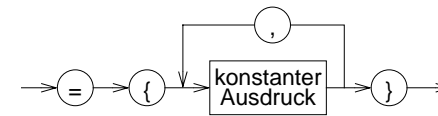


10 Überblick über die 2. Übung

- 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] = {'O', '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[] = {'O', '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];
```

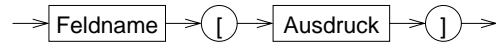
## 11.2 ... Initialisierung eines Feldes (2)

- 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:

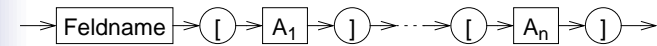
```

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:

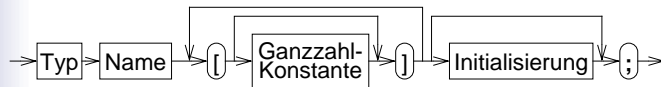
```

int feld[5][8];
int *f1;
f1 = (int*)feld;
f1[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 mit 0 initialisiert!

```

## 11.5 Eindimensionale Felder als Funktionsparameter

- 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

## 11.5.1 Beispiele (2)

- 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" */
```

## 11.5.1 Beispiele

- Bestimmung der Länge einer Zeichenkette (*String*)

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

## 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:

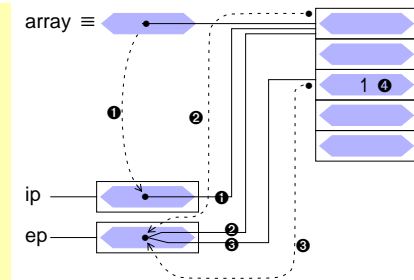
```
int array[5];

int *ip = array; ①

int *ep;
ep = &array[0]; ②

ep = &array[2]; ③

*ep = 1; ④
```

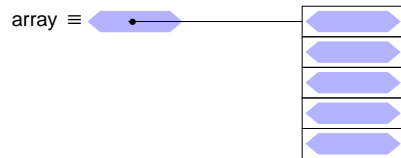


## 11.6 Zeiger und Felder

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];
```



Ü-SP1

Übungen zur Systemprogrammierung 1

© Michael Goim, Jürgen Kleinöder • Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2002

2001-11-28 11.23

64

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

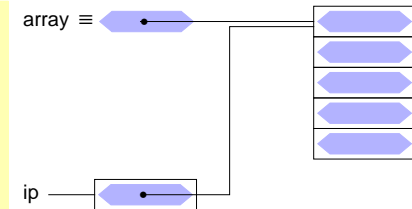
## 11.6 Zeiger und Felder

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
```



Ü-SP1

Übungen zur Systemprogrammierung 1

© Michael Goim, Jürgen Kleinöder • Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2002

2001-11-28 11.23

66

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

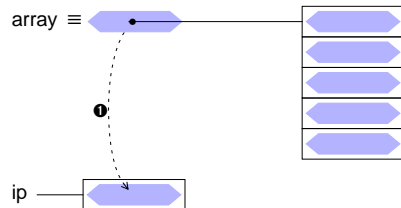
## 11.6 Zeiger und Felder

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
```



Ü-SP1

Übungen zur Systemprogrammierung 1

© Michael Goim, Jürgen Kleinöder • Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2002

2001-11-28 11.23

65

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

## 11.6 Zeiger und Felder

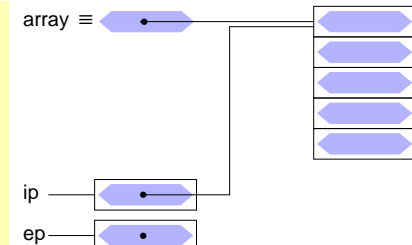
Felder

- 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;
```



Ü-SP1

Übungen zur Systemprogrammierung 1

© Michael Goim, Jürgen Kleinöder • Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2002

2001-11-28 11.23

67

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

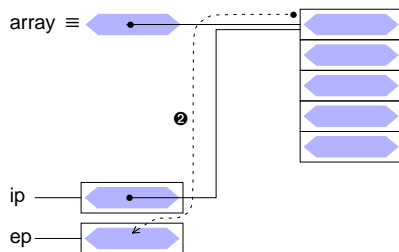
## 11.6 Zeiger und Felder

- 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
```



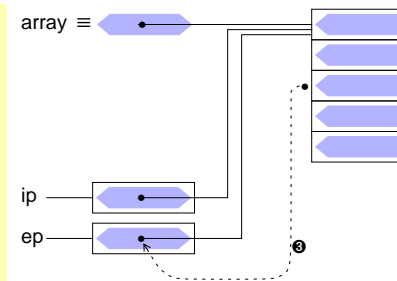
## 11.6 Zeiger und Felder

- 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
```



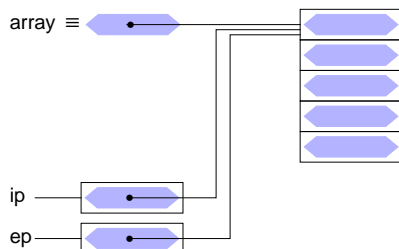
## 11.6 Zeiger und Felder

- 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
```



