

# Übungen zu Systemnahe Programmierung in C (SPiC) – Sommersemester 2024

---

## Übung 8

Maxim Ritter von Onciul  
Arne Vogel

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



Lehrstuhl für Informatik 4  
Systemsoftware



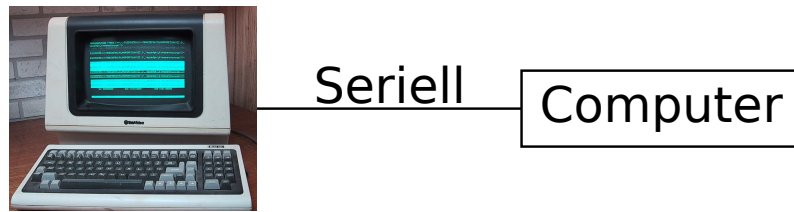
Friedrich-Alexander-Universität  
Technische Fakultät

## Linux

---



- Als die Computer noch größer waren:



Televideo 925 (Public Domain: Wtshymanski @Wikipedia)

- Als das Internet noch langsam war:



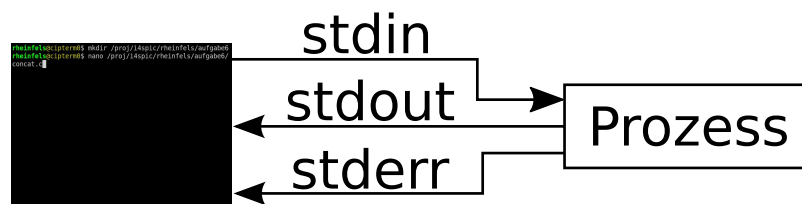
- Farben, Positionssprünge, etc. werden durch spezielle Zeichenfolgen ermöglicht

1

## Terminal - Funktionsweise



- Drei Standardkanäle für Ein- und Ausgaben



**stdin** Eingaben

**stdout** Ausgaben

**stderr** Fehlermeldungen

- Standardverhalten
  - Eingaben kommen von der Tastatur
  - Ausgaben & Fehlermeldungen erscheinen auf dem Bildschirm

2



- stdout in Datei schreiben

```
01 find . > ordner.txt
```

- stdout als stdin für anderer Programme

```
01 cat ordner.txt | grep tmp | wc -l
```

- Vorteil von `stderr`

⇒ Fehlermeldungen werden weiterhin am Terminal ausgegeben

- Übersicht

> Standardausgabe `stdout` in Datei schreiben

>> Standardausgabe `stdout` an exist. Datei anhängen

2> Fehlerausgabe `stderr` in Datei schreiben

< Standardeingabe `stdin` aus Datei einlesen

| Ausgabe eines Befehls als Eingabe für anderen Befehl

3

## Shell - Wichtige Kommandos



- Wechseln in ein Verzeichnis mit `cd` (change directory)

```
01 cd /proj/i4spic/<login>/aufgabeX/ # absolut in Ordner
02 cd aufgabe5/                    # relativ zum aktuellen Ordner
03 cd ~                             # Benutzerverzeichnis (Home)
04 cd ..                             # übergeordnete Verzeichnis
```

- Verzeichnisinhalt auflisten mit `ls` (list directory)

```
01 ls                               # zeige Dateien im akt. Ordner
02 ls -A                            # zeige auch versteckte Dateien
03 ls -lh                           # zeige mehr Metadaten
```

4



- Datei oder Ordner kopieren mit cp (copy)

```
01 # Kopiere Datei ampel.c aus dem Home in Projektverzeichnis
02 cp ~/ampel.c /proj/i4spic/xy42abcd/aufgabe5/ampel.c
03
04 # Kopiere Ordner aufgabe5/ aus dem Home in Projektverzeichnis
05 cp -r ~/aufgabe5/ /proj/i4spic/xy42abcd/
```

- Datei oder Ordner unwiederbringlich löschen mit rm (remove)

```
01 # Lösche Datei test1.c im aktuellen Ordner
02 rm test1.c
03
04 # Lösche Unterordner aufgabe1/ mit allen Dateien
05 rm -r aufgabe1
```

4



- Per Signal: CTRL-C (kann von Programmen ignoriert werden)
- Von einer anderen Konsole aus: `killall concat` beendet alle Programme mit dem Namen "concat"
- Von der selben Konsole aus:
  - CTRL-Z hält den aktuell laufenden Prozess an
  - `killall concat` beendet alle Programme namens concat  
⇒ Programme anderer Benutzer dürfen nicht beendet werden
  - `fg` setzt den angehaltenen Prozess fort
- Wenn nichts mehr hilft: `killall -9 concat`

5



```

Project
├── jy52coty
│   ├── aufgabe1
│   ├── aufgabe2
│   ├── aufgabe3
│   ├── aufgabe4
│   └── aufgabe5
│       ├── concat
│       ├── concat.c
│       ├── aufgabe6
│       ├── korrektur
│       └── pub
└── concat.c

concat.c
1 #include <stdlib.h>
2 #include <stdio.h>
3
4 int main(int argc, char *argv[]) {
5     printf("Hello World\n");
6
7     exit(EXIT_SUCCESS);
8 }

Atom Shell Commands
make -B trac
cc -std=c11 -pedantic -D_XOPEN_SOURCE=700 -Wall -Werror -O3  trac.c -o trac
[Finished in 0.14 seconds]

jy52coty@fau10sr0: /proj/i4spic/jy52coty/aufgabe5$ ls
concat.c
jy52coty@fau10sr0: /proj/i4spic/jy52coty/aufgabe5$ gcc -pedantic -Wall -Werror -O3 -std=c11 -D_XOPEN_SOURCE=700 -o
concat concat.c
jy52coty@fau10sr0: /proj/i4spic/jy52coty/aufgabe5$ ls
concat  concat.c
jy52coty@fau10sr0: /proj/i4spic/jy52coty/aufgabe5$ ./concat
Hello World
jy52coty@fau10sr0: /proj/i4spic/jy52coty/aufgabe5$

