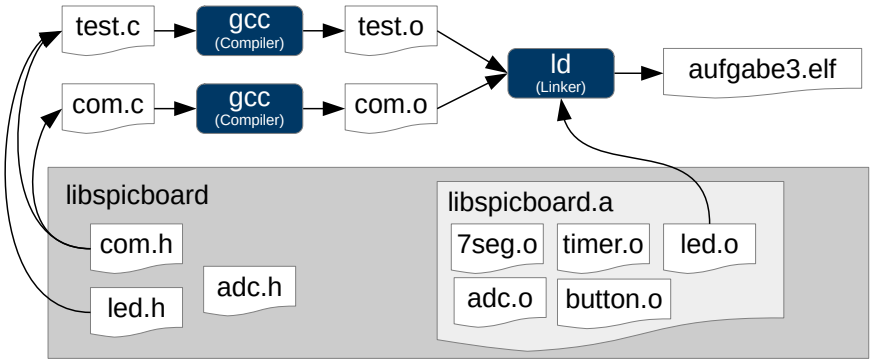
Lehrstuhl für Verteilte Systeme und Betriebssysteme

FRIEDRICH-ALEXANDER UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG
TECHNISCHE FAKULTÄT

Module

Vorstellung Aufgabe 1

Ablauf vom Quellcode zum laufenden Programm



1. Präprozessor
2. Compiler
3. Linker
4. Programmer/Flasher

Schnittstellenbeschreibung (1)

- Header Dateien enthalten die Schnittstelle eines Moduls
  - Funktionsdeklarationen
  - Präprozessormakros
  - Typdefinitionen
- Header Dateien können mehrmals eingebunden werden
  - `led.h` bindet `avr/io.h` ein
  - `button.h` bindet `avr/io.h` ein
  - ⇝ Funktionen aus `avr/io.h` mehrmals deklariert
- Mehrfachinkludierung/Zyklen vermeiden ⇝ **Include-Guards**
  - Definition und Abfrage eines Präprozessormakros
  - Konvention: Makro hat den Namen der .h-Datei, '.' ersetzt durch '_'
  - z.B. für `button.h` ⇝ BUTTON_H
  - Inhalt nur einbinden, wenn das Makro noch nicht definiert ist
- Vorsicht: Flacher Namensraum ⇝ möglichst eindeutige Namen

Schnittstellenbeschreibung (2)

- Erstellen einer .h-Datei (Konvention: gleicher Name wie .c-Datei)

```
01 #ifndef LED_H
02 #define LED_H
03 /* Fixed-width Datentypen einbinden (im Header verwendet) */
04 #include <stdint.h>
05
06 /* Datentypen */
07 typedef enum {
08     RED0    = 0,
09     YELLOW0 = 1,
10     [...]
11     GREEN1  = 6,
12     BLUE1   = 7
13 } LED;
14
15 /* Funktionen */
16 void sb_led_on(LED led);
17 [...]
18 #endif //LED_H
```


Implementierung: Kapselung

- Interne Variablen und Hilfsfunktionen nicht Teil der Schnittstelle
- C besitzt einen flachen Namensraum
- Unvorhergesehen Zugriffe können Fehlverhalten auslösen

⇒ Kapselung: Sichtbarkeit & Lebensdauer einschränken

Implementierung: Sichtbarkeit & Lebensdauer (1)

Sichtbarkeit und Lebensdauer	**nicht `static`**	**`static`**
lokale Variable	Sichtbarkeit **Block** Lebensdauer **Block**	Sichtbarkeit **Block** Lebensdauer **Programm**
globale Variable	Sichtbarkeit **Programm** Lebensdauer **Programm**	Sichtbarkeit **Modul** Lebensdauer **Programm**
Funktion	Sichtbarkeit **Programm**	Sichtbarkeit **Modul**

- Lokale Variablen, die **nicht** `static` deklariert werden:
- ⇝ `auto` Variable (automatisch allokiert & freigegeben)
- Globale Variablen und Funktionen als `static`, wenn kein Export notwendig

Implementierung: Sichtbarkeit & Lebensdauer (2)

```c
static uint8_t state; // global static
uint8_t event_counter; // global

static void f(uint8_t a) {
  static uint8_t call_counter = 0; // local static
  uint8_t num_leds; // local (auto)
  /* ... */
}

void main(void) {
  /* ... */
}
```

- Sichtbarkeit & Lebensdauer möglichst weit **einschränken**

⇝ Wo möglich: `static` für globale Variablen und Funktionen

Implementierung: Initialisierung eines Moduls (1)

