U2 2. Übung

- Datentypen mit fester Größe
- Bitoperatoren
- Funktionen
- Nachtrag Compiler
- Aufgabe 2

U2-1 Datentypen fester Größe

- Die Grösse der primitiven Datentypen in C ist architekturabhängig
- Beispiel für drei Architekturen (Angaben in Bits)

	8-bit AVR	Intel x86-32	Intel x86-64
char	8	8	8
short	16	16	16
int	16	32	32
long	32	32	64

- Probleme
  - Portabilität des Quellcodes eingeschränkt
  - Insbesondere in der hardwarenahen Programmierung braucht man oft Datentypen einer bekannten, festen Grösse (I/O-Register)

U2-1 Datentypen fester Größe

- C99 definiert neue Datentypen mit definierter Grösse
- Auszug der wichtigsten Typen:

int8_t	8-bit signed
uint8_t	8-bit unsigned
int16_t	16-bit signed
uint16_t	16-bit unsigned
int32_t	32-bit signed
uint32_t	32-bit unsigned

- verfügbar durch Einbinden von **stdint.h**
  ☞ wird auch mit vielen nicht C99-konformen Compilern geliefert
  ☞ kann ansonsten auch relativ einfach selbst erstellt werden
- die Grösse von Zeigertypen ist immer architekturabhängig (Adressbusbreite)

U2-2 Bitweise Operatoren

- Logische Operatoren:

"nicht"

!	
f	w
w	f

"und"

&&	f	w
f	f	f
w	f	w

"oder"

||	f	w
f	f	w
w	w	w

U2-2 Bitweise logische operatoren

- Binäre Operatoren

"nicht"

~	
f	w
w	f

"und"

&	f	w
f	f	f
w	f	w

"oder"

|	f	w
f	f	w
w	w	w

"x-oder"

^	f	w
f	f	w
w	w	f

- Beispiel

~	&	|	^
	1100	1100	1100
1001	1001	1001	1001
0110	1000	1101	0101

U2-2 Shiftoperatoren

- Bits werden im Wort verschoben
  - `<<` Links-Shift
  - `>>` Rechts-Shift
- Beispiel:

x	1	0	0	1	1	1	0	0
x << 2	0	1	1	1	0	0	0	0

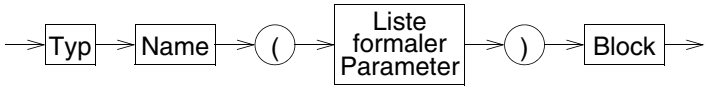
U2-3 Funktionen

- Funktionen dienen der Abstraktion
- Name und Parameter abstrahieren
  - vom tatsächlichen Programmstück
  - von der Darstellung und Verwendung von Daten
- Verwendung
  - mehrmals benötigte Programmstücke können durch Angabe des Funktionsnamens aufgerufen werden
  - Schrittweise Abstraktion (**Top-Down**- und **Bottom-Up**-Entwurf)
  - Stukturierung

U2-3 Funktionsdefinition

- Schnittstelle (Typ, Name, Parameter) und die Implementierung
  - Beispiel:

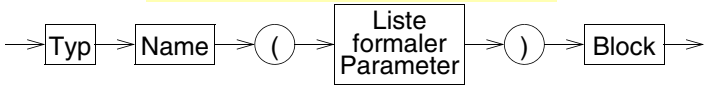
```
int addition ( int a, int b ) {
        int ergebnis;
        ergebnis = a + b;
        return ergebnis;
}
```



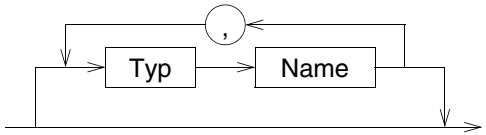
- **Typ**
  - Typ des Werts, der am Ende der Funktion als Wert zurückgegeben wird
  - beliebiger Typ
  - `void` = kein Rückgabewert
- **Name**
  - beliebiger Bezeichner, kein Schlüsselwort

U2-3 Funktionsdefinition (2)

```
int addition ( int a, int b ) {}
```



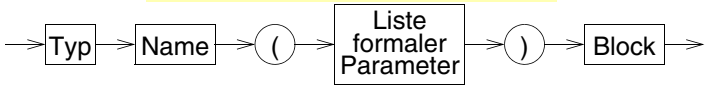
- **Liste formaler Parameter**



  - **Typ**: beliebiger Typ
  - **Name**: beliebiger Bezeichner
  - die formalen Parameter stehen innerhalb der Funktion für die Werte, die beim Aufruf an die Funktion übergeben wurden (= **aktuelle Parameter**)
  - die formalen Parameter verhalten sich wie Variablen, die im **Funktionsrumpf** definiert sind und mit den aktuellen Parametern vorbelegt werden

