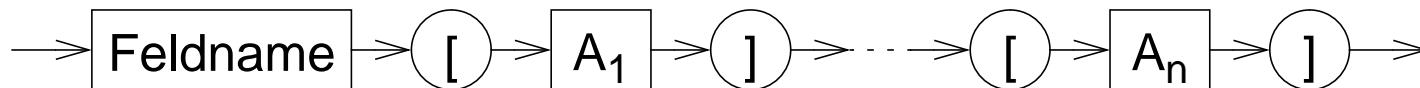


6 Zugriffe auf Feldelemente bei mehrdim. Feldern

■ Indizierung:



7 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!

C-13 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:

```

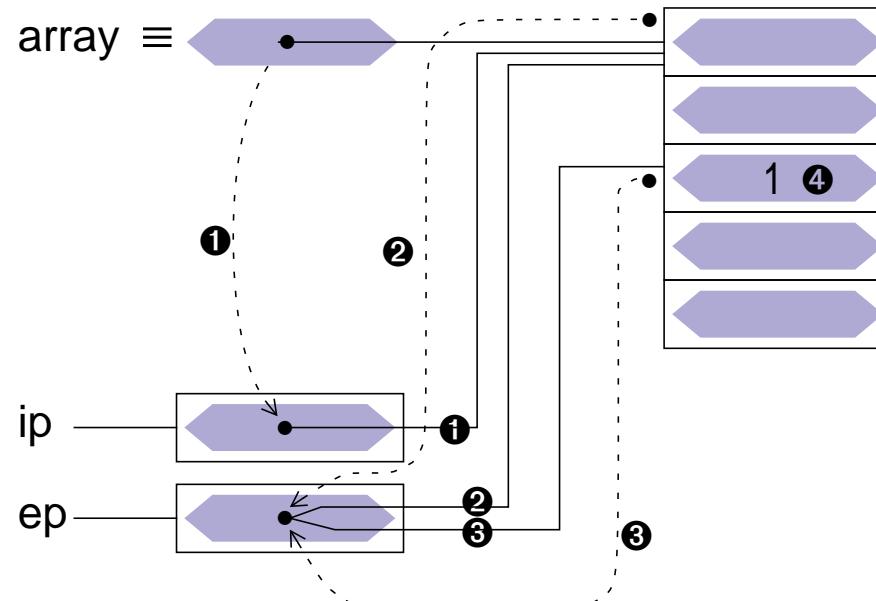
int array[5];

int *ip = array; ①

int *ep;
ep = &array[0]; ②

ep = &array[2]; ③

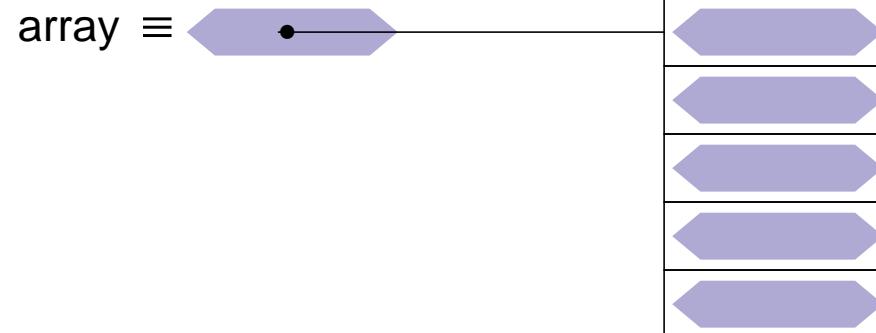
*ep = 1; ④
  
```



C-13 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:

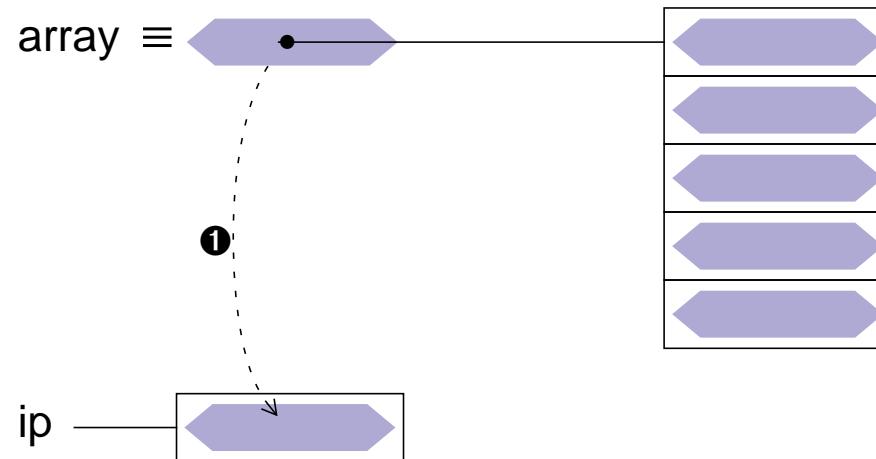
```
int array[5];
```



C-13 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:

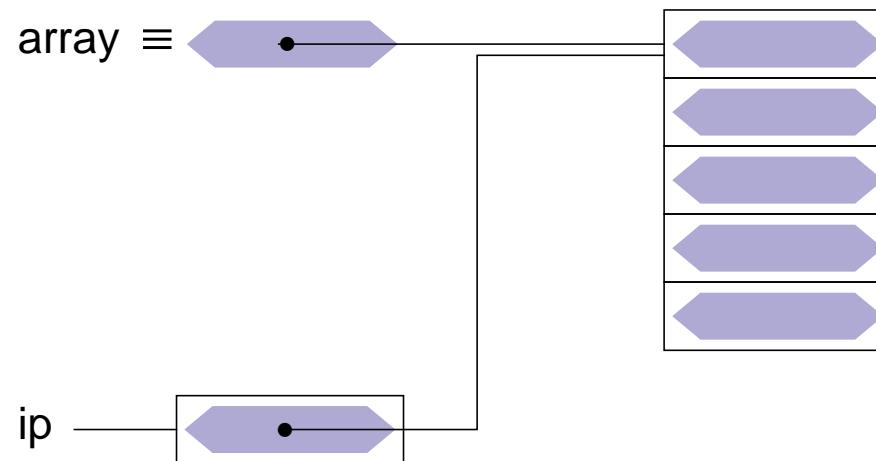
```
int array[5];
int *ip = array; ①
```



C-13 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:

