

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.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

- 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.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

C.4 Zeichenweise Lesen und Schreiben

■ Lesen eines einzelnen Zeichens

◆ von der Standardeingabe

```
int getchar( )
```

- 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

◆ von einem Dateikanal

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

■ 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

Systemprogrammierung (Lehramt)

© Jürgen Kleinöder • Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2005

C-EA.fm 2004-05-04 12.27

C.5

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlagen, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

C.4 Zeichenweise Lesen und Schreiben (3)

C.4 Zeichenweise Lesen und Schreiben

... Beispiel: copy-Programm
— Fortsetzung

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

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

Teil 2: kopieren

Systemprogrammierung (Lehramt)

© Jürgen Kleinöder • Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2005

C-EA.fm 2004-05-04 12.27

C.7

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlagen, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

C.4 Zeichenweise Lesen und Schreiben (2)

C.4 Zeichenweise Lesen und Schreiben

■ 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(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

Systemprogrammierung (Lehramt)

© Jürgen Kleinöder • Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2005

C-EA.fm 2004-05-04 12.27

C.6

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlagen, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

C.5 Formatierte Ausgabe

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)

Systemprogrammierung (Lehramt)

© Jürgen Kleinöder • Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2005

C-EA.fm 2004-05-04 12.27

C.8

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlagen, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

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>	int
<code>%hd</code>	short
<code>%ld</code>	long int
<code>%lld</code>	long long int
<code>%f</code>	float
<code>%lf</code>	double
<code>%Lf</code>	long double
analog auch <code>%e</code> oder <code>%g</code>	

- 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"