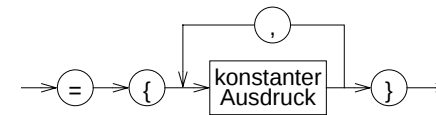


10 Überblick über die 2. Übung

- Felder
- Strukturen
- Ein- /Ausgabe
- Fehlerbehandlung
- Dynamische Speicherverwaltung, Teil 2
- Portable Programme
- Literatur zur C-Programmierung:
 - ◆ P. A. Darnell, P. E. Margolis. *C: A Software Engineering Approach*. Springer Verlag, Februar 1996, ISBN: 0387946756

11.2 Initialisierung eines Feldes



- Ein Feld kann durch eine Liste von konstanten Ausdrücken, die durch Komma getrennt sind, initialisiert werden

```
int prim[4] = {2, 3, 5, 7};
char name[5] = {'0', 't', 't', 'o', '\0'};
```

- wird die explizite Felddimensionierung weggelassen, so bestimmt die Zahl der Initialisierungskonstanten die Feldgröße

```
int prim[] = {2, 3, 5, 7};
char name[] = {'0', 't', 't', 'o', '\0'};
```

- werden zu wenig Initialisierungskonstanten angegeben, so werden die restlichen Elemente mit 0 initialisiert

11 Felder

11.1 Eindimensionale Felder

- eine Reihe von Daten desselben Typs kann zu einem **Feld** zusammengefaßt werden
- bei der Definition wird die Anzahl der Feldelemente angegeben, die Anzahl ist konstant!
- der Zugriff auf die Elemente erfolgt durch **Indizierung**, beginnend bei Null
- Definition eines Feldes



- Beispiele:

```
int x[5];
double f[20];
```

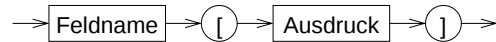
11.2 ... Initialisierung eines Feldes (2)

- Felder des Typs **char** können auch durch String-Konstanten initialisiert werden

```
char name1[5] = "Otto";
char name2[] = "Otto";
```

11.3 Zugriffe auf Feldelemente

■ Indizierung:



wobei: $0 \leq \text{Wert}(\text{Ausdruck}) < \text{Feldgröße}$

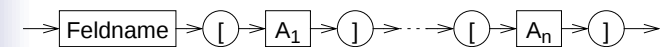
■ Beispiele:

```

prim[0] == 2
prim[1] == 3
name[1] == 't'
name[4] == '\0'
  
```

11.4.1 Zugriffe auf Feldelemente

■ Indizierung:



wobei: $0 \leq A_i < \text{Größe der Dimension } i \text{ des Feldes}$
 $n = \text{Anzahl der Dimensionen des Feldes}$

■ Beispiel:

```

int feld[5][8];
feld[2][3] = 10;
  
```

♦ ist äquivalent zu:

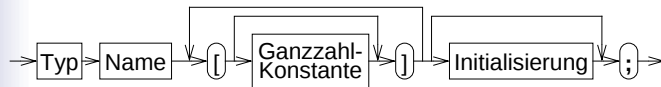
```

int feld[5][8];
int *f1;
f1 = (int*)feld;
feld[2*8 + 3] = 10;
  
```

11.4 Mehrdimensionale Felder

■ neben eindimensionalen Felder kann man auch mehrdimensionale Felder vereinbaren

■ Definition eines mehrdimensionalen Feldes



■ Beispiel:

```
int matrix[4][4];
```

11.4.2 Initialisierung eines mehrdimensionalen Feldes

■ ein mehrdimensionales Feld kann - wie ein eindimensionales Feld - durch eine Liste von konstanten Werten, die durch Komma getrennt sind, initialisiert werden

■ wird die explizite Felddimensionierung weggelassen, so bestimmt die Zahl der Initialisierungskonstanten die Größe des Feldes

■ Beispiel:

```

int feld[3][4] = {
    { 1, 3, 5, 7 }, /* feld[0][0-3] */
    { 2, 4, 6 }    /* feld[1][0-2] */
};
feld[1][3] und feld[2][0-3] werden in dem Beispiel nicht initialisiert!
  
