
Übungen Betriebssysteme (BS)

U1 – Prozesse

 CORONA-EDITION

<https://sys.cs.tu-dortmund.de/DE/Teaching/SS2021/BS/>

Peter Ulbrich

peter.ulbrich@tu-dortmund.de

<https://sys.cs.tu-dortmund.de/EN/People/ulbrich/>



technische universität
dortmund

Agenda

- Besprechung Aufgabe 0
- Fortsetzung Grundlagen C-Programmierung
- Informationen zu Aufgabe 1: Prozesse verwalten
 - Tastatureingaben mit **scanf(3)**
 - Fehlerbehandlung von Standardbibliotheksfunktionen
 - Unix-Prozessmanagement:
 - **fork(2)**
 - **execlp(3)**
 - **wait(2)**

Besprechung Aufgabe 0

- Separater Foliensatz Besprechung Aufgabe 0

3 / 25

Grundlagen C-Programmierung

- Separater Foliensatz C-Einführung (Folie 24-35)

4 / 25

Standardkonformer Code

- ANSI-C: verschiedene Versionen (C89, C90, C99, C11)
 - C-Compiler versuchen, sich daran zu halten
→ **portable** Programme möglich
- POSIX (Portable Operating System Interface)
 - Standardisierung der Betriebssystemschnittstelle
 - beinhaltet auch Shell und Hilfsprogramme wie **grep** oder **cc**
 - erlaubt Compilieren unter allen POSIX-konformen Betriebssystemen
 - z.B. Solaris, Darwin (nur „weitgehend“ konform: Linux, OpenBSD)
- GCC-Parameter zur C-Standardkonformität:
 - -std=c11
 - -Wpedantic
 - siehe **gcc(1)**

5 / 25

Tastatureingaben mit scanf(3)

- liest Zeichen aus dem Eingabestrom (z.B. von der Tastatur) und konvertiert Teile davon in Variablenwerte
- kehrt zurück, wenn Formatstring abgearbeitet ist, oder wegen eines unpassenden Zeichens abgebrochen wurde
- benötigt **#include <stdio.h>**
- Parameter
 - Formatstring wie bei printf() mit Umwandlungsspezifikatoren
 - Zeiger auf die einzulesenden Variablen, Datentypen entsprechend der Reihenfolge im Formatstring
- Rückgabewert:
 - Anzahl der erfolgreichen Umwandlungen

```
int scanf(Formatstring, Variablenzeiger1, Variablenzeiger2, ...);
```

6 / 25

scanf – Formatstring

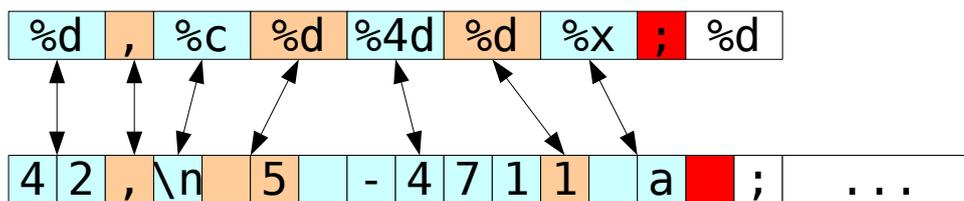
- Formatstring kann **Umwandlungsspezifikatoren**, **Whitespace** und **Zeichen** enthalten
- Die Bearbeitung eines **Umwandlungsspezifikators** endet
 - bei Erreichen unpassender Zeichen (z.B. Buchstabe bei %d)
 - bei Erreichen der maximalen Feldbreite (z.B. %10d)
- **Whitespace** (Newline, Tab, Space)
 - bedeutet, dass an dieser Stelle im Eingabestrom beliebig viel Whitespace auftauchen darf (aber nicht muss)
 - hat nur eine Wirkung vor Zeichen und nichtnumerischen Umwandlungen
- Zeichen müssen genau so im Eingabestrom auftauchen, sonst Abbruch

7 / 25

scanf – Formatstring

■ Beispiel

■ Formatstring



Eingabestrom

■ Achtung Endlosschleife!

