C-Kurs
Die ersten Schritte

Programm vs. Algorithmus

- Algorithmen beschreiben was ein Computer ausführen soll (in schematischer Form)
- Programmiersprachen stellen eine Schnittstelle dar, um die Algorithmen auf dem Computer ausführen zu können

Programm vs. Algorithmus (2.)

- Algorithmen fokussieren auf Korrektheit, Vollständigkeit, und Komplexität
- Programmiersprachen müssen zusätzlich alle Details des Computers berücksichtigen

Beispiel: Kuchen backen

- Input: Zutaten
- Softwareumgebung/Datenstrukturen: Werkzeuge
- Algorithmus: Rezept

- Hardware: Ofen
- Output: Kuchen ☺

Beispielalgorithmus: Zweierpotenzen

- Berechne die Zweierpotenzen bis n:

  Sei m gleich 0

  Sei p gleich 1

  Solange p kleiner n ist, tue:

  Gib „2 hoch m ist p“ auf der Konsole aus

  Addiere zu m den Wert 1 und speichere das Resultat in m

  Multipliziere p mit dem Wert 2 und speichere das Resultat in p

- Der Algorithmus ist natürlichsprachlich in einer Art Pseudocode beschrieben!
- Warum geben wir 2 hoch m zuerst aus, bevor m erhöht wird?

Beispielalgorithmus: Zweierpotenzen in Pseudocode

- Berechne die Zweierpotenzen bis n:

```
m = 0;
p = 1;
while (p < n)
    Ausgabe von: „2^m ist p“;
    m = m + 1;
    p = p * 2;
```

- Jetzt ist der Algorithmus in Pseudocode beschrieben!
- Kürzer und präziser

Algorithmus

- Ein Algorithmus ist eine Liste von Anweisungen, die Essenz eines Programms und wird in Pseudocode aufgeschrieben

- Wichtige Aspekte:
  - Korrektheit: Erfüllt der Algorithmus seine Anforderungen?
    D.h. gibt der obige Algorithmus wirklich die Zweierpotenzen aus?
  - Effizienz: Wie viel Zeit und wie viel Speicherplatz braucht er?
  - (Terminierung: Hält der Algorithmus immer an?)

Elemente von Pseudocode am Beispiel: Zweierpotenzen

- Algorithmus: Gebe Zweierpotenzen bis n aus:

```
m = 0;
p = 1;
while (p < n)
    Ausgabe von: „2^m ist p“;
    p = p * 2;
    m = m + 1;
```

Variablen

Zuweisung

Berechnung

- Der Algorithmus ist in Pseudocode beschrieben!

Wiederholung

zusätzlich Verzweigung

Programmiersprache C

Wiederholung: Minimales C Programm

```
$ more hello.c
# include <stdio.h>

int main () {
    printf("Hello World.\n");
}

$ gcc –Wall –std=c99 –o hello hello.c

$ ./hello
Hello World.
```

Erstes C Programm
Zweierpotenzen

Beispielalgorithmus: Zweierpotenzen

Pseudocode

```
m = 0;
p = 1;
while (p < n)
  Ausgabe: “2^m ist p”;
  m = m + 1;
  p = p * 2;
```

C-Code

```
# include <stdio.h>

int main () {
  int m = 0;
  int p = 1;
  while (p < n) {
    printf(“2^%d ist %d”, m, p);
    m = m + 1;
    p = p * 2;
  }
}
```

Elementare C Strukturen

Elementare C Strukturen

- Variablen
- Zuweisung
- Berechnung

- Wiederholung
- Verzweigung

Das einfachste C-Programm Basisstruktur

- Das einfachstes C Programm besteht nur aus einer Funktion: `main` Das ist der Einsprungspunkt
- Das untenstehende Programm ist ein korrektes Programm, das jedoch „leer“ ist, es tut nichts.

```
int main ( ) {

}
```

Typen und Variablen

- Variablen:
  - Die Basiselemente eines Programms
  - Erlauben Daten strukturiert zu speichern
- Typen:
  - Definieren die Art der Daten
  - Beispiele: Zahlen, Zeichen, ...

