TECHNISCHE UNIVERSITÄT DORTMUND

Wintersemester 2007/08

Einführung in die Informatik für Naturwissenschaftler und Ingenieure

(alias **Einführung in die Programmierung)**

(Vorlesung)

Prof. Dr. Günter Rudolph
Fachbereich Informatik
Lehrstuhl für Algorithm Engineering

Inhalt

- Funktionen
  - mit / ohne Parameter
  - mit / ohne Rückgabewerte
- Übergabemechanismen
  - Übergabe eines Wertes
  - Übergabe einer Referenz
  - Übergabe eines Zeigers
- Programmieren mit Funktionen

Wir kennen bisher:

- Datentypen zur Modellierung von Daten (inkl. Zeiger)
- Kontrollstrukturen zur Gestaltung des internen Informationsflusses

⇒ Damit lassen sich – im Prinzip – alle Programmieraufgaben lösen!

Wenn man aber
mehrfach das gleiche nur mit verschiedenen Daten tun muss,
dann müsste man
den **gleichen Quellcode mehrfach** im Programm stehen haben!

⇒ unwirtschaftlich, schlecht wartbar und deshalb fehleranfällig!

Funktion in der Mathematik:

$f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$
$f(x) = \sin(x)$

y = f(0.5) führt zur
- Berechnung von sin(0.5),
- Rückgabe des Ergebnisses,
- Zuweisung des Ergebnisses an Variable y.

z = f(0.2) an anderer Stelle führt zur
- Berechnung von sin(0.2),
- Rückgabe des Ergebnisses,
- Zuweisung des Ergebnisses an Variable z.

Funktionen in C++

```
int main() {
  double x = 0.5, y, z;
  y = sin(x);
  z = sin(0.2);
  std::cout << y << " " << z << std::endl;
  return 0;
}
```

Achtung!
`main()` ist Funktion!
Nur 1x verwendbar!

Die Funktion **`sin(.)`** ist eine Standardfunktion.

Standardfunktionen werden vom Hersteller bereitgestellt und sind in Bibliotheken abgelegt. Bereitstellung durch **`#include`** – Anweisung: **`#include <math.h>`**

Programmierer kann eigene, benutzerdefinierte Funktionen schreiben.

Welche Arten von Funktionen gibt es?

a) Funktionen ohne Parameter und ohne Rückgabewert: **`clearscreen();`**
b) Funktionen mit Parameter aber ohne Rückgabewert: **`background(blue);`**
c) Funktionen ohne Parameter aber mit Rückgabewert: **`uhrzeit = time();`**
d) Funktionen mit Parameter und mit Rückgabewert: **`y = sin(x);`**

Konstruktionsregeln für

- Standardfunktionen und
- benutzerdefinierte Funktionen

sind gleich

(a) Funktionen ohne Parameter und ohne Rückgabewert

- Funktionsdeklaration:

`void` Bezeichner **`();`** Prototyp der Funktion

Nichts zwischen Klammern ⇒ keine Parameter

Name der Funktion

`void` (= leer) zeigt an, dass kein Wert zurückgegeben wird

(a) Funktionen ohne Parameter und ohne Rückgabewert

- Funktionsdefinition:

`void` Bezeichner **`() {`**

```
  // Anweisungen
}
```

```
// Beispiel:
void zeichne_sterne() {
  int k = 10;
  while (k--) std::cout << '*';
  std::cout << std::endl;
}
```

Achtung:
Variable, die in einer Funktion definiert werden, sind nur innerhalb der Funktion gültig.

Nach Verlassen der Funktion sind diese Variablen ungültig!

(a) Funktionen ohne Parameter und ohne Rückgabewert

- Funktionsaufruf:

  Bezeichner `();`

```
// Beispiel:
#include <iostream>
int main() {
  zeichne_sterne();
  zeichne_sterne();
  zeichne_sterne();
  return 0;
}
```

Achtung:
Die Funktionsdefinition muss vor dem 1. Funktionsaufruf stehen!

Alternativ:
Die Funktionsdeklaration muss vor dem 1. Funktionsaufruf stehen. Dann kann die Funktionsdefinition später, also auch nach dem ersten Funktionsaufruf, erfolgen.