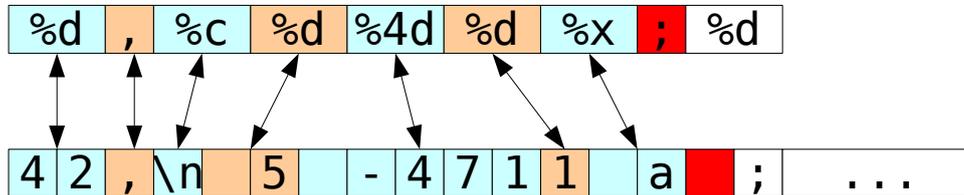
```
printf("Bitte eine Zahl eingeben> ");  
  
while (scanf("%d",&zahl)<1) {  
    printf("Nochmal:");  
}
```

8 / 25

scanf – Formatstring

- Beispiel

- Formatstring



Eingabestrom

- Achtung Endlosschleife!

```
printf("Bitte eine Zahl eingeben> ");  
while (scanf("%d", &zahl) < 1) {  
    printf("Nochmal.");  
}
```

8 / 25

scanf mit int – Beispiel

```
#include <stdio.h>  
  
int main() {  
    int eastwood;  
    printf("Bitte eine ganze Zahl eingeben> ");  
  
    if (scanf("%d", &eastwood) < 1) {  
        printf("Fehler bei scanf!\n");  
        return 1;  
    }  
  
    printf("Die Zahl ist %d.\n", eastwood);  
    return 0;  
}
```

9 / 25

scanf mit int – Beispiel

```
#include <stdio.h>
```

```
int main() {  
    int eastwood;  
    printf("Bitte eine ganze Zahl eingeben> ");  
  
    if (scanf("%d",&eastwood)<1) {  
        printf("Fehler bei scanf!\n");  
        return 1;  
    }  
  
    printf("Die Zahl ist %d.\n",eastwood);  
    return 0;  
}
```

```
streic00@lithium:~/example$ ./scanf_example.elf  
Bitte eine ganze Zahl eingeben> 42  
Die Zahl ist 42.
```

9 / 25

scanf mit int – Beispiel

```
#include <stdio.h>
```

```
int main() {  
    int eastwood;  
    printf("Bitte eine ganze Zahl eingeben> ");  
  
    if (scanf("%d",&eastwood)<1) {  
        printf("Fehler bei scanf!\n");  
        return 1;  
    }  
  
    printf("Die Zahl ist %d.\n",eastwood);  
    return 0;  
}
```

```
streic00@lithium:~/example$ ./scanf_example.elf  
Bitte eine ganze Zahl eingeben> 42  
Die Zahl ist 42.
```

```
streic00@lithium:~/example$ ./scanf_example.elf  
Bitte eine ganze Zahl eingeben> Pferd  
Fehler bei scanf!
```

9 / 25

scanf mit int – Beispiel

```
#include <stdio.h>
```

```
int main() {  
    int eastwood;  
    printf("Bitte eine ganze Zahl eingeben> ");  
  
    if (scanf("%d",&eastwood)<1) {  
        printf("Fehler bei scanf!\n");  
        return 1;  
    }  
  
    printf("Die Zahl ist %d.\n",eastwood);  
    return 0;  
}
```

```
streic00@lithium:~/example$ ./scanf_example.elf  
Bitte eine ganze Zahl eingeben> 42  
Die Zahl ist 42.
```

```
streic00@lithium:~/example$ ./scanf_example.elf  
Bitte eine ganze Zahl eingeben> Pferd  
Fehler bei scanf!
```

```
streic00@lithium:~/example$ ./scanf_example.elf  
Bitte eine ganze Zahl eingeben> 42Pferd  
Die Zahl ist 42.
```

9 / 25

scanf mit strings – Beispiel

```
#include <stdio.h>
```

```
int main() {  
    char guevara[42];  
    printf("Bitte ein Tier eingeben> ");  
  
    if (scanf("%41s",guevara)<1) {  
        printf("Fehler bei scanf!\n");  
        return 1;  
    }  
  
    printf("Das Tier ist: %s.\n",guevara);  
    return 0;  
}
```