- Beispiele:
  - **int x;** /* Variable x vom Typ Integer */
  - **int y, z;** /* Variablen y und z vom Typ Integer */
  - **char a;** /* Variable a vom Typ Character */

Bezeichner, z.B. für Variablennamen

- Namen sind frei wählbar mit folgenden Einschränkungen:
  - Erstes Zeichen aus: a-z, A-Z, _
  - Weitere Zeichen: 0-9, a-z, A-Z, _
  - Keine Schlüsselwörter
- Groß-/Kleinschreibung wird unterschieden.

- Schlüsselwörter sind C-Sprachelemente
  - Beispiele:
    - **int, char, float, void,** .. /* Typen */
    - **=, +, >, <,** ... /* Mathematische Operationen */
    - **while, for, if, else,** ... /* Kontrollstrukturen */
    - **/*, */, //** /* Kommentare */

Typen und Variablen

- int: Ganze Zahl
  - Erlaubt das Speichern eines Integer (ganzzahligen) Wertes in einer Variable
  - Typischerweise 32 Bit
  - Wertebereich: – 2.147.483.648 bis 2.147.483.647 oder auch INT_MIN bis INT_MAX

```
#include <limits.h>
int x, y;
x = 2014;

y = INT_MAX;

printf("x = %d and y = %d \n", x, y);
```

Einschub: printf

Formatierte Ausgabe in C mittels: **`printf(fmt, args)`**

- **`printf()`** gibt die Parameter **`args`** unter Kontrolle des sogenannten Formatstrings **`fmt`** aus
- Der Formatstring **`fmt`** ist eine Zeichenkette mit Platzhaltern
- Beispiele
  - `printf("Hello world\n");`
  - `printf("Wert der Variablen i: %d\n", i);`
  - `printf("a(%d)+ b(%d) ist: %d\n", a, b, a + b);`

- Platzhalter Beispiele:

`%d`	**Integer**	**int**
`%c`	**Einzelzeichen**	**char**

Einschub: Formatzeichen

- Wichtige Formatzeichen:

%c	Einzelzeichen	char
%d	Integer	int
%u	Unsigned Integer	unsigned int
%lu	Unsigned Long	long
%ld	Integer	long int
%lld	Integer	long long int
%f	Gleitkommazahl	float
%lf	Gleitkommazahl	double
%s	Zeichenkette/String	char *

Einschub: Sonderzeichen

- Wichtige Sonderzeichen

```
\n   Newline, Zeilensprung
\t   Tabulator
\0   EOS - Endezeichen in String
```

- Maskierung (Escaping) von reservierten Zeichen

```
\'   einfaches Anführungszeichen '
\"   doppeltes Anführungszeichen "
%%   Prozentzeichen %
\\   Backslash \
```

Typen und Variablen

- char:
  - Erlaubt das Speichern eines Zeichens (Buchstaben werden durch Zahlen repräsentiert)
  - Typischerweise: 8 Bit
  - Wertebereich: – 128 bis 127

```
char a, b;

a = 97;

b = 'a';

printf("a = %c and b = %c \n", a, b);
```

Zuweisung

- Weist einer Variablen einen Wert zu:
  - Operator: **=**

- Beispiele:
  - **int x, y;** // Variablen x und y vom Typ Integer
  - **x = 10;** // Zuweisung des Wertes 10 an x
  - **y = - x;** // Zuweisung des negierten Wertes von x an y
  - **x = y;** // Zuweisung des Wertes von y an x
  - ...

Zuweisung

- Die Zuweisung besteht
  1. Aus der Auswertung der rechten Seite
  2. Aus der Speicherung des Ergebnisses der Auswertung in der Variablen der linken Seite

- Beispiel

```
1. int x;
2. x = 5;
3. int y;
```

Zustand	x	?		
Zustand	x	5		
Zustand	x	5	y	?

Berechnung, u.a.: Mathematische Operationen

- Standardsatz an Operationen:
  - Basisoperatoren +, -, *, /, %, ...
  - Erlaubt auf Daten mit Hilfe von Variablen zu rechnen

- Beispiele:
  - **int x, y;** // Variablen x und y vom Typ Integer
  - **x + y** // Addition
  - **x - y** // Subtraktion
  - **x * y** // Multiplikation
  - **x % y** // Modulo (Rest nach Division)
  - ...

