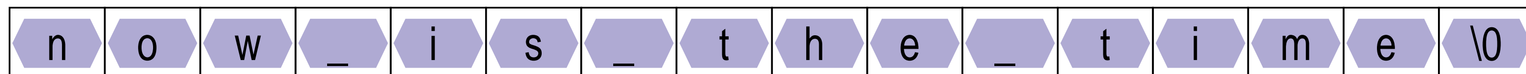
K Ergänzungen zur Einführung in C

K.1 Zeiger, Felder und Zeichenketten

- ➤ Zeichenketten sind Felder von Einzelzeichen (**`char`**), die in der internen Darstellung durch ein **`'\0'`**–Zeichen abgeschlossen sind

- 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";
```



amessage ≡ •

- ➤ es wird ein Speicherbereich für 16 Bytes reserviert und die Zeichen werden in diesen Speicherbereich hineinkopiert
- ➤ `amessage` ist ein konstanter Zeiger auf den Anfang des Speicherbereichs und kann nicht verändert werden
- ➤ der Inhalt des Speicherbereichs kann aber modifiziert werden

```
amessage[0] = 'h';
```

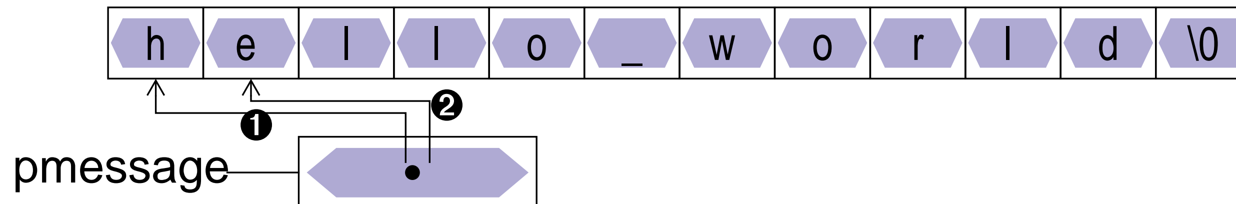

© Jürgen Kleinöder • Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2010

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

K.1 … 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 *pmessage = "hello world";
```




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

➤ es wird ein Speicherbereich für einen Zeiger reserviert (z. B. 4 Byte) und der Compiler legt die Zeichenkette `hello world` an irgendeiner Adresse im Speicher des Programms ab

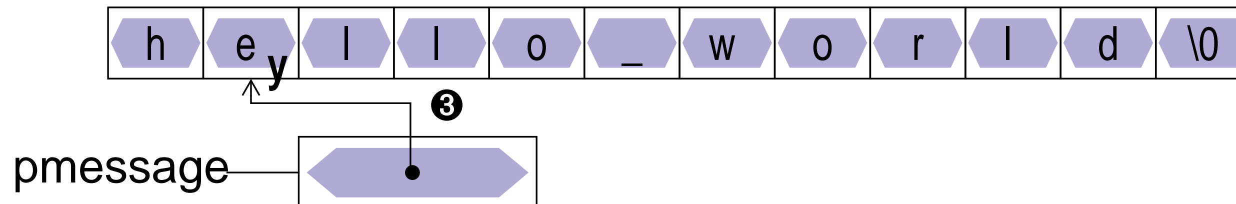
➤ `pmessage` ist ein variabler Zeiger, der mit dieser Adresse initialisiert wird, aber jederzeit verändert werden darf
`pmessage++;`

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

K.1 … Zeiger, Felder und Zeichenketten (4)

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

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




```
*pmessage = 'y'; ❸
```

➤ der Speicherbereich von `hello world` darf aber nicht verändert werden

– manche Compiler legen solche Zeichenketten in schreibgeschütztem Speicher an
  ➜ Speicherschutzverletzung beim Zugriff

– sonst funktioniert der Zugriff obwohl er nicht erlaubt ist
  ➜ Programm funktioniert nur in manchen Umgebungen