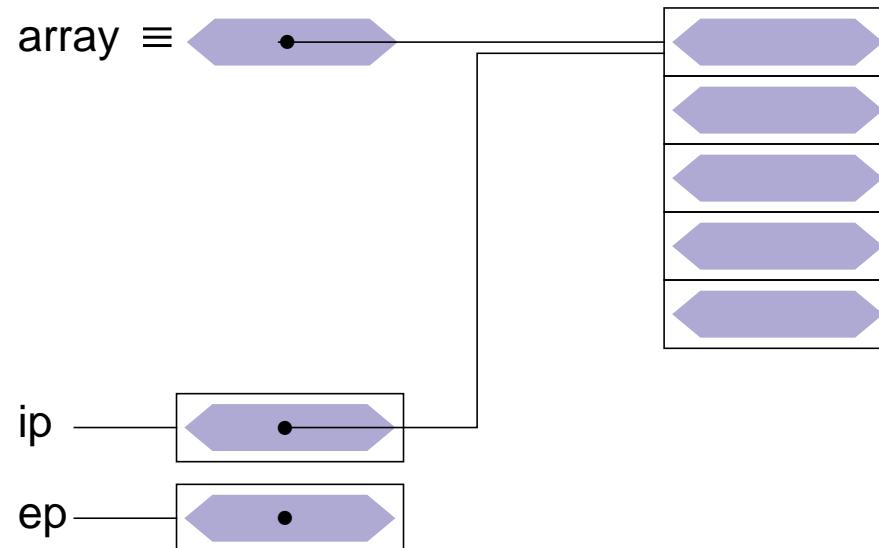
```
int array[5];  
  
int *ip = array; ①
```



C-13 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;
```



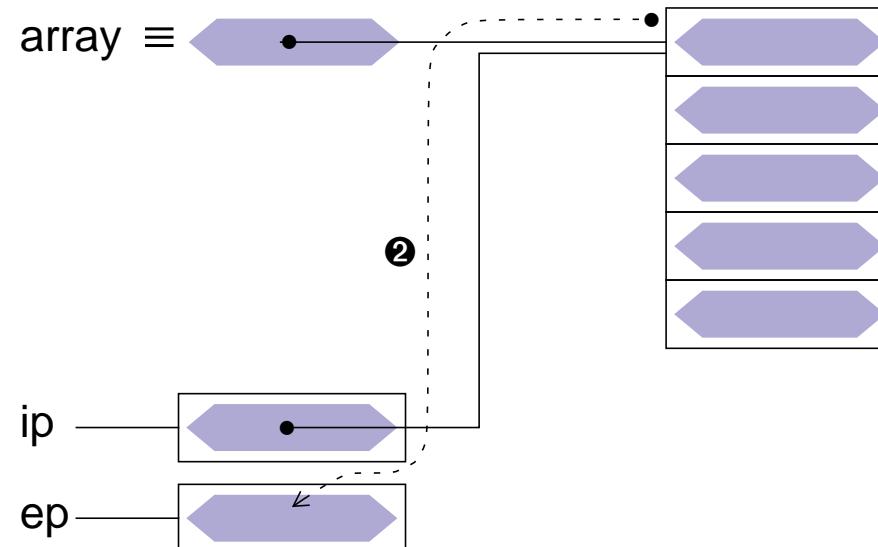
C-13 Zeiger und Felder

- 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
```



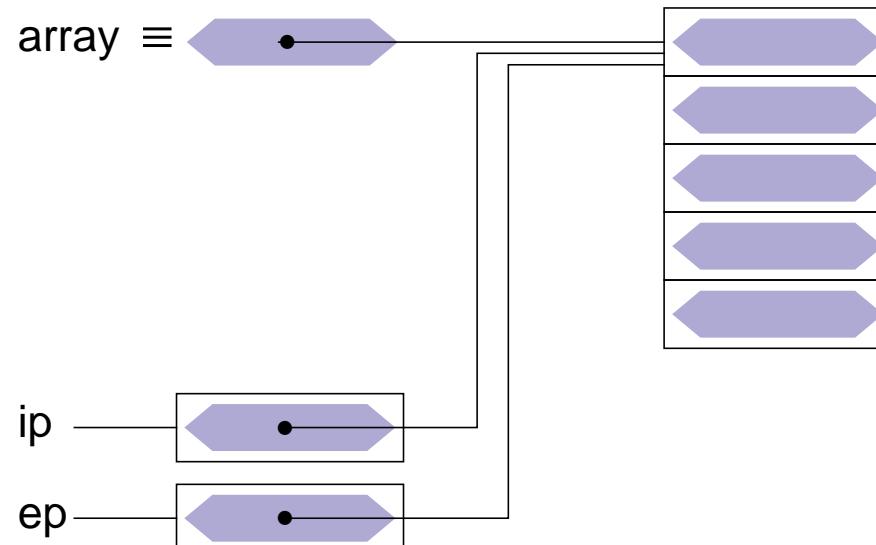
C-13 Zeiger und Felder

- 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
```



C-13 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:

```

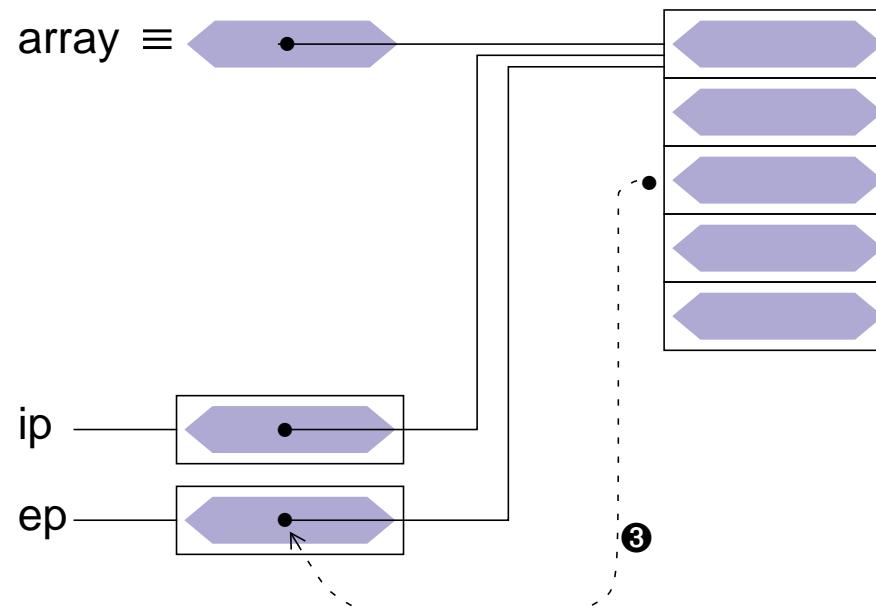
int array[5];

int *ip = array;

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

ep = &array[2]; ③

```



C-13 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:

```

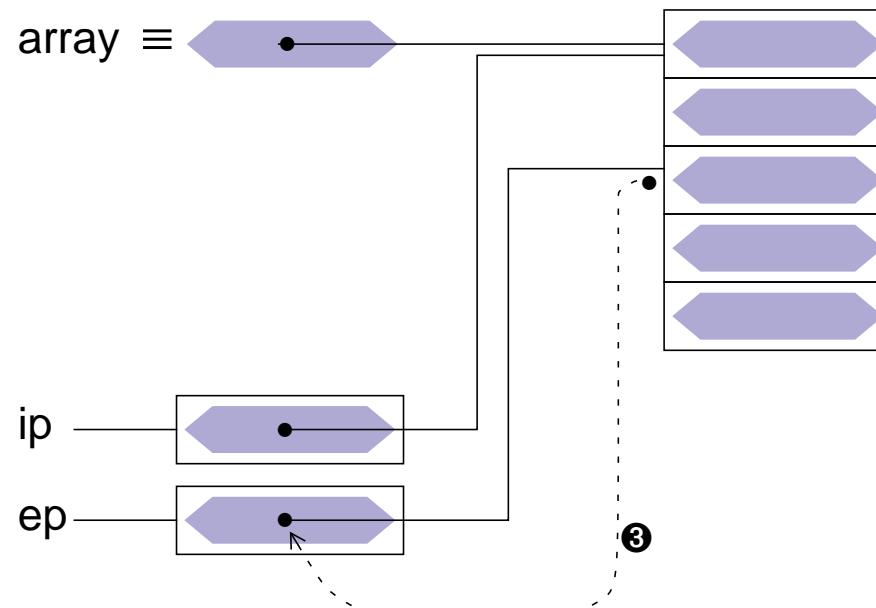
int array[5];

int *ip = array;