Zuweisung: Merke

- Das Zeichen „=“ ist kein Gleichheitszeichen, sondern der Zuweisungsoperator
- Es ist also kein Gleichheitszeichen im Sinne einer Aussage "x hat den gleichen Wert wie y“, sondern hat die Bedeutung „x nimmt den Wert von y an“

  - `x = 5;` bedeutet: „x wird der Wert 5 zugewiesen“
  - `x = x + 1;` bedeutet: „x wird um 1 erhöht“

- Andere Programmiersprachen verwenden zum Teil andere Zeichen.

Berechnung, u.a.: Weitere mathematische Operationen

- Logische Operationen:
  - Rechnen mit Wahrheitswerten (true, false)
  - Logisches „und“, „oder“, ...
- Vergleiche:
  - Vergleichen zweier Werte
  - Kleiner: **<**, größer: **>**, kleiner gleich: **<=**, größer gleich: **>=**, ...
  - Gleichheit: **==**
- Beispiele:
  - **int x, y;** /* Variablen x und y vom Typ Integer */
  - **x > y** /* Vergleich: Größer als */
  - **x == y** /* Test auf Gleichheit */

Variablen und Typen

- In C ist jede Variable von einem bestimmten Typ.
- Der Typ gibt die Menge der Werte an, die eine Variable annehmen kann.
  - `int year` bedeutet, dass die Variable `year` nur ganzzahlige Werte (integer) annehmen kann.
- Der Typ gibt an, welche Operatoren auf eine Variable angewendet werden können.

- Jede Variable muss vor ihrer Verwendung deklariert werden.

```
int year = 2006;  // declaration and initialization

int month;        // declaration
month = 10;       // initialization
```

Ausdrücke (expressions)

- Während der Programmausführung entstehen neue Werte, die in Variablen gespeichert werden können.

```
int year = 2000;          // declaration and initialization
year = year + 6;          // evaluation of expression
```

Ausdrücke (expressions)

- Ausdrücke sind die elementaren funktionalen Einheiten eines Programms.
  - Neue Werte entstehen durch Auswertung von Ausdrücken.
- C-Ausdrücke werden nach einer bestimmten Syntax gebildet, welche weitgehend den mathematischen Ausdrücken entspricht.
- Ausdrücke werden durch Einsetzen der aktuellen Werte ausgewertet

```
int celsius = 0;
int fahrenheit = 93;
```

Zustand	fahrenheit	93	celsius	0

```
celsius = (fahrenheit - 32) * 5 / 9;
```

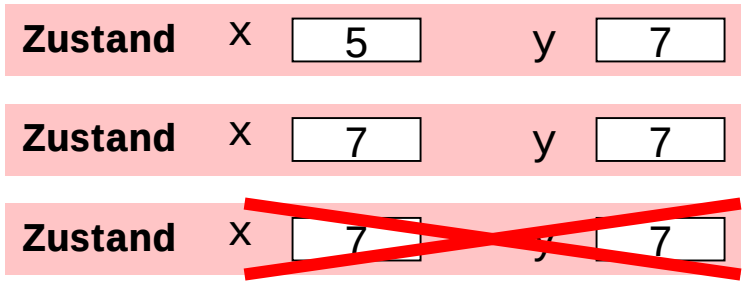
Zustand	fahrenheit	93	celsius	33

Beispiel: Swap

- In Programmen tritt häufig der Fall auf, dass zwei Variable ihre Werte vertauschen (swap) sollen:

```
int x = 5;
int y = 7;

// swap values of x and y
x = y;
y = x;
```



Falsch!

Beispiel: Swap

- Man braucht eine Hilfsvariable zum Zwischenspeichern

```
// swap values of x and y
int z;

z = x;
x = y;
y = z;
```

Zustand	x	5	y	7	z	?
Zustand	x	5	y	7	z	5
Zustand	x	7	y	7	z	5
Zustand	x	7	y	5	z	5

Kommentare im Quellcode

Bevor wir anfangen ...

