

# Übungen zu Systemprogrammierung 1

## Ü1 – Speicherverwaltung

---

Sommersemester 2021

Dustin Nguyen, Jonas Rabenstein, Christian Eichler, Jürgen Kleinöder

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



Lehrstuhl für Verteilte Systeme  
und Betriebssysteme



FRIEDRICH-ALEXANDER  
UNIVERSITÄT  
ERLANGEN-NÜRNBERG  
TECHNISCHE FAKULTÄT



2.1 Portable Programme

2.2 Anforderungen an Abgaben

2.3 Übersetzen von Programmen

3.1 Verkettete Listen

4.1 Aufgabe 1: lilo

5.1 Gelerntes anwenden

# Agenda



2.1 Portable Programme

2.2 Anforderungen an Abgaben

2.3 Übersetzen von Programmen

3.1 Verkettete Listen

4.1 Aufgabe 1: lilo

5.1 Gelerntes anwenden



2.1 Portable Programme

2.2 Anforderungen an Abgaben

2.3 Übersetzen von Programmen

3.1 Verkettete Listen

4.1 Aufgabe 1: lilo

5.1 Gelerntes anwenden



- Entwicklung portabler Programme durch Verwendung definierter Schnittstellen

## ANSI C11

- Normierung des Sprachumfangs der Programmiersprache C
- Standard-Bibliotheksfunktionen, z. B. `printf`, `malloc`

## Single UNIX Specification, Version 4 (SUSv4)

- Standardisierung der Betriebssystemschnittstelle
- Wird von verschiedenen Betriebssystemen implementiert:
  - Solaris, HP/UX, AIX (SUSv3)
  - Mac OS X (SUSv3)
  - ... und natürlich Linux (SUSv4, aber nicht offiziell zertifiziert)



## ANSI C11

- Von Microsoft Visual C/C++ nicht unterstützt :-(
- GCC läuft auch unter Windows :)

## Single UNIX Specification, Version 4 (SUSv4)

- Von Microsoft Windows nicht unterstützt :-(
- UNIX-Kompatibilitätsschicht für Windows: Cygwin  
(<http://cygwin.com/>)
  - ... ist aber eher frickelig :|-
- Neu in Windows 10 (seit 1607): Windows Subsystem for Linux (WSL)
  - Damit vollwertiges Linux unter Windows verfügbar
  - Aber nicht von uns unterstützt
  - CIP ist weiterhin Referenzsystem!



2.1 Portable Programme

**2.2 Anforderungen an Abgaben**

2.3 Übersetzen von Programmen

3.1 Verkettete Listen

4.1 Aufgabe 1: lilo

5.1 Gelerntes anwenden



- C-Sprachumfang konform zu ANSI C11
- Betriebssystemschnittstelle konform zu SUSv4
- **warnings- und fehlerfrei** im CIP-Pool mit folgenden gcc-Optionen übersetzen:  
`-std=c11 -pedantic -D_XOPEN_SOURCE=700 -Wall -Werror`
  - `-std=c11 -pedantic` erlauben nur ANSI-C11-konformen C-Quellcode
  - `-D_XOPEN_SOURCE=700` erlaubt nur SUSv4-konforme Betriebssystemaufrufe
- **Korrekte** Fehlerbehandlung (dazu später mehr)
- Keine globalen Variablen, static Variablen nur falls nötig
- Korrekturrichtlinien beachten!  
[https://www4.cs.fau.de/Lehre/SS21/V\\_SP1/Uebung/#korrektur](https://www4.cs.fau.de/Lehre/SS21/V_SP1/Uebung/#korrektur)

# Agenda



2.1 Portable Programme

2.2 Anforderungen an Abgaben

**2.3 Übersetzen von Programmen**

3.1 Verkettete Listen

4.1 Aufgabe 1: lilo

5.1 Gelerntes anwenden



- Übersetzen einer Quelldatei mit gcc:

```
user@host:~$ gcc -o test test.c
```

- Zur Erinnerung: Starten der ausführbaren Datei test mit ./test

- Verhalten des gcc kann durch Optionen beeinflusst werden

- g Erzeugt Debug-Symbole in der ausführbaren Datei

- c Übersetzt Quellcode in Maschinencode, erzeugt aber kein ausführbares Programm

- Wall aktiviert weitere Warnungen, die auf mögliche Programmierfehler hinweisen

- Werror gcc behandelt Warnungen wie Fehler

# Demo: Gängige Compiler-Warnungen



```
chris@legio:~$ gcc -o test test.c
test.c: In function 'main':
test.c:3:2: warning: implicit declaration of function 'printf'
```

- Bibliotheksfunktion: Entsprechendes #include fehlt.  
Manual-Page gibt Auskunft über den Namen der nötigen Headerdateien:

```
$ man 3 printf
SYNOPSIS
#include <stdio.h>

int printf(const char *format, ...);
```

