

C Kurzeinführung in die Programmiersprache C

■ Literatur zur C-Programmierung:

- ◆ Darnell, Margolis. *C: A Software Engineering Approach*. Springer 1991
- ◆ Kernighan, Ritchie. *The C Programming Language*. Prentice-Hall 1988

C-1 Überblick

- | | |
|-------------------------------|---|
| ◆ Struktur eines C-Programms | ◆ Explizite Typumwandlung — Cast-Operator |
| ◆ Datentypen und Variablen | |
| ◆ Anweisungen | ◆ Speicherverwaltung |
| ◆ Funktionen | ◆ Felder |
| ◆ C-Preprozessor | ◆ Strukturen |
| ◆ Programmstruktur und Module | ◆ Ein- /Ausgabe |
| ◆ Zeiger(-Variablen) | ◆ Fehlerbehandlung |
| ◆ sizeof-Operator | |

C-2 Struktur eines C-Programms

globale Variablendefinitionen

Funktionen

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

■ Beispiel

```
int main(int argc, char *argv[]) {  
    printf("Hello World!");  
}
```

■ Übersetzen mit dem C-Compiler:

```
cc -o hello hello.c
```

■ Ausführen durch Aufruf von `hello`

C-3 Datentypen und Variablen

- Datentypen legen fest:
 - ◆ Repräsentation der Werte im Rechner
 - ◆ Größe des Speicherplatzes für Variablen
 - ◆ erlaubte Operationen

1 Standardtypen in C

- Eine Reihe häufig benötigter Datentypen ist in C vordefiniert

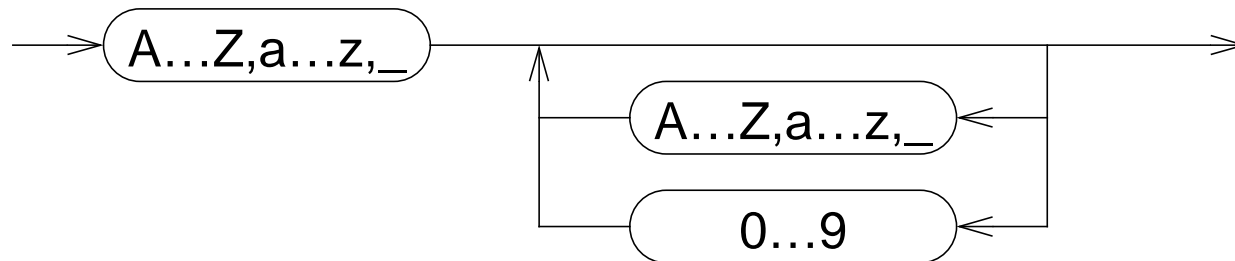
<code>char</code>	Zeichen (im ASCII-Code dargestellt, 8 Bit)
<code>int</code>	ganze Zahl (16 oder 32 Bit)
<code>float</code>	Gleitkommazahl (32 Bit) etwa auf 6 Stellen genau
<code>double</code>	doppelt genaue Gleitkommazahl (64 Bit) etwa auf 12 Stellen genau
<code>void</code>	ohne Wert

2 Variablen

■ Variablen besitzen

- ◆ **Namen** (Bezeichner)
- ◆ **Typ**
- ◆ zugeordneten Speicherbereich für einen Wert des Typs
Inhalt des Speichers (= **aktueller Wert** der Variablen) ist veränderbar!
- ◆ **Lebensdauer**