```

11.5 Eindimensionale Felder als Funktionsparameter

Felder

- ganze Felder können in C **nicht** *by-value* übergeben werden
- wird einer Funktion der Feldname als Parameter übergeben, kann sie in gleicher Weise wie der Aufrufer auf die Feldelemente zugreifen (und diese verändern!)
- bei der Deklaration des formalen Parameters wird die Feldgröße weggelassen
 - die Feldgröße ist automatisch durch den aktuellen Parameter gegeben
 - ggf. ist die Feldgröße über einen weiteren **int**-Parameter der Funktion explizit mitzuteilen
 - die Länge von Zeichenketten in **char**-Feldern kann normalerweise durch Suche nach dem **\0**-Zeichen bestimmt werden
- wird ein Feldparameter als **const** deklariert, können die Feldelemente innerhalb der Funktion nicht verändert werden

Ü-SP1

11.5.1 Beispiele (2)

Felder

- Konkateniere Strings

```
void strcat(char to[], const char from[])
{
    int i=0, j=0;
    while (to[i] != '\0') i++;
    while ( (to[i++] = from[j++]) != '\0' )
        ;
}
```

- Funktionsaufruf mit Feld-Parametern

- als aktueller Parameter beim Funktionsaufruf wird einfach der Feldname angegeben

```
char s1[50] = "text1";
char s2[] = "text2";
strcat(s1, s2); /* → s1= "text1text2" */
strcat(s1, "text3"); /* → s1= "text1text2text3" */
```

Ü-SP1

11.5.1 Beispiele

Felder

- Bestimmung der Länge einer Zeichenkette (*String*)

```
int strlen(const char string[])
{
    int i=0;
    while (string[i] != '\0') ++i;
    return(i);
}
```

Ü-SP1

11.6 Zeiger und Felder

Felder

- ein Feldname ist ein konstanter Zeiger auf das erste Element des Feldes
- im Gegensatz zu einer Zeigervariablen kann sein Wert nicht verändert werden
- es gilt:

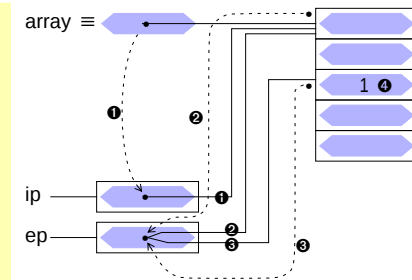
```
int array[5];

int *ip = array; ①

int *ep;
ep = &array[0]; ②

ep = &array[2]; ③

*ep = 1; ④
```



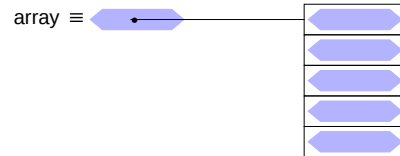
Ü-SP1

11.6 Zeiger und Felder

Felder

- ein Feldname ist ein konstanter Zeiger auf das erste Element des Feldes
- im Gegensatz zu einer Zeigervariablen kann sein Wert nicht verändert werden
- es gilt:

```
int array[5];
```



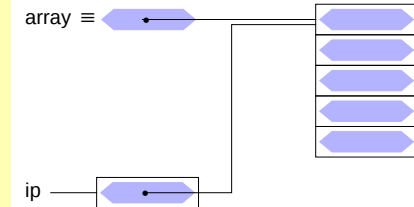
11.6 Zeiger und Felder

Felder

- ein Feldname ist ein konstanter Zeiger auf das erste Element des Feldes
- im Gegensatz zu einer Zeigervariablen kann sein Wert nicht verändert werden
- es gilt:

```
int array[5];
```

```
int *ip = array; ❶
```



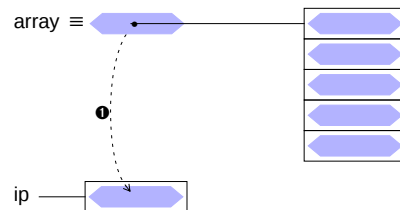
11.6 Zeiger und Felder

Felder

- ein Feldname ist ein konstanter Zeiger auf das erste Element des Feldes
- im Gegensatz zu einer Zeigervariablen kann sein Wert nicht verändert werden
- es gilt:

```
int array[5];
```

```
int *ip = array; ❶
```



11.6 Zeiger und Felder

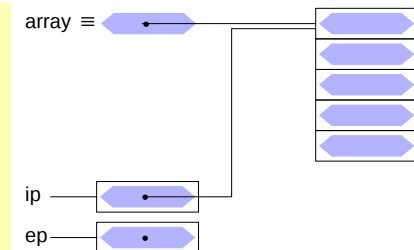
Felder

- ein Feldname ist ein konstanter Zeiger auf das erste Element des Feldes
- im Gegensatz zu einer Zeigervariablen kann sein Wert nicht verändert werden
- es gilt:

```
int array[5];
```

```
int *ip = array;
```

