Wintersemester 2007/08

Einführung in die Informatik für Naturwissenschaftler und Ingenieure

(alias Einführung in die Programmierung)

(Vorlesung)

Prof. Dr. Günter Rudolph

Fakultät für Informatik

Lehrstuhl für Algorithm Engineering

Inhalt

- Zeiger für dynamischen Speicher
- Anwendungen

Aufgabe:

Lese zwei Vektoren reeller Zahlen der Länge n ein.

$$a = (a_1, \ldots, a_n)' \qquad b = (b_1, \ldots, b_n)'$$

Berechne das Skalarprodukt … $\sum_{i=1}^{n} a_i \cdot b_i$

… und gebe den Wert auf dem Bildschirm aus!

Lösungsansatz:

Vektoren als Arrays von Typ **`double`**.

n darf höchstens gleich der Arraygröße sein! Testen und ggf. erneute Eingabe!

```
#include <iostream>
using namespace std;

int main() {
  unsigned int const nmax = 100;
  unsigned int i, n;
  double a[nmax], b[nmax];

  // Dimension n einlesen und überprüfen
  do {
    cout << "Dimension ( n < " << nmax << " ): ";
    cin >> n;
  } while (n < 1 || n > nmax);
```

(Fortsetzung folgt …)

Datendefinition **`double a[nmax]`** OK, weil **`nmax`** eine Konstante ist!

Ohne **`const`**: Fehlermeldung!
z.B. „Konstanter Ausdruck erwartet“

Intermezzo: Sinn & Zweck des ISO Standards für C++

Der aktuelle GNU C++ Compiler erlaubt folgendes:

```
#include <iostream>

int main() {

  int n;
  std::cin >> n;
  double a[n];
  a[0] = 3.14;
  return 0;
}
```

Aber: Der Microsoft C++ Compiler (VS 2003) meldet einen Fehler!

Variable Arraygrenzen sind nicht Bestandteil des C++ Standards!

Verwendung von Compiler-spezifischen Spracherweiterungen führt zu Code, der **nicht portabel** ist! ☹ 💣 ☠

Das ist nicht wünschenswert!

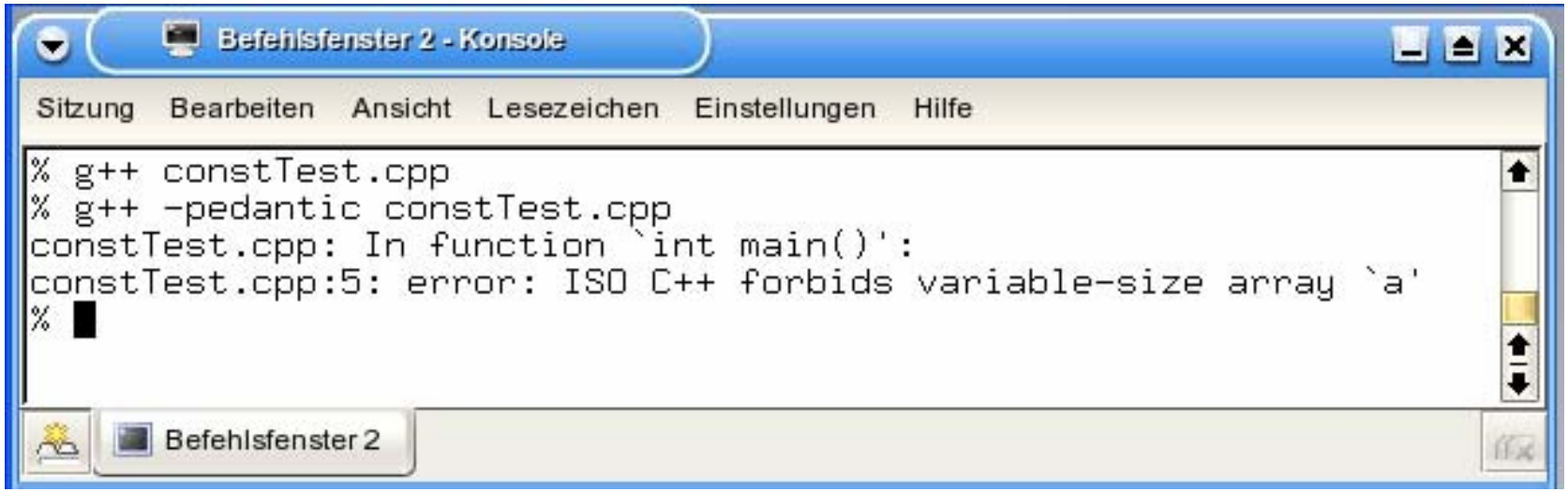
Intermezzo: Sinn & Zweck des ISO Standards für C++

```
#include <iostream>

int main() {

  int n;
  std::cin >> n;
  double a[n];
  a[0] = 3.14;
  return 0;
}
```