- eigene Funktion: Forward-Deklaration fehlt

```
test.c: In function 'foo':
test.c:3:1: warning: control reaches end of non-void function
```

- in der Funktion, die einen Wert zurückliefern soll, fehlt an einem Austrittspfad eine passende return-Anweisung



# Agenda



2.1 Portable Programme

2.2 Anforderungen an Abgaben

2.3 Übersetzen von Programmen

**3.1 Verkettete Listen**

4.1 Aufgabe 1: lilo

5.1 Gelerntes anwenden



- Wann setzt man eine verkettete Liste ein?
- Anforderungsanalyse für verkettete Liste
  - Wieviele Listenelemente gibt es maximal?
  - Welche Lebensdauer muss ein Listenelement besitzen?
  - In welchem Kontext muss ein Listenelement sichtbar sein?
- Wir brauchen einen Mechanismus, mit dem Listenelemente
  - in a-priori nicht bekannter Anzahl
  - zur Laufzeit des Programmes erzeugt und zerstört werden können



- Beispiel in Java: Aufgabe 10.1 (Menschenkette) in AuD SS 2011

```
WaitingHuman somebody = new WaitingHuman("Mrs. Somebody");
WaitingHuman nobody = new WaitingHuman("Mr. Nobody");
somebody.add(nobody);
```

- In Java: Neues Listenelement wird mit Hilfe von new instanziert
  - Reservieren eines Speicherbereiches für das Objekt
  - Initialisieren des Objektes durch Ausführen des Konstruktors

- In C: Anlegen eines Listenelementes mittels malloc(3)

```
struct listelement *newElement;
newElement = malloc(sizeof(*newElement));
if (newElement == NULL) {
    // Fehlerbehandlung
}
```

- Zurückgegebener Speicher hat undefinierten/zufälligen Wert
- Initialisierung muss per Hand erfolgen



- Explizite Initialisierung mit definiertem Wert: `memset(3)`  
`memset(newElement, 0, sizeof(struct listelement));`

- Mit 0 vorinitialisierter Speicher kann mit `calloc(3)` angefordert werden

```
struct listelement *newElement;  
newElement = calloc(1, sizeof(*newElement));  
if (newElement == NULL) { /* Fehler */ }
```

- Im Gegensatz zu Java gibt es in C keinen Garbage-Collection-Mechanismus
  - Speicherbereich muss von Hand mittels `free(3)` freigegeben werden
  - Nur Speicher, der mit einer der Funktionen `malloc(3)`, `calloc(3)` oder `realloc(3)` angefordert wurde, darf mit `free(3)` freigegeben werden!
  - Zugriff auf freigegebenen Speicherbereich ist undefined



# Agenda



2.1 Portable Programme

2.2 Anforderungen an Abgaben

2.3 Übersetzen von Programmen

3.1 Verkettete Listen

**4.1 Aufgabe 1: lilo**

5.1 Gelerntes anwenden



## ■ Zielsetzungen

- Kennenlernen der Umgebung und Entwicklungswerzeuge
- Dynamische Speicherverwaltung und Umgang mit Zeigern
- Verwendung des Abgabesystems

## ■ Strukturdefinition

```
struct listelement {  
    int value;  
    struct listelement *next;  
};  
typedef struct listelement listelement; // optional
```



- Nur folgende Funktionen zu implementieren
  - `insertElement()`: Fügt einen neuen, nicht-negativen Wert in die Liste ein, wenn dieser noch nicht vorhanden ist. Tritt ein Fehler auf, wird `-1` zurückgegeben. Ansonsten wird der eingefügte Wert zurückgegeben.
  - `removeElement()`: Entfernt den ältesten Wert in der Liste und gibt diesen zurück. Ist die Liste leer, wird `-1` zurückgeliefert.
- Keine Listen-Funktionalität in der `main()`-Funktion
  - Allerdings: Erweitern der `main()` zum Testen erlaubt und erwünscht
- Sollte bei der Ausführung einer verwendeten Funktion (z. B. `malloc(3)`) ein Fehler auftreten, sind keine Fehlermeldungen auszugeben. Im Fehlerfall wird `-1` zurück gegeben.

# Agenda



2.1 Portable Programme

2.2 Anforderungen an Abgaben

2.3 Übersetzen von Programmen

3.1 Verkettete Listen

4.1 Aufgabe 1: lilo

**5.1 Gelerntes anwenden**



## „Aufgabenstellung“

- Programm schreiben, welches ähnlich wie echo funktioniert
  - Alle Argumente werden ausgegeben
  - Jedes Zeichen in einem Argument wird auf eigener Zeile ausgegeben
- Programme übersetzen