```

- **Terminal:** öffnet ein Terminal und startet eine Shell
  - effiziente Interaktion mit dem System
  - optional Vollbild
- **Debug:** startet den Debugmodus
- **Make:** siehe nächste Woche

6

## Übersetzen & Ausführen



- Programm mit dem GCC übersetzen

```

01 gcc -pedantic -Wall -Werror -O3 -std=c11 -D_XOPEN_SOURCE=700 -o
    ↪ concat concat.c

```

**gcc** ruft den Compiler auf (GNU Compiler Collection)

**-pedantic** aktiviert Warnungen (Abweichungen vom C-Standards)

**-Wall** aktiviert Warnungen (typische Fehler, z.B.: `if(x = 7)`)

**-Werror** wandelt Warnungen in Fehler um

**-O3** aktiviert Optimierungen (Level 3)

**-std=c11** setzt verwendeten Standard auf C11

**-D\_XOPEN\_SOURCE=700**

fügt POSIX Erweiterungen hinzu

**-o concat** legt Namen der Ausgabedatei fest (Standard: `a.out`)

**concat.c ...** zu kompilierende Datei(en)

- Ausführen des Programms mit `./concat`
- **Abgaben werden von uns mit diesen Optionen getestet**

7



- Programm mit dem GCC übersetzen  
(inklusive Debugsymbole und ohne Optimierungen)

```
01 gcc -pedantic -Wall -Werror -O0 -std=c11 -D_XOPEN_SOURCE=700 -g -  
    ↪ o concat concat.c
```

- O0 verhindert Optimierungen des Programms
- g belässt Debugsymbole in der ausführbaren Datei

⇒ ermöglicht dem Debugger Verweise zur Quelldatei herzustellen

- Hinweis: Pfeiltaste ↑ iteriert durch frühere Befehle

⇒ GCC Aufruf nur einmal tippen

8

## Valgrind



- Informationen über:
  - Speicherlecks (malloc(3)/free(3))
  - Zugriffe auf nicht gültigen Speicher
- Ideal zum Lokalisieren von Segmentation Faults (SIGSEGV)
- Aufrufe:
  - valgrind ./concat
  - valgrind --leak-check=full --show-reachable=yes  
 ↪ --track-origins=yes ./concat
- Die Ausgabe ist deutlich hilfreicher, wenn das analysierte Binary mit Debugsymbolen gebaut wird

9



- Das Linux-Hilfesystem
- aufgeteilt nach verschiedenen Sections
  - 1 Kommandos
  - 2 Systemaufrufe
  - 3 Bibliotheksfunktionen
  - 5 Dateiformate (spezielle Datenstrukturen, etc.)
  - 7 verschiedenes (z.B. Terminaltreiber, IP, ...)
- man-Pages werden normalerweise mit der Section zitiert:  
`printf(3)`

```
01 # man [section] Begriff
02 man 3 printf
```

- Suche nach Sections: `man -f Begriff`
- Suche von man-Pages zu einem Stichwort: `man -k Stichwort`

10



- Abgespeckte (hübschere) Version der Manpages
- Bieten nur eine Übersicht, keine vollständige Spezifikation
- Aus der SPiC-IDE abrufbar (Hilfe-Button wenn im Linux-Modus)
- Auf der Webseite zu finden  
<https://sys.cs.fau.de/lehre/ss24/spic/uebung/libcapi/>
- Unsere Übersicht ersetzen die Manpages nicht
- In der Klausur: ausgedruckte Manpages!

11

# Fehlerbehandlung

---

## Fehlerursachen



- Fehler können aus unterschiedlichsten Gründen auftreten
  - Systemressourcen erschöpft
    - ⇒ `malloc(3)` schlägt fehl
  - Fehlerhafte Benutzereingaben (z.B. nicht existierende Datei)
    - ⇒ `fopen(3)` schlägt fehl
  - Vorübergehende Fehler (z.B. nicht erreichbarer Server)
    - ⇒ `connect(2)` schlägt fehl





- Gute Software:
  - Erkennt Fehler
  - Führt angebrachte Behandlung durch
  - Gibt aussagekräftige Fehlermeldung aus
- Kann ein Programm trotz Fehler sinnvoll weiterlaufen?

**Beispiel 1:** Ermittlung des Hostnamens zu einer IP-Adresse, um beides in eine Logdatei einzutragen

⇒ IP-Adresse ins Log eintragen, Programm läuft weiter

**Beispiel 2:** Öffnen einer zu kopierenden Datei schlägt fehl

⇒ Fehlerbehandlung: Kopieren nicht möglich, Programm beenden

⇒ Oder den Kopiervorgang bei der nächsten Datei fortsetzen

⇒ Entscheidung liegt beim Softwareentwickler

13

## Fehler in Bibliotheksfunktionen



- Fehler treten häufig in `libc` Funktionen auf
  - Erkennbar i.d.R. am Rückgabewert (Manpage)
  - Fehlerüberprüfung essentiell
- Fehlerursache steht meist in `errno` (globale Variable)
  - Einbinden durch `errno.h`
  - Fehlercodes sind  $> 0$
  - Fehlercode für jeden möglichen Fehler (siehe `errno(3)`)
- `errno` nur interpretieren, wenn Fehler signalisiert wurde
  - Funktionen dürfen `errno` beliebig verändern
    - ⇒ `errno` kann auch im Erfolgsfall geändert worden sein