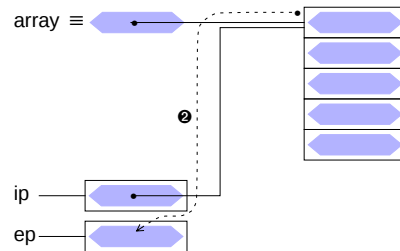
```
int *ep;
```



11.6 Zeiger und Felder

- ein Feldname ist ein konstanter Zeiger auf das erste Element des Feldes
- im Gegensatz zu einer Zeigervariablen kann sein Wert nicht verändert werden
- es gilt:

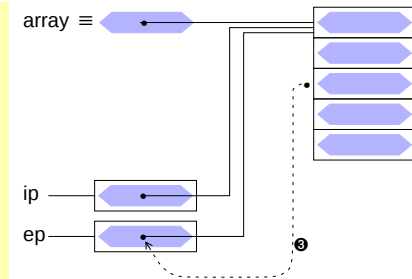
```
int array[5];
int *ip = array;
int *ep;
ep = &array[0]; ②
```



11.6 Zeiger und Felder

- ein Feldname ist ein konstanter Zeiger auf das erste Element des Feldes
- im Gegensatz zu einer Zeigervariablen kann sein Wert nicht verändert werden
- es gilt:

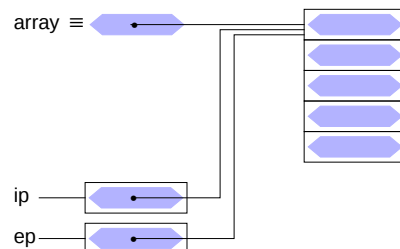
```
int array[5];
int *ip = array;
int *ep;
ep = &array[2]; ③
```



11.6 Zeiger und Felder

- ein Feldname ist ein konstanter Zeiger auf das erste Element des Feldes
- im Gegensatz zu einer Zeigervariablen kann sein Wert nicht verändert werden
- es gilt:

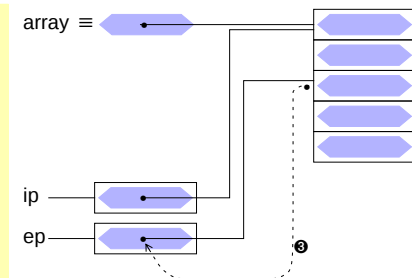
```
int array[5];
int *ip = array;
int *ep;
ep = &array[0]; ②
```



11.6 Zeiger und Felder

- ein Feldname ist ein konstanter Zeiger auf das erste Element des Feldes
- im Gegensatz zu einer Zeigervariablen kann sein Wert nicht verändert werden
- es gilt:

```
int array[5];
int *ip = array;
int *ep;
ep = &array[2]; ③
```



11.6 Zeiger und Felder

Felder

- ein Feldname ist ein konstanter Zeiger auf das erste Element des Feldes
- im Gegensatz zu einer Zeigervariablen kann sein Wert nicht verändert werden
- es gilt:

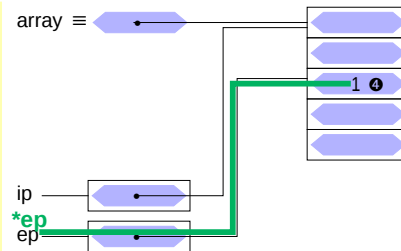
```
int array[5];

int *ip = array;

int *ep;
ep = &array[0];

ep = &array[2];

*ep = 1; ④
```

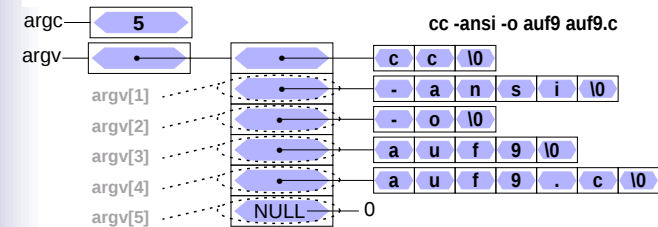


11.7 Kommandozeilenparameter

Felder

- das folgende Programmstück gibt alle Argumente der Kommandozeile aus (außer dem Kommandonamen)

```
int main (int argc, char *argv[]) {
    int i;
    for ( i=1; i<argc; i++) {
        printf("%s%c", argv[i],
            (i < argc-1) ? ' ' : '\n' );
    }
    ...
}
```