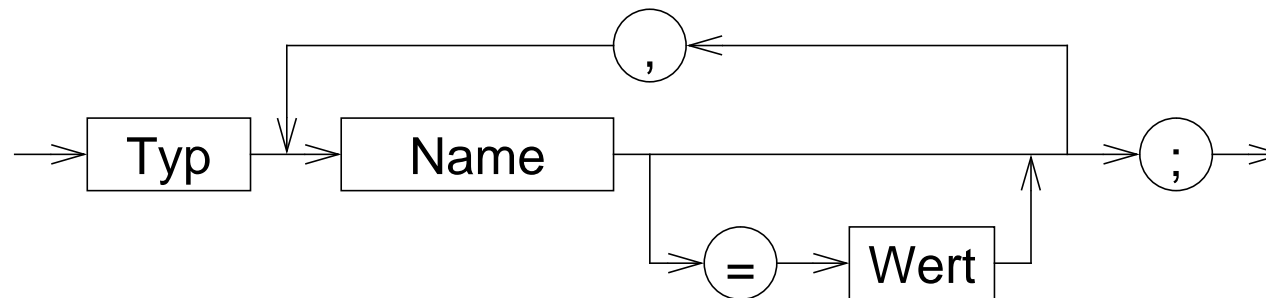
■ Variablenname:



(Buchstabe oder `_`,
evtl. gefolgt von beliebig vielen Buchstaben, Ziffern oder `_`)

2 Variablen (2)

- eine **Variablen-Definition** deklariert eine Variable und reserviert den benötigten Speicherbereich



2 Variablen (3)

■ Variablen-Definition: Beispiele

```
int a1;  
float a, b, c, dis;  
int anzahl_zeilen=5;  
char trennzeichen;
```

■ Position von Variablendefinitionen im Programm:

- ◆ nach jeder "{"
- ◆ außerhalb von Funktionen

■ Wert kann bei der Definition initialisiert werden

■ Wert ist durch Wertzuweisung und spezielle Operatoren veränderbar

3 Strukturierte Datentypen (structs)

- Zusammenfassen mehrerer Daten zu einer Einheit

```
struct person {  
    char *name;  
    int alter;  
};
```

- Variablen-Definition

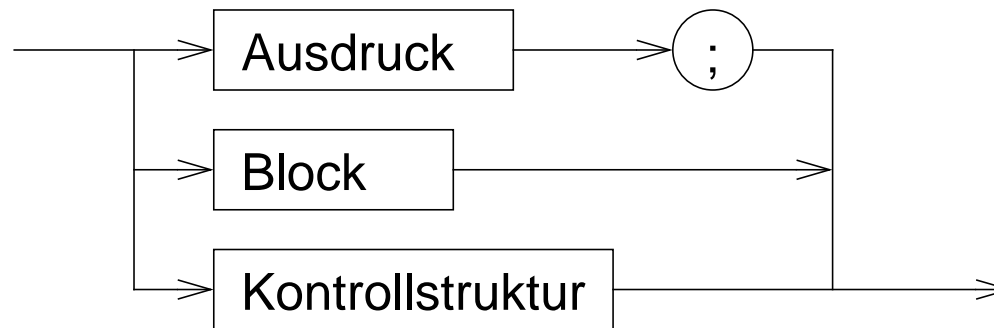
```
struct person p1;
```

- Zugriff auf Elemente der Struktur

```
p1.name = "Hans";
```


C-4 Anweisungen

Anweisung:



1 Ausdrücke - Beispiele

- ◆ `a = b + c;`
- ◆ `{ a = b + c; x = 5; }`
- ◆ `if (x == 5) a = 3;`

2 Blöcke

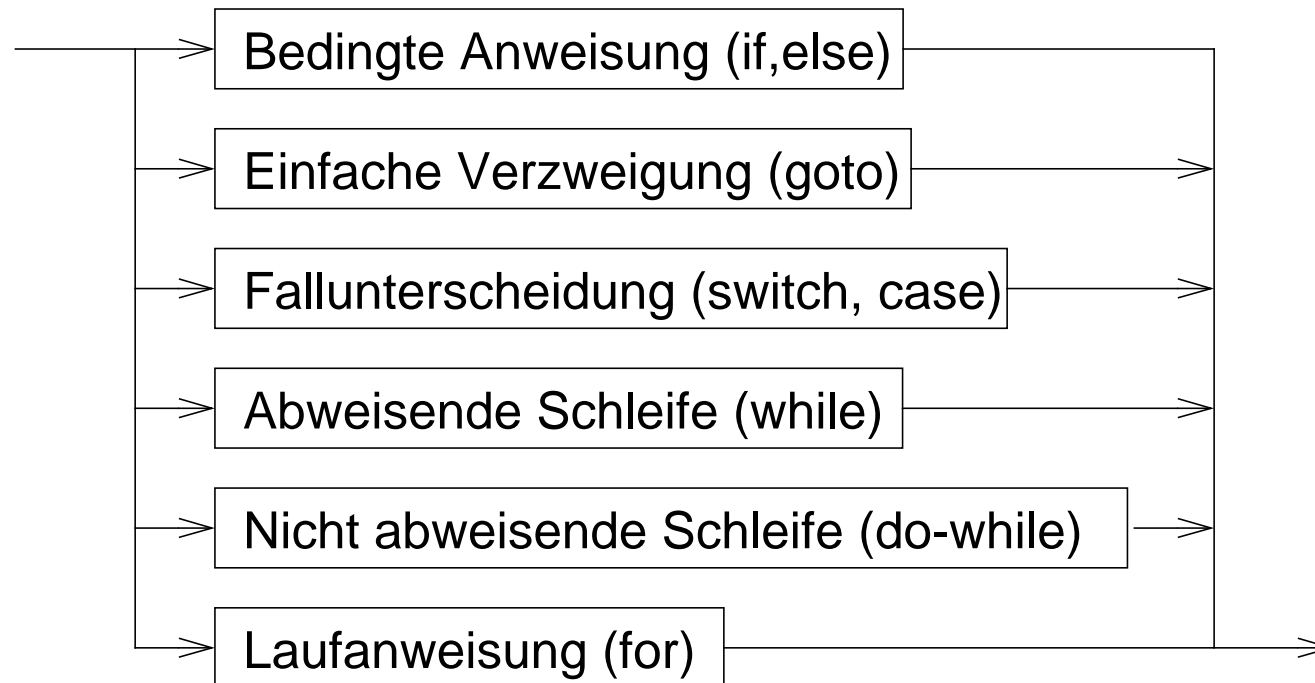
- Zusammenfassung mehrerer Anweisungen
- Lokale Variablendefinitionen → Hilfsvariablen
- Schaffung neuer Sichtbarkeitsbereiche (**Scopes**) für Variablen

```
main()  
{  
    int x, y, z;  
    x = 1;  
    {  
        int a, b, c;  
        a = x+1;  
        {  
            int a, x;  
            x = 2;  
            a = 3;  
        }  
        /* a: 2, x: 1 */  
    }  
}
```

3 Kontrollstrukturen

- Kontrolle des Programmablaufs in Abhängigkeit vom Ergebnis von Ausdrücken

Kontrollstruktur:



4 Kontrollstrukturen — Schleifensteuerung

■ break

- ◆ bricht die umgebende Schleife bzw. **switch**-Anweisung ab

```
int c;

do {
    if ( (c = getchar()) == EOF ) break;
    putchar(c);
}
while ( c != '\n' );
```

■ continue

- ◆ bricht den aktuellen **Schleifendurchlauf** ab
- ◆ setzt das Programm mit der Ausführung des Schleifenkopfes fort

C-5 Funktionen

- **Funktion =**
Programmstück (Block), das mit einem **Namen** versehen ist und dem zum Ablauf **Parameter** übergeben werden können
- Funktionen sind die elementaren Bausteine für Programme
 - ➔ verringern die **Komplexität** durch Zerteilen umfangreicher, schwer überblickbarer Aufgaben in kleine Komponenten
 - ➔ erlauben die **Wiederverwendung** von Programmkomponenten
 - ➔ verbergen **Implementierungsdetails** vor anderen Programmteilen (**Black-Box-Prinzip**)