14



- Fehlercodes ausgeben:
  - `perror(3)`: Ausgabe auf `stderr`
  - `strerror(3)`: Umwandeln in Fehlermeldung (String)

## Beispiel:

```
01 char *mem = malloc(...);
02
03 // Fehlerfall
04 if(NULL == mem) {
05     fprintf(stderr, "%s:%d: malloc failed with reason: %s\n",
06         __FILE__, __LINE__-5, strerror(errno));
07     //alternativ: perror("malloc");
08
09     exit(EXIT_FAILURE);
10 }
```

15

# Erweiterte Fehlerbehandlung



- Signalisierung durch Rückgabewert nicht immer möglich
- Rückgabewert EOF: Fehlerfall **oder** End-Of-File

```
01 int c;
02 while ((c=getchar()) != EOF) { ... }
03 /* EOF oder Fehler? */
```

- Erkennung bei I/O Streams: `ferror(3)` bzw. `feof(3)`

```
01 int c;
02 while ((c=getchar()) != EOF) { ... }
03 /* EOF oder Fehler? */
04 if(ferror(stdin)) {
05     /* Fehler */
06     ...
07 }
```

16

# Die Funktion main()

---

## Die Funktion main()



- Funktion main(): Einsprungstelle für ein C Programm
- Signatur nach Anwendungszweck:
  - AVR: Nur ein Programm  
⇒ `void main(void)`
  - Linux: Mehrere Programme  
⇒ `int main(void)`  
⇒ `int main(int argc, char *argv[])`
- Parameter und Rückgabewert zur Kommunikation



- Kommandozeilenparameter: Argumente für Programme
- `main()` erhält sie als Funktionsparameter:
  - `argc`: Anzahl der Argumente
  - `argv`: Array aus Zeigern auf Argumente  
⇒ Array von Strings
- Erstes Argument: Programmname

18

## Kommandozeilenparameter – Beispiel



```
01 #include <stdio.h>
02 #include <stdlib.h>
03
04 int main(int argc, char *argv[]) {
05     for(int i = 0; i < argc; ++i) {
06         printf("argv[%d]: %s\n", i, argv[i]);
07     }
08
09     return EXIT_SUCCESS;
10 }
```

```
01 $ ./commandline
02 argv[0]: ./commandline
03 $ ./commandline Hallo Welt
04 argv[0]: ./commandline
05 argv[1]: Hallo
06 argv[2]: Welt
```

19



- Rückgabestatus: Information für den Aufrufenden
- Übliche Codes:
  - EXIT\_SUCCESS: Ausführung erfolgreich
  - EXIT\_FAILURE: Fehler aufgetreten

20

## Rückgabestatus – Beispiel



```
01 #include <stdio.h>
02 #include <stdlib.h>
03
04 int main(int argc, char *argv[]) {
05     if(argc == 1) {
06         fprintf(stderr, "No parameters given!\n");
07         return EXIT_FAILURE;
08     }
09
10     // [...]
11
12     return EXIT_SUCCESS;
13 }
```

```
01 $ ./exitcode
02 No parameters given!
03 $ echo $?
04 1
05 $ ./exitcode Hallo Welt
06 $ echo $?
07 0
```

21

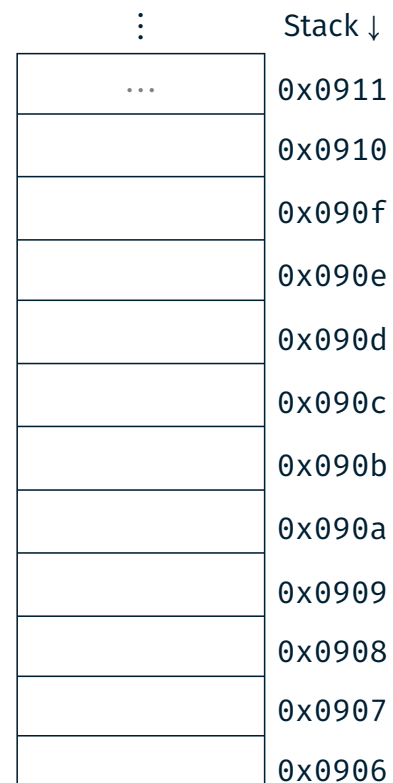
# Vertiefung C Strings

## Vertiefung: Strings



- char: Einzelnes Zeichen (z.B. 'a')
- String: Array von chars (z.B. "Hello")
- In C: Letztes Zeichen eines Strings: '\0'  
⇒ Speicherbedarf: `strlen(s) + 1`

```
01 char s[] = "World\n";  
02 char c = s[0];  
03 c = s[4];  
04 char *s2 = s + 2;  
05 c = s2[1];
```