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

ep = &array[2]; ③

```



C-13 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:

```

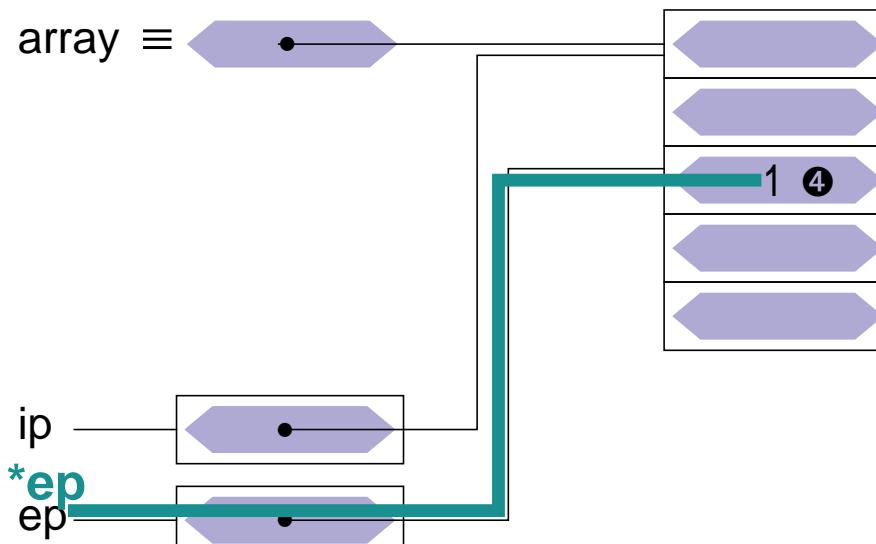
int array[5];

int *ip = array;

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

ep = &array[2];

*ep = 1; ④
  
```



C-13 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:

```

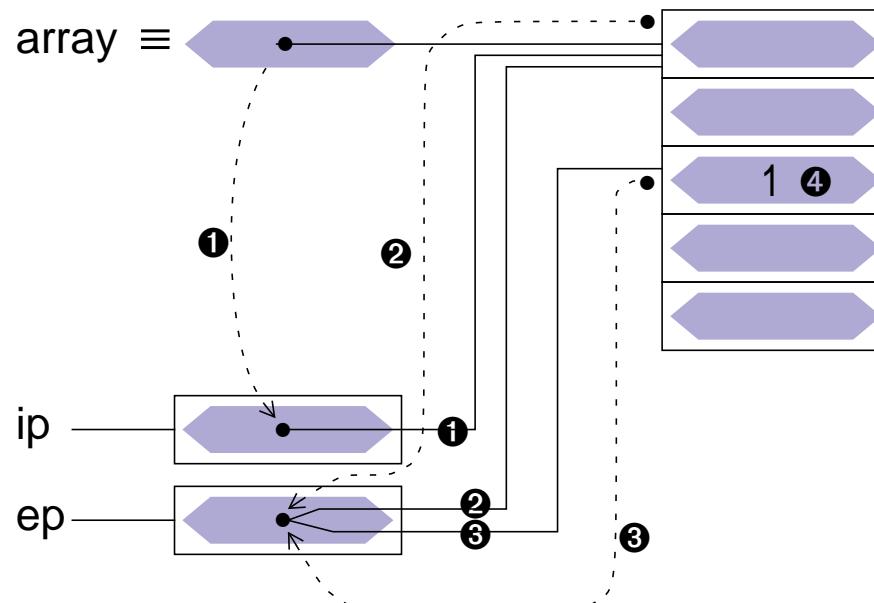
int array[5];

int *ip = array; ①

int *ep;
ep = &array[0]; ②

ep = &array[2]; ③

*ep = 1; ④
  
```

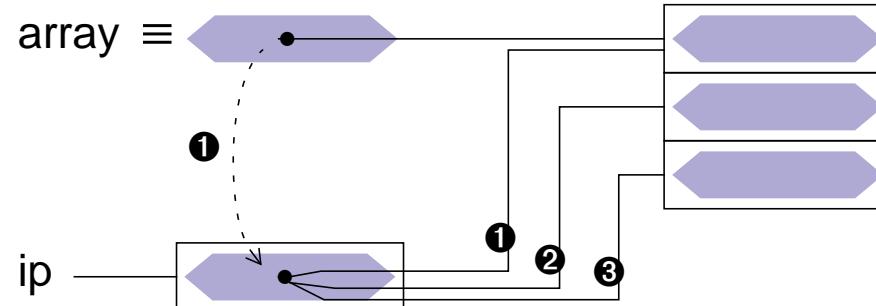


1 Arithmetik mit Adressen

- **++ -Operator:** Inkrement = nächstes Objekt

```
int array[3];
int *ip = array; ①

ip++; ②
ip++; ③
```



- **-- -Operator:** Dekrement = vorheriges Objekt

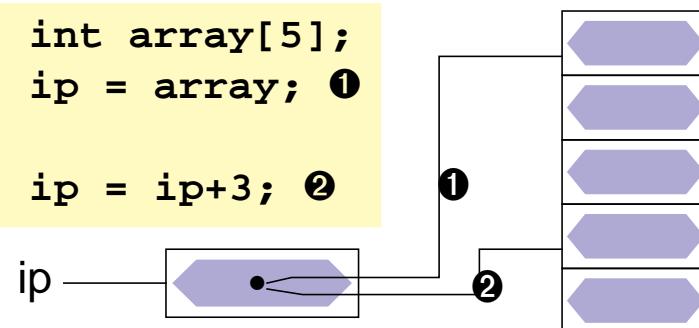
- **+, -**

Addition und Subtraktion von Zeigern und ganzzahligen Werten.

Dabei wird immer die Größe des Objekttyps berücksichtigt!