11.6 Zeiger und Felder

Felder

- ein Feldname ist ein konstanter Zeiger auf das erste Element des Feldes
- im Gegensatz zu einer Zeigervariablen kann sein Wert nicht verändert werden
- es gilt:

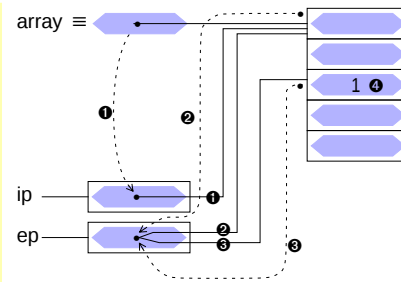
```
int array[5];

int *ip = array; ①

int *ep;
ep = &array[0]; ②

ep = &array[2]; ③

*ep = 1; ④
```



12 Strukturen

Strukturen

- Initialisierung
- Strukturen als Funktionsparameter
- Felder von Strukturen
- Zeiger auf Strukturen

12.1 Initialisieren von Strukturen

- Strukturen können — wie Variablen und Felder — bei der Definition initialisiert werden
- Beispiele

```
struct student stud1 = {
    "Meier", "Hans", "24.01.1970", 1533180, 5, 'n'
};

struct komplex c1 = {1.2, 0.8}, c2 = {0.5, 0.33};
```

- !!! **Vorsicht**
bei Zugriffen auf eine Struktur werden die Komponenten durch die Komponentennamen identifiziert,
bei der Initialisierung jedoch nur durch die Position
- potentielle Fehlerquelle bei Änderungen der Strukturtyp-Deklaration

12.3 Felder von Strukturen

- Von Strukturen können — wie von normale Datentypen — Felder gebildet werden
- Beispiel

```
struct student gruppe8[35];
int i;
for (i=0; i<35; i++) {
    printf("Nachname %d. Stud.: ", i);
    scanf("%s", gruppe8[i].nachname);
    ...
    gruppe8[i].gruppe = 8;

    if (gruppe8[i].matrnr < 1500000) {
        gruppe8[i].best = 'y';
    } else {
        gruppe8[i].best = 'n';
    }
}
```

12.2 Strukturen als Funktionsparameter

- Strukturen können wie normale Variablen an Funktionen übergeben werden
 - ◆ Übergabesemantik: **call by value**
 - Funktion erhält eine Kopie der Struktur
 - auch wenn die Struktur ein Feld enthält, wird dieses komplett kopiert!
- !!! Unterschied zur direkten Übergabe eines Feldes
- Strukturen können auch Ergebnis einer Funktion sein
 - Möglichkeit mehrere Werte im Rückgabeparameter zu transportieren
- Beispiel

```
struct komplex komp_add(struct komplex x, struct komplex y) {
    struct komplex ergebnis;
    ergebnis.re = x.re + y.re;
    ergebnis.im = x.im + y.im;
    return(ergebnis);
}
```

12.4 Zeiger auf Felder von Strukturen

- Ergebnis der Addition/Subtraktion abhängig von Zeigertyp!
- Beispiel

```
struct student gruppe8[35];
struct student *gp1, *gp2;

gp1 = gruppe8; /* gp1 zeigt auf erstes Element des Arrays */
printf("Nachname des ersten Studenten: ", gp->nachname);

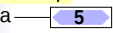
gp2 = gp1 + 1; /* gp2 zeigt auf zweite Element des Arrays */
printf("Nachname des zweiten Studenten: ", gp->nachname);

printf("Byte-Differenz: ", (char*)gp2 - (char*)gp1);
```

12.5 Zusammenfassung

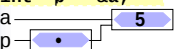
■ Variable

```
int a;
```



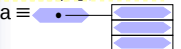
■ Zeiger

```
int *p = &a;
```



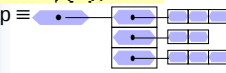
■ Feld

```
int a[3];
```



■ Feld von Zeigern

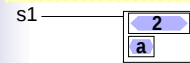
```
int *p[3];
```



■ Struktur

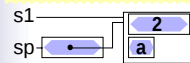
```
struct s {int a; char c;};
```

```
struct s s1 = {2, 'a'};
```



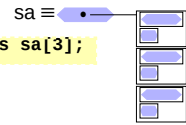
■ Zeiger auf Struktur

```
struct s *sp = &s1;
```



