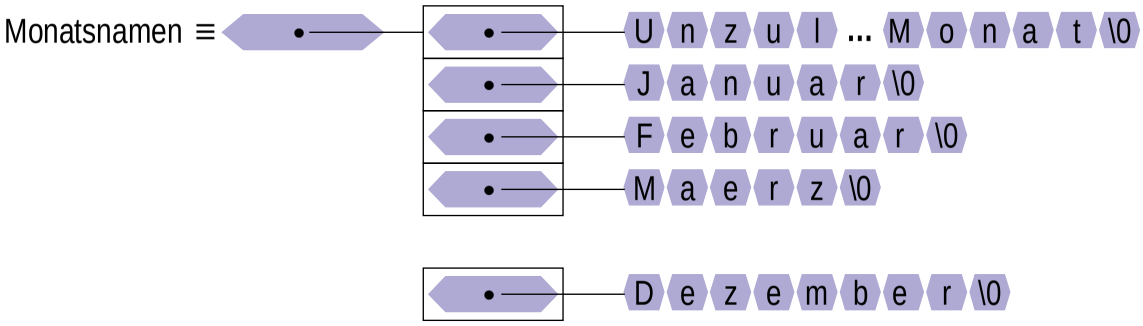
Felder von Zeigern (2)

- 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] );
}
```



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)
{
    …
}
```

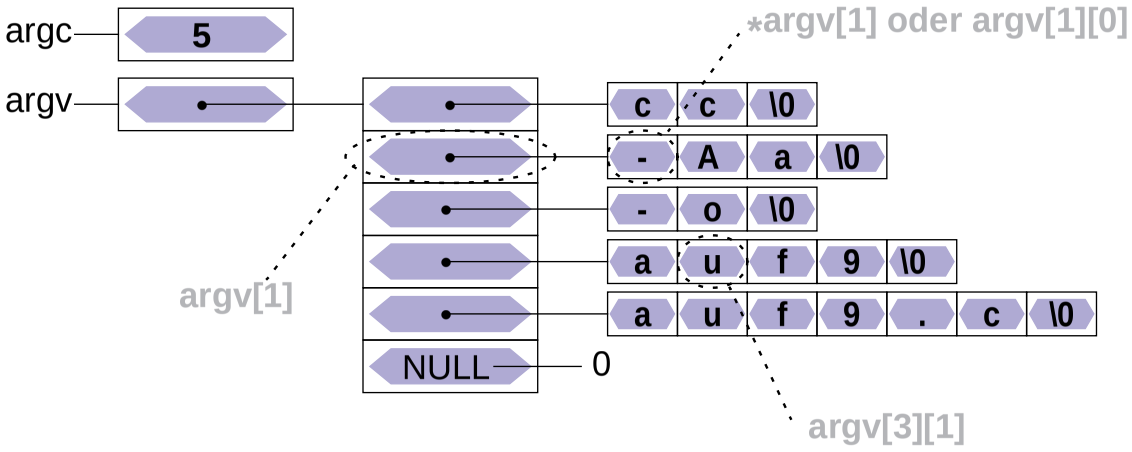
- der Parameter **`argc`** enthält die Anzahl der Argumente, mit denen das Programm aufgerufen wurde
- der Parameter **`argv`** ist ein Feld von Zeiger auf die einzelnen Argumente (Zeichenketten)
- der Kommandoname wird als erstes Argument übergeben (**`argv[0]`**)

17.1 Datenaufbau

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

Datei cc.c:

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

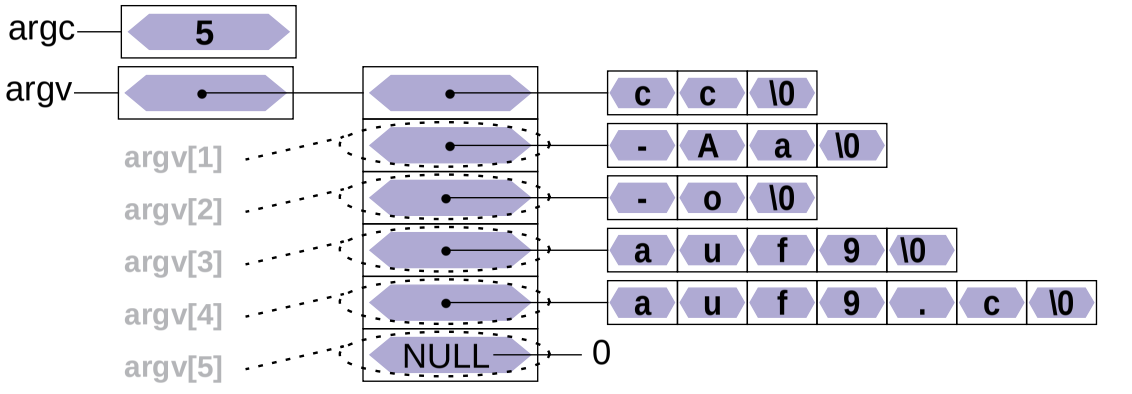


17.2 Zugriff — Beispiel: Ausgeben aller Argumente (1)

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

1. Version

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



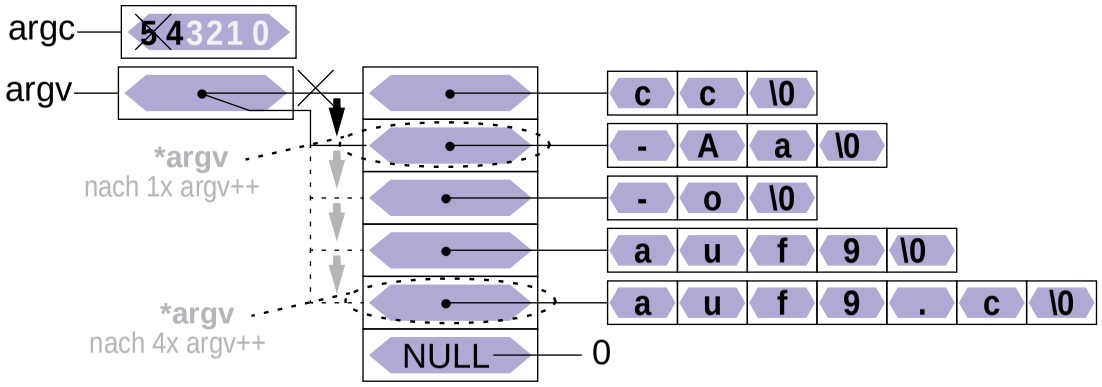
17.2 Zugriff — Beispiel: Ausgeben aller Argumente (2)

- 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

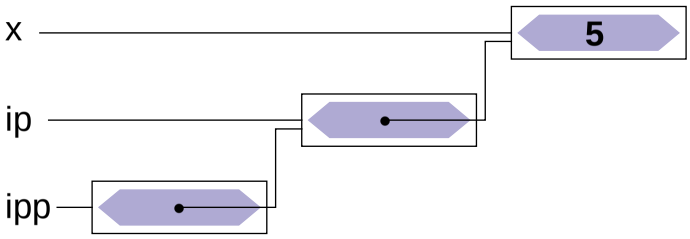
2. Version



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 bei reference" übergeben werden muss
(z. B. swap-Funktion für Zeiger)

Strukturen

- Beispiele

```
struct student {
    char nachname[25];
    char vorname[25];
    char gebdatum[11];
    int matrnr;
    short gruppe;
    char best;
};
```

```
struct komplex {
    double re;
    double im;
};
```

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

19.1 Initialisieren von Strukturen

- Strukturen können — wie Variablen und Felder — bei der Definition initialisiert werden
  - ➤ die Zuordnung zu den Komponenten erfolgt entweder aufgrund der Reihenfolge oder aufgrund des angegebenen Namens (in C++ nur aufgrund der Reihenfolge möglich!)
- Beispiele

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

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

!!! **Vorsicht**
bei Zugriffen auf eine Struktur werden die Komponenten immer durch die Komponentennamen identifiziert,
bei der Initialisierung nach Reihenfolge aber nur durch die Postion

  - ➥ potentielle Fehlerquelle bei Änderungen der Strukturtyp-Deklaration

19.2 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);
}
```


19.3 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';
    }
}
```

19.4 Zeiger auf Felder von Strukturen

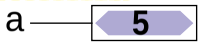
- Ergebnis der Addition/Subtraktion abhängig von Zeigertyp!
- Beispiel

```
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);
```


19.5 Zusammenfassung

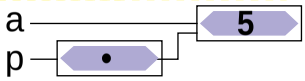
- Variable

```
int a;
```



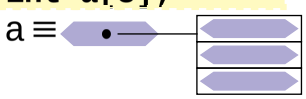
- Zeiger

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



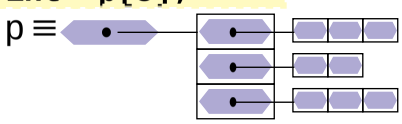
- Feld

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



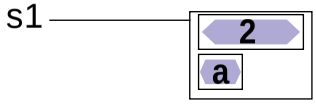
- Feld von Zeigern

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



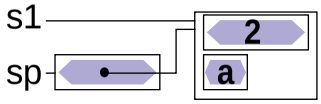
- Struktur

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

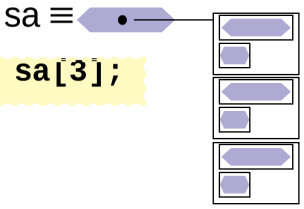


- Zeiger auf Struktur

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



- Feld von Strukturen




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

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");
```


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

21.1 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

21.1 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!

21.2 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

21.2 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 geoeffnet 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**

21.3 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

21.3 Zeichenweise Lesen und Schreiben (2)

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

Teil 1: Aufrufargumente auswerten

```
#include <stdio.h>

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);
}
```

21.3 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

21.4 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)

21.4 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

21.5 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

21.5 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

21.5 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**"

21.6 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 Fehlerausgabe ausgegeben werden:

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