10 / 25

scanf mit strings – Beispiel

```
#include <stdio.h>
```

```
int main() {  
    char guevara[42];  
    printf("Bitte ein Tier eingeben> ");  
  
    if (scanf("%41s", guevara) < 1) {  
        printf("Fehler bei scanf!\n");  
        return 1;  
    }  
  
    printf("Das Tier ist: %s.\n", guevara);  
    return 0;  
}
```

```
streic00@lithium:~/example$ ./scanf_example.elf  
Bitte ein Tier eingeben> Pferd  
Das Tier ist: Pferd.
```

10 / 25

scanf mit strings – Beispiel

```
#include <stdio.h>
```

```
int main() {  
    char guevara[42];  
    printf("Bitte ein Tier eingeben> ");  
  
    if (scanf("%41s", guevara) < 1) {  
        printf("Fehler bei scanf!\n");  
        return 1;  
    }  
  
    printf("Das Tier ist: %s.\n", guevara);  
    return 0;  
}
```

```
streic00@lithium:~/example$ ./scanf_example.elf  
Bitte ein Tier eingeben> Pferd  
Das Tier ist: Pferd.
```

```
streic00@lithium:~/example$ ./scanf_example.elf  
Bitte ein Tier eingeben> 42  
Das Tier ist: 42
```

10 / 25

scanf – Sonstiges

- scanf liest nur soviele Eingaben, wie angegeben werden
- Der Rest liegt noch an der Standardeingabe an...
- ... und wird von nachfolgenden scanf-Aufrufen gelesen
- Beispiel:

```
scanf("%s",buffer1); // Eingabe "a b"  
scanf("%s",buffer2); // Keine Eingabe möglich, da "b" noch anliegt  
printf("%s", buffer2); // Ausgabe "b"
```

- Eingabestring leeren durch **getchar(2)**

```
scanf("%s",buffer1); // Eingabe "a b"  
while (getchar() != '\n')  
    ;  
scanf("%s",buffer2); // Eingabe "c"  
printf("%s", buffer2); // Ausgabe "c"
```

11 / 25

Unterschiede: Strings vs. Chars

- **char** verhält sich eher wie **int**
 - Kann man mit ==, <, > usw. vergleichen
 - Nimmt man in scanf mit %c entgegen

```
#include <stdio.h>  
#include <string.h>  
  
int main() {  
    char tier[42];  
    printf("Bitte ein Tier eingeben> ");  
  
    if (scanf("%41s",tier)<1) {  
        printf("Fehler bei scanf!\n");  
        return 1;  
    }  
  
    if ((strncmp("Pferd", tier, 42) != 0) {  
        printf("%s ist kein Pferd!\n", tier);  
        return 1;  
    }  
  
    return 0;  
}
```

```
#include <stdio.h>  
#include <string.h>  
  
int main() {  
    char buchstabe;  
    printf("Buchstaben eingeben> ");  
  
    if (scanf("%c",&buchstabe)<1) {  
        printf("Fehler bei scanf!\n");  
        return 1;  
    }  
  
    if (buchstabe != 'P') {  
        printf("%c ist kein P!\n", buchstabe);  
        return 1;  
    }  
  
    return 0;  
}
```

12 / 25

Fehlerbehandlung

- Insbesondere bei Systemcalls können Fehler auftreten (ähnlich Exceptions)
- Wie geht man in C mit solchen Fehlern um?
 - C kennt keine Exceptions
 - Rückgabewert nutzen?

→ globale Variable: errno

- typisches Schema:

```
#include <errno.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>

void main() {
    while (someSystemCall()==-1) {
        /*Spezialfaelle behandeln*/
        if (errno==EINTR) continue;
        /*allgemeiner Fall*/
        perror("someSystemCall");
        exit(EXIT_FAILURE);
    }
    /* alles ok, weitermachen */

    /* ... */

    return 0;
}
```