```
int array[5];
ip = array; ①

ip = ip+3; ②
```



!!! Achtung: Assoziativität der Operatoren beachten !!

2 Zeigerarithmetik und Felder

- Ein Feldname ist eine Konstante, für die Adresse des Feldanfangs
 - ↳ Feldname ist ein ganz normaler Zeiger
 - Operatoren für Zeiger anwendbar (*, [])
 - ↳ aber keine Variable → keine Modifikationen erlaubt
 - keine Zuweisung, kein ++, --, +=, ...
- es gilt:

```

int array[5]; /* → array ist Konstante für den Wert &array[0] */
int *ip = array; /* ≡ int *ip = &array[0] */
int *ep;

/* Folgende Zuweisungen sind äquivalent */
array[i] = 1;
ip[i] = 1;
*(ip+i) = 1;      /* Vorrang ! */
*(array+i) = 1;

ep = &array[i]; *ep = 1;
ep = array+i; *ep = 1;

```

2 Zeigerarithmetik und Felder

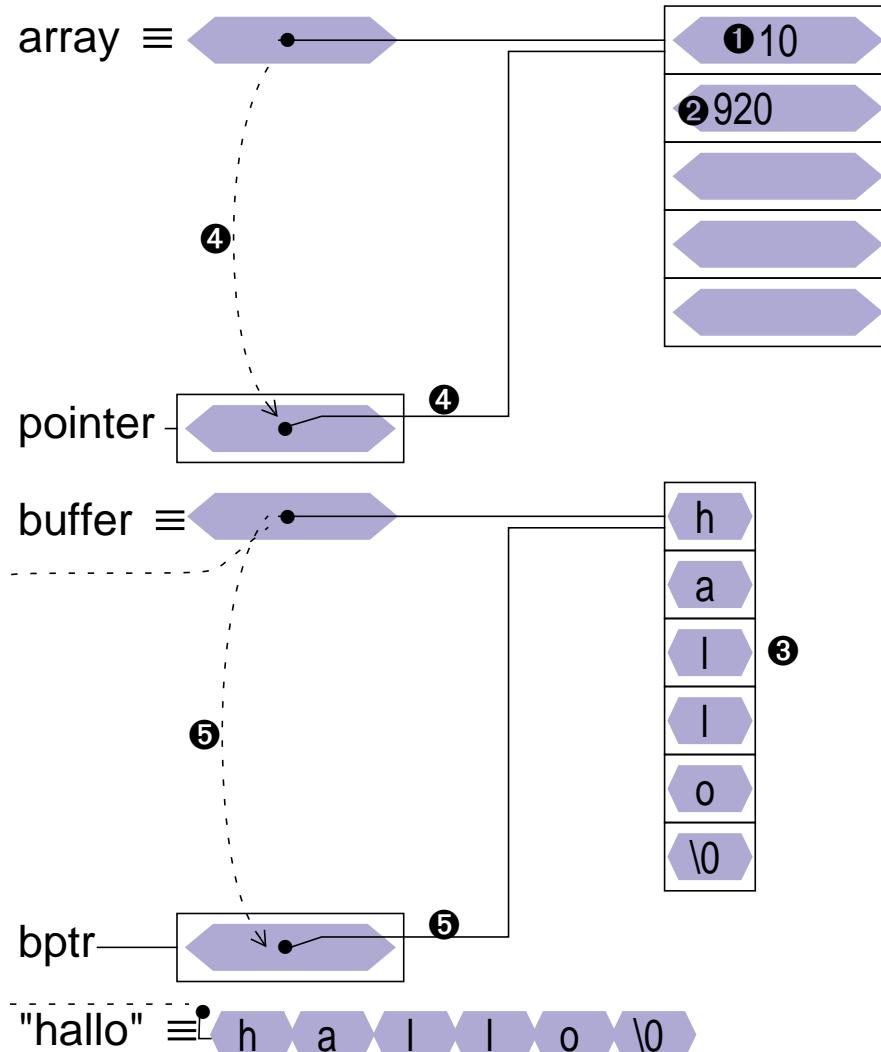
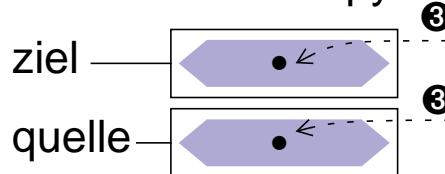
```

int array[5];
int *pointer;
char buffer[6];
char *bptr;

① array[0] = 10;
② array[1] = 920;
③ strcpy(buffer,"hallo");
④ pointer = array;
⑤ bptr = buffer;

```

Fomale Parameter
der Funktion strcpy



2 Zeigerarithmetik und Felder

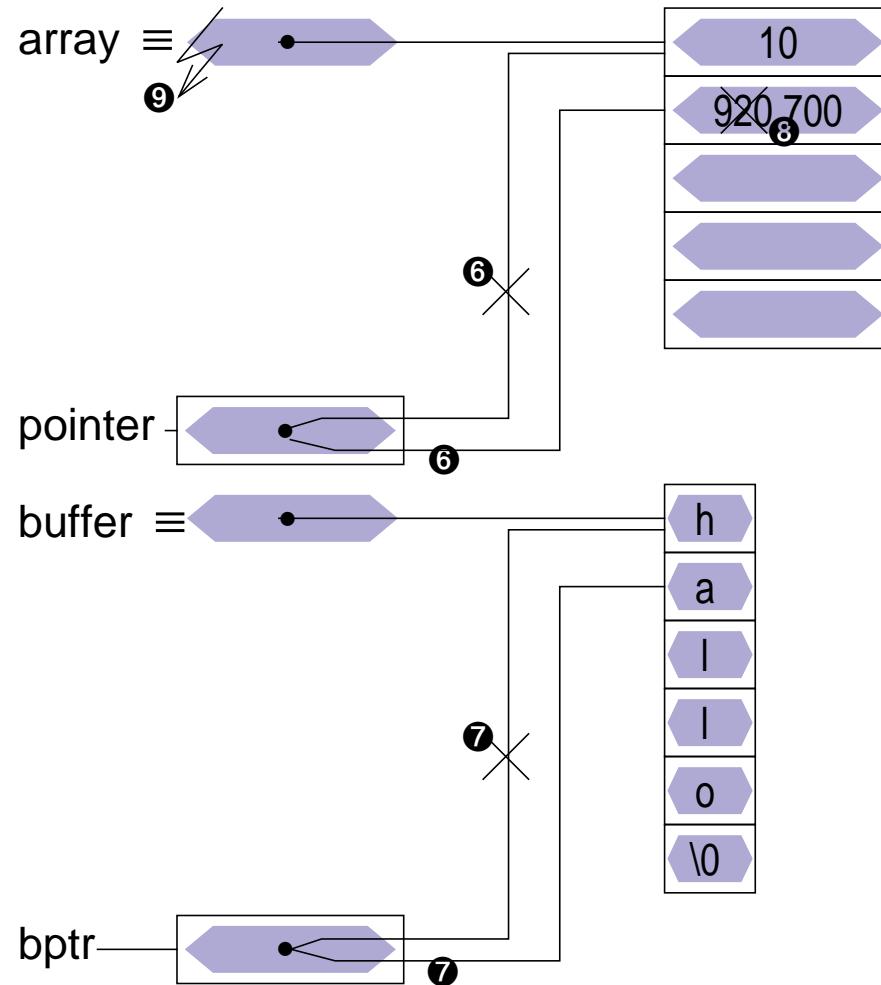
```

int array[5];
int *pointer;
char buffer[6];
char *bptr;

① array[0] = 10;
② array[1] = 920;
③ strcpy(buffer,"hallo");
④ pointer = array;
⑤ bptr = buffer;

⑥ pointer++;
⑦ bptr++;
⑧ *pointer = 700;