Also: Bei Softwareentwicklung nur Sprachelemente des C++ Standards verwenden!

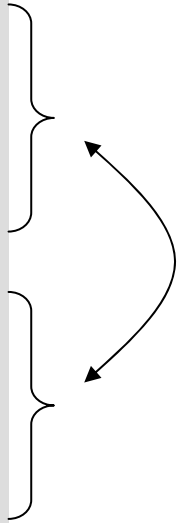
Bei GNU Compiler: Option **`-pedantic`**

C++ Standard ISO/IEC 14882-2003
z.B. als PDF-Datei erhältlich für 30$
`http://webstore.ansi.org/`



(… Fortsetzung)

```
  // Vektor a einlesen
  for (i = 0; i < n; i++) {
    cout << "a[" << i << "]= ";
    cin >> a[i];
  }
  // Vektor b einlesen
  for (i = 0; i < n; i++) {
    cout << "b[" << i << "]= ";
    cin >> b[i];
  }
  // Skalarprodukt berechnen
  double sp = 0.;
  for (i = 0; i < n; i++)
    sp += a[i] * b[i];
  // Ausgabe
  cout << "Skalarprodukt = " << sp << endl;

  return 0;
}
```



Anmerkung:

Fast identischer Code!

Effizienter mit Funktionen!

→ nächstes Kapitel!

Unbefriedigend bei der Implementierung:

Maximale festgelegte Größe des Vektors!

→ Liegt an der unterliegenden Datenstruktur Array:

Array ist **statisch**, d.h.
Größe wird zur Übersetzungszeit **festgelegt**
und ist **während** der **Laufzeit** des Programms **nicht veränderbar**!

Schön wären **dynamische** Datenstrukturen, d.h.
Größe wird zur Übersetzungszeit **nicht festgelegt**
und ist **während** der **Laufzeit** des Programms **veränderbar**!

Das geht mit **dynamischem Speicher** …

… und **Zeigern**!

Exkurs: Dynamischer Speicher

Erzeugen und Löschen eines Objekts zur Laufzeit:

1. Operator **new** erzeugt Objekt
2. Operator **delete** löscht zuvor erzeugtes Objekt

Beispiel: (Erzeugen)

```
int *xp    = new int;
double *yp = new double;

struct PunktT {
  int x, y;
};

PunktT *pp = new PunktT;
```

```
int n       = 10;
int *xap    = new int[n];
PunktT *pap = new PunktT[n];
```

Beispiel: (Löschen)

```
delete xp;
delete yp;



delete pp;
```

```
delete[] xap;
delete[] pap;
```

variabel, nicht konstant!

Exkurs: Dynamischer Speicher

Bauplan:

Datentyp *Variable = **new** Datentyp; (Erzeugen)

delete Variable; (Löschen)

Bauplan für Arrays:

Datentyp *Variable = **new** Datentyp[Anzahl]; (Erzeugen)

delete[] Variable; (Löschen)