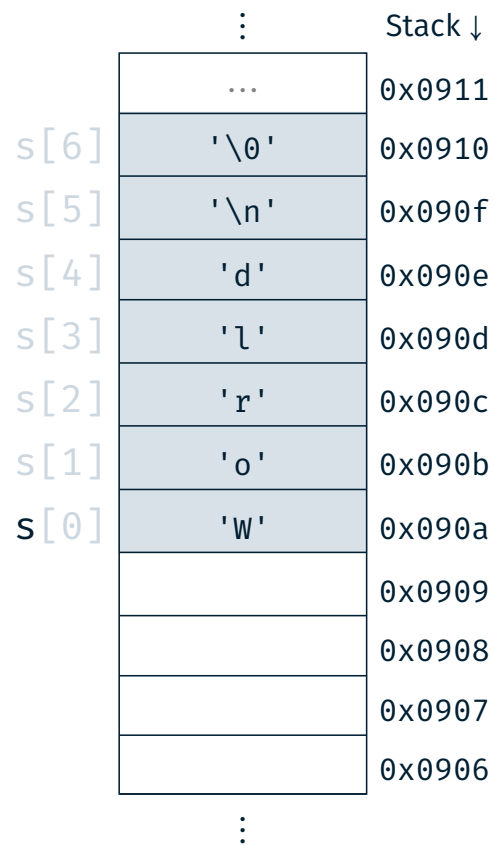
⋮



- char: Einzelnes Zeichen (z.B. 'a')
- String: Array von chars (z.B. "Hello")
- In C: Letztes Zeichen eines Strings: '\0'  
⇒ Speicherbedarf: strlen(s) + 1

```

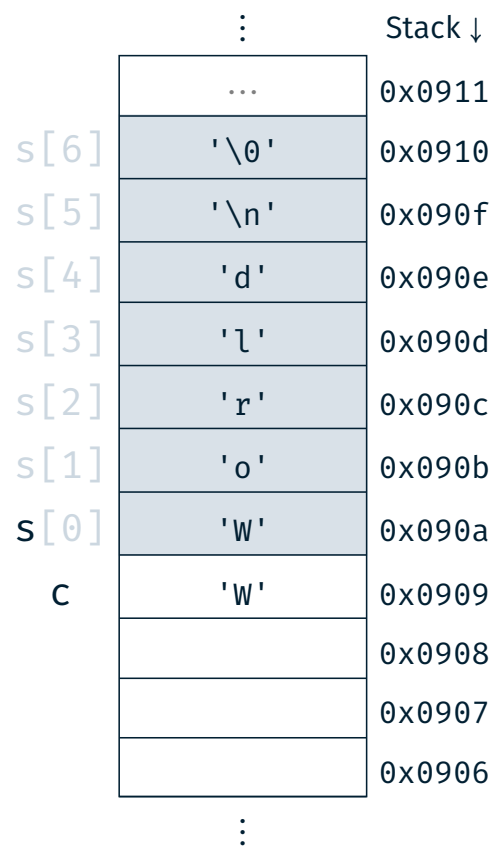
01 char s[] = "World\n";
02 char c = s[0];
03 c = s[4];
04 char *s2 = s + 2;
05 c = s2[1];
    
```



- char: Einzelnes Zeichen (z.B. 'a')
- String: Array von chars (z.B. "Hello")
- In C: Letztes Zeichen eines Strings: '\0'  
⇒ Speicherbedarf: strlen(s) + 1

```

01 char s[] = "World\n";
02 char c = s[0];
03 c = s[4];
04 char *s2 = s + 2;
05 c = s2[1];
    
```

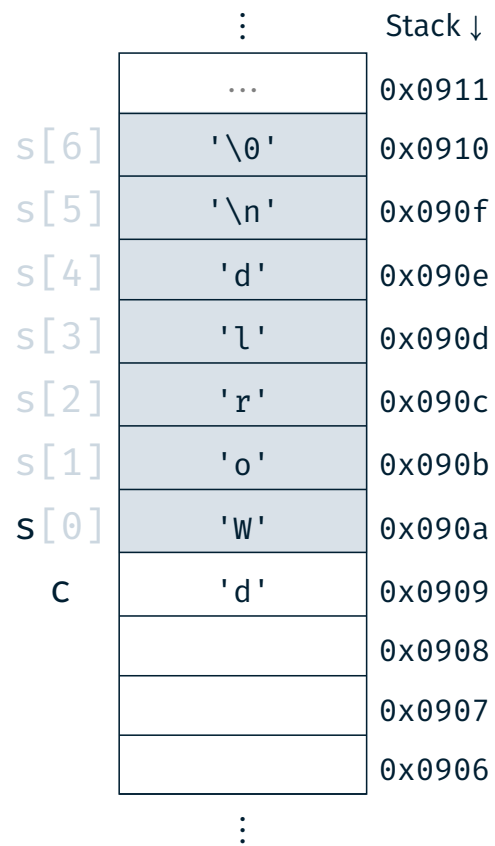




- char: Einzelnes Zeichen (z.B. 'a')
- String: Array von chars (z.B. "Hello")
- In C: Letztes Zeichen eines Strings: '\0'  
⇒ Speicherbedarf: strlen(s) + 1

```

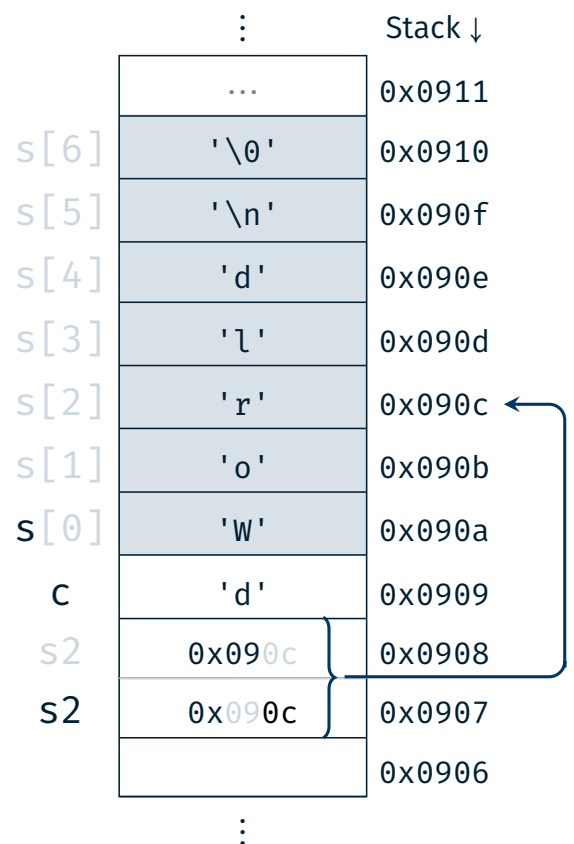
01 char s[] = "World\n";
02 char c = s[0];
03 c = s[4];
04 char *s2 = s + 2;
05 c = s2[1];
    
```



