3 Module in C

!!! `.c`–Quelldateien auf keinen Fall mit Hilfe der `#include`–Anweisung in andere Quelldateien einkopieren

- Bevor eine Funktion aus einem anderen Modul aufgerufen werden kann, muss sie **deklariert** werden
  - ➤ Parameter und Rückgabewerte müssen bekannt gemacht werden
- Makrodefinitionen und Deklarationen, die in mehreren Quelldateien eines Programms benötigt werden, werden zu ***Header*-Dateien** zusammengefaßt
  - ◆ *Header*-Dateien werden mit der `#include`–Anweisung des Preprozessors in C-Quelldateien einkopiert
  - ◆ der Name einer *Header*-Datei endet immer auf `.h`

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

4 Gültigkeit von Namen

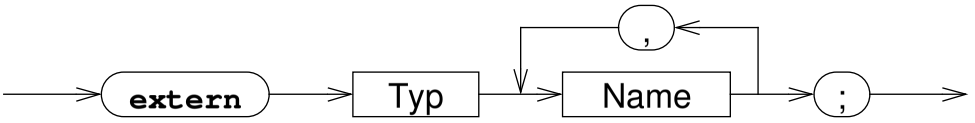
- Gültigkeitsregeln legen fest, welche Namen (Variablen und Funktionen) wo im Programm bekannt sind
- Mehrere Stufen
  1. Global im gesamten Programm (über Modul- und Funktionsgrenzen hinweg)
  2. Global in einem Modul (auch über Funktionsgrenzen hinweg)
  3. Lokal innerhalb einer Funktion
  4. Lokal innerhalb eines Blocks
- Überdeckung bei Namensgleichheit
  - ➤ eine lokale Variable innerhalb einer Funktion überdeckt gleichnamige globale Variablen
  - ➤ eine lokale Variable innerhalb eines Blocks überdeckt gleichnamige globale Variablen und gleichnamige lokale Varibalen in umgebenden Blöcken

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

5 Globale Variablen

Gültig im gesamten Programm

- Globale Variablen werden außerhalb von Funktionen definiert
- Globale Variablen sind ab der Definition in der gesamten Datei zugreifbar
- Globale Variablen, die in anderen Modulen **definiert** wurden, müssen vor dem ersten Zugriff bekanntgemacht werden
  (**`extern`–Deklaration** = Typ und Name bekanntmachen)



- Beispiele:

```
extern int a, b;
extern char c;
```


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

5 Globale Variablen (2)

- **Probleme mit globalen Variablen**
  - Zusammenhang zwischen Daten und darauf operierendem Programmcode geht verloren
  - Funktionen können Variablen ändern, ohne daß der Aufrufer dies erwartet (Seiteneffekte)
  - Programme sind schwer zu pflegen, weil bei Änderungen der Variablen erst alle Programmteile, die sie nutzen gesucht werden müssen

➥ **globale Variablen möglichst vermeiden!!!**

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

5 Globale Funktionen

- Funktionen sind generell global
  (es sei denn, die Erreichbarkeit wird explizit auf das Modul begrenzt)
- Funktionen aus anderen Modulen müssen ebenfalls vor dem ersten Aufruf **deklariert** werden
  (= Typ, Name und Parametertypen bekanntmachen)
- Das Schlüsselwort **`extern`** ist bei einer Funktionsdeklaration nicht notwendig
- Beispiele:

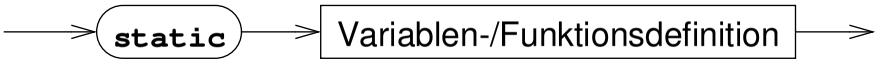
```
double sinus(double);
float power(float, int);
```

- Globale Funktionen (und soweit vorhanden die globalen Daten) bilden die äußere Schnittstelle eines Moduls
  - ➤ "vertragliche" Zusicherung an den Benutzer des Moduls

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

6 Einschränkung der Gültigkeit auf ein Modul

- Zugriff auf eine globale Variable oder Funktion kann auf das Modul (= die Datei) beschränkt werden, in der sie definiert wurde
  - ➤ Schlüsselwort **`static`** vor die Definition setzen



  - ➤ **`extern`**-Deklarationen in anderen Modulen sind nicht möglich
- **`Die static`**-Variablen bilden zusammen den Zustand eines Moduls, die Funktionen des Moduls operieren auf diesem Zustand
- Hilfsfunktionen innerhalb eines Moduls, die nur von den Modulfunktionen benötigt werden, sollten immer static definiert werden
  - ➤ sie werden dadurch nicht Bestandteil der Modulschnittstelle
    (= des "Vertrags" mit den Modulbenutzern)

!!! das Schlüsselwort **`static`** gibt es auch bei lokalen Variablen
(mit anderer Bedeutung!)