1 Funktionsdefinition

- Schnittstelle (Ergebnistyp, Name, Parameter)
- + Implementierung

2 Beispiel Sinusberechnung

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>

double sinus (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);
}
```

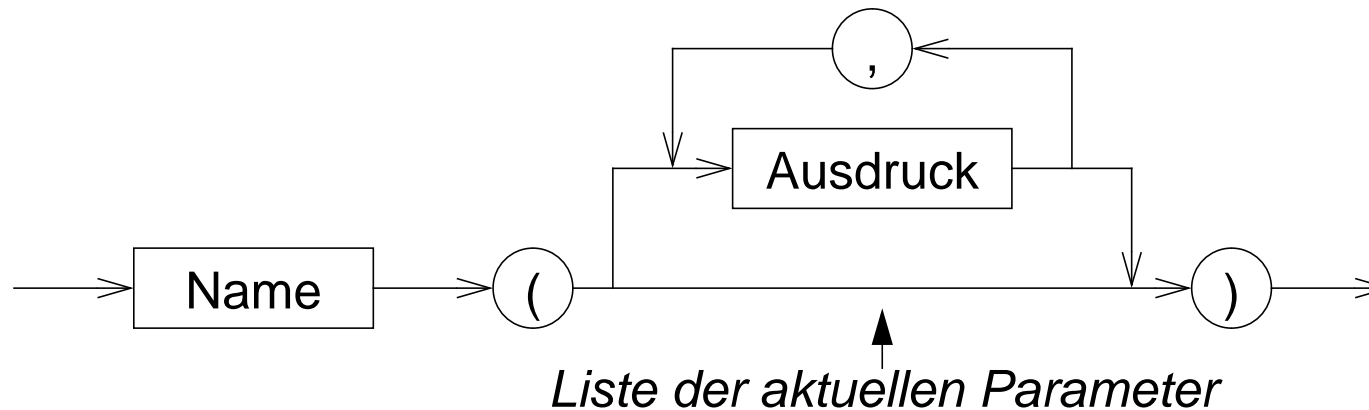
```
int main(int argc, char *argv[])
{
    double wert;

    printf("Berechnung des Sinus von ");
    scanf("%lf", &wert);
    printf("sin(%lf) = %lf\n",
           wert, sinus(wert));
}
```

- beliebige Verwendung von **sinus** in Ausdrücken:

```
y = exp(tau*t) * sinus(f*t);
```

3 Funktionsaufruf



- Die Ausdrücke in der Parameterliste werden ausgewertet, **bevor** in die Funktion gesprungen wird
 ➔ **aktuelle Parameter**
- Anzahl und Typen der Ausdrücke in der Liste der aktuellen Parameter müssen mit denen der formalen Parameter in der Funktionsdefinition übereinstimmen
- Die Auswertungsreihenfolge der Parameterausdrücke ist **nicht** festgelegt

4 Regeln

- Funktionen werden global definiert
- `main()` ist eine normale Funktion, die aber automatisch als erste beim Programmstart aufgerufen wird
- rekursive Funktionsaufrufe sind zulässig
 - ➔ eine Funktion darf sich selbst aufrufen (z. B. zur Fakultätsberechnung)

```
int fakultaet(int n)
{
    if ( n == 1 )
        return(1);
    else
        return( n * fakultaet(n-1) );
}
```


4 Regeln (2)

- Funktionen müssen **deklariert** sein, bevor sie aufgerufen werden
 - = Rückgabetyt und Parametertypen müssen bekannt sein
 - ◆ durch eine Funktionsdefinition ist die Funktion automatisch auch deklariert
- wurde eine verwendete Funktion vor ihrer Verwendung nicht deklariert, wird automatisch angenommen
 - Funktionswert vom Typ `int`
 - 1. Parameter vom Typ `int`
 - ➔ **schlechter Programmierstil → fehleranfällig**

5 Funktionsdeklaration

- soll eine Funktion vor ihrer Definition verwendet werden, kann sie durch eine **Deklaration** bekannt gemacht werden (Prototyp)

- ◆ Syntax:

```
Typ Name ( Liste formaler Parameter );
```

- Parameternamen können weggelassen werden, die Parametertypen müssen aber angegeben werden!

- ◆ Beispiel:

```
double sinus(double);
```

6 Funktionsdeklarationen — Beispiel

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>

double sinus(double);
/* oder: double sinus(double x); */

main()
{
    double wert;

    printf("Berechnung des Sinus von ");
    scanf("%lf", &wert);
    printf("sin(%lf) = %lf\n",
           wert, sinus(wert));
}
```

```
double sinus (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);
}
```

7 Parameterübergabe an Funktionen

- allgemein in Programmiersprachen vor allem zwei Varianten:
 - call by value (wird in C verwendet)
 - call by reference (wird in C **nicht** verwendet)
- call-by-value: Es wird eine Kopie des aktuellen Parameters an die Funktion übergeben
 - ➔ die Funktion kann den Übergabeparameter durch Zugriff auf den formalen Parameter lesen
 - ➔ die Funktion kann den Wert des formalen Parameters (also die Kopie!) ändern, ohne daß dies Auswirkungen auf den Wert des aktuellen Parameters beim Aufrufer hat
 - ➔ die Funktion kann über einen Parameter dem Aufrufer keine Ergebnisse mitteilen

C-6 C-Preprozessor

- bevor eine C-Quelle dem C-Compiler übergeben wird, wird sie durch einen Makro-Preprozessor bearbeitet
- Anweisungen an den Preprozessor werden durch ein #-Zeichen am Anfang der Zeile gekennzeichnet
- die Syntax von Preprozessoranweisungen ist unabhängig vom Rest der Sprache
- Preprozessoranweisungen werden nicht durch ; abgeschlossen!
- wichtigste Funktionen:
 - #define** Definition von Makros
 - #include** Einfügen von anderen Dateien

1 Makrodefinitionen

- Makros ermöglichen einfache textuelle Ersetzungen (parametrierbare Makros werden später behandelt)
- ein Makro wird durch die `#define`-Anweisung definiert
- Syntax:

```
#define Makroname Ersatztext
```

- eine Makrodefinition bewirkt, daß der Preprozessor im nachfolgenden Text der C-Quelle alle Vorkommen von **Makroname** durch *Ersatztext* ersetzt
- Beispiel:

```
#define EOF -1
```

2 Einfügen von Dateien

- `#include` fügt den Inhalt einer anderen Datei in eine C-Quelldatei ein

- Syntax:

```
#include <Dateiname >  
oder  
#include "Dateiname "
```

- mit `#include` werden *Header*-Dateien mit Daten, die für mehrere Quelldateien benötigt werden, einkopiert
 - Deklaration von Funktionen, Strukturen, externen Variablen
 - Definition von Makros
- wird **Dateiname** durch `< >` geklammert, wird eine **Standard-Header-Datei** einkopiert
- wird **Dateiname** durch `" "` geklammert, wird eine Header-Datei des Benutzers einkopiert (vereinfacht dargestellt!)