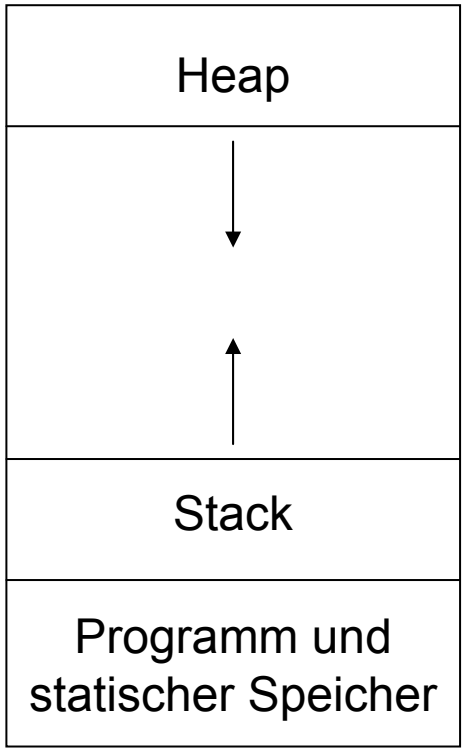
Achtung:

Dynamisch erzeugte Objekte müssen auch wieder gelöscht werden!
Keine automatische Speicherbereinigung!

Exkurs: Dynamischer Speicher

Wo wird Speicher angelegt?

$\Rightarrow$ im **Freispeicher** alias **Heap** alias **dynamischen Speicher**



wächst nach
„unten“

wächst nach
„oben“

wenn Heapgrenze
auf Stackgrenze stösst:

`Out of Memory Error`

$\Downarrow$

Stack bereinigt sich selbst,
für Heap ist Programmierer
verantwortlich!

Zurück zur **Beispielaufgabe:**

```
unsigned int const nmax = 100;
unsigned int i, n;
double a[nmax], b[nmax];

do {
  cout << "Dimension ( n < " << nmax << " ): ";
  cin >> n;
} while (n < 1 || n > nmax);
```

vorher:

statischer Speicher

```
unsigned int i, n;
double *a, *b;

do {
  cout << "Dimension: ";
  cin >> n;
} while (n < 1);
a = new double[n];
b = new double[n];
```

nachher:

dynamischer Speicher

Nicht vergessen:

Am Ende angeforderten dynamische Speicher wieder freigeben!

```
  delete[] a;
  delete[] b;

  return 0;
}
```

Sonst „Speicherleck“!

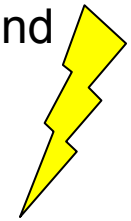
⇒ Programm terminiert möglicherweise anormal mit Fehlermeldung!

Beispiel für **programmierten Absturz**:

```
#include <iostream>
using namespace std;

int main() {
  unsigned int const size = 100 * 1024;
  unsigned short k = 0;

  while (++k < 5000) {
    double* ptr = new double[size];
    cout << k << endl;
    // delete[] ptr;
  }
  return 0;
}
```

bei **k** ≈ 2500 sind 2 GB erreicht

⇒ Abbruch!

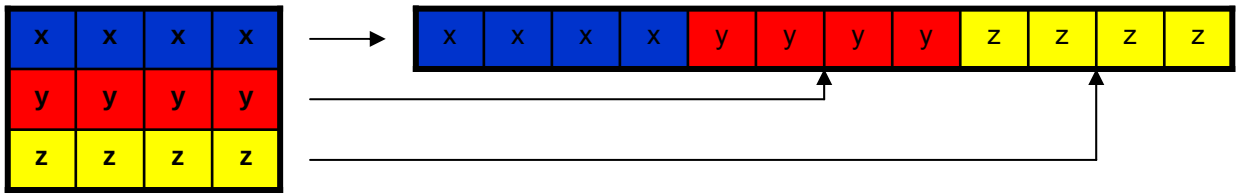


Projekt: Matrix mit dynamischem Speicher (Größe zur Laufzeit festgelegt!)

Vorüberlegungen:

Speicher im Rechner ist **linear**!

⇒ Rechteckige / flächige Struktur der Matrix linearisieren!



n Zeilen, m Spalten ⇒ n x m Speicherplätze!

Projekt: Matrix mit dynamischem Speicher (Größe zur Laufzeit festgelegt!)

```
double **matrix;

matrix = new double*[zeilen];

matrix[0] = new double[zeilen * spalten];

for (i = 1; i < zeilen; i++)
  matrix[i] = matrix[i-1] + spalten;
```

Zugriff wie beim zweidimensionalen statischen Array:

```
matrix[2][3] = 2.3;
```