

C Ein-/Ausgabe

C.1 Überblick

- E-/A-Funktionalität nicht Teil der Programmiersprache
- Realisierung durch "normale" Funktionen
 - Bestandteil der Standard-Funktionsbibliothek
 - einfache Programmierschnittstelle
 - effizient
 - portabel
 - betriebssystemnah
- Funktionsumfang
 - Öffnen/Schließen von Dateien
 - Lesen/Schreiben von Zeichen, Zeilen oder beliebigen Datenblöcken
 - Formatierte Ein-/Ausgabe

C.3 Öffnen und Schließen von Dateien

- Neben den Standard-E/A-Kanälen kann ein Programm selbst weitere E/A-Kanäle öffnen
 - Zugriff auf Dateien
- Öffnen eines E/A-Kanals
 - Funktion fopen
 - Prototyp:

```
FILE *fopen(char *name, char *mode);
```

name	Pfadname der zu öffnenden Datei
mode	Art, wie die Datei geöffnet werden soll
"r"	zum Lesen
"w"	zum Schreiben
"a"	append: Öffnen zum Schreiben am Dateiende
"rw"	zum Lesen und Schreiben
 - Ergebnis von fopen:
Zeiger auf einen Datentyp FILE, der einen Dateikanal beschreibt
im Fehlerfall wird ein NULL-Zeiger geliefert

C.2 Standard Ein-/Ausgabe

- Jedes C-Programm erhält beim Start automatisch 3 E-/A-Kanäle:
 - ◆ **stdin** Standardeingabe
 - normalerweise mit der Tastatur verbunden, Umlenkung durch <
 - Dateiende (EOF) wird durch Eingabe von CTRL-D am Zeilenanfang signalisiert
 - ◆ **stdout** Standardausgabe
 - normalerweise mit dem Bildschirm (bzw. dem Fenster, in dem das Programm gestartet wurde) verbunden, Umlenkung durch >
 - ◆ **stderr** Ausgabekanal für Fehlermeldungen
 - normalerweise ebenfalls mit Bildschirm verbunden
- automatische Pufferung
 - ◆ Eingabe von der Tastatur wird normalerweise vom Betriebssystem zeilenweise zwischengespeichert und erst bei einem NEWLINE-Zeichen ('\n') an das Programm übergeben!

C.3 Öffnen und Schließen von Dateien (2)

- Beispiel:

```
#include <stdio.h>

main(void) {
    FILE *eingabe;
    char dateiname[256];

    printf("Dateiname: ");
    scanf("%s\n", dateiname);

    if ((eingabe = fopen(dateiname, "r")) == NULL) {
        /* eingabe konnte nicht geöffnet werden */
        perror(dateiname); /* Fehlermeldung ausgeben */
        exit(1);          /* Programm abbrechen */
    }

    ... /* Programm kann jetzt von eingabe lesen */
    ... /* z. B. mit c =getc(eingabe) */
}
```
- Schließen eines E/A-Kanals

```
int fclose(FILE *fp)
```

 - schließt E/A-Kanal fp

C.4 Zeichenweise Lesen und Schreiben

■ Lesen eines einzelnen Zeichens

- ◆ von der Standardeingabe
- ◆ von einem Dateikanal

```
int getchar( )
```

```
int getc(FILE *fp )
```

- lesen das nächste Zeichen
- geben das gelesene Zeichen als `int`-Wert zurück
- geben bei Eingabe von `CTRL-D` bzw. am Ende der Datei `EOF` als Ergebnis zurück

■ Schreiben eines einzelnen Zeichens

- ◆ auf die Standardausgabe
- ◆ auf einen Dateikanal

```
int putchar(int c)
```

```
int putc(int c, FILE *fp )
```

- schreiben das im Parameter `c` übergebene Zeichen
- geben gleichzeitig das geschriebene Zeichen als Ergebnis zurück

C.4 Zeichenweise Lesen und Schreiben (3)

... Beispiel: copy-Programm
— Fortsetzung

```
/* ... */
while ( (c = getc(quelle)) != EOF ) {
    putc(c, ziel);
}

fclose(quelle);
fclose(ziel);
}
```

Teil 2: kopieren

C.4 Zeichenweise Lesen und Schreiben (2)

■ Beispiel: copy-Programm

```
#include <stdio.h>
main(int argc, char *argv[] ) {
    FILE *quelle;
    FILE *ziel;
    char quelldatei[256], zieldatei[256];
    int c;
    /* gerade kopiertes Zeichen */

    printf("Quelldatei und Zieldatei eingeben: ");
    scanf("%s %s\n", quelldatei, zieldatei);

    if ((quelle = fopen(uelldatei, "r")) == NULL) {
        perror(quelldatei); /* Fehlermeldung ausgeben */
        exit(1);          /* Programm abbrechen */
    }

    if ((ziel = fopen(zieldatei, "w")) == NULL) {
        perror(zieldatei); /* Fehlermeldung ausgeben */
        exit(1);          /* Programm abbrechen */
    }

    /* ... */
}
```

Teil 1: Dateien öffnen

C.5 Formatierte Ausgabe

1 Bibliotheksfunktionen — Prototypen (Schnittstelle)

```
int printf(char *format, /* Parameter */ ... );
int fprintf(FILE *fp, char *format, /* Parameter */ ... );
int sprintf(char *s, char *format, /* Parameter */ ... );
int snprintf(char *s, int n, char *format, /* Parameter */ ... );
```