- Module müssen Initialisierung durchführen
  - Zum Beispiel Portkonfiguration
  - **Java:** Mit Klassenkonstruktoren möglich
  - **C:** Kennt kein solches Konzept
- *Workaround:* Modul muss bei erstem Aufruf einer seiner Funktionen ggf. die Initialisierung durchführen
  - Muss sich merken, ob die Initialisierung schon erfolgt ist
  - Mehrfachinitialisierung vermeiden
- Anlegen einer Init-Variable
  - Aufruf der Init-Funktion bei jedem Funktionsaufruf
  - Init-Variable anfangs 0
  - Nach der Initialisierung auf 1 setzen

Implementierung: Initialisierung eines Moduls (2)

- `initDone` ist initial `0`
- Wird nach der Initialisierung auf 1 gesetzt

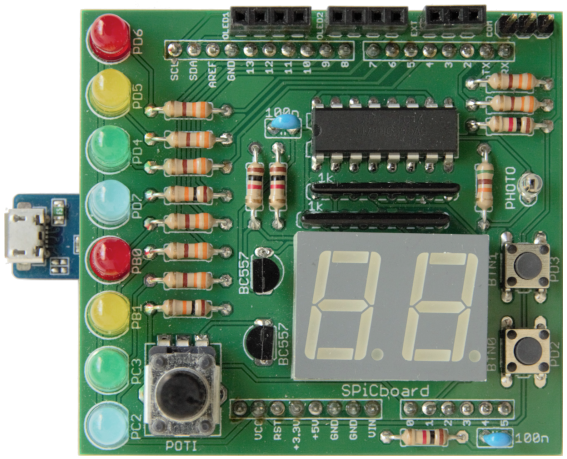
⇝ Initialisierung wird nur einmal durchgeführt

```c
static void init(void) {
    static uint8_t initDone = 0;
    if (initDone == 0) {
      initDone = 1;
      ...
    }
}

void mod_func(void) {
    init();
    ...
}
```


Aufgabe: BUTTON-Modul

BUTTON-Modul – Übersicht

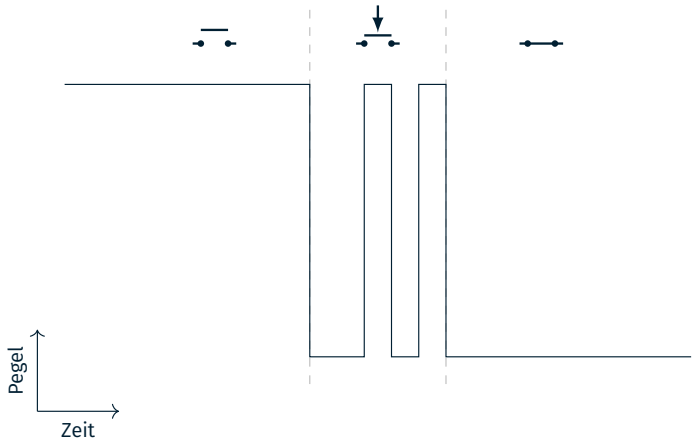


- Die `libspicboard` besteht aus verschiedenen Modulen

BUTTON-Modul – Aufgabe

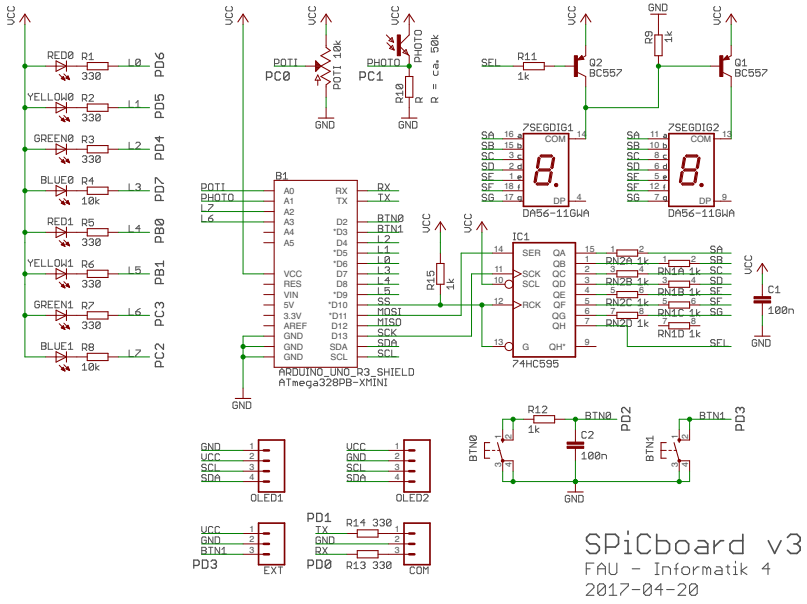
- BUTTON-Modul der `libspicboard` selbst implementieren
  - Zustandsabfrage: Gleiches Verhalten wie das Original
  - Callbacks: Platzhalter
  - Beschreibung: `https://sys.cs.fau.de/lehre/WS22/spic/uebung/spicboard/libapi/extern/group__Button.html`
- Testen des Moduls
  - Eigenes Modul gegen ein Testprogramm (`test-button.c`) linken
  - Andere Teile der Bibliothek können für den Test benutzt werden
- Taster des SPiCboards
  - Beide Taster sind **active-low** beschalten
  - Anschluss: `BUTTON0` an PD2, `BUTTON1` an PD3
  - Nomenklatur: PD2 = Port D, Pin 2

