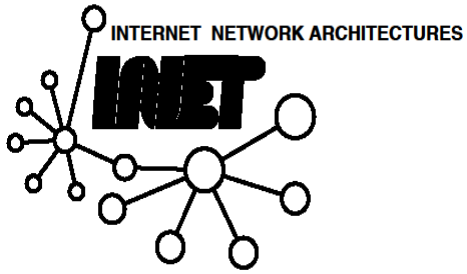


C-Kurs
Strings

Unsere nächste „Datenstruktur“

Zeichenketten / Strings

Strings

- Strings sind char Arrays, die mit `'\0'` beendet werden
- Beispiele:
  - „Text“
  - Formatstrings für printf
  - Dateinamen
  - Textdateien
  - ...

Strings in C

- Strings sind char Arrays, die mit `'\0'` beendet werden

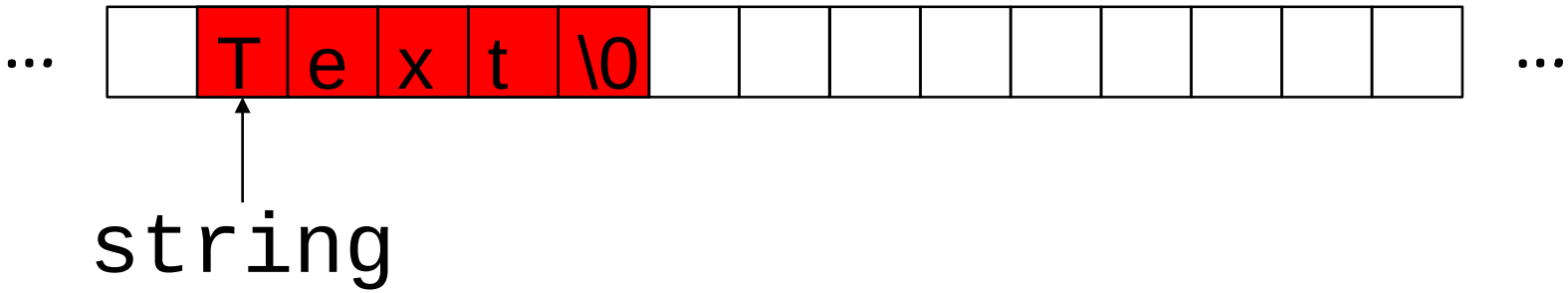
- In C sind Strings eine Liste von Zeichen, d.h. eine Liste von char's, die hintereinander im Speicher stehen.
- Jedes Zeichen belegt ein Byte.
- Beispiel:


```
char * string = "Text";
printf("Der Inhalt von string ist: %s\n",
            string);
```

Strings in C

- Strings sind char Arrays, die mit `'\0'` beendet werden
- In C sind Strings eine Liste von Zeichen, d.h. eine Liste von char's, die hintereinander im Speicher stehen.
- „Stringvariablen" sind Pointer, die auf den Start dieses Arrays zeigen:

```
char * string = "Text";
```



Chars in C

- Hinweis:
  Die Kodierung des Zeichensatzes kann unterschiedlich sein
  - ASCII-Zeichensatz 7 Bit
  - ASCII-Zeichensatz 8 Bit (PC, MS-DOS)
  - ANSI-Zeichensatz (Windows)
  - ...

Strings: Zusammenfassung

- Strings sind eine Folge von Einzelzeichen `char`
- String ist terminiert mit `'\0'`
- Speicherbedarf: Länge + 1 Byte
- String: Pointer auf Array von Elementen vom Type `char`
- Der leere String oder auch Nullstring: `NULL`
  definiert in stdio.h

Einige Stringfunktionen

- Ein paar der wichtigsten Stringgrundfunktionen
- #include <string.h>
  - `int strlen(char *s)`

    Liefert Länge des String **s ohne das** `'\0'`

  - `char *strncpy(char *s1, char *s2, int n)`

    Kopiert String **s2** nach String **s1**, max **n** Zeichen
    s1 muss groß genug sein sonst Pufferüberlauf

    - `char *strcpy(char *s1, char *s2)`

      Kopiert String **s2** nach String **s1**, bis zum **s2** terminierenden NUL, liefert Ptr auf **s1**

      Achtung: Pufferüberlauf Gefahr!