■ Die statt ... angegebenen Parameter werden entsprechend der Angaben im `format`-String ausgegeben

- bei `printf` auf der Standardausgabe
- bei `fprintf` auf dem Dateikanal `fp` (für `fp` kann auch `stdout` oder `stderr` eingesetzt werden)
- `sprintf` schreibt die Ausgabe in das `char`-Feld `s` (achtet dabei aber nicht auf das Feldende -> potentielle Sicherheitsprobleme!)
- `snprintf` arbeitet analog, schreibt aber maximal nur `n` Zeichen (`n` sollte natürlich nicht größer als die Feldgröße sein)

2 Formatangaben

- Zeichen im `format`-String können verschiedene Bedeutung haben
 - ▶ normale Zeichen: werden einfach auf die Ausgabe kopiert
 - ▶ Escape-Zeichen: z. B. `\n` oder `\t`, werden durch die entsprechenden Zeichen (hier Zeilenvorschub bzw. Tabulator) bei der Ausgabe ersetzt
 - ▶ Format-Anweisungen: beginnen mit `%`-Zeichen und beschreiben, wie der dazugehörige Parameter in der Liste nach dem `format`-String aufbereitet werden soll
- Format-Anweisungen
 - `%d, %i` `int` Parameter als Dezimalzahl ausgeben
 - `%f` `float` oder `double` Parameter wird als Fließkommazahl (z. B. 271.456789) ausgegeben
 - `%e` `float` oder `double` Parameter wird als Fließkommazahl in 10er-Potenz-Schreibweise (z. B. 2.714567e+02) ausgegeben
 - `%c` `char`-Parameter wird als einzelnes Zeichen ausgegeben
 - `%s` `char`-Feld wird ausgegeben, bis `'\0'` erreicht ist

2 Bearbeitung der Eingabe-Daten

- *White space* (Space, Tabulator oder Newline `\n`) bildet jeweils die Grenze zwischen Daten, die interpretiert werden
 - ▶ *white space* wird in beliebiger Menge einfach überlesen
 - ▶ Ausnahme: bei Format-Anweisung `%c` wird auch *white space* eingelesen
- Alle anderen Daten in der Eingabe müssen zum `format`-String passen oder die Interpretation der Eingabe wird abgebrochen
 - ▶ wenn im `format`-String normale Zeichen angegeben sind, müssen diese exakt so in der Eingabe auftauchen
 - ▶ wenn im `format`-String eine Format-Anweisung (`%...`) angegeben ist, muß in der Eingabe etwas hierauf passendes auftauchen
 - ➔ diese Daten werden dann in den entsprechenden Typ konvertiert und über den zugehörigen Zeiger-Parameter der Variablen zugewiesen
- Die `scanf`-Funktionen liefern als Ergebnis die Zahl der erfolgreich an die Parameter zugewiesenen Werte

C.6 Formatierte Eingabe

1 Bibliotheksfunktionen — Prototypen (Schnittstelle)

```
int scanf(char *format, /* Parameter */ ...);  
int fscanf(FILE *fp, char *format, /* Parameter */ ...);  
int sscanf(char *s, const char *format, /* Parameter */ ...);
```

- Die Funktionen lesen Zeichen von `stdin` (`scanf`), `fp` (`fscanf`) bzw. aus dem `char`-Feld `s`.
- `format` gibt an, welche Daten hiervon extrahiert und in welchen Datentyp konvertiert werden sollen
- Die folgenden Parameter sind Zeiger auf Variablen der passenden Datentypen (bzw. `char`-Felder bei Format `%s`), in die die Resultate eingetragen werden
- relativ komplexe Funktionalität, hier nur Kurzüberblick für Details siehe Manual-Seiten

3 Format-Anweisungen

<code>%d</code>	<code>int</code>
<code>%hd</code>	<code>short</code>
<code>%ld</code>	<code>long int</code>
<code>%lld</code>	<code>long long int</code>
<code>%f</code>	<code>float</code>
<code>%lf</code>	<code>double</code>
<code>%Lf</code>	<code>long double</code>
analog auch <code>%e</code> oder <code>%g</code>	
<code>%c</code>	<code>char</code>
<code>%s</code>	String, wird automatisch mit <code>'\0'</code> abgeschl.

- nach `%` kann eine Zahl folgen, die die maximale Feldbreite angibt
 - `%3d` = 3 Ziffern lesen
 - `%5c` = 5 char lesen (Parameter muß dann Zeiger auf `char`-Feld sein)
 - ▶ `%5c` überträgt exakt 5 char (hängt aber kein `'\0'` an!)
 - ▶ `%5s` liest max. 5 char (bis *white space*) und hängt `'\0'` an

■ Beispiele:

```
int a, b, c, d, n;  
char s1[20]="XXXXXX", s2[20];  
n = scanf("%d %2d %3d %5c %s %d",  
         &a, &b, &c, s1, s2, &d);  
Eingabe: 12 1234567 sowas hmmm  
Ergebnis: n=5, a=12, b=12, c=345  
s1="67 soX", s2="was"
```