Kontaktprellen

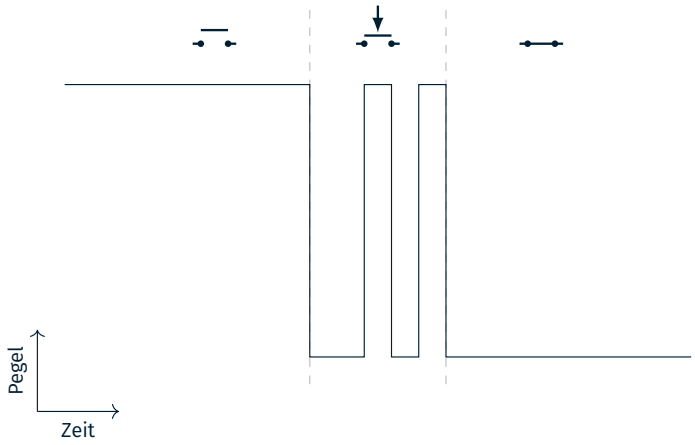


- Mechanischer Effekt beim Umschalten
- Erzeugt überzählige Flanken
- Entprellen in Hardware/Software möglich

SPiCboard Schaltplan

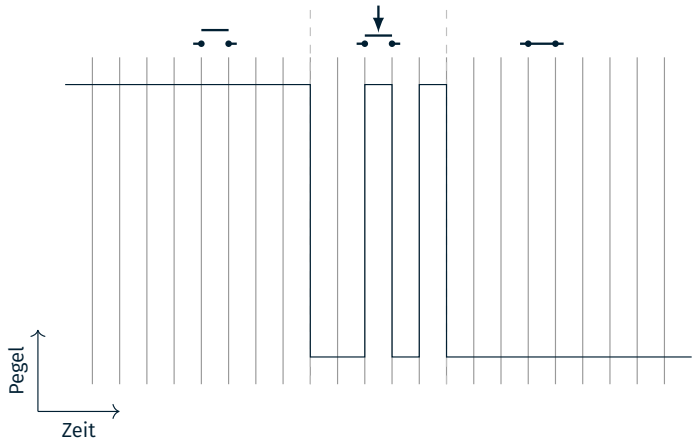


Mittelwertfilter



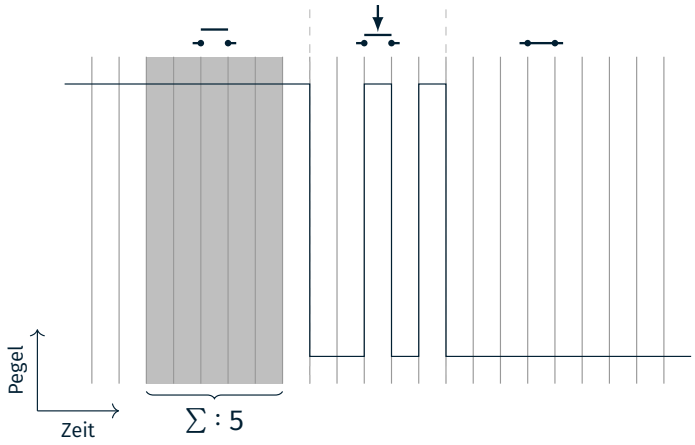
- Summe des Signalwertes über Zeitfenster
- Entscheidung für häufiger auftretenden Pegel
  - ⇒ Glättet die Kontaktprellen
- Aktives Warten mittels `_delay_us()` aus `<util/delay.h>`

Mittelwertfilter



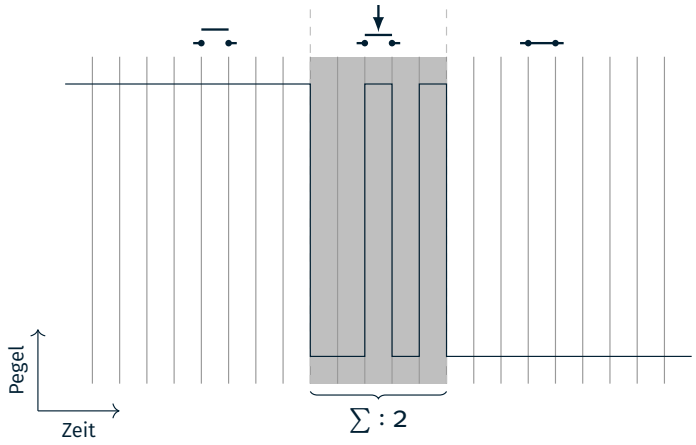
- Summe des Signalwertes über Zeitfenster
- Entscheidung für häufiger auftretenden Pegel
  - ⇒ Glättet die Kontaktprellen
- Aktives Warten mittels `_delay_us()` aus `<util/delay.h>`

