

H Ein-/Ausgabe

H.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

H.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!

H.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

H.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**

H.4 Zeichenweise Lesen und Schreiben

■ Lesen eines einzelnen Zeichens

◆ von der Standardeingabe

```
int getchar( )
```

◆ von einem Dateikanal

```
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

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

◆ auf einen Dateikanal

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

- schreiben das im Parameter **c** übergeben Zeichen
- geben gleichzeitig das geschriebene Zeichen als Ergebnis zurück

H.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;

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

    if ((quelle = fopen(quelldatei, "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

H.4 Zeichenweise Lesen und Schreiben (3)

... Beispiel: copy-Programm
— Fortsetzung

```
/* ... */                                     Teil 2: kopieren
while ( (c = getc(quelle)) != EOF ) {
    putc(c, ziel);
}
fclose(quelle);
fclose(ziel);
}
```

H.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

H.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

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

3 Format-Anweisungen

%d int
%hd short
%ld long int
%lld long long int

%f float
%lf double
%Lf long double
 analog auch **%e** oder **%g**

%c char
%s String, wird
 automatisch mit
 '**\0**' 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 hmm**

Ergebnis: n=5, a=12, b=12, c=345

s1="**67 soX**", s2="**was**"