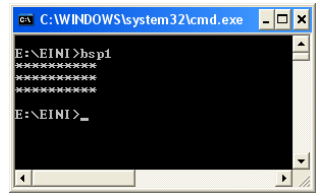
(a) Funktionen ohne Parameter und ohne Rückgabewert

```
// Komplettes Beispiel: bsp1.exe
#include <iostream>

void zeichne_sterne() {
  int k = 10;
  while (k--) std::cout << '*';
  std::cout << std::endl;
}
int main() {
  zeichne_sterne();
  zeichne_sterne();
  zeichne_sterne();
  return 0;
}
```

Zuerst Funktionsdefinition.

Dann Funktionsaufrufe.

Ausgabe:



(a) Funktionen ohne Parameter und ohne Rückgabewert

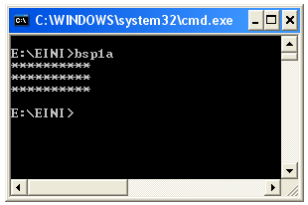
```
// Komplettes Beispiel: bsp1a.exe
#include <iostream>
void zeichne_sterne();
int main() {
  zeichne_sterne();
  zeichne_sterne();
  zeichne_sterne();
  return 0;
}
void zeichne_sterne() {
  int k = 10;
  while (k--) std::cout << '*';
  std::cout << std::endl;
}
```

Zuerst Funktionsdeklaration.

Dann Funktionsaufrufe.

Später Funktionsdefinition.

Ausgabe:



(b) Funktionen mit Parameter aber ohne Rückgabewert

- Funktionsdeklaration:

  `void` Bezeichner `(`Datentyp Bezeichner`);`

Name des Parameters

Datentyp des Parameters

Name der Funktion

`void` (= leer) zeigt an, dass kein Wert zurückgegeben wird

(b) Funktionen mit Parameter aber ohne Rückgabewert

- Funktionsdefinition:

```
void Bezeichner (Datentyp Bezeichner) {
  // Anweisungen
}
```

```
// Beispiel:
void zeichne_sterne(int k) {
  while (k--) std::cout << '*';
  std::cout << std::endl;
}
```


(b) Funktionen mit Parameter aber ohne Rückgabewert

- Funktionsaufruf:

```
Bezeichner (Parameter);
```

```
// Beispiel:
#include <iostream>
int main() {
  zeichne_sterne(10);
  zeichne_sterne( 2);
  zeichne_sterne( 5);
  return 0;
}
```

Achtung:
Parameter muss dem Datentyp entsprechen, der in Funktions-deklaration bzw. Funktions-definition angegeben ist.

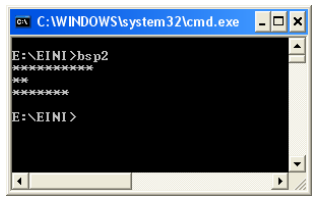
Hier: **int**

Kann Konstante oder Variable sein.

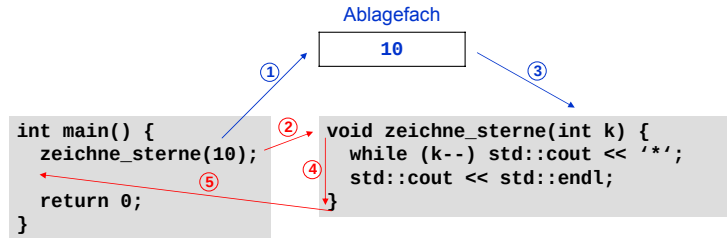
(b) Funktionen mit Parameter aber ohne Rückgabewert

```
// Komplettes Beispiel: bsp2.exe
#include <iostream>

void zeichne_sterne(int k) {
  while (k--) std::cout << '*';
  std::cout << std::endl;
}
int main() {
  zeichne_sterne(10);
  zeichne_sterne(2);
  zeichne_sterne(7);
  return 0;
}
```

Ausgabe:



Wie wird die Parameterübergabe technisch realisiert?