C-7 Programmstruktur & Module

1 Softwaredesign

- Grundsätzliche Überlegungen über die Struktur eines Programms **vor** Beginn der Programmierung
- Verschiedene Design-Methoden
 - ◆ Top-down Entwurf / Prozedurale Programmierung
 - traditionelle Methode
 - bis Mitte der 80er Jahre fast ausschließlich verwendet
 - an Programmiersprachen wie Fortran, Cobol, Pascal oder C orientiert
 - ◆ Objekt-orientierter Entwurf
 - moderne, sehr aktuelle Methode
 - Ziel: Bewältigung sehr komplexer Probleme
 - auf Programmiersprachen wie C++, Smalltalk oder Java ausgerichtet

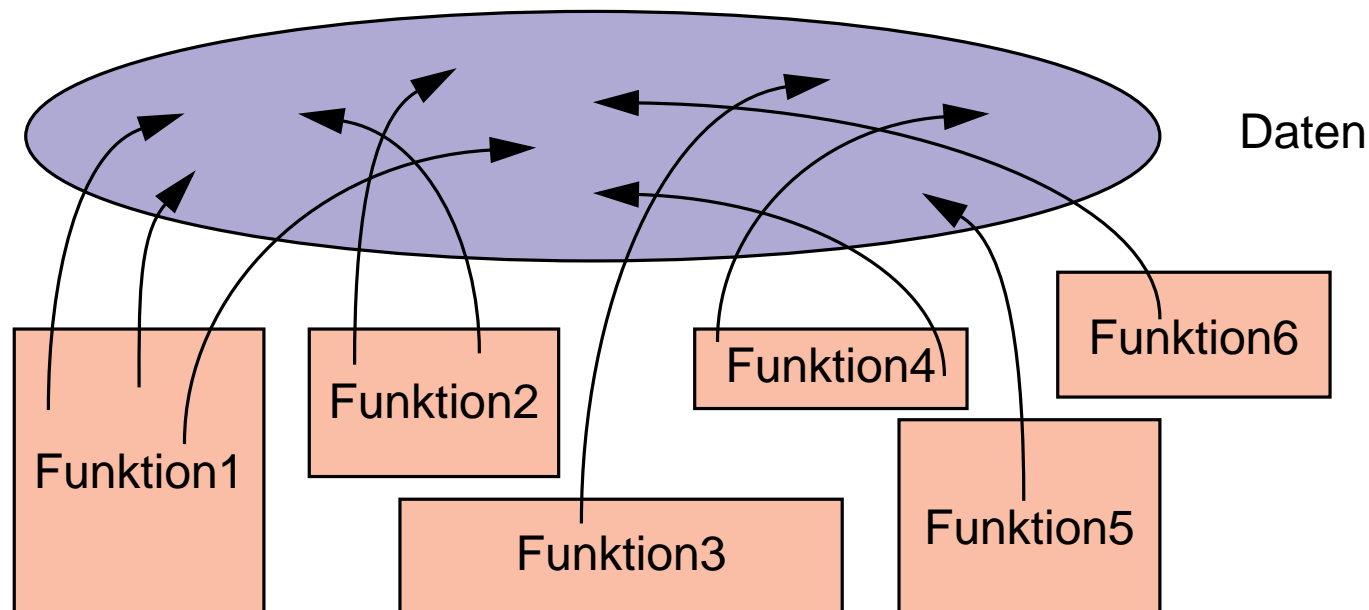
2 Top-down Entwurf

■ Zentrale Fragestellung

- ◆ was ist zu tun?
- ◆ in welche Teilaufgaben läßt sich die Aufgabe untergliedern?
 - Beispiel: Rechnung für Kunden ausgeben
 - Rechnungspositionen zusammenstellen
 - Lieferungsposten einlesen
 - Preis für Produkt ermitteln
 - Mehrwertsteuer ermitteln
 - Rechnungspositionen addieren
 - Positionen formatiert ausdrucken