- char: Einzelnes Zeichen (z.B. 'a')
- String: Array von chars (z.B. "Hello")
- In C: Letztes Zeichen eines Strings: '\0'  
⇒ Speicherbedarf: strlen(s) + 1

```

01 char s[] = "World\n";
02 char c = s[0];
03 c = s[4];
04 char *s2 = s + 2;
05 c = s2[1];
    
```



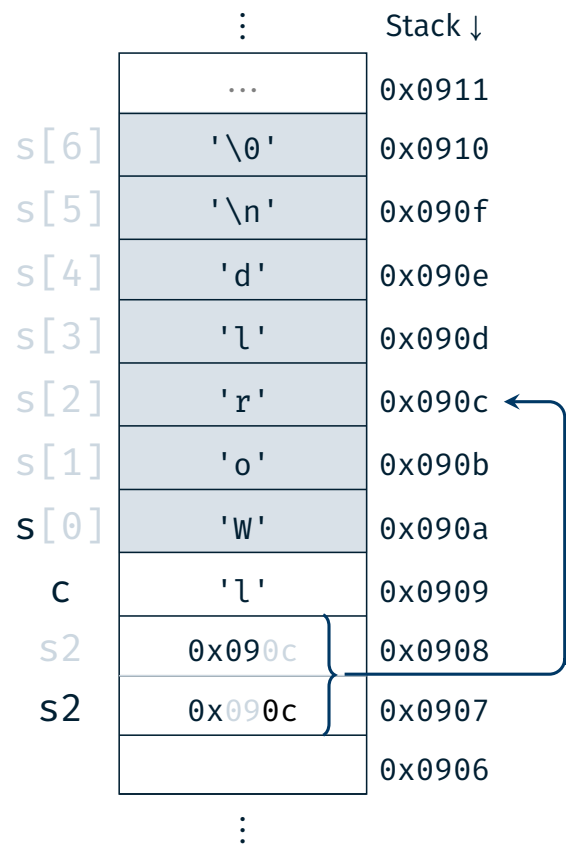




- char: Einzelnes Zeichen (z.B. 'a')
- String: Array von chars (z.B. "Hello")
- In C: Letztes Zeichen eines Strings: '\0'  
⇒ Speicherbedarf: strlen(s) + 1

```

01 char s[] = "World\n";
02 char c = s[0];
03 c = s[4];
04 char *s2 = s + 2;
05 c = s2[1];
    
```



## Stringfunktionen



- `size_t strlen(const char *s)`
  - Bestimmung der Länge einer Zeichenkette s (ohne abschließendes Null-Zeichen)
- `char *strcpy(char *dest, const char *src)`
  - Kopieren einer Zeichenkette src in einen Puffer dest (inkl. Null-Zeichen)
  - Gefahr: Buffer Overflow (⇒ strncpy(3))
- `char *strcat(char *dest, const char *src)`
  - Anhängen (konkateneren engl. concat, abgekürzt cat) einer Zeichenkette src an eine existierende Zeichenkette im Puffer dest (inkl. Null-Zeichen)
  - Gefahr: Buffer Overflow (⇒ strncat(3))
- Dokumentation: strlen(3), strcpy(3), strcat(3)



```
01 #include <stdio.h>
02 #include <stdlib.h>
03 #include <string.h>
04
05 int main(void) {
06     const char *hallo = "Hallo";
07     const char *spic = "SPiC";
08
09     char altered_string[11]; // Platz für "Hallo SPiC"
10
11     strcpy(altered_string, hallo); // "Hallo"
12     strcat(altered_string, " "); // "Hallo "
13     strcat(altered_string, spic); // "Hallo SPiC"
14     strlen(altered_string); // -> 10
15
16     return EXIT_SUCCESS;
17 }
```

## Aufgabe: concat

---



- Zusammensetzen der übergebenen Kommandozeilenparameter zu einer Gesamtzeichenfolge und anschließende Ausgabe
- Ablauf:
  - Bestimmung der Gesamtlänge
  - Dynamische Allokation eines Puffers
  - Schrittweises Befüllen des Puffers
  - Ausgabe der Zeichenfolge auf dem Standardausgabekanal
  - Freigabe des dynamisch allokierten Speichers
- Reimplementierung der Stringfunktionen der `string.h`:
- Wichtig: Identisches Verhalten (auch im Fehlerfall)

```
01 size_t str_len(const char *s)
02 char *str_cpy(char *dest, const char *src)
03 char *str_cat(char *dest, const char *src)
```

25

## Dynamische Speicherverwaltung



- `malloc(3)` allokiert Speicher auf dem Heap
  - reserviert mindestens `size` Byte Speicher
  - liefert Zeiger auf diesen Speicher zurück
  - schlägt potenziell fehl
- `free(3)` gibt Speicher wieder frei

```
01 char* s = (char *) malloc(...);
02 if(s == NULL) {
03     perror("malloc");
04     exit(EXIT_FAILURE);
05 }
06
07 // [...]
08
09 free(s);
```

26

# Hands-on: Buffer Overflow

---

## Hands-on: Buffer Overflow



### ■ Passwortgeschütztes Programm

```
01 # Usage: ./print_exam <password>
02 ./print_exam spic
03 Correct Password
04 Printing exam...
```