Mittelwertfilter



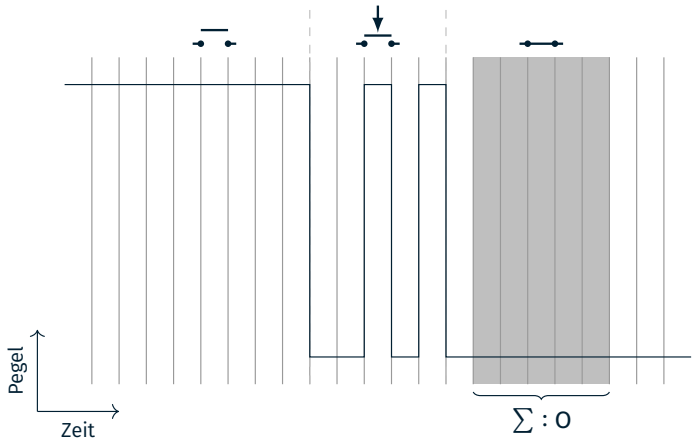
- Summe des Signalwertes über Zeitfenster
- Entscheidung für häufiger auftretenden Pegel
  - ⇒ Glättet die Kontaktprellen
- Aktives Warten mittels `_delay_us()` aus `<util/delay.h>`

Mittelwertfilter



- Summe des Signalwertes über Zeitfenster
- Entscheidung für häufiger auftretenden Pegel
  - ⇒ Glättet die Kontaktprellen
- Aktives Warten mittels `_delay_us()` aus `<util/delay.h>`

Mittelwertfilter



- Summe des Signalwertes über Zeitfenster
- Entscheidung für häufiger auftretenden Pegel
  - ⇒ Glättet die Kontaktprellen
- Aktives Warten mittels `_delay_us()` aus `<util/delay.h>`

Übersetzereinstellungen

- Projekt wie gehabt anlegen
  - Initiale Quelldatei: `test-button.c`
  - Dann weitere Quelldatei `button.c` hinzufügen
- Wenn nun übersetzt wird, werden die Funktionen aus dem eigenen BUTTON-Modul verwendet
- Andere Teile der Bibliothek werden nach Bedarf hinzugebunden
- Temporäres Deaktivieren zum Test der Originalfunktionen:

```
01 #if 0
02   ....
03 #endif
```

  - ⇒ Sieht der Compiler diese “Kommentare”?
  - ⇒ Wie kann der Code wieder einkommentiert werden?

Testen des Moduls

```
01 void main(void){
02   ...
03   // 1.) Callback Funktionen
04   int8_t result = sb_button_registerCallback(BUTTON0, ONPRESS,
       ↪ NULL);
05   if(result != -1) { // Nicht implementiert -> -1
06     // Test fehlgeschlagen
07     // Ausgabe z.B. auf 7-Segment-Anzeige
08   }
09
10   // 2.) Testen bei ungueltiger Button ID
11   ...
12 }
```

- Schnittstellenbeschreibung genau beachten
- Testen **aller möglichen Rückgabewerte**
- Fehler wenn Rückgabewert nicht der Spezifikation entspricht
- Für `sb_button_getState()`: Endlosschleife mit LEDs

Hands-on: Statistikmodul

Screencast: `https://www.video.uni-erlangen.de/clip/id/16328`

Hands-on: Statistikmodul

- Statistikmodul und Testprogramm
- Funktionalität des Moduls (Schnittstelle):

```
01 // Schnittstelle
02 uint8_t avgArray(uint16_t *a, size_t s, uint16_t *avg);
03 uint8_t minArray(uint16_t *a, size_t s, uint16_t *min);
04 uint8_t maxArray(uint16_t *a, size_t s, uint16_t *max);
05
06 // interne Hilfsfunktionen
07 uint16_t getMin(uint16_t a, uint16_t b);
08 uint16_t getMax(uint16_t a, uint16_t b);
```

- Rückgabewert: 0: OK; 1: Fehler
  - 0: OK
  - 1: Fehler
- Vorgehen:
  - Header-Datei mit Modulschnittstelle (und Include-Guards)
  - Implementierung des Moduls (Sichtbarkeit beachten)
  - Testen des Moduls im Hauptprogramm (inkl. Fehlerfälle)