2 Top-down Entwurf (2)

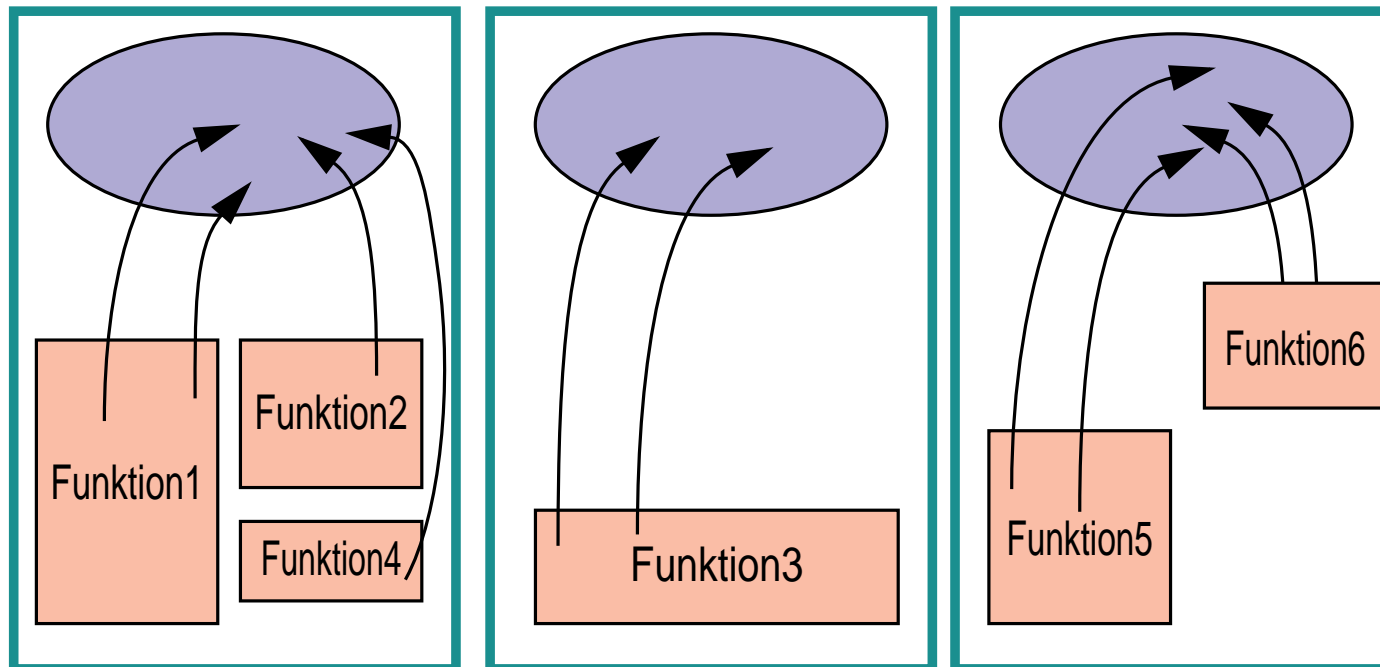
- Problem:
Gliederung betrifft nur die Aktivitäten, nicht die Struktur der Daten
- Gefahr:
Sehr viele Funktionen arbeiten "wild" auf einer Unmenge schlecht strukturierter Daten



2 Top-down Entwurf (3) Modul-Bildung

- Lösung:
Gliederung von Datenbeständen zusammen mit Funktionen, die darauf operieren

➔ **Modul**



3 Module in C

- Teile eines C-Programms können auf mehrere .c-Dateien (C-Quelldateien) verteilt werden
- Logisch zusammengehörende Daten und die darauf operierenden Funktionen sollten jeweils zusammengefaßt werden
 - ➔ Modul
- Jede C-Quelldatei kann separat übersetzt werden (Option `-c`)
 - Zwischenergebnis der Übersetzung wird in einer .o-Datei abgelegt

```
% cc -c main.c           (erzeugt Datei main.o )
% cc -c f1.c              (erzeugt Datei f1.o )
% cc -c f2.c f3.c         (erzeugt f2.o und f3.o )
```

- Das Kommando `cc` kann mehrere .c-Dateien übersetzen und das Ergebnis — zusammen mit .o-Dateien — binden:

```
% cc -o prog main.o f1.o f2.o f3.o f4.c f5.c
```