## ■ Passwortgeschütztes Programm

```
01 # Usage: ./print_exam <password>
02 ./print_exam spic
03 Correct Password
04 Printing exam...
```

## ■ Ungeprüfte Benutzereingaben ⇒ Buffer Overflow

```
01 long check_password(const char *password) {
02     char buff[8];
03     long pass = 0;
04
05     strcpy(buff, password);
06     if(strcmp(buff, "spic") == 0) {
07         pass = 1;
08     }
09     return pass;
10 }
```

27



## ■ Passwortgeschütztes Programm

```
01 # Usage: ./print_exam <password>
02 ./print_exam spic
03 Correct Password
04 Printing exam...
```

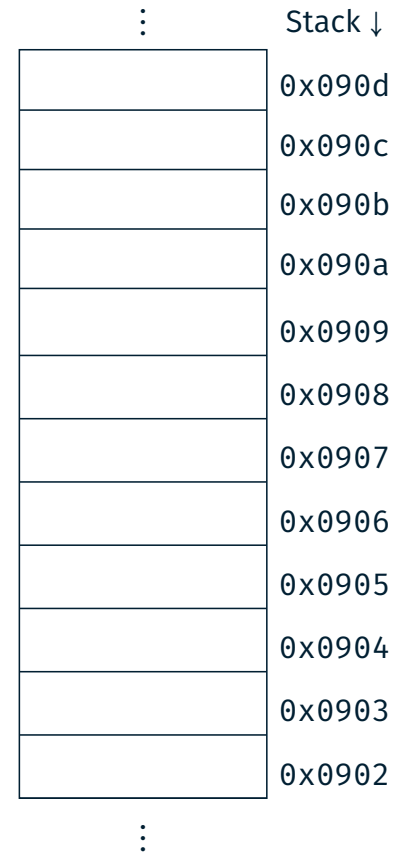
## ■ Ungeprüfte Benutzereingaben ⇒ Buffer Overflow

```
01 long check_password(const char *password) {
02     char buff[8];
03     long pass = 0;
04
05     strcpy(buff, password);
06     if(strcmp(buff, "spic") == 0) {
07         pass = 1;
08     }
09     return pass;
10 }
```

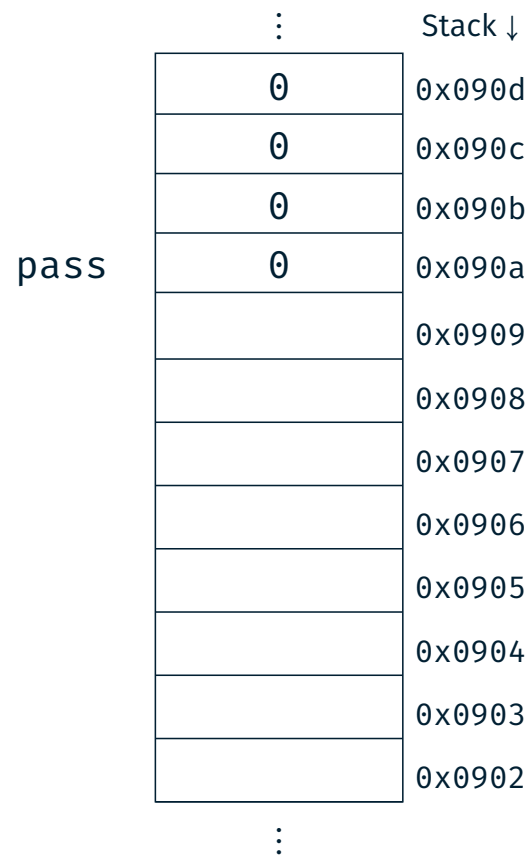
27



```
01 long pass = 0;
02 char buff[8];
03 strcpy(buff, password);
04
05 if(strcmp(buff, "spic")) {
06     printf("Wrong Pass.\n");
07 } else {
08     printf("Correct Pass.\n");
09     pass = 1;
10 }
11
12 return pass;
13
```



```
01 long pass = 0;
02 char buff[8];
03 strcpy(buff, password);
04
05 if(strcmp(buff, "spic")) {
06     printf("Wrong Pass.\n");
07 } else {
08     printf("Correct Pass.\n");
09     pass = 1;
10 }
11
12 return pass;
13
```





```

01 long pass = 0;
02 char buff[8];
03 strcpy(buff, password);
04
05 if(strcmp(buff, "spic")) {
06     printf("Wrong Pass.\n");
07 } else {
08     printf("Correct Pass.\n");
09     pass = 1;
10 }
11
12 return pass;
13
    
```

	⋮	Stack ↓
	0	0x090d
	0	0x090c
	0	0x090b
pass	0	0x090a
buff[7]		0x0909
buff[6]		0x0908
buff[5]		0x0907
buff[4]		0x0906
buff[3]		0x0905
buff[2]		0x0904
buff[1]		0x0903
buff[0]		0x0902
	⋮	



```

01 long pass = 0;
02 char buff[8];
03 strcpy(buff, password);
04
05 if(strcmp(buff, "spic")) {
06     printf("Wrong Pass.\n");
07 } else {
08     printf("Correct Pass.\n");
09     pass = 1;
10 }
11
12 return pass;
13
    
```

	⋮	Stack ↓
	0	0x090d
	0	0x090c
	0	0x090b
pass	0	0x090a
buff[7]		0x0909
buff[6]		0x0908
buff[5]		0x0907
buff[4]	0 ('\0')	0x0906
buff[3]	99 ('c')	0x0905
buff[2]	105 ('i')	0x0904
buff[1]	112 ('p')	0x0903
buff[0]	115 ('s')	0x0902
	⋮	



```

01 long pass = 0;
02 char buff[8];
03 strcpy(buff, password);
04
05 if(strcmp(buff, "spic")) {
06     printf("Wrong Pass.\n");
07 } else {
08     printf("Correct Pass.\n");
09     pass = 1;
10 }
11
12 return pass;
13
    
```