⑨ array++;  ⚡
  
```



C-14 Eindimensionale Felder als Funktionsparameter

- ganze Felder können in C **nicht by-value** übergeben werden
- wird einer Funktion ein Feldname als Parameter übergeben, wird damit der Zeiger auf das erste Element "by value" übergeben
 - die Funktion kann über den formalen Parameter (=Kopie des Zeigers) 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
 - die Funktion kennt die Feldgröße damit nicht
 - 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

C-14 Eindimensionale Felder als Funktionsparameter (2)

- wird ein Feldparameter als `const` deklariert, können die Feldelemente innerhalb der Funktion nicht verändert werden
- Funktionsaufruf und Deklaration der formalen Parameter am Beispiel eines `int`-Feldes:

```
int a, b;
int feld[20];
func(a, feld, b);
...
int func(int p1, int p2[], int p3);
oder:
int func(int p1, int *p2, int p3);
```

- die Parameter-Deklarationen `int p2[]` und `int *p2` sind vollkommen äquivalent!

C-14 Eindimensionale Felder als Funktionsparameter (3)

■ Beispiel 1: Bestimmung der Länge einer Zeichenkette (*String*)

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

C-14 Eindimensionale Felder als Funktionsparameter (4)

■ Beispiel 2: Konateniere 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

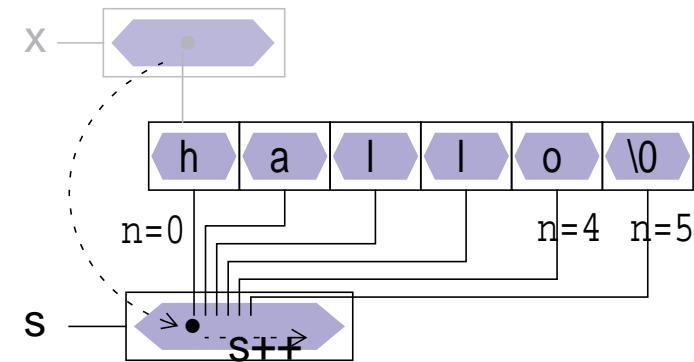
- als aktueller Parameter beim Funktionsaufruf wird einfach der Feldname angegeben

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

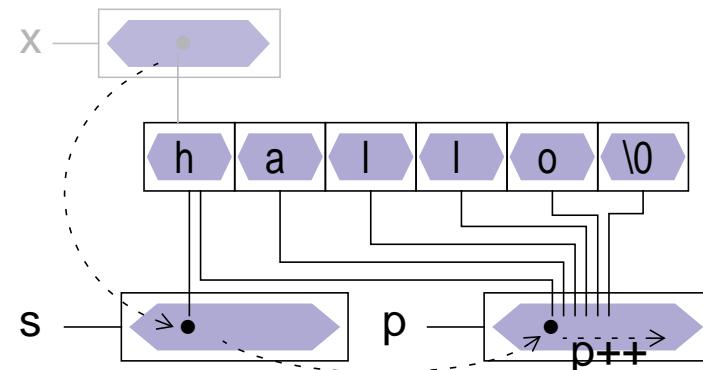
C-15 Zeiger, Felder und Zeichenketten

- Zeichenketten sind Felder von Einzelzeichen (`char`), die in der internen Darstellung durch ein '\0'-Zeichen abgeschlossen sind
- Beispiel: Länge eines Strings ermitteln — Aufruf `strlen(x);`

```
/* 1. Version */
int strlen(const char *s)
{
    int n;
    for (n=0; *s != '\0'; s++)
        n++;
    return(n);
}
```



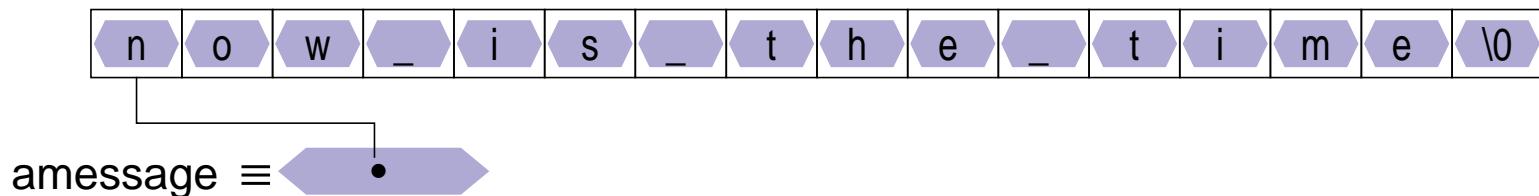
```
/* 2. Version */
int strlen(const char *s)
{
    char *p = s;
    while (*p != '\0')
        p++;
    return(p-s);
}
```



C-15 ... Zeiger, Felder und Zeichenketten (2)

- wird eine Zeichenkette zur Initialisierung eines char-Feldes verwendet, ist der Feldname ein konstanter Zeiger auf den Anfang der Zeichenkette

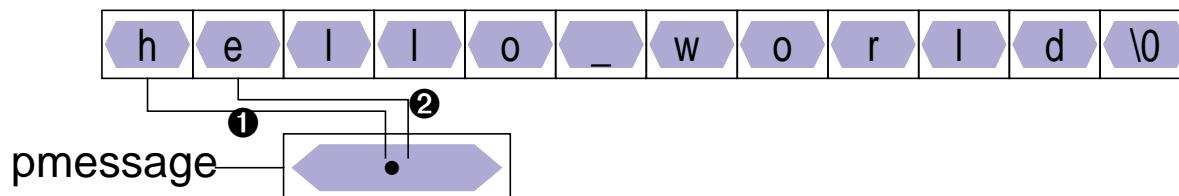
```
char amessage[ ] = "now is the time";
```



C-15 ... Zeiger, Felder und Zeichenketten (3)

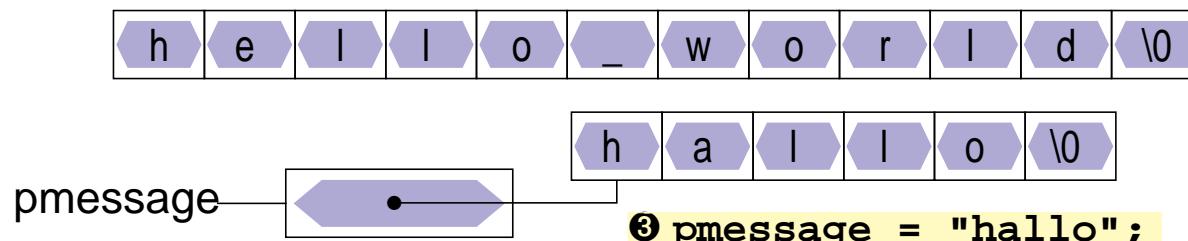
- wird eine Zeichenkette zur Initialisierung eines `char`-Zeigers verwendet, ist der Zeiger eine Variable, die mit der Anfangsadresse der Zeichenkette initialisiert wird