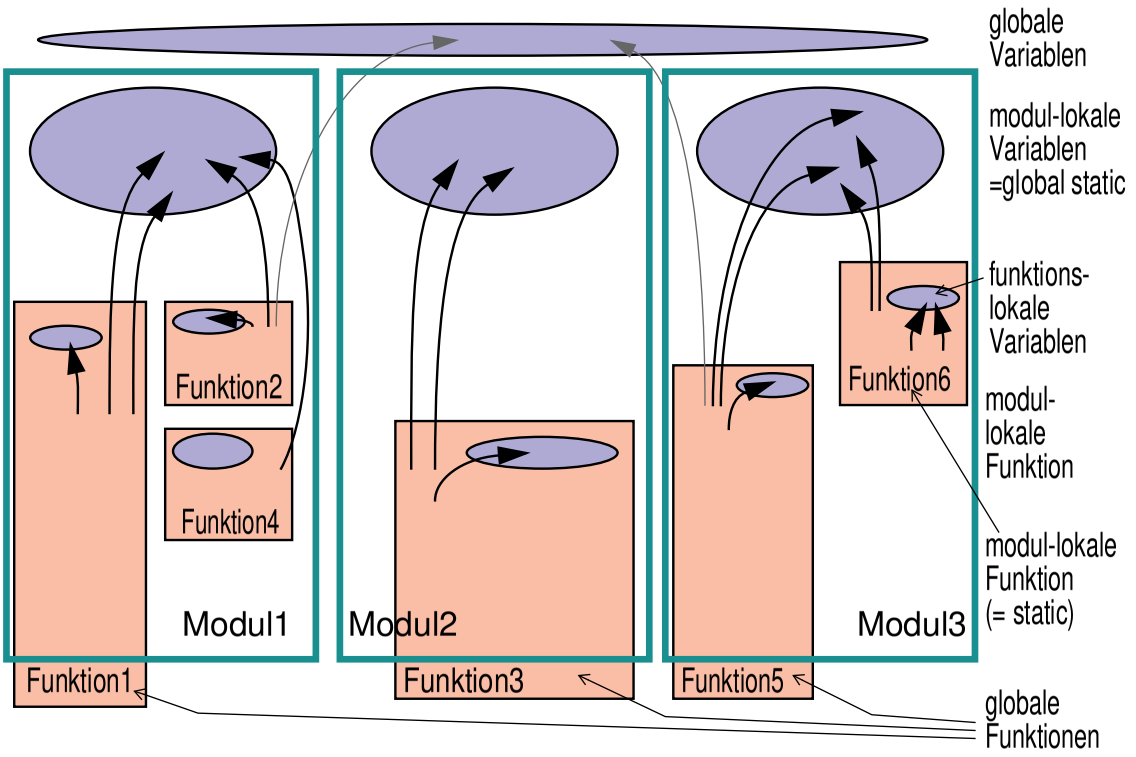
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

7 Lokale Variablen

- Variablen, die innerhalb einer Funktion oder eines Blocks definiert werden, sind lokale Variablen
- bei Namensgleichheit zu globalen Variablen oder lokalen Variablen eines umgebenden Blocks gilt die jeweils letzte Definition
- lokale Variablen sind außerhalb des Blocks, in dem sie definiert wurden, nicht zugreifbar und haben dort keinen Einfluß auf die Zugreifbarkeit von Variablen