13 / 25

Fehlerbehandlung

- **int errno** #include <errno.h>
 - enthält nach einem gescheiterten Bibliotheksaufruf den Fehlercode
 - kann ansonsten beliebigen Inhalt haben!
 - Fehler wird *meistens* durch den Rückgabewert -1 angezeigt (manpage zum Systemcall lesen!)
- **void perror(const char *s)** #include <stdio.h>
 - gibt zum Fehlercode passende Fehlermeldung *auf dem Standard-Fehlerkanal* aus
- **void exit(int status)** #include <stdlib.h>
 - setzt den Exit-Code und beendet das Programm augenblicklich

14 / 25

Fehlerbehandlung

- **int errno** **#include** <errno.h>
 - enthält nach einem gescheiterten Bibliotheksaufruf den Fehlercode
 - kann ansonsten beliebigen Inhalt haben!
 - Fehler wird *meistens* durch den Rückgabewert -1 angezeigt (manpage zum Systemcall lesen!)
- **void perror(const char *s)** **#include** <stdio.h>
 - gibt zum Fehlercode passende Fehlermeldung *auf dem Standard-Fehlerkanal* aus
- **void exit(int status)** **#include** <stdlib.h>
 - setzt den Exit-Code und beendet das Programm augenblicklich

```
someSystemCall();  
if (errno) {
```

14 / 25

Fehlerbehandlung

- **int errno** **#include** <errno.h>
 - enthält nach einem gescheiterten Bibliotheksaufruf den Fehlercode
 - kann ansonsten beliebigen Inhalt haben!
 - Fehler wird *meistens* durch den Rückgabewert -1 angezeigt (manpage zum Systemcall lesen!)
- **void perror(const char *s)** **#include** <stdio.h>
 - gibt zum Fehlercode passende Fehlermeldung *auf dem Standard-Fehlerkanal* aus
- **void exit(int status)** **#include** <stdlib.h>
 - setzt den Exit-Code und beendet das Programm augenblicklich

```
someSystemCall();  
if (errno) {
```

FALSCH

14 / 25

execvp (3)

- `int execvp(const char *path, const char *arg, ...);`
 - `#include <unistd.h>`
 - Überschreibt die Prozessdaten im Speicher durch Daten aus Datei
 - Prozess wird sofort neu gestartet
 - Identisches Prozessobjekt, PID bleibt gleich
 - Im Fehlerfall: Rückgabewert -1 und `errno` wird gesetzt.

```
#include <unistd.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

int main() {
    char befehl[42];
    if (scanf("%41s", befehl) < 1) /* Begrenze die Puffernutzung. */
        return 1;
    execvp(befehl, befehl, NULL); /* Kehrt niemals zurück. */
    return 1;                    /* Falls doch: Fehler.*/
}
```

15 / 25

fork (2)

- `pid_t fork(void)`
 - `#include <unistd.h>` (`#include <sys/types.h>` für `pid_t`)
 - erzeugt eine Kopie des laufenden Prozesses
 - Unterscheidung ob Kind oder Vater anhand des Rückgabewertes (-1 im Fehlerfall)

```
#include <unistd.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <sys/types.h> /* fuer pid_t benoetigt */
int main() {
    pid_t retval;
    retval = fork();
    switch (retval) {
        case -1: perror("fork"); exit(EXIT_FAILURE);
        case 0: printf("I'm the child.\n"); break;
        default: printf("I'm the parent, my child's pid is %d.\n", retval);
    }
    return 0;
}
```

16 / 25

wait (2)

- `pid_t wait(int *status);`
 - `#include <sys/types.h> #include <sys/wait.h>`
 - legt sich schlafen, wenn Kindprozesse existieren, aber keiner davon Zombie ist
 - Rückgabewert
 - -1 im Fehlerfall, bzw. wenn keine Kinder (mehr) existieren
 - ansonsten pid eines Zombies
 - Parameter
 - Zeiger auf eine Statusvariable, vordefinierte Makros zum Auslesen
 - Fehler
 - ECHILD: Prozess hat keine Kinder
 - EINTR: nichtblockiertes Signal wurde gefangen (sollte bei uns nicht auftreten)

17 / 25

Zusammenfassung

- `man 3 scanf`
- `man 3 strncmp`
- `man 3 errno`
- `man 3 perror`
- `man 3 exit`
- `man 3 execlp`
- `man 2 fork`
- `man 2 waitpid`

18 / 25