U2-3 Funktionsdefinition (3)

```
int addition ( int a, int b ) {}
```



- **Block**
  - beliebiger Block
  - zusätzliche Anweisung

```
return ( Ausdruck );
```

oder

```
return;
```

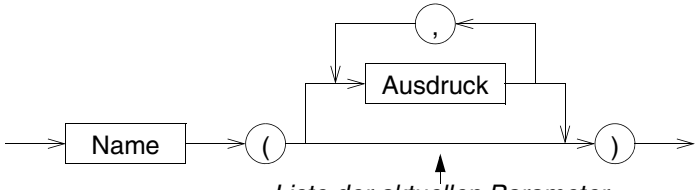
bei `void`-Funktionen

  - ➤ Rückkehr aus der Funktion: das Programm wird nach dem Funktionsaufruf fortgesetzt
  - ➤ der Typ des Ausdrucks muss mit dem Typ der Funktion übereinstimmen
  - ➤ die Klammern können auch weggelassen werden

U2-3 Funktionsaufruf

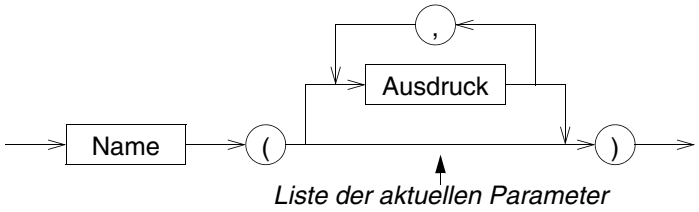
- Aufruf einer Funktion aus dem Ablauf einer anderen Funktion
  - Beispiel:

```
int main ( ) {
        int summe;
        summe = addition(3,4);
        ...
```



- Jeder Funktionsaufruf ist ein Ausdruck
- `void`-Funktionen können keine Teilausdrücke sein
  - wie Prozeduren in anderen Sprachen (z. B. Pascal)

U2-3 Funktionsaufruf (2)



- 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

U2-3 Beispiel

```
float power (float b, int e)
{
    float prod = 1.0;
    int i;

    for (i=1; i <= e; i++)
        prod *= b;
    return(prod);
}
```

```
float x, y;

y = power(2+x,4)+3;
```

≡

```
float x, y, power;
{
  float b = 2+x;
  int e = 4;
  float prod = 1.0;
  int i;

  for (i=1; i <= e; i++)
    prod *= b;
  power = prod;
}
y=power+3;
```


U2-3 Regeln

- Funktionen werden global definiert
  - ➥ keine lokalen Funktionen/Prozeduren wie z. B. in Pascal
- `main()` ist eine normale Funktion, die aber automatisch als erste beim Programmstart aufgerufen wird
  - ➤ Ergebnis vom Typ int - wird an die Shell zurückgeliefert (in Kommandoprozeduren z. B. abfragbar)
- rekursive Funktionsaufrufe sind zulässig
  - ➥ eine Funktion darf sich selbst aufrufen (z. B. zur Fakultätsberechnung)

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


U2-3 Regeln (2)

- Funktionen müssen **deklariert** sein, bevor sie aufgerufen werden
  - = Rückgabetyp und Parametertypen müssen dem Compiler bekannt sein
  - ◆ durch eine Funktionsdefinition ist die Funktion automatisch auch deklariert
- Funktionsdeklaration
  - ◆ soll eine Funktion vor ihrer Definition verwendet werden, kann sie durch eine **Deklaration** bekannt gemacht werden
  - ◆ Syntax:

    Typ Name (Liste formaler Parameter);

    ➤ Parameternamen können weggelassen werden, die Parametertypen müssen aber angegeben werden!
  - ◆ Beispiel:

    `double sinus(double);`

U2-3 Funktionsdeklarationen — Beispiel

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

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

int main()
{
    double wert;

    printf("Berechnung des Sinus von ");
    scanf("%lf", &wert);
    printf("sin(%lf) = %lf\n",
          wert, sinus(wert));
    return(0);
}
```

```
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);
}
```

U2-3 Parameterübergabe an Funktionen

- allgemein in Programmiersprachen vor allem zwei Varianten:
  - ➤ call by value
  - ➤ call by reference

call by value

- Normalfall in C
- 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

U2-3 Parameterübergabe an Funktionen (2)

call by reference

- In C nur indirekt mit Hilfe von Zeigern realisierbar
- Der Übergabeparameter ist eine Variable und die aufgerufene Funktion erhält die Speicheradresse dieser Variablen
  - ➥ die Funktion kann den Übergabeparameter durch Zugriff auf den formalen Parameter lesen
  - ➥ wenn die Funktion den Wert des formalen Parameters verändert, ändert sie den Inhalt der Speicherzelle des aktuellen Parameters
- ➥ auch der Wert der Variablen (aktueller Parameter) beim Aufrufer der Funktion ändert sich dadurch

U2-4 Nachtrag Compilerparameter

- Verwendung des Parameter: -Werror
  - ◆ Wandelt Warnungen in Fehler um
  - ◆ Der Compiliervorgang wird auch bei Warnungen abgebrochen
  - ◆ Die meisten Warnungen sind echte Fehler.