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

8 Gültigkeitsbereiche — Übersicht



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

9 Lebensdauer von Variablen

- Die Lebensdauer einer Variablen bestimmt, wie lange der Speicherplatz für die Variable aufgehoben wird
- Zwei Arten
  - ◆ Speicherplatz bleibt für die gesamte Programmausführungszeit reserviert
    - ➤ statische (**`static`**) Variablen
  - ◆ Speicherplatz wird bei Betreten eines Blocks reserviert und danach wieder freigegeben
    - ➤ dynamische (**`automatic`**) Variablen

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

9 Lebensdauer von Variablen (2)

auto-Variablen

- Alle lokalen Variablen sind automatic-Variablen
  - ➤ der Speicher wird bei Betreten des Blocks / der Funktion reserviert und bei Verlassen wieder freigegeben
    - ➥ der Wert einer lokalen Variablen ist beim nächsten Betreten des Blocks nicht mehr sicher verfügbar!
- Lokale auto-Variablen können durch beliebige Ausdrücke initialisiert werden
  - ➤ die Initialisierung wird bei jedem Eintritt in den Block wiederholt
  - **!!! wird eine auto-Variable nicht initialisiert, ist ihr Wert vor der ersten Zuweisung undefiniert** (= irgendwas)

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

9 Lebensdauer von Variablen (2)

static-Variablen

- Der Speicher für alle globalen Variablen ist generell von Programmstart bis Programmende reserviert
- Lokale Variablen erhalten bei Definition mit dem Schlüsselwort **`static`** eine **Lebensdauer über die gesamte Programmausführung** hinweg
  - ➥ der Inhalt bleibt bei Verlassen des Blocks erhalten und ist bei einem erneuten Eintreten in den Block noch verfügbar
  - !!! Das Schlüsselwort **`static`** hat bei globalen Variablen eine völlig andere Bedeutung (Einschränkung des Zugriffs auf das Modul)
- Static-Variablen können durch beliebige konstante Ausdrücke initialisiert werden
  - ➤ die Initialisierung wird nur einmal beim Programmstart vorgenommen (auch bei lokalen Variablen!)
  - ➤ erfolgt keine explizite Initialisierung, wird automatisch mit 0 vorbelegt

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

10 Werteaustausch zwischen Funktionen

Mechanismus	Aufrufer → Funktion	Funktion → Aufrufer
Parameter	ja	mit Hilfe von Zeigern
Funktionswert	nein	ja
globale Variablen	ja	ja

- Verwendung globaler Variablen?
  - ◆ Variablen, die von vielen Funktionen verwendet werden und/oder oft als Parameter übergeben werden müßten
    - ➤ Menge der Funktionen muß überschaubar bleiben
      → Zugriff auf Modul begrenzen (globale static-Variablen)
    - ➤ **sonst sehr schlechter Programmierstil**
  - ◆ Variablen, die keiner Funktion als Variable oder Parameter fest zugeordnet werden können
    - ➤ Modul suchen, dem die Variable zugeordnet werden kann!!!
  - ◆ Variablen, deren Lebensdauer nicht beschränkt sein darf, die aber nicht in **`main()`** deklariert werden sollen
    - ➤ in zugehöriger Funktion lokal-static definieren

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

11 Getrennte Übersetzung von Programmteilen — Beispiel

- Hauptprogramm (Datei `fplot.c`)

```
#include "trig.h"
#define INTERVALL 0.01

/*
 * Funktionswerte ausgeben
 */
int main(void)
{
        char c;
        double i;

        printf("Funktion (Sin, Cos, Tan, cOt)? ");
        scanf("%x", &c);

        switch (c) {
        ...
        case 'T':
          for (i=-PI/2; i < PI/2; i+=INTERVALL)
               printf("%lf %lf\n", i, tan(i));
          break;;
        ...
        }
}
```


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

11 Getrennte Übersetzung — Beispiel (2)

- *Header*-Datei (Datei `trig.h`)

```
#include <stdio.h>
#define PI 3.1415926535897932
double tan(double), cot(double);
double cos(double), sin(double);
```


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

11 Getrennte Übersetzung — Beispiel (3)

- Trigonometrische Funktionen
  (Datei `trigfunc.c`)

```
#include "trig.h"

double tan(double x) {
        return(sin(x)/cos(x));
}

double cot(double x) {
        return(cos(x)/sin(x));
}

double cos(double x) {
        return(sin(PI/2-x));
}
```

...

