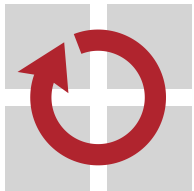
Übungen zu Systemnahe Programmierung in C

Abschnitt 5.1: Module

25.05.2020

Tim Rheinfels
Benedict Herzog
Bernhard Heinloth

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

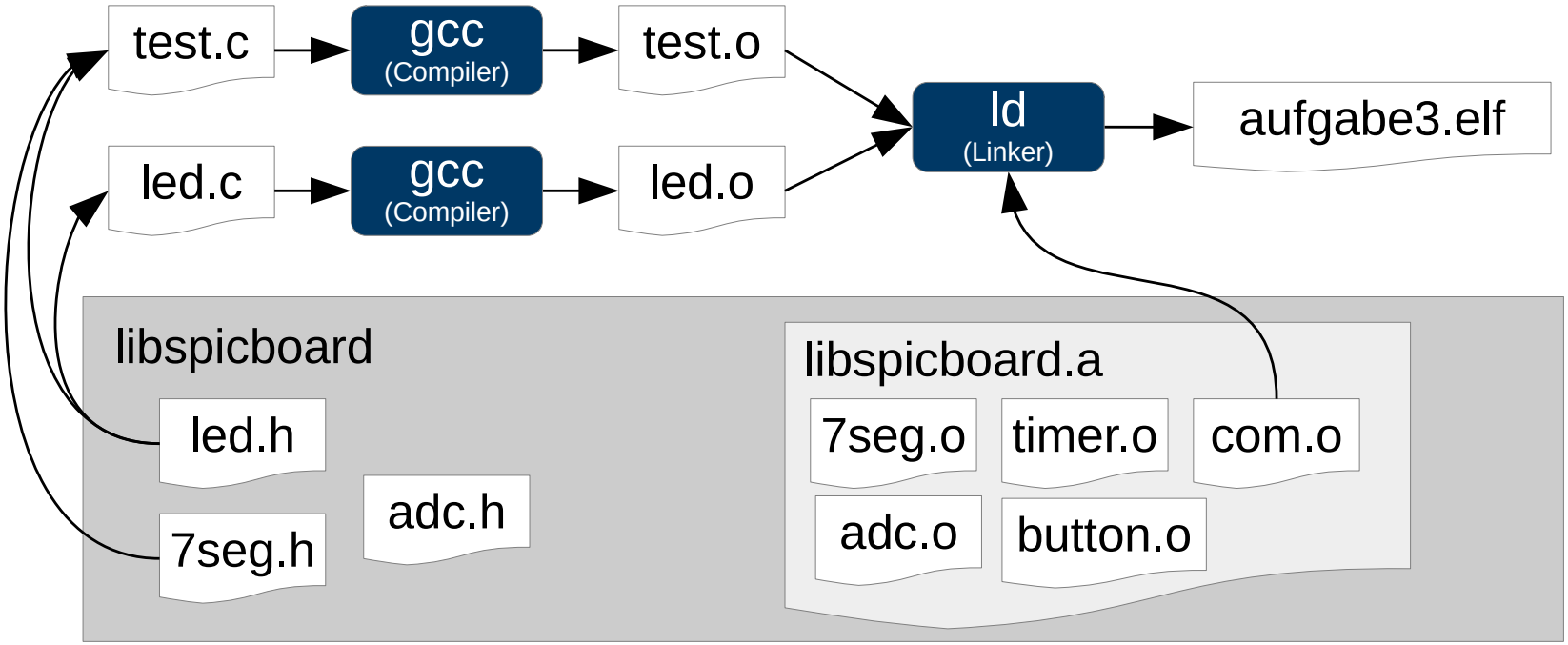


Lehrstuhl für Verteilte Systeme
und Betriebssysteme

FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG

TECHNISCHE FAKULTÄT

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
  - 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 COM_H
02 #define COM_H
03 /* Fixed-width Datentypen einbinden (im Header verwendet) */
04 #include <stdint.h>
05
06 /* Datentypen */
07 typedef enum {
08     ERROR_NO_STOP_BIT, ERROR_PARITY,
09     ERROR_BUFFER_FULL, ERROR_INVALID_POINTER
10 } COM_ERROR_STATUS;
11
12 /* Funktionen */
13 void sb_com_sendByte(uint8_t data);
14 [...]
15 #endif //COM_H
```

Implementierung: Kapselung

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

$\Rightarrow$ 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)

```
01 static uint8_t state; // global static
02 uint8_t event_counter; // global
03
04 static void f(uint8_t a) {
05   static uint8_t call_counter = 0; // local static
06   uint8_t num_leds; // local (auto)
07   /* ... */
08 }
09
10 void main(void) {
11   /* ... */
12 }
```

- 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

```
01 static void init(void) {
02     static uint8_t initDone = 0;
03     if (initDone == 0) {
04       initDone = 1;
05       ...
06     }
07 }
08
09 void mod_func(void) {
10     init();
11     ...
12 }
```