■ Feld von Strukturen

```
struct s sa[3];
```



14 Ein-/Ausgabe

■ 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

13 Zeiger auf Funktionen

■ Datentyp: Zeiger auf Funktion

◆ Variablendef.: `<Rückgabedatentyp> (*<Variablenname>)(<Parameter>);`

```
int (*fptr)(int, char*);
```

```
int test1(int a, char *s) { printf("1: %d %s\n", a, s); }
int test2(int a, char *s) { printf("2: %d %s\n", a, s); }
```

```
fptr = test1;
```

```
fptr(42, "hallo");
```

```
fptr = test2;
```

```
fptr(42, "hallo");
```

14.1 Standard Ein-/Ausgabe

■ Jedes C-Programm erhält beim Start automatisch 3 E-/A-Kanäle:

◆ **stdin** Standardeingabe

- normalerweise mit der Tastatur verbunden
- Dateiende (**EOF**) wird durch Eingabe von **CTRL-D** am Zeilenanfang signalisiert
- bei Programmaufruf in der Shell auf Datei umlenkbar
prog <eingabedatei
(bei Erreichen des Dateiendes wird **EOF** signalisiert)

◆ **stdout** Standardausgabe

- normalerweise mit dem Bildschirm (bzw. dem Fenster, in dem das Programm gestartet wurde) verbunden
- bei Programmaufruf in der Shell auf Datei umlenkbar
prog >ausgabedatei

◆ **stderr** Ausgabekanal für Fehlermeldungen

- normalerweise ebenfalls mit Bildschirm verbunden

14.1 Standard Ein-/Ausgabe (2)

■ Pipes

- ◆ die Standardausgabe eines Programms kann mit der Standardeingabe eines anderen Programms verbunden werden

➤ Aufruf

prog1 | prog2

- ! Die Umlenkung von Standard-E/A-Kanäle ist für die aufgerufenen Programme völlig unsichtbar

■ automatische Pufferung

- ◆ Eingabe von der Tastatur wird normalerweise vom Betriebssystem zeilenweise zwischengespeichert und erst bei einem **NEWLINE**-Zeichen ('\n') an das Programm übergeben!

14.2 Öffnen und Schließen von Dateien (2)

■ Beispiel:

```
#include <stdio.h>

int main(int argc, char *argv[]) {
    FILE *eingabe;

    if (argv[1] == NULL) {
        fprintf(stderr, "keine Eingabedatei angegeben\n");
        exit(1);
    }

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

    ... /* Programm kann jetzt von eingabe lesen */
}
```

■ Schließen eines E/A-Kanals

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

➤ schließt E/A-Kanal fp

14.2 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:

```
#include <stdio.h>
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

14.3 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

14.3 Zeichenweise Lesen und Schreiben

- Beispiel: copy-Programm, Aufruf: **copy Quelldatei Zieldatei**

```
#include <stdio.h>                                Teil 1: Aufrufargumente
                                                    auswerten
int main(int argc, char *argv[]) {
    FILE *quelle, *ziel;
    int c;                                           /* gerade kopiertes Zeichen */

    if (argc < 3) { /* Fehlermeldung, Abbruch */ }

    if ((quelle = fopen(argv[1], "r")) == NULL) {
        perror(argv[1]); /* Fehlermeldung ausgeben */
        exit(EXIT_FAILURE); /* Programm abbrechen */
    }

    if ((ziel = fopen(argv[2], "w")) == NULL) {
        /* Fehlermeldung, Abbruch */
    }

    while ( (c = getc(quelle)) != EOF ) {
        putc(c, ziel);
    }

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

14.5 Formatierte Ausgabe

- 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 -> Pufferüberlauf möglich!)
 - **snprintf** arbeitet analog, schreibt aber maximal nur **n** Zeichen (**n** sollte natürlich nicht größer als die Feldgröße sein)

14.4 Zeilenweise Lesen und Schreiben

- Lesen einer Zeile von der Standardeingabe

```
char *fgets(char *s, int n, FILE *fp)
```

- liest Zeichen von Dateikanal **fp** in das Feld **s** bis entweder **n-1** Zeichen gelesen wurden oder **'\n'** oder **EOF** gelesen wurde
- **s** wird mit **'\0'** abgeschlossen (**'\n'** wird nicht entfernt)
- gibt bei **EOF** oder Fehler **NULL** zurück, sonst **s**
- für **fp** kann **stdin** eingesetzt werden, um von der Standardeingabe zu lesen