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

11 Getrennte Übersetzung — Beispiel (4)

- Trigonometrische Funktionen — Fortsetzung
  (Datei `trigfunc.c`)

...

```
double sin (double x)
{
        double summe;
        double x_quadrat;
        double rest;
        int k;

        k = 0;
        summe = 0.0;
        rest = x;
        x_quadrat = x*x;

        while ( fabs(rest) > 1e-9 ) {
                summe += rest;
                k += 2;
                rest *= -x_quadrat/(k*(k+1));
        }
        return(summe);
}
```

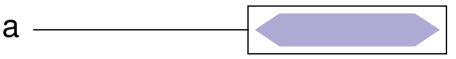

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

C-8 Zeiger(-Variablen)

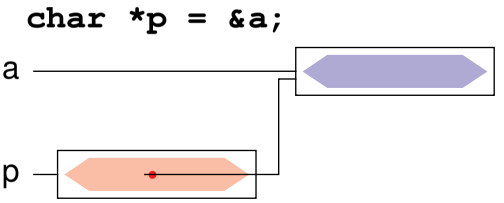
1 Einordnung

- **Konstante:**
  Bezeichnung für einen Wert

- **Variable:**
  Bezeichnung eines Datenobjekts



- **Zeiger-Variable (Pointer):**
  Bezeichnung einer Referenz auf ein Datenobjekt



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

2 Überblick

- Eine Zeigervariable ***(pointer)*** enthält als Wert die Adresse einer anderen Variablen
  - ➥ *der Zeiger verweist auf die Variable*
- Über diese Adresse kann man **indirekt** auf die Variable zugreifen
- Daraus resultiert die große Bedeutung von Zeigern in C
  - ➥ Funktionen können ihre Argumente verändern ***(call-by-reference)***
  - ➥ dynamische Speicherverwaltung
  - ➥ effizientere Programme
- Aber auch Nachteile!
  - ➥ Programmstruktur wird unübersichtlicher (welche Funktion kann auf welche Variable zugreifen?)
  - ➥ häufigste Fehlerquelle bei C-Programmen

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

3 Definition von Zeigervariablen

- Syntax:

```
Typ *Name ;
```

- **Beispiele**

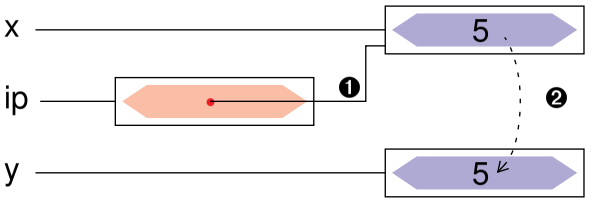
```
int x = 5;

int *ip;

int y;

ip = &x; ❶

y = *ip; ❷
```



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

4 Adreßoperatoren

- Adreßoperator `&`

  `&x` der unäre Adreß-Operator liefert eine Referenz auf den Inhalt der Variablen (des Objekts) `x`

- Verweisoperator `*`

  `*x` der unäre Verweisoperator `*` ermöglicht den Zugriff auf den Inhalt der Variablen (des Objekts), auf die der Zeiger `x` verweist

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

5 Zeiger als Funktionsargumente

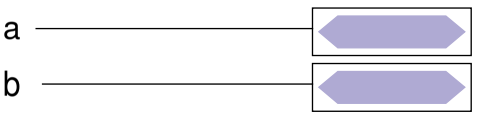
- Parameter werden in C *by-value* übergeben
- die aufgerufene Funktion kann den aktuellen Parameter beim Aufrufer nicht verändern
- auch Zeiger werden *by-value* übergeben, d. h. die Funktion erhält lediglich eine Kopie des Adreßverweises
- über diesen Verweis kann die Funktion jedoch mit Hilfe des *-Operators auf die zugehörige Variable zugreifen und sie verändern
  - ➥ *call-by-reference*

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

5 … Zeiger als Funktionsargumente (2)

- Beispiel:

```
main(void) {
int a, b;
void swap (int *, int *);
...
swap(&a, &b);
}
```

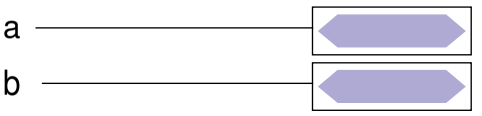


Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

5 … Zeiger als Funktionsargumente (2)