Stringfunktionen

- **`char *strncat(char *s1, char *s2, int n)`**

  Hängt Kopie von **`s2`** an **`s1`**, max. **`n`** Zeichen

  s1 muss groß genug sein sonst Pufferüberlauf

  - **`char *strcat(char *s1, char *s2)`**

    Hängt Kopie von **`s2`** an **`s1`**, liefert Ptr auf **`s1`**

    Achtung: Pufferüberlauf Gefahr!

- **`int strncmp(char *s1, char *s2, int n)`**

  Vergleicht zeichenweise **`s1`** und **`s2`** liefert 0 bei Gleichheit sonst Differenz **`*s1-*s2`** bei erstem Unterschied, max. **`n`** Zeichen

  - **`int strcmp(char *s1, char *s2)`**

    Vergleicht zeichenweise **`s1`** und **`s2`** liefert 0 bei Gleichheit sonst Differenz **`*s1-*s2`** bei erstem Unterschied

Stringfunktionen

- C-Standardbibliothek bietet eine große Menge an Stringfunktionen an
- Darunter Konvertierungsfunktionen

#include <stdlib.h>

- **`int atoi(char *s)`**
  wandelt String **`s`** in **`int`**
- **`long atol(char *s)`**
  wandelt String **`s`** in **`long`**
- **`double atof(char *s)`**
  wandelt String **`s`** in **`double`**

Stringfunktionen

- Weitere Konvertierungsfunktionen
- `#include <stdio.h>`

  - `int snprintf(char *s, int n, char *fmt, …)`

    formatierte Ausgabe in String **`s`** „wie **`printf()`“**
    aber maximal n Zeichen

    s muss groß genug sein sonst Pufferüberlauf

    - `int *sprintf(char *s, char *fmt, …)`

      formatierte Ausgabe in String s ...

      Achtung: Pufferüberlauf Gefahr!

Ausgabe mittels printf

Formatierte Ausgabe: printf

Aufruf: `printf(fmt, args)`

- `printf()` konvertiert und gibt die Parameter `args` unter Kontrolle des Formatstrings `fmt` auf `stdout` aus
- Der Formatstring `fmt` ist eine Zeichenkette
- Parameter `args` können auch fehlen
- Die Parameter `args` müssen den Typ haben, wie er im Formatstring `fmt` angegeben ist
- Beispiele
  - `printf("Hello world\n");`
  - `printf("Wert der Variablen i: %d\n", i);`
  - `printf("a(%d)+b(%d) ist: %d\n", a, b, a+b);`

Formatzeichen

- Wichtige Formatzeichen:

%c	Einzelzeichen	char
%d	Integer	int
%u	Unsigned Integer	unsigned int
%lu	Unsigned Long	long
%ld	Integer	long int
%lld	Integer	long long int
%f	Gleitkommazahl	float
%lf	Gleitkommazahl	double
%s	Zeichenkette/String	char *
%p	Pointer	void *

Formatierte Ausgabe: printf

Aufruf: `printf(fmt, args)`

- Weitere Beispiele
  - `printf("a(%d)/b(%d) ist: %d\n", a, b, a/b);`
  - `printf("a(%f)/b(%f) ist: %f\n", a, b, a / (float) b);`
  - `printf("Die Kodierung von %c ist %d\n", 'a', 'a');`

Sonderzeichen

- Wichtige Sonderzeichen

```
\n   Newline, Zeilensprung
\t   Tabulator
\0   EOS - Endezeichen in String
```

- Maskierung (Escaping) von reservierten Zeichen

```
\'   einfaches Anführungszeichen '
\"   doppeltes Anführungszeichen "
%%   Prozentzeichen %
\\   Backslash \
```

Wiederholung: Arrays

- Ein Array (Feld):
  - Ist eine Liste von Daten gleichen Typs
  - Hat eine feste Länge
  - Zugriff auf Arrayelemente mit Index in `[]`
- Beispiele:

```
char a[128];
a[0] = ‘H‘;    // Arrayindexanfang 0!
a[1] = ‘E‘;
a[2] = ‘L‘;
a[3] = ‘L‘;
a[4] = ‘O‘;
```