	⋮	Stack ↓
	0	0x090d
	0	0x090c
	0	0x090b
pass	0	0x090a
buff[7]		0x0909
buff[6]		0x0908
buff[5]		0x0907
buff[4]	0 ('\0')	0x0906
buff[3]	99 ('c')	0x0905
buff[2]	105 ('i')	0x0904
buff[1]	112 ('p')	0x0903
buff[0]	115 ('s')	0x0902
	⋮	



```

01 long pass = 0;
02 char buff[8];
03 strcpy(buff, password);
04
05 if(strcmp(buff, "spic")) {
06     printf("Wrong Pass.\n");
07 } else {
08     printf("Correct Pass.\n");
09     pass = 1;
10 }
11
12 return pass;
13
    
```

	⋮	Stack ↓
	0	0x090d
	0	0x090c
	0	0x090b
pass	0	0x090a
buff[7]		0x0909
buff[6]		0x0908
buff[5]		0x0907
buff[4]	0 ('\0')	0x0906
buff[3]	99 ('c')	0x0905
buff[2]	105 ('i')	0x0904
buff[1]	112 ('p')	0x0903
buff[0]	115 ('s')	0x0902
	⋮	





```

01 long pass = 0;
02 char buff[8];
03 strcpy(buff, password);
04
05 if(strcmp(buff, "spic")) {
06     printf("Wrong Pass.\n");
07 } else {
08     printf("Correct Pass.\n");
09     pass = 1;
10 }
11
12 return pass;
13
    
```

	:	Stack ↓
	0	0x090d
	0	0x090c
	0	0x090b
pass	1	0x090a
buff[7]		0x0909
buff[6]		0x0908
buff[5]		0x0907
buff[4]	0 ('\0')	0x0906
buff[3]	99 ('c')	0x0905
buff[2]	105 ('i')	0x0904
buff[1]	112 ('p')	0x0903
buff[0]	115 ('s')	0x0902
	:	

28



```

01 long pass = 0;
02 char buff[8];
03 strcpy(buff, password);
04
05 if(strcmp(buff, "spic")) {
06     printf("Wrong Pass.\n");
07 } else {
08     printf("Correct Pass.\n");
09     pass = 1;
10 }
11
12 return pass; // pass = 1
13             // --> true
    
```

	:	Stack ↓
	0	0x090d
	0	0x090c
	0	0x090b
pass	1	0x090a
buff[7]		0x0909
buff[6]		0x0908
buff[5]		0x0907
buff[4]	0 ('\0')	0x0906
buff[3]	99 ('c')	0x0905
buff[2]	105 ('i')	0x0904
buff[1]	112 ('p')	0x0903
buff[0]	115 ('s')	0x0902
	:	

28



```

01 long pass = 0;
02 char buff[8];
03 strcpy(buff, password);
04
05 if(strcmp(buff, "spic")) {
06     printf("Wrong Pass.\n");
07 } else {
08     printf("Correct Pass.\n");
09     pass = 1;
10 }
11
12 return pass;
13
    
```

	⋮	Stack ↓
	0	0x090d
	0	0x090c
	0	0x090b
pass	0	0x090a
buff[7]		0x0909
buff[6]		0x0908
buff[5]		0x0907
buff[4]		0x0906
buff[3]		0x0905
buff[2]		0x0904
buff[1]		0x0903
buff[0]		0x0902
	⋮	



```

01 long pass = 0;
02 char buff[8];
03 strcpy(buff, password);
04
05 if(strcmp(buff, "spic")) {
06     printf("Wrong Pass.\n");
07 } else {
08     printf("Correct Pass.\n");
09     pass = 1;
10 }
11
12 return pass;
13
    
```

	⋮	Stack ↓
	0	0x090d
	0	0x090c
	0	0x090b
pass	0	0x090a
buff[7]		0x0909
buff[6]		0x0908
buff[5]		0x0907
buff[4]		0x0906
buff[3]	0 ('\0')	0x0905
buff[2]	111 ('o')	0x0904
buff[1]	111 ('o')	0x0903
buff[0]	102 ('f')	0x0902
	⋮	



```

01 long pass = 0;
02 char buff[8];
03 strcpy(buff, password);
04
05 if(strcmp(buff, "spic")) {
06     printf("Wrong Pass.\n");
07 } else {
08     printf("Correct Pass.\n");
09     pass = 1;
10 }
11
12 return pass;
13
    
```

	⋮	Stack ↓
	0	0x090d
	0	0x090c
	0	0x090b
pass	0	0x090a
buff[7]		0x0909
buff[6]		0x0908
buff[5]		0x0907
buff[4]		0x0906
buff[3]	0 ('\0')	0x0905
buff[2]	111 ('o')	0x0904
buff[1]	111 ('o')	0x0903
buff[0]	102 ('f')	0x0902
	⋮	



```

01 long pass = 0;
02 char buff[8];
03 strcpy(buff, password);
04
05 if(strcmp(buff, "spic")) {
06     printf("Wrong Pass.\n");
07 } else {
08     printf("Correct Pass.\n");
09     pass = 1;
10 }
11
12 return pass;
13
    
```