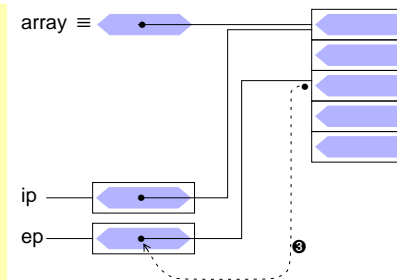
## 11.6 Zeiger und Felder

- 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:

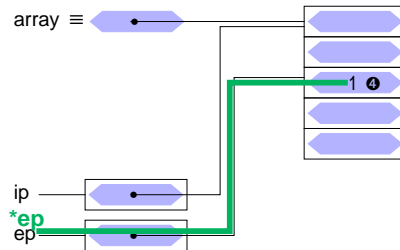
```
int array[5];

int *ip = array;

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

ep = &array[2];

*ep = 1;
```



Ü-SP1

Übungen zur Systemprogrammierung 1

© Michael Golin, Jürgen Kleinöder • Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2002

2001-11-28 11.23

72

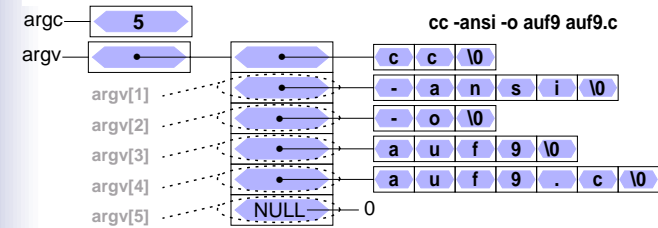
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlagen, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

## 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');
 }
 ...
}
```



Ü-SP1

Übungen zur Systemprogrammierung 1

© Michael Golin, Jürgen Kleinöder • Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2002

2001-11-28 11.23

74

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

## 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:

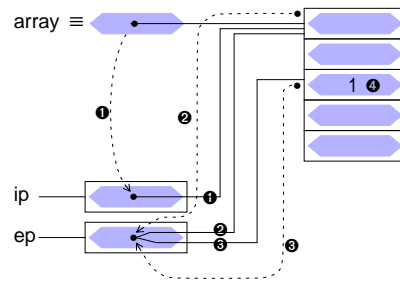
```
int array[5];

int *ip = array; ①

int *ep;
ep = &array[0]; ②

ep = &array[2]; ③

*ep = 1; ④
```



Ü-SP1

Übungen zur Systemprogrammierung 1

© Michael Golin, Jürgen Kleinöder • Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2002

2001-11-28 11.23

73

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

## 12 Strukturen

Strukturen

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

Ü-SP1

Übungen zur Systemprogrammierung 1

© Michael Golin, Jürgen Kleinöder • Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2002

2001-11-28 11.23

75

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

## 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: %s", gp1->nachname);


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

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

## 12.5 Zusammenfassung

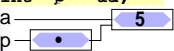
## ■ Variable

```
int a;
a — 5
```




## ■ Zeiger

```
int *p = &a;
a — 5
p — [•] —> 5
```




## ■ Feld

```
int a[3];
a ≡ [•] [•] [•]
```




## ■ Feld von Zeigern

```
int *p[3];
p ≡ [•] [•] [•]
```



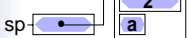
## ■ Struktur

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



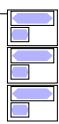
## ■ Zeiger auf Struktur

```
struct s *sp = &s1;
s1 — [2] [a]
sp — [•] —> s1
```



## ■ Feld von Strukturen

```
sa ≡ [•] [•] [•]
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.: `<Rückgabety> (*<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 **NEUZEILE**-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); /* Programm abbrechen */
 }

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

 ... /* 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);
```

|             |                                           |
|-------------|-------------------------------------------|
| <b>name</b> | Pfadname der zu öffnenden Datei           |
| <b>mode</b> | 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>
int main(int argc, char *argv[] {
 FILE *quelle, *ziel;
 int c;
 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) {
 putchar(c, ziel);
 }
 fclose(quelle);
 fclose(ziel);
}
```

Teil 1: Aufrufargumente auswerten

## 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

|                                                  |                                                          |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <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> |                                                          |
| <code>%c</code>                                  | char                                                     |
| <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 %d %d %c %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"