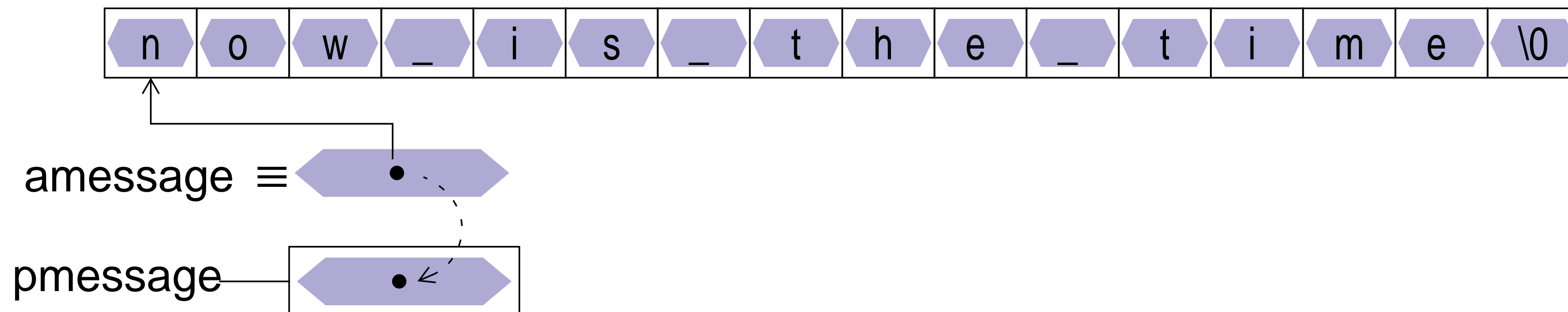
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

K.1 … Zeiger, Felder und Zeichenketten (5)

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

```
pmessage = amessage;
```

weist dem Zeiger `pmessage` 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

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

K.1 … Zeiger, Felder und Zeichenketten (6)

- Zeichenketten kopieren

```
/* 1. Version */
void strcpy(char s[], t[])
{
    int i=0;
    while ( (s[i] = t[i]) != '\0' )
        i++;
}

/* 2. Version */
void strcpy(char *s, *t)
{
    while ( (*s = *t) != '\0' )
        s++, t++;
}

/* 3. Version */
void strcpy(char *s, *t)
{
    while ( *s++ = *t++ )
        ;
}
```


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

K.2 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]`)

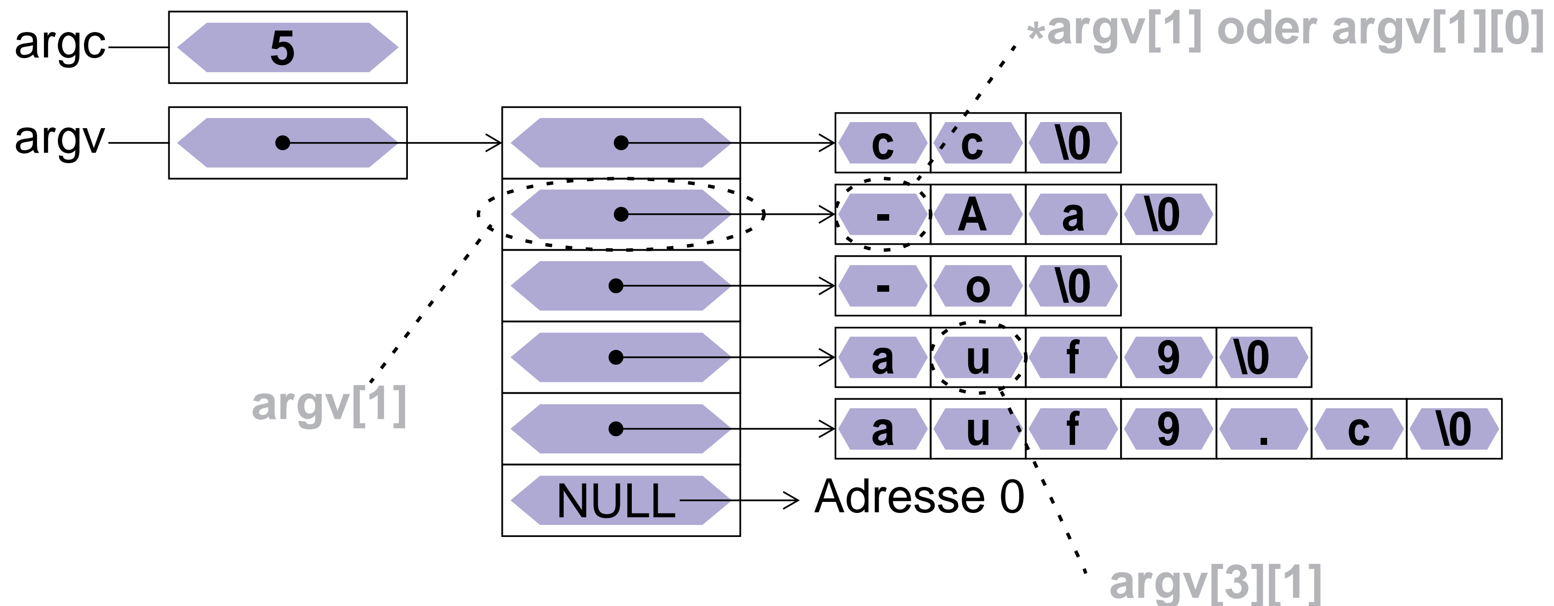
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