- Beispiel:

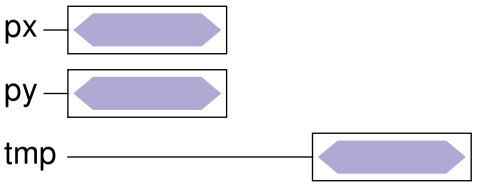
```
main(void) {
int a, b;
void swap (int *, int *);
...
swap(&a, &b);
}
```




```
void swap (int *px, int *py)
{
    int tmp;

    tmp = *px;
    *px = *py;
    *py = tmp;

}
```

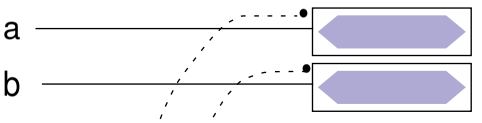


Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

5 … Zeiger als Funktionsargumente (2)

- Beispiel:

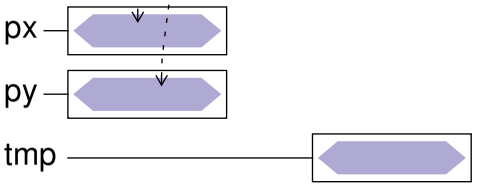
```
main(void) {
int a, b;
void swap (int *, int *);
...
swap(&a, &b); ❶
}
```




```
void swap (int *px, int *py)
{
    int tmp;

    tmp = *px;
    *px = *py;
    *py = tmp;

}
```



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

5 … Zeiger als Funktionsargumente (2)

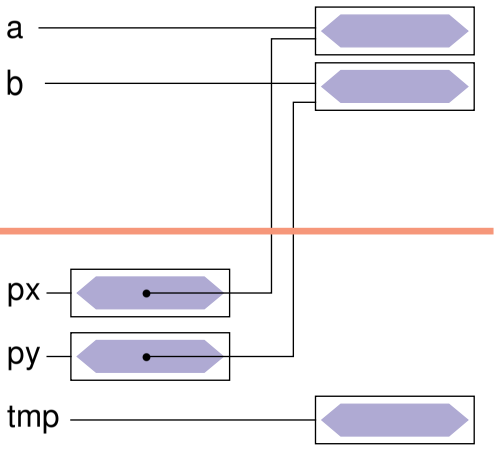
- Beispiel:

```
main(void) {
int a, b;
void swap (int *, int *);
...
swap(&a, &b);
}
```

```
void swap (int *px, int *py)
{
    int tmp;

    tmp = *px;
    *px = *py;
    *py = tmp;

}
```



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

5 … Zeiger als Funktionsargumente (2)

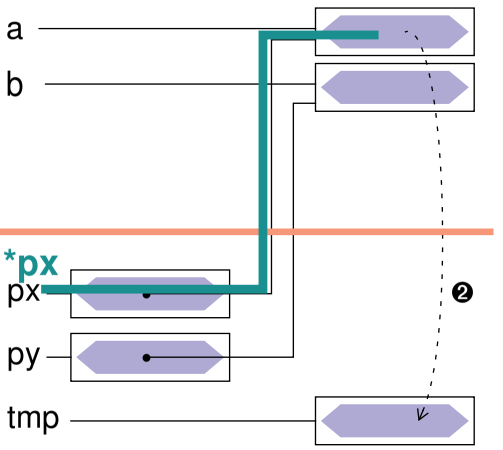
- Beispiel:

```
main(void) {
int a, b;
void swap (int *, int *);
...
swap(&a, &b); ❶
}
```

```
void swap (int *px, int *py)
{
    int tmp;

    tmp = *px; ❷
    *px = *py;
    *py = tmp;

}
```



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

5 … Zeiger als Funktionsargumente (2)