## 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/Bibliotheksaufwurf 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 Fehlerausgabe 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 Felder, die durch `malloc` bzw. `realloc` erzeugt wurden:

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

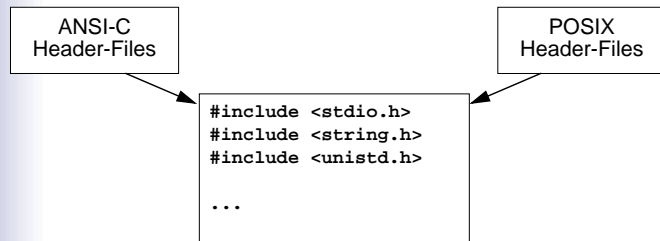
```
neu = (struct person *)realloc(personen,
 (n+10) * sizeof(struct person));
if(neu == NULL) ...
```

## 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. Unifix)
  - ◆ Windows NT (Posix Subsystem)
  - ◆ ...

## 17.2 Header-Files: ANSI und POSIX

- In den Standards ANSI-C und POSIX.1 sind Header-Files definiert, mit
  - ◆ Funktionsprototypen
  - ◆ typedefs
  - ◆ Makros und Defines
  - ◆ Wenn in der Aufgabenstellung nicht anders angegeben, sollen ausschließlich diese Header-Files verwendet werden.



## 17.2.2 POSIX Header-Files

- **dirent.h:** opendir(), readdir(), rewinddir(), closedir()
- **fcntl.h:** open(), creat(), fcntl()
- **grp.h:** getgrgid(), getgrnam()
- **pwd.h:** getpwuid(), getpwnam()
- **setjmp.h:** sigsetjmp(), siglongjmp()
- **signal.h:** kill(), sigemptyset(), sigfillset(), sigaddset(), sigdelset(), sigismember(), sigaction, sigprocmask(), sigpending(), sigsuspend()
- **stdio.h:** ctermid(), fileno(), fdopen()
- **sys/stat.h:** umask(), mkdir(), mkfifo(), stat(), fstat(), chmod()
- **sys/times.h:** times()
- **sys/types.h:** enthält betriebssystemabhängige Typdefinitionen
- **sys/utname.h:** uname()
- **sys/wait.h:** wait(), waitpid()
- **termios.h:** cfgetospeed(), cfsetospeed(), cfgetispeed(), cfsetispeed(), tcgetattr(), tcsetattr(), tcsetattr(), tcsendbreak(), tcdrain(), tclflush(), tcflush()
- **time.h:** time(), tzset()
- **utime.h:** utime()
- **unistd.h:** alle POSIX-Funktionen, die nicht in den obigen Header-Files definiert sind (z.B. fork(), read())

## 17.2.1 ANSI-C Header-Files

- **assert.h:** assert()-Makro
- **ctype.h:** Makros und Funktionen für Characters (z.B. tolower(), isalpha())
- **errno.h:** Fehlerauswertung (z.B. errno-Variable)
- **float.h:** Makros für Fließkommazahlen
- **limits.h:** Enthält Definitionen für Systemschranken
- **locale.h:** Funktion setlocale()
- **math.h:** Mathematische Funktionen für double
- **setjmp.h:** Funktionen setjmp(), longjmp()
- **signal.h:** Signalbehandlung
- **stdarg.h:** Funktionen und Makros für variable Argumentlisten
- **stddef.h:** Def. von ptrdiff\_t, NULL, size\_t, wchar\_t, offsetof, errno
- **stdio.h:** I/O Funktionen (z.B. printf(), scanf(), fgets())
- **stdlib.h:** Hilfsfunktionen (z.B. malloc(), getenv(), rand())
- **string.h:** Stringmanipulation (z.B. strcpy())
- **time.h:** Zeitmanipulation (z.B. time(), ctime(), strftime())

## 17.2.3 POSIX Datentypen

- Betriebssystemabhängige Typen aus **<sys/types.h>**:

- **dev\_t:** Gerätenummer
- **gid\_t:** Gruppen-ID
- **ino\_t:** Seriennummer von Dateien (Inodennummer)
- **mode\_t:** Dateiattribute (Typ, Zugriffsrechte)
- **nlink\_t:** Hardlink-Zähler
- **off\_t:** Dateigrößen
- **pid\_t:** Prozess-ID
- **size\_t:** entspricht dem ANSI-C size\_t
- **ssize\_t:** Anzahl von Bytes oder -1
- **uid\_t:** User-ID

## 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/](http://www4/Lehre/WS00/V_SP1/Uebung/xopen/susv2/)
  - ◆ Unix98-Erweiterungen mit: `#define _XOPEN_SOURCE 500`

## 18 Systemaufrufe vs. Bibliotheksaufrufe

Systemaufrufe vs. Bibliotheksaufrufe