1 Datenaufbau

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

Datei cc.c:

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



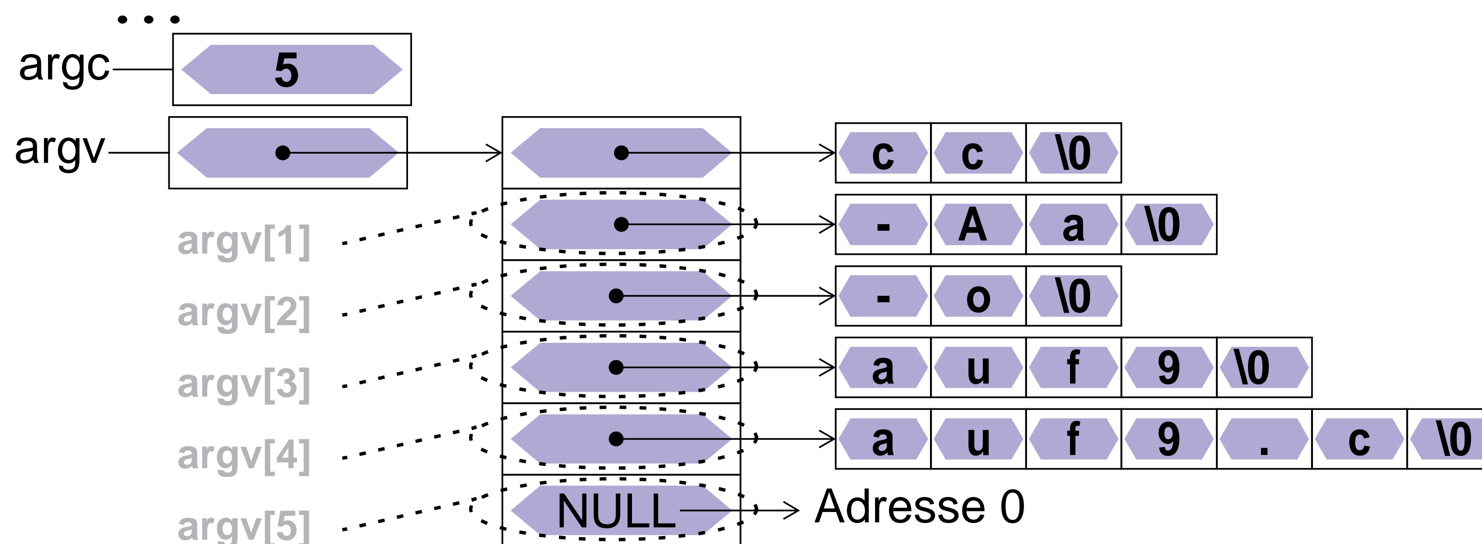
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

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' );
    }
    ...
```



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

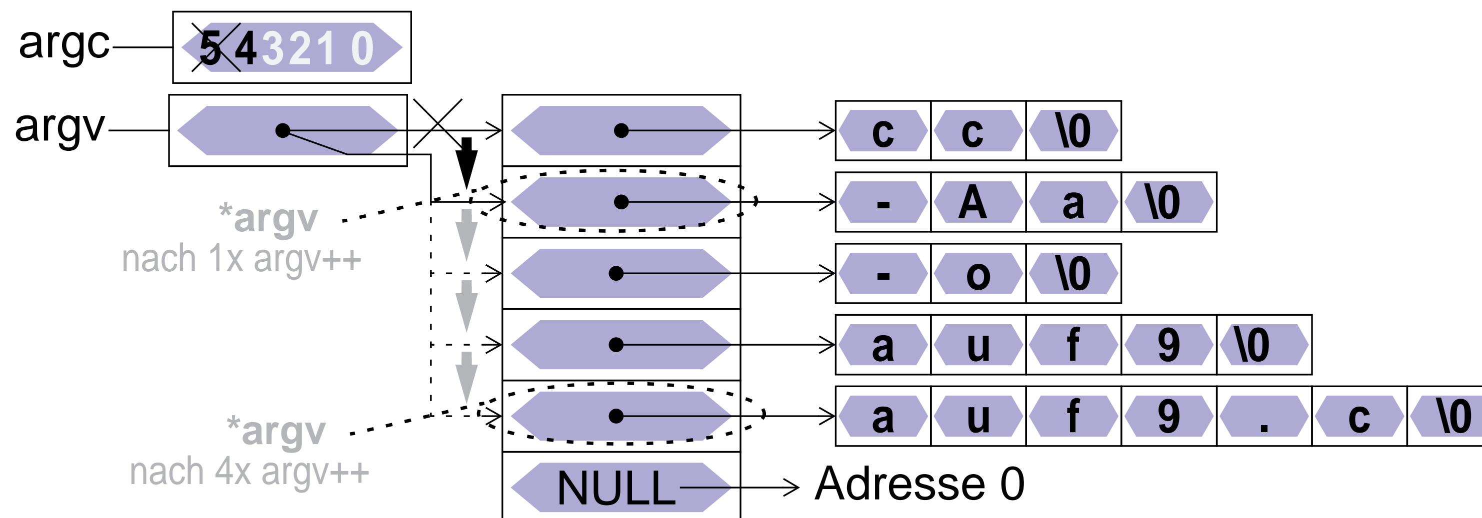
2 Zugriff
Beispiel: Ausgeben aller Argumente (2)

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

2. Version