- Schreiben einer Zeile

```
int fputs(char *s, FILE *fp)
```

- schreibt die Zeichen im Feld **s** auf Dateikanal **fp**
- für **fp** kann auch **stdout** oder **stderr** eingesetzt werden
- als Ergebnis wird die Anzahl der geschriebenen Zeichen geliefert

14.5 Formatierte Ausgabe

- 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** Parameter wird als Fließkommazahl (z. B. 271.456789) ausgegeben
- %e** **float** 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

14.6 Formatierte Eingabe

■ 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

14.6 Formatierte Eingabe

%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 %d %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"

14.6 Formatierte Eingabe

- *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

15 Fehlerbehandlung

- Fast jeder Systemcall/Bibliotheksaufruf kann fehlschlagen
 - ◆ Fehlerbehandlung unumgänglich!
- Vorgehensweise:
 - ◆ Rückgabewerte von Systemcalls/Bibliotheksaufrufen abfragen
 - ◆ Im Fehlerfall (meist durch Rückgabewert -1 angezeigt): Fehlercode steht in der globalen Variable **errno**
- Fehlermeldung kann mit der Funktion **perror** auf die Standardausgabe ausgegeben werden:

```
#include <errno.h>
void perror(const char *s);
```

16 Dynamische Speicherverwaltung

- Erzeugen von Feldern der Länge *n*:

- ◆ mittels: `void *malloc(size_t size)`

```
struct person *personen;
personen = (struct person *)malloc(sizeof(struct person)*n);
if(personen == NULL) ...
```

- ◆ mittels: `void *calloc(size_t nelem, size_t elsize)`

```
struct person *personen;
personen = (struct person *)calloc(n, sizeof(struct person));
if(person == NULL) ...
```

- ◆ `calloc` initialisiert den Speicher mit 0

- ◆ `malloc` initialisiert den Speicher nicht

- ◆ explizite Initialisierung mit `void *memset(void *s, int c, size_t n)`

```
memset(personen, 0, sizeof(struct person)*n);
```

17 Portable Programme

- 1. Verwenden der standardisierten Programmiersprache ANSI-C

- ◆ gcc-Aufrufoptionen

```
-ansi -pedantic
```

- 2. Verwenden einer standardisierten Betriebssystemschnittstelle, z.B. POSIX

- ◆ gcc-Aufrufoption

```
-D_POSIX_SOURCE
```

- ◆ oder `#define` im Programmtext

```
#define _POSIX_SOURCE
```

- Programm sollte sich mit folgenden gcc-Aufruf compilieren lassen

```
gcc -ansi -pedantic-errors -D_POSIX_SOURCE -Wall -Werror
```

16 Dynamische Speicherverwaltung

- Verlängern von Feldern, die durch `malloc` bzw. `realloc` erzeugt wurden:

```
void *realloc(void *ptr, size_t size)
```

```
neu = (struct person *)realloc(personen,
                               (n+10) * sizeof(struct person));
if(neu == NULL) ...
```

17.1 POSIX

- Standardisierung der Betriebssystemschnittstelle: Portable Operating System Interface (IEEE Standard 1003.1)

- POSIX.1 wird von verschiedenen Betriebssystemen implementiert:

- ◆ SUN Solaris 2.6

- ◆ SGI Irix 6.2/6.4

- ◆ DIGITAL Unix 4.0

- ◆ Linux (größtenteils POSIX, zertifizierte Version von Fa. Unix)

- ◆ Windows NT (Posix Subsystem)

- ◆ ...

17.3 XOPEN / Unix98

- Die Open Group
 - ◆ Eigentümer des Markenzeichens "UNIX"
 - ◆ Erstellen Spezifikationen (Systemaufruf-Schnittstellen, Programme, ...)
- Hersteller können für ihr Betriebssystem ein "Branding" erwerben
- The Single UNIX® Specification (UNIX 95)
 - ◆ enthält STREAMS, Sockets, XTI, POSIX.1, BSD und SVID Schnittstellen
 - ◆ Solaris 2.5 and 2.5.1, HP-UX 10.10, IBM AIX 4.2, Digital Unix 4
- The Single UNIX® Specification, Version 2 (Unix98)
 - ◆ <http://www.opengroup.org/onlinepubs/007908799/>
 - ◆ http://www4/Lehre/WS00/V_SP1/Uebung/xopen/susv2/
 - ◆ Unix98-Erweiterungen mit: **#define _XOPEN_SOURCE 500**

18 Systemaufrufe vs. Bibliotheksaufrufe

Systemaufrufe vs. Bibliotheksaufrufe