- „Code wird von Menschen für Menschen geschrieben.“

- Lesbarkeit für andere Programmierer (und einen selbst!) ist entscheidend für die Wartbarkeit von Software.
  - Namensgebung
  - Kommentierung
  - Stil und Struktur (Übersichtlichkeit, Formatierung, …)

Quellcode-Kommentare

- Kommentare haben keinerlei Einfluss auf den Programmablauf.
- Kommentare sind trotzdem sehr wichtig:
  - Für andere, die das Programm lesen und verstehen wollen,
  - Für den Programmierer (Autor) selbst, der nach wenigen Wochen nicht mehr weiß, was da genau geschieht.
- Kommentiert wird sofort beim Programmieren, nicht nachträglich!
  - Nur nicht immer in der Vorlesung, dafür in den Übungen.
  - ```
    /* Kommentar über mehrere Zeilen
    */
    ```
  - ```
    // Kommentar bis Zeilenende
    ```

Quellcode-Kommentare

- C hat zwar kein festes Kommentierschema, wie z.B. Java
- Aber folgende Konventionen sind sinnvoll:
  - Kommentare zu jeder Funktion

```
/*
 * Calculate distance of point (a,b) to origin
 */
int dist_to_orgin( int a, int b ) {
   ...
}
```

    - Zusammenfassung der Funktionalität in eigenen Worten
    - Beschreibung der Parameter
  - Kommentare zu jedem größeren Codeblock

Kontrollstrukturen

Bedingte Anweisung

- Manche Anweisungen sollen nur unter bestimmten Bedingungen ausgeführt werden.
  - Berechne den Absolutwert einer Variable:

```
if ( x < 0 ) {
  x = -x;
}
```

- Syntaktische Form:

```
if ( <condition> ) <block>
```

Bedingte Anweisung

- Syntaktische Form:

```
if ( <condition> ) <block>
```

- Ablauf:
  1. Werte die Bedingung (<condition>) aus.
  2. Falls Ergebnis „true“, führe Anweisung(en) aus.

- Bedingung: Logischer Ausdruck (boolean expression/condition), d.h. ein Ausdruck, dessen Auswertung „true“ oder „false“ ergibt.

Logische Ausdrücke (boolean expressions)

- Für logische Ausdrücke gibt es in C keinen speziellen Typ.
  - Wert == 0 => false / falsch
  - Wert != 0 => true / wahr

- Vergleichsoperatoren liefern Integer Werte 0 oder 1:
  - **==** gleich
  - **!=** ungleich
  - **<** kleiner
  - **>** größer
  - **<=** kleiner gleich
  - **>=** größer gleich

Blöcke

- Ein Block ist eine Zusammenfassung einer Folge von Anweisungen.

```
{ // begin of block
    int z = x;
    x = y;
    y = z;
} // end of block
```

- Eine Zusammenfassung von Ausdrücken wird in C durch geschweifte Klammern `{ ... }` realisiert.

Schleifen und Wiederholungen

- Es gibt häufig Situationen, in denen ein Programmblock mehrmals mit jeweils sich ändernden Werten durchlaufen werden soll: Schleifen über den Programmblock.

- **`for`**–Schleife: Anzahl der Iterationen ist bekannt.
- **`while`**–Schleife: Anzahl der Iterationen wird durch eine Bedingung bestimmt.

for-Schleife

- Beispiel: Zählt von 0 bis 10.

```
int i;
for( i= 0; i <= 10; i = i + 1) {
  printf("i: %d\n", i);
}
```

while-Schleifen

- Beispiel: Zählt von 0 bis 10.

```
int i = 0;
while( i <= 10 ) {
    printf("i: %d\n", i);
    i = i + 1;
    // i++;  // Alternative Schreibweise
}
```

Zusammenfassung
Beispielalgorithmus: Zweierpotenzen

Pseudocode

```
m = 0;
p = 1;
while (p < n)
  Ausgabe: “2^m ist p”;
  m = m + 1;
  p = p * 2;
```

C-Code

```
# include <stdio.h>

int main () {
  int m = 0;
  int p = 1;
  while (p < n) {
    printf(“2^%d ist %d”, m, p);
    m = m + 1;
    p = p * 2;
  }
}
```