```
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



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

K.3 Strukturen

1 Rekursive Strukturen

- Strukturen in Strukturen sind erlaubt — aber
  - ◆ die Größe einer Struktur muss vom Compiler ausgerechnet werden können
    - ➤ Problem: eine Struktur enthält sich selbst
  - ◆ die Größe eines Zeigers ist bekannt (meist 4 Byte)
    - ➤ eine Struktur kann einen Zeiger auf eine gleichartige Struktur enthalten

```
struct liste {
    struct student stud;
    struct liste *rest;
};
```

➥ Programmieren rekursiver Datenstrukturen

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

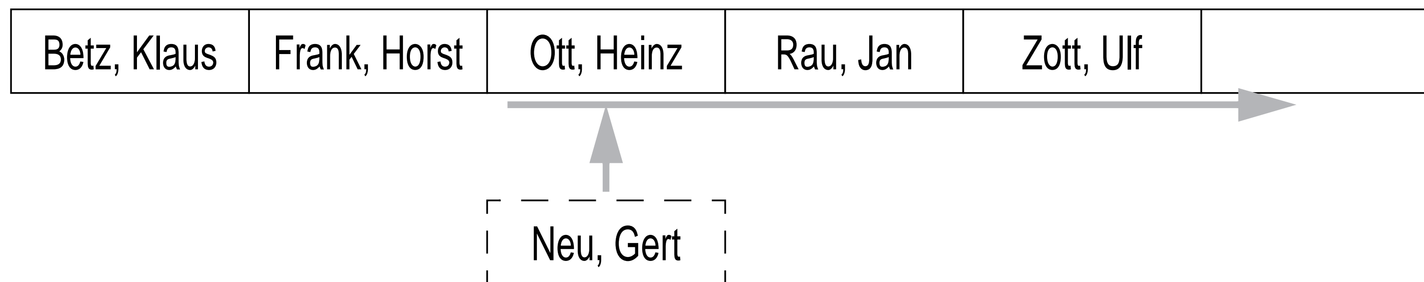
1 Rekursive Strukturen (2)

- Problem:
  - ◆ es sollen beliebig viele Studentendaten eingelesen werden und in sortierter Form im Programm verwaltet werden

Lösung 1: Feld

➤ wie groß machen? — und was, wenn es nicht reicht?

➤ Einsortieren =
richtige Position suchen + Rest nach oben verschieben + eintragen



© Jürgen Kleinöder • Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2010
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

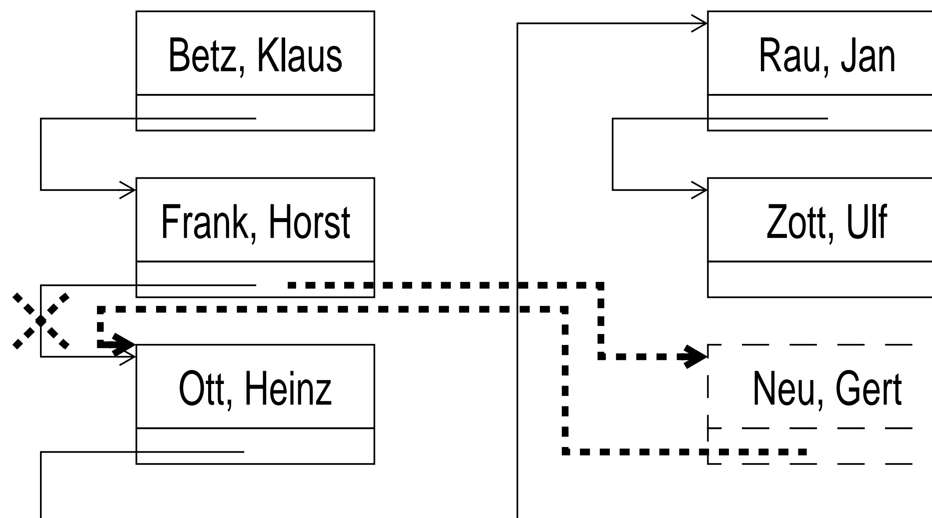
1 Rekursive Strukturen (3)