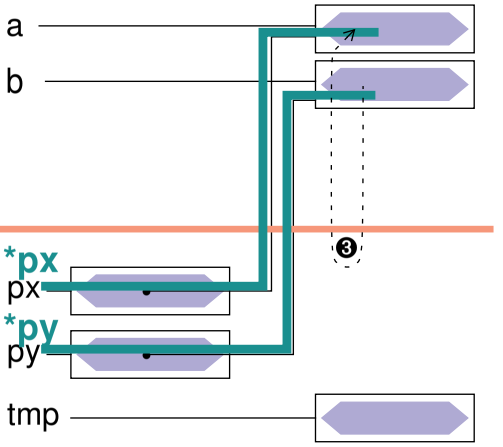
- Beispiel:

```
main(void) {
int a, b;
void swap (int *, int *);
...
swap(&a, &b); ❶
}
```

```
void swap (int *px, int *py)
{
    int tmp;

    tmp = *px;
    *px = *py; ❸
    *py = tmp;

}
```



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

5 … Zeiger als Funktionsargumente (2)

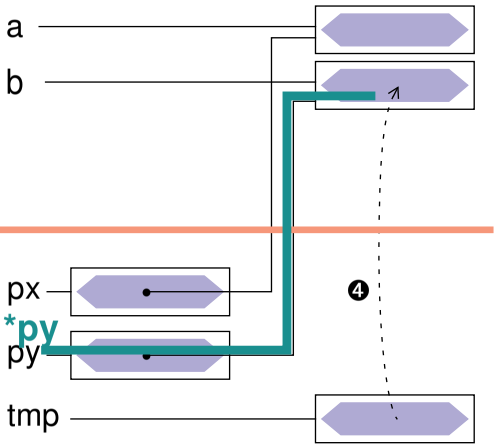
- Beispiel:

```
main(void) {
int a, b;
void swap (int *, int *);
...
swap(&a, &b); ❶
}
```

```
void swap (int *px, int *py)
{
    int tmp;

    tmp = *px; ❷
    *px = *py; ❸
    *py = tmp; ❹

}
```



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

5 … Zeiger als Funktionsargumente (2)

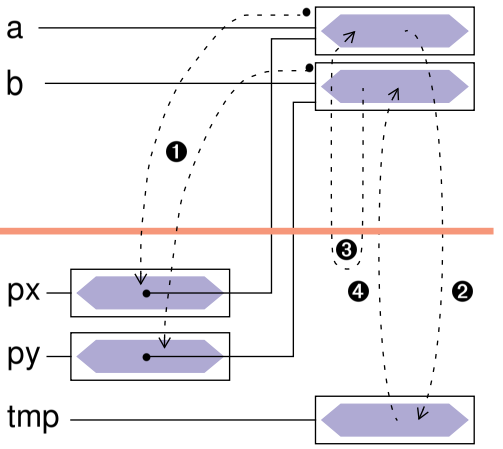
- Beispiel:

```
main(void) {
int a, b;
void swap (int *, int *);
...
swap(&a, &b); ❶
}
```

```
void swap (int *px, int *py)
{
    int tmp;

    tmp = *px; ❷
    *px = *py; ❸
    *py = tmp; ❹

}
```



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

6 Zeiger auf Strukturen

- Konzept analog zu "Zeiger auf Variablen"
  - ➤ Adresse einer Struktur mit &-Operator zu bestimmen
  - ➤ Zeigerarithmetik berücksichtigt Strukturgröße
- Beispiele

```
struct student stud1;
struct student *pstud;
pstud = &stud1;              /* ⇒ pstud → stud1 */
```

- Besondere Bedeutung zum Aufbau verketteter Strukturen

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

6 Zeiger auf Strukturen (2)

- Zugriff auf Strukturkomponenten über einen Zeiger
- Bekannte Vorgehensweise
  - ➤ *-Operator liefert die Struktur
  - ➤ .-Operator zum Zugriff auf Komponente
  - ➤ Operatorenvorrang beachten

➥
```
(*pstud).best = 'n';
```
unleserlich!