```
char *pmassage = "hello world";
```



```
pmassage++; ②
printf("%s", pmessage); /*gibt "ello world" aus*/
```

- wird dieser Zeiger überschrieben, ist die Zeichenkette nicht mehr adressierbar!

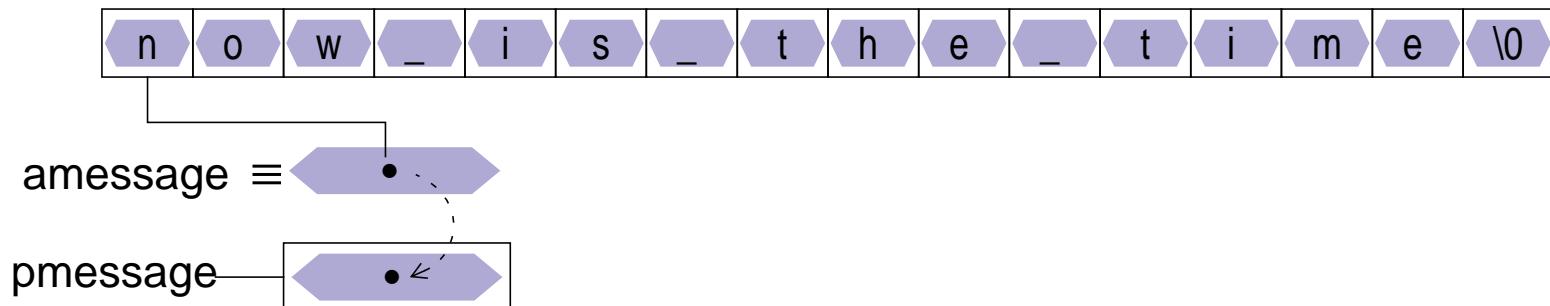


C-15 ... Zeiger, Felder und Zeichenketten (4)

- die Zuweisung eines `char`-Zeigers oder einer Zeichenkette an einen `char`-Zeiger bewirkt kein Kopieren von Zeichenketten!

```
pmassage = amessage;
```

weist dem Zeiger `pmassage` lediglich die Adresse der Zeichenkette `"now is the time"` zu



- wird eine Zeichenkette als aktueller Parameter an eine Funktion übergeben, erhält diese eine Kopie des Zeigers

C-15 ... Zeiger, Felder und Zeichenketten (5)

■ Zeichenketten kopieren

```
/* 1. Version */
void strcpy(char to[], const char from[])
{
    int i=0;
    while ( (to[i] = from[i]) != '\0' )
        i++;
}

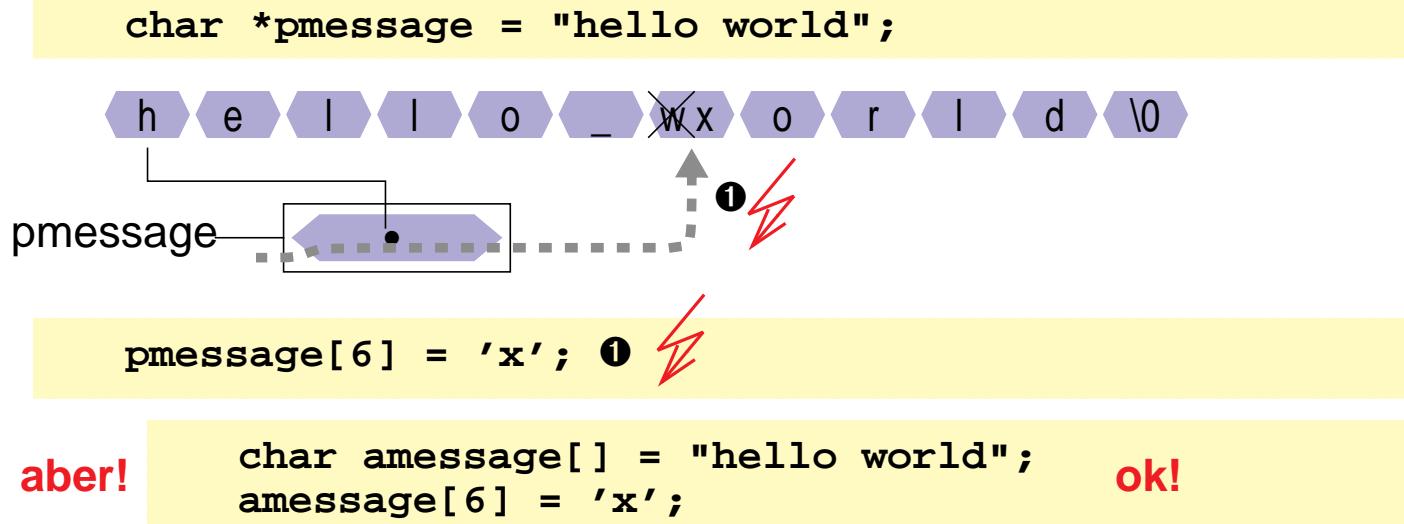
/* 2. Version */
void strcpy(char *to, const char *from)
{
    while ( (*to = *from) != '\0' )
        to++, from++;
}

/* 3. Version */
void strcpy(char *to, const char *from)
{
    while ( *to++ = *from++ )
        ;
}
```

C-15 ... Zeiger, Felder und Zeichenketten (6)

- in ANSI-C können Zeichenketten in nicht-modifizierbaren Speicherbereichen angelegt werden (je nach Compiler)
 - Schreiben in Zeichenketten
(Zuweisungen über dereferenzierte Zeiger)
kann zu Programmabstürzen führen!
 - Beispiel:

```
strcpy("zu ueberschreiben", "reinschreiben");
```



C-16 Felder von Zeigern

- Auch von Zeigern können Felder gebildet werden

- Deklaration

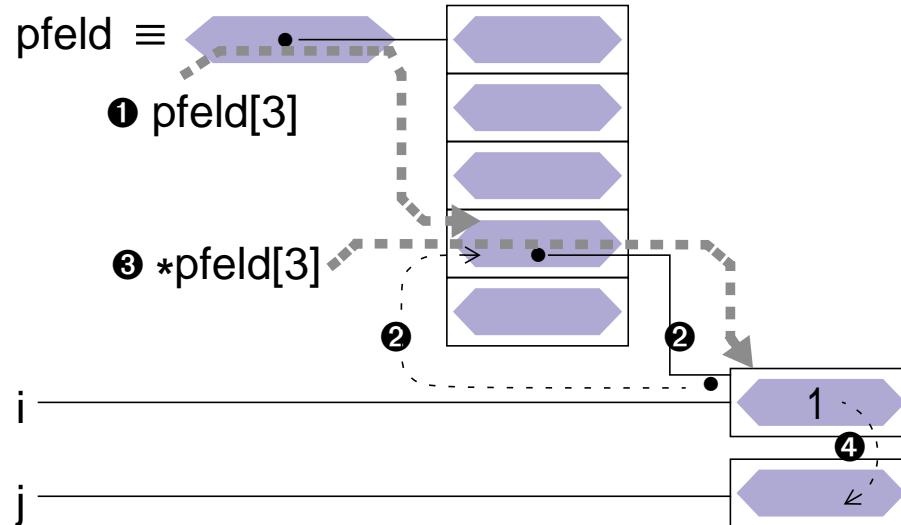
```
int *pfeld[5];
int i = 1
int j;
```

- Zugriffe auf einen Zeiger des Feldes

pfeld[3] = &i; ②

- Zugriffe auf das Objekt, auf das ein Zeiger des Feldes verweist

j = *pfeld[3]; ④

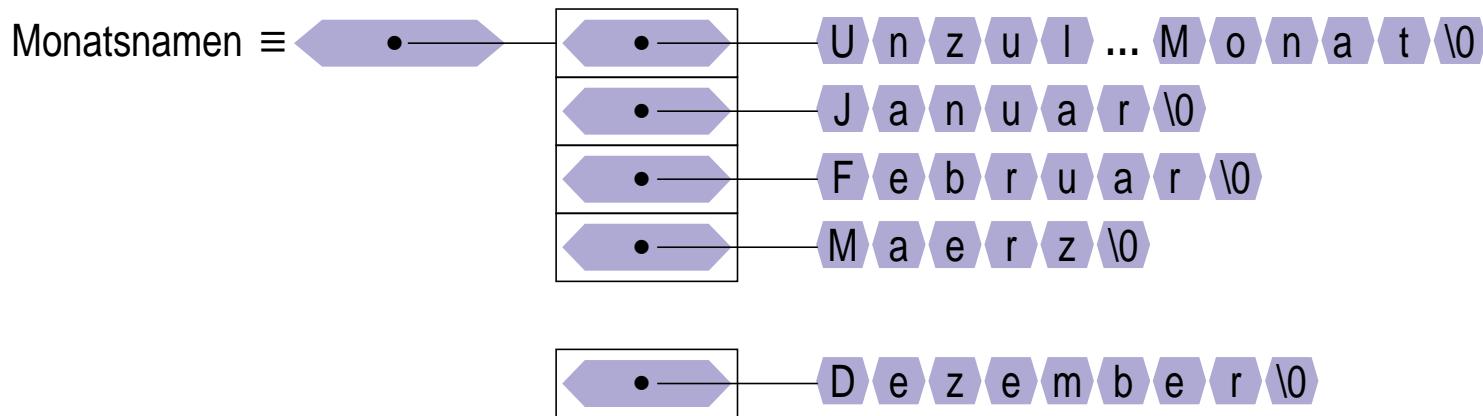


C-16 Felder von Zeigern (2)

- Beispiel: Definition und Initialisierung eines Zeigerfeldes:

```
char *month_name(int n)
{
    static char *Monatsnamen[ ] = {
        "Unzulaessiger Monat",
        "Januar",
        ...
        "Dezember"
    };

    return ( (n<0 || n>12) ?
            Monatsnamen[0] : Monatsnamen[n] );
}
```



C-17 Argumente aus der Kommandozeile

- beim Aufruf eines Kommandos können normalerweise Argumente übergeben werden
- der Zugriff auf diese Argumente wird der Funktion **main()** durch zwei Aufrufparameter ermöglicht:

```
int
main (int argc, char *argv[])
{
    ...
}
```

oder

```
int
main (int argc, char **argv)
{
    ...
}
```

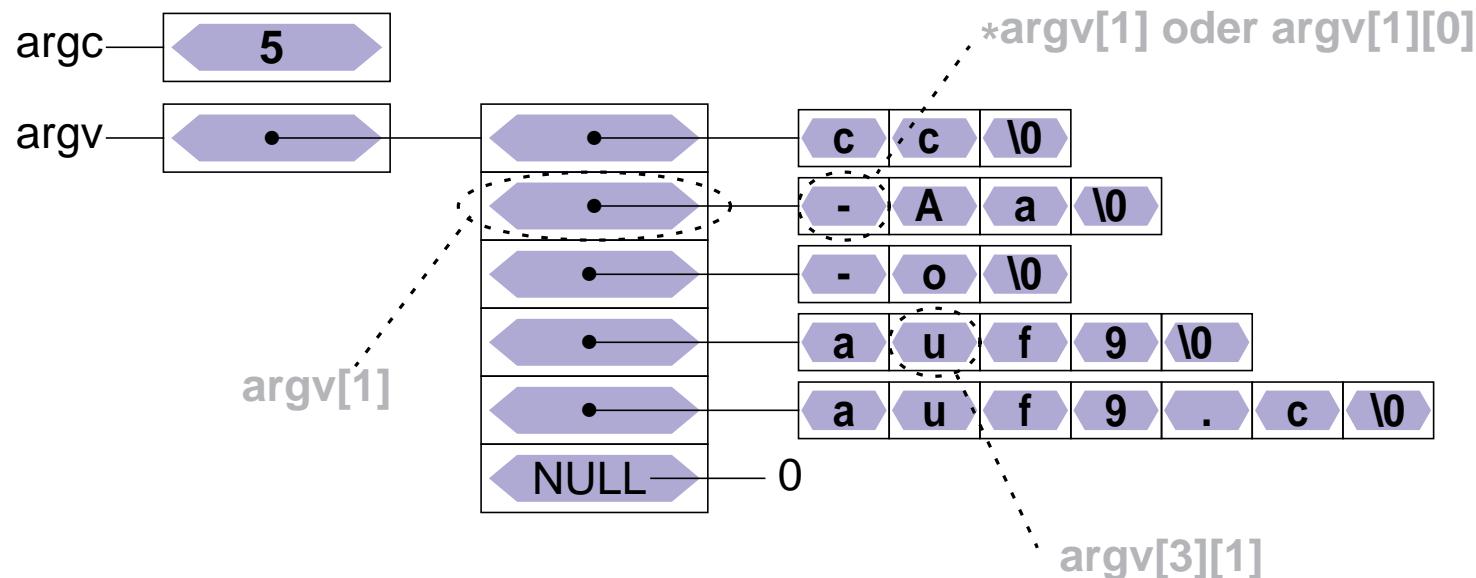
- der Parameter **argc** enthält die Anzahl der Argumente, mit denen das Programm aufgerufen wurde
- der Parameter **argv** ist ein Feld von Zeiger auf die einzelnen Argumente (Zeichenketten)
- der Kommandoname wird als erstes Argument übergeben (**argv[0]**)

1 Datenaufbau

Kommando: `cc -Aa -o auf9 auf9.c`

Datei cc.c:

```
...
main(int argc, char *argv[]) {
...
}
```



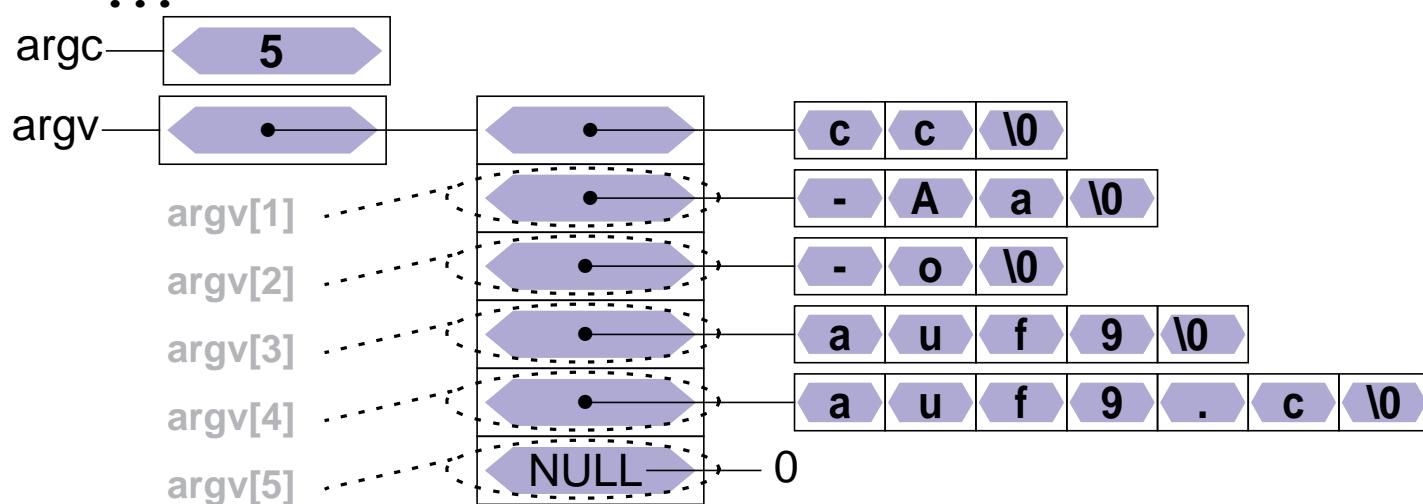
2 Zugriff

Beispiel: Ausgeben aller Argumente (1)

- 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' );
   }
}
```

1. Version



2 Zugriff

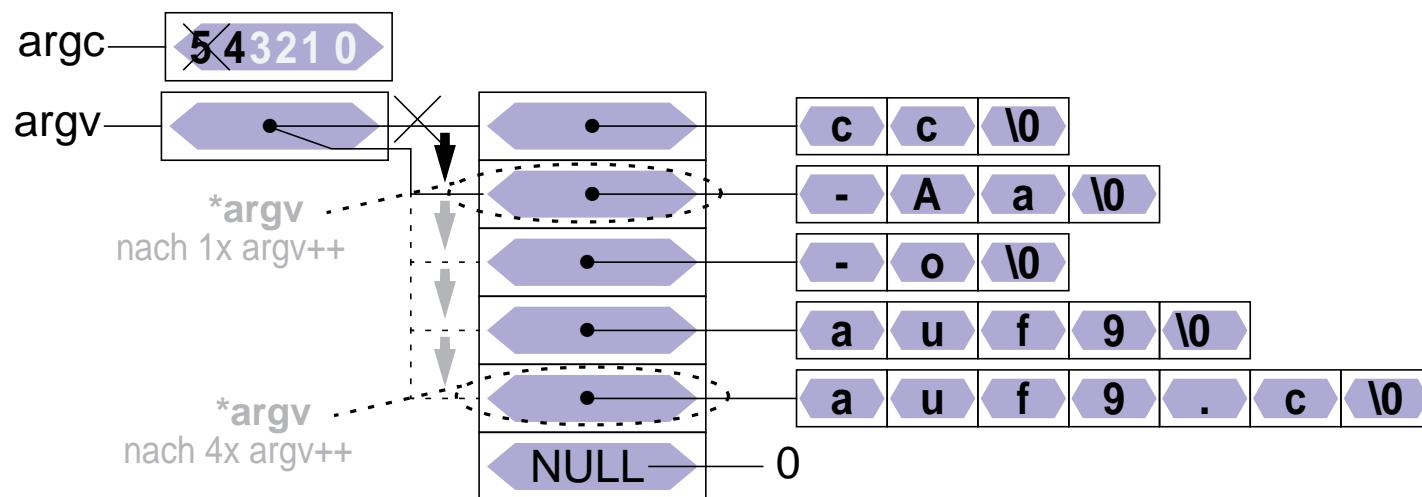
Beispiel: Ausgeben aller Argumente (2)

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

```
int
main (int argc, char **argv)
{
    while (--argc > 0) {
        argv++;
        printf ("%s%c", *argv, (argc>1) ? ' ' : '\n' );
    }
    ...
}
```

linksseitiger Operator:
erst dekrementieren,
dann while-Bedingung prüfen
→ Schleife läuft für argc=4,3,2,1

2. Version

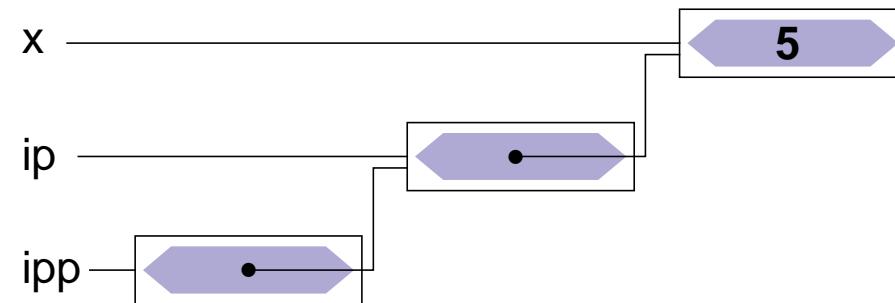


C.18 Zeiger auf Zeiger

- ein Zeiger kann auf eine Variable verweisen, die ihrerseits ein Zeiger ist

```
int x = 5;
int *ip = &x;

int **ipp = &ip;
/* → **ipp = 5 */
```



- wird vor allem bei der Parameterübergabe an Funktionen benötigt, wenn ein Zeiger "call by reference" übergeben werden muss (z. B. swap-Funktion für Zeiger)

C-19 Strukturen

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

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 Postion

→ potentielle Fehlerquelle bei Änderungen der Strukturtyp-Deklaration

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);
}
```

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';
    }
}
```

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);
```

5 Zusammenfassung

■ Variable

```
int a;
```

■ Zeiger

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

■ Feld

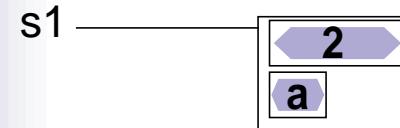
```
int a[3];
```

■ Feld von Zeigern

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

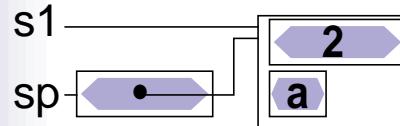
■ Struktur

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



■ Zeiger auf Struktur

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



■ Feld von Strukturen

```
sa ≡ • →
struct s sa[3];
```

C-20 Zeiger auf Funktionen

■ Datentyp: Zeiger auf Funktion

- ◆ Variablendef.: <Rückgabetyp> (*<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");
```

C-21 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

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

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!

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

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) {
        /* eingabe konnte nicht geöffnet werden */
        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**

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

3 Zeichenweise Lesen und Schreiben (2)

- Beispiel: copy-Programm, Aufruf: `copy Quelldatei Zielfdatei`

```
#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);
}
```

3 Zeilenweise Lesen und Schreiben (3)

■ 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

4 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)

4 Formatierte Ausgabe (2)

- 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

5 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

5 Formatierte Eingabe (2)

- 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

5 Formatierte Eingabe (3)

%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"

6 Fehlerbehandlung

- Fast jeder Systemcall/Bibliotheksauftrag 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);
```