	⋮	Stack ↓
	0	0x090d
	0	0x090c
	0	0x090b
pass	0	0x090a
buff[7]		0x0909
buff[6]		0x0908
buff[5]		0x0907
buff[4]		0x0906
buff[3]	0 ('\0')	0x0905
buff[2]	111 ('o')	0x0904
buff[1]	111 ('o')	0x0903
buff[0]	102 ('f')	0x0902
	⋮	



```

01 long pass = 0;
02 char buff[8];
03 strcpy(buff, password);
04
05 if(strcmp(buff, "spic")) {
06     printf("Wrong Pass.\n");
07 } else {
08     printf("Correct Pass.\n");
09     pass = 1;
10 }
11
12 return pass; // pass = 0
13             // --> false
    
```

	⋮	Stack ↓
	0	0x090d
	0	0x090c
	0	0x090b
pass	0	0x090a
buff[7]		0x0909
buff[6]		0x0908
buff[5]		0x0907
buff[4]		0x0906
buff[3]	0 ('\0')	0x0905
buff[2]	111 ('o')	0x0904
buff[1]	111 ('o')	0x0903
buff[0]	102 ('f')	0x0902
	⋮	



```

01 long pass = 0;
02 char buff[8];
03 strcpy(buff, password);
04
05 if(strcmp(buff, "spic")) {
06     printf("Wrong Pass.\n");
07 } else {
08     printf("Correct Pass.\n");
09     pass = 1;
10 }
11
12 return pass;
13
    
```

	⋮	Stack ↓
	0	0x090d
	0	0x090c
	0	0x090b
pass	0	0x090a
buff[7]		0x0909
buff[6]		0x0908
buff[5]		0x0907
buff[4]		0x0906
buff[3]		0x0905
buff[2]		0x0904
buff[1]		0x0903
buff[0]		0x0902
	⋮	



```
01 long pass = 0;
02 char buff[8];
03 strcpy(buff, password);
04
05 if(strcmp(buff, "spic")) {
06     printf("Wrong Pass.\n");
07 } else {
08     printf("Correct Pass.\n");
09     pass = 1;
10 }
11
12 return pass;
13
```

	:	Stack ↓
	0	0x090d
	0	0x090c
	0 ('\0')	0x090b
pass	65 ('A')	0x090a
buff[7]	65 ('A')	0x0909
buff[6]	65 ('A')	0x0908
buff[5]	65 ('A')	0x0907
buff[4]	65 ('A')	0x0906
buff[3]	65 ('A')	0x0905
buff[2]	65 ('A')	0x0904
buff[1]	65 ('A')	0x0903
buff[0]	65 ('A')	0x0902
	:	



```
01 long pass = 0;
02 char buff[8];
03 strcpy(buff, password);
04
05 if(strcmp(buff, "spic")) {
06     printf("Wrong Pass.\n");
07 } else {
08     printf("Correct Pass.\n");
09     pass = 1;
10 }
11
12 return pass;
13
```

	:	Stack ↓
	0	0x090d
	0	0x090c
	0 ('\0')	0x090b
pass	65 ('A')	0x090a
buff[7]	65 ('A')	0x0909
buff[6]	65 ('A')	0x0908
buff[5]	65 ('A')	0x0907
buff[4]	65 ('A')	0x0906
buff[3]	65 ('A')	0x0905
buff[2]	65 ('A')	0x0904
buff[1]	65 ('A')	0x0903
buff[0]	65 ('A')	0x0902
	:	



```

01 long pass = 0;
02 char buff[8];
03 strcpy(buff, password);
04
05 if(strcmp(buff, "spic")) {
06     printf("Wrong Pass.\n");
07 } else {
08     printf("Correct Pass.\n");
09     pass = 1;
10 }
11
12 return pass;
13
    
```

	⋮	Stack ↓
	0	0x090d
	0	0x090c
	0 ('\0')	0x090b
pass	65 ('A')	0x090a
buff[7]	65 ('A')	0x0909
buff[6]	65 ('A')	0x0908
buff[5]	65 ('A')	0x0907
buff[4]	65 ('A')	0x0906
buff[3]	65 ('A')	0x0905
buff[2]	65 ('A')	0x0904
buff[1]	65 ('A')	0x0903
buff[0]	65 ('A')	0x0902
	⋮	

28



```

01 long pass = 0;
02 char buff[8];
03 strcpy(buff, password);
04
05 if(strcmp(buff, "spic")) {
06     printf("Wrong Pass.\n");
07 } else {
08     printf("Correct Pass.\n");
09     pass = 1;
10 }
11
12 return pass; // pass = 65
13             // --> true
    
```

	⋮	Stack ↓
	0	0x090d
	0	0x090c
	0 ('\0')	0x090b
pass	65 ('A')	0x090a
buff[7]	65 ('A')	0x0909
buff[6]	65 ('A')	0x0908
buff[5]	65 ('A')	0x0907
buff[4]	65 ('A')	0x0906
buff[3]	65 ('A')	0x0905
buff[2]	65 ('A')	0x0904
buff[1]	65 ('A')	0x0903
buff[0]	65 ('A')	0x0902
	⋮	

28



```
01 long check_password(const char *password) {
02     char buff[8];
03     long pass = 0;
04
05     strcpy(buff, password);
06     if(strcmp(buff, "spic") == 0) {
07         pass = 1;
08     }
09     return pass;
10 }
```

- Mögliche Lösungen
  - Prüfen der Benutzereingabe
  - Dynamische Allokation des Puffers
  - Sichere Bibliotheksfunktionen verwenden ⇒ z.B. strncpy(3)
- Speicherzugriffe außerhalb von Puffern sind grundsätzlich sicherheitskritisch

## Hands-on: Linux, GCC & Valgrind

Screencast: <https://www.video.uni-erlangen.de/clip/id/18667>



- *Nur online!*
- Ziele:
  - SPiC IDE für Linux verwenden
  - Programm via Kommandozeile übersetzen
  - Umgang mit Valgrind üben