- Problem:
  - ◆ es sollen beliebig viele Studentendaten eingelesen werden und in sortierter Form im Programm verwaltet werden

Lösung 2: verkettete Liste von dynamisch angeforderten Strukturen

➤ Speicher für jeden Eintrag mit malloc() anfordern

➤ Einsortieren =
richtige Position suchen + zwei Zeiger setzen



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

1 Rekursive Strukturen (4)

- Realisierung von Lösung 2 (Skizze):

```
struct eintrag {
        struct student stud;
        struct eintrag *naechster;
};
struct eintrag leer = { {"",""}, NULL};          /* Leeres Listenelement */
struct eintrag *stud_liste;                      /* Zeiger auf Listen-Anfang */
struct eintrag *akt_eintrag;                     /* aktuell bearbeiteter Eintrag */
struct eintrag *einfuege_pos;                    /* Einfuegeposition */

int student_lesen(struct student *);
struct eintrag *suche_pos(struct eintrag *liste, struct eintrag *element);
/* erstes Listen-Element anfordern */
akt_eintrag = (struct eintrag *)malloc(sizeof (struct eintrag));
stud_liste = &leer;          /* Listenanfang auf leeres Element setzen (vermeidet später
                             /* eine Sonderbehandlung für Listenanfang) */

while (student_lesen(&akt_eintrag->stud) != EOF ) {
        /* Eintrag, hinter dem einzufügen ist suchen */
        einfuege_pos = suche_pos(stud_liste, akt_eintrag);
        /* akt_eintrag einfügen */
        akt_eintrag->naechster = einfuege_pos->naechster;
        einfuege_pos->naechster = akt_eintrag;
        /* nächstes Listen-Element anfordern */
        akt_eintrag = (struct eintrag *)malloc(sizeof (struct eintrag));
}
```


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

K.4 Ergänzungen zum Präprozessor

1 Parametrierte Makros

- Präprozessor-Makros können mit Parametern versehen werden, die in den Ersatztext eingebaut werden
  - ➤ entspricht "optisch" einem Funktionsaufruf
  - ➤ Unterschied: Makro wird zur Übersetzungszeit expandiert, Funktionsaufruf erfolgt zur Laufzeit
  - ➤ parametrierte Makros sind damit ähnlich zu inline-Funktionen (wie z. B. in C++)
  - ➤ ein Makro wird durch die **`#define`**–Anweisung definiert
- Syntax:

```
#define Makroname(Par1, Par2, ...) Ersatztext
```

  - ➤ Vorkommen von *Par1*, *Par2*, etc. im Ersatztext werden entsprechend eingesetzt

© Jürgen Kleinöder • Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2010
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

K.4 Ergänzungen zum Präprozessor (2)

- Beispiele:

```
#define max(a, b) ((a) < (b) ? (b) : (a))
...
x = max (n+m, y+z);
```

```
#define numeric(c) ((c) >= '0' && (c) <= '9')
...
c = getchar();
if numeric(c) { ...
```

➤ im Ersatztext Parameter unbedingt in ( ) klammern
(sonst evtl. Probleme mit Operator-Vorrang im expandierten Text!)

➤ einige Sonderregeln im Umgang mit Zeichenketten
(Kernighan und Ritchie schreiben dazu:
The details ... are described more precisely in the ANSI standard ...
Some of the new rules ... are bizarre.)

© Jürgen Kleinöder • Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2010
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

K.4 Ergänzungen zum Präprozessor (3)

2 Deaktivieren von Makros

- Makros wirken ab der Zeile in der sie definiert wurden bis zum Ende der Datei - können aber auch wieder deaktiviert werden

- Syntax:

```
#undef Makroname
```

➤ ab dieser Zeile unterbleibt Expansion des Makros

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