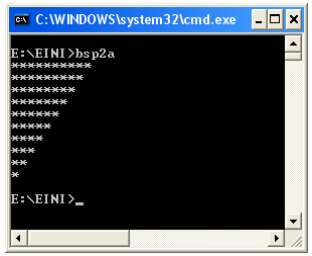


1. bei Aufruf **zeichne_sterne(10)** wird Parameter **10** ins Ablagefach gelegt
2. der Rechner springt an die Stelle, wo Funktionsanweisungen anfangen
3. der Wert **10** wird aus dem Ablagefach geholt und **k** zugewiesen
4. die Funktionsanweisungen werden ausgeführt
5. nach Beendigung der Funktionsanweisungen Rücksprung hinter Aufruf

(b) Funktionen mit Parameter aber ohne Rückgabewert

```
// Komplettes Beispiel: bsp2a.exe
#include <iostream>

void zeichne_sterne(int k) {
  while (k--) std::cout << '*';
  std::cout << std::endl;
}
int main() {
  int i;
  for (i = 10; i > 0; i--)
    zeichne_sterne(i);
  return 0;
}
```

Ausgabe:



(b) Funktionen mit Parametern aber ohne Rückgabewert

- Funktionsdeklaration:

`void` Bezeichner `(`Datentyp1 Bezeichner1, Datentyp2 Bezeichner2`);`

Name des 2. Parameters

Datentyp des 2. Parameters

Name des 1. Parameters

Datentyp des 1. Parameters

Name der Funktion

u.s.w. für mehr als 2 Parameter

`void` (= leer) zeigt an, dass kein Wert zurückgegeben wird

(b) Funktionen mit Parametern aber ohne Rückgabewert

- Funktionsdefinition:

`void` Bezeichner `(`Datentyp1 Bezeichner1, Datentyp2 Bezeichner2`) {`

```
  // Anweisungen

}
```

```
// Beispiel:
void zeichne_zeichen(int k, char c) {
  // zeichne k Zeichen der Sorte c
  while (k--) std::cout << c;
  std::cout << std::endl;
}
```


(b) Funktionen mit Parametern aber ohne Rückgabewert

- Funktionsaufruf:

Bezeichner `(`Parameter1, Parameter2`);`

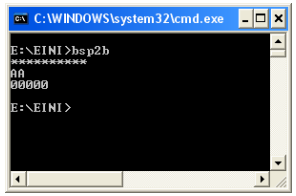
```
// Beispiel:
#include <iostream>
int main() {
  zeichne_zeichen(10,'*');
  zeichne_zeichen( 2,'A');
  zeichne_zeichen( 5,'0');
  return 0;
}
```

Natürlich:
Bei mehr als 2 Parametern wird die Parameterliste länger!

(b) Funktionen mit Parametern aber ohne Rückgabewert

```
// Komplettes Beispiel: Bsp2b.exe

#include <iostream>
void zeichne_zeichen(int k, char c)
{
  // zeichne k Zeichen der Sorte c
  while (k--) std::cout << c;
  std::cout << std::endl;
}

int main() {

  zeichne_zeichen(10,'*');
  zeichne_zeichen( 2,'A');
  zeichne_zeichen( 5,'0');

  return 0;

}
```

Ausgabe:



(b) Funktionen mit Parametern aber ohne Rückgabewert

```
// Komplettes Beispiel: Bsp2c.exe

#include <iostream>
void zeichne_zeichen(int k, char c)
{
  // zeichne k Zeichen der Sorte c
  while (k--) std::cout << c;
  std::cout << std::endl;
}

int main() {

  int i;
  for (i = 0; i < 26; i++)
    zeichne_zeichen(i + 1,'A' + i);

  return 0;

}
```

Ausgabe:

(c) Funktionen ohne Parameter aber mit Rückgabewert

- Funktionsdeklaration:

Datentyp Bezeichner **();**

Nichts zwischen Klammern ⇒ keine Parameter

Name der Funktion

Datentyp des Wertes, der zurückgegeben wird

(c) Funktionen ohne Parameter aber mit Rückgabewert

- Funktionsdefinition:

Datentyp Bezeichner **() {**

  // Anweisungen

  return Rückgabewert;

}

Achtung!
Datentyp des Rückgabewertes muss mit dem in der Funktionsdefinition angegebenen Datentyp übereinstimmen.

```
// Beispiel:
bool Fortsetzen() {
  char c;
  do {
    std::cout << "Fortsetzen (j/n)? ";
    std::cin >> c;
  } while (c != 'j' && c != 'n');
  if (c == 'j') return true;
  return false;
}
```

(c) Funktionen ohne Parameter aber mit Rückgabewert

- Funktionsaufruf:

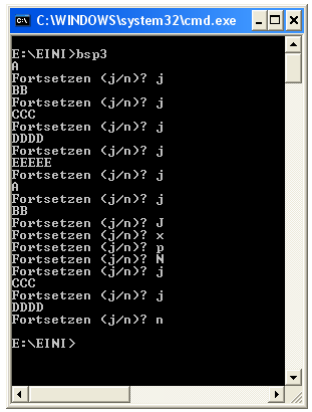
  Variable = Bezeichner `();`

  oder: Rückgabewert ohne Speicherung verwerten

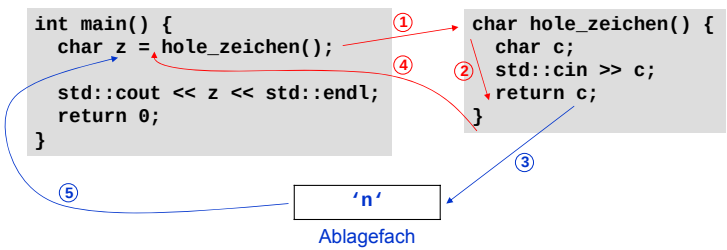
```
// Beispiel:
#include <iostream>
int main() {
  int i = 0;
  do {
    zeichne_zeichen(i + 1, 'A' + i);
    i = (i + 1) % 5;
  } while (fortsetzen());
  return 0;
}
```


(c) Funktionen ohne Parameter aber mit Rückgabewert

```
// Komplettes Beispiel: bsp3.exe
#include <iostream>

void zeichne_zeichen(int k, char c) {
  while (k--) std::cout << c;
  std::cout << std::endl;
}

bool fortsetzen() {
  char c;
  do {
    std::cout << "Fortsetzen (j/n)? ";
    std::cin >> c;
  } while (c != 'j' && c != 'n');
  if (c == 'j') return true;
  return false;
}

int main() {
  int i = 0;
  do {
    zeichne_zeichen(i + 1, 'A' + i);
    i = (i + 1) % 5;
  } while (fortsetzen());
  return 0;
}
```



Wie wird die Funktionswertrückgabe realisiert?

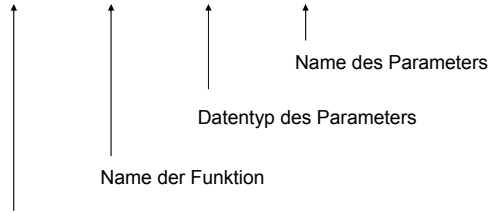


1. Rechner springt bei Aufruf **`hole_zeichen()`** zu den Funktionsanweisungen
2. Die Funktionsanweisungen werden ausgeführt
3. Bei return c wird der aktuelle Wert von c ins Ablagefach gelegt
4. Rücksprung zur aufrufenden Stelle
5. Der zuzuweisende Wert wird aus dem Ablagefach geholt und zugewiesen

(d) Funktionen mit Parameter und mit Rückgabewert

- Funktionsdeklaration:

  Datentyp Bezeichner `(`Datentyp Bezeichner`);`



(d) Funktionen mit Parameter und mit Rückgabewert

- Funktionsdefinition:

Datentyp Bezeichner **(**Datentyp Bezeichner**){**

```
  // Anweisungen
  return Rückgabewert;
}
```

```
// Beispiel:
double polynom(double x) {
  return 3 * x * x * x – 2 * x * x + x – 1;
}
```

Offensichtlich wird hier für einen Eingabewert x das Polynom

$$p(x) = 3x^3 - 2x^2 + x - 1$$

berechnet und dessen Wert per **`return`** zurückgeliefert.

(d) Funktionen mit Parameter und mit Rückgabewert

- Funktionsaufruf:

Variable = Bezeichner **(**Parameter**);** ***oder:*** Rückgabewert ohne Speicherung verwerten

```
// Beispiel:
#include <iostream>
#using namespace std;

int main() {
  double x;
  for (x = -1.0; x <= 1.0; x += 0.1)
    cout << “p(“ << x << “)= “
         << polynom(x) << endl;
  return 0;
}
```


(d) Funktionen mit Parameter und mit Rückgabewert

```
// Komplettes Beispiel: Bsp4.exe
#include <iostream>
#using namespace std;

double polynom(double x) {
  return 3 * x * x * x –
         2 * x * x + x – 1;
}

int main() {
  double x;
  for (x = -1.0; x <= 1.0; x += 0.1)
    cout << “p(“ << x << “)= “
         << polynom(x) << endl;
  return 0;
}
```