- Syntaktische Verschönerung

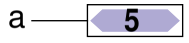
➥ –>-Operator

```
pstud->best = 'n';
```

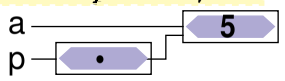

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

7 Zusammenfassung

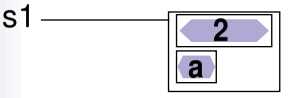
- Variable

```
int a;
```


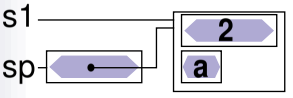
- Zeiger

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


- Struktur

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


- Zeiger auf Struktur

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


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

C-9 sizeof-Operator

- In manchen Fällen ist es notwendig, die Größe (in Byte) einer Variablen oder Struktur zu ermitteln
  - ➤ z. B. zum Anfordern von Speicher für ein Feld (→ malloc)
- Syntax:

`sizeof x`	liefert die Größe des Objekts x in Bytes
`sizeof (`*Typ*`)`	liefert die Größe eines Objekts vom Typ *Typ* in Bytes

- Das Ergebnis ist vom Typ `size_t` (entspricht meist `int`) (`#include <stddef.h>`!)
- Beispiel:

```
int a; size_t b;
b = sizeof a;          /* ⇒ b = 2 oder b = 4 */
b = sizeof(double)     /* ⇒ b = 8 */
```

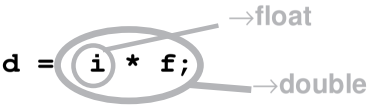

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

C-10 Explizite Typumwandlung — Cast-Operator

- C enthält Regeln für eine automatische Konvertierung unterschiedlicher Typen in einem Ausdruck

Beispiel:

```
int i = 5;
float f = 0.2;
double d;
```



- In manchen Fällen wird eine explizite Typumwandlung benötigt (vor allem zur Umwandlung von Zeigern)
  - ◆ Syntax:

(Typ) Variable

Beispiele:

```
(int) a
(float) b
```

```
(int *) a
(char *) a
```


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

C-11 Speicherverwaltung

- **`void *malloc(size_t size)`**: Reservieren eines Speicherbereiches
- **`void free(void *ptr)`**: Freigeben eines reservierten Bereiches

```
struct person *p1 = (struct person *) malloc(sizeof(struct person));
if (p1 == NULL) {
        perror("malloc person p1");
        ...
}

...
free(p1);
```

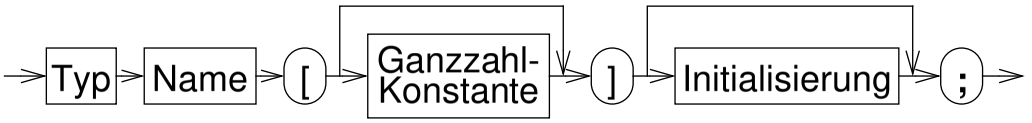
- malloc-Prototyp ist in stdlib.h definiert (**`#include <stdlib.h>`**)

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

C-12 Felder

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

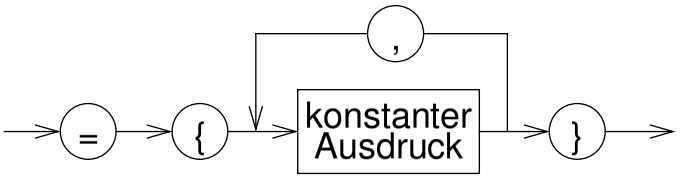


- Beispiele:

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


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

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

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

3 ... Initialisierung eines Feldes (2)

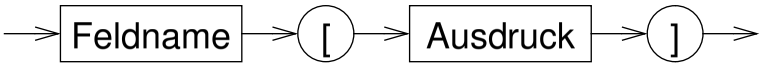
- Felder des Typs ***char*** können auch durch String-Konstanten initialisiert werden

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


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

4 Zugriffe auf Feldelemente

- Indizierung:



wobei: 0 <= Wert(Ausdruck) < Feldgröße

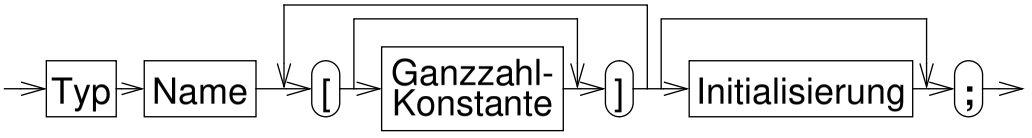
- Beispiele:

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


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

5 Mehrdimensionale Felder

- neben eindimensionalen Felder kann man auch mehrdimensionale Felder vereinbaren
- Definition eines mehrdimensionalen Feldes



- Beispiel:

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


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