Strings vs. Arrays

- Strings sind char Arrays
  - `char *s = “test“;`
    `char c = s[1];  // c = ‘e‘;`
- Aber es gibt wesentliche Unterschiede
  - Strings müssen \0 terminiert werden (d.h. 1 Zeichen länger)
  - Arrays haben feste Länge im Gegensatz zu Strings

- Hinweis: Man speichert Strings in Arrays.
  Muss aber mit der Länge vorsichtig sein.

  Gefahr: Bufferoverflows
  (Überschreiben von anderem Speicher)

Kommandozeilenparameter

Kommandozeilenparameter

Jedes C-Programm startet mit der Funktion `main`

```
int main (int argc, char *argv[]) {}
```

Main ist vom Typ int und hat bis zu drei Parameter:

- `int argc`
  Anzahl von Kommandozeilenparametern
- `char *argv[]`
  Array von Strings ⇨ Kommandozeilenparameter
- `char *envv[]  // optional`
  Array von Strings ⇨ Umgebungsparameter
- Rückgabewert wird vom Betriebssystem ausgewertet
  - Konvention Wert 0 bedeutet Programm zeigt keinen Fehler an
  - Konvention Werte != 0 bedeuten Programm hat Fehler erkannt

Kommandozeilenparameter 2

- Beispiel:

```
#include <stdio.h>
int main(int argc, char *argv[]) {
// entspricht        char **argv
   int i;
   for(i = 0; i < argc; i++) {
     printf("%d: %s\n", i, argv[i]);
   }
   return(0);
}
```

Eingabe

Formatierte Eingabe: scanf

Aufruf: `scanf(fmt, args)`

- `scanf()` liest von `stdin` (üblicherweise Tastatur) und versucht die Eingabe unter Kontrolle des Formatstrings `fmt` auf die Parameter `args` abzubilden
- Der Formatstring `fmt` ist eine Zeichenkette mit Leerzeichen
- Der Parameter `args` darf nicht fehlen
- Die Parameter `args` müssen den selben Typ haben, wie sie im Formatstring `fmt` angegeben sind
- Beispiele:
  - `int a, b; scanf("%d %d", &a, &b);`
  - `float x; scanf("%f", &x);`
  - `char a; scanf("%c", &a);`

Formatierte Eingabe: scanf

Aufruf: `int scanf(fmt, args)`

- RETURN VALUE von `scanf()`

  These functions return the number of input items successfully matched and assigned, which can be fewer than provided for, or even zero in the event of an early matching failure.

- D.h. Der Rückgabewert von scanf gibt an
  - Wenn erfolgreich: Wie viele Einträge erfolgreich gelesen wurden
  - Wenn nicht erfolgreich: -1 (EOF == End Of File)

Formatierte Eingabe: scanf

Aufruf: `int scanf(fmt, args)`

- RETURN VALUE von `scanf()`

  These functions return the number of input items successfully matched and assigned, which can be fewer than provided for, or even zero in the event of an early matching failure.

  The value EOF is returned if the end of input is reached before either the first successful conversion or a matching failure occurs. EOF is also returned if a read error occurs, in which case the error indicator for the stream (see ferror(3)) is set, and errno is set indicate the error.

Ein-/Ausgabekanäle

Ein-/Ausgabe

- Jedes laufende C-Programm (= Prozess) hat voreingestellt drei Kanäle für Ein-/Ausgabe:
  - `stdin` Standardeingabe, meist Tastatur
  - `stdout` Standardausgabe, meist Bildschirm
  - `stderr` Standardfehlerausgabe, meist Bildschirm

- Die Standardkanäle sind umlenkbar:

```
$ ./meinprog < InFile
$ ./meinprog > OutFile
```

- Die Standardkanäle sind kombinierbar:

```
$ ./meinprog1 | sort > OutFile
```

Ausgabe von ./meinprog1 als Eingabe für sort verwenden