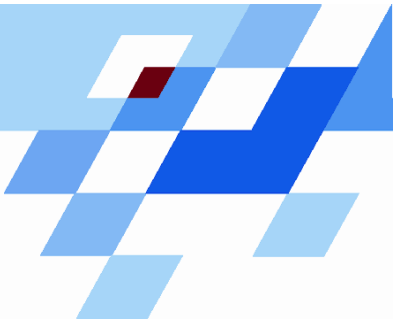
UNIVERSITÄT DORTMUND



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

- Zusammengesetzte Datentypen
  - Feld (array)
  - Verbund (struct)
  - Aufzählung (enum)

Zusammengesetze Datentypen

- **Array (Feld)**
  - Einführendes Beispiel:
    Temperaturen von gestern stündlich speichern

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
8.4	8.3	8.0	7.4	7.2	7.0	7.0	7.5	8.0	8.8	9.8	11.1	13.4	13.6	13.7	13.6	12.4	12.0	10.1	9.6	9.0	8.9	8.7	8.5

  - Möglicher Ansatz:

```
float x00, x01, x02, x03, x04, x05, x06, x07,
      x08, x09, x10, x11, x12, x13, x14, x15,
      x16, x17, x18, x19, x20, x21, x22, x23;
```

  - Besser:

    Unter einem Namen zusammenfassen und
    zur Unterscheidung der Werte einen Index verwenden.

Array

- Datendefinition: **`float x[24];`**

Anzahl bereitzustellender Speicherplätze

Gemeinsamer Datentyp

Gemeinsamer Bezeichner

- Zugriff auf das Feldelement: **`x[12];`**

Achtung:

- Der Index beginnt **immer** bei 0!
- **`x[12]`** greift also auf das 13. Feldelement zu!
- Der maximale Index wäre hier also 23.
- Was passiert bei Verwendung von **`x[24]`** ? $\Rightarrow$ ABSTURZ!

Eindimensionales Array

- Ein **Array** ist eine Aneinanderreihung von **identischen** Datentypen
  - mit einer **vorgegebenen Anzahl** und
  - unter einem **gemeinsamen Bezeichner**.

- Der Zugriff auf einzelne Elemente erfolgt über einen **Index**
  - der **immer bei 0** beginnt und
  - dessen **maximaler Wert** genau **Anzahl – 1** ist.

- (Fast) alle Datentypen können verwendet werden.

Eindimensionales Array: Beispiele

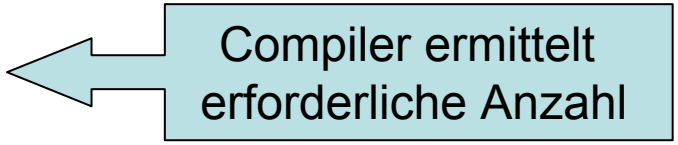
- `unsigned int Lotto[6];`
- `double Monatsmittel[12];`
- `char Vorname[20];`
- `bool Doppelgarage_belegt[2];`

- **Datendefinition**

  Datentyp Bezeichner[Anzahl];

Eindimensionales Array: Initialisierung

- `unsigned int Lotto[6] = { 27, 10, 20, 5, 14, 15 };`
- `unsigned int Lotto[]  = { 27, 10 };`



- `unsigned int Lotto[6] = { 27, 10 };`

  ist identisch zu

  `unsigned int Lotto[6] = { 27, 10, 0, 0, 0, 0 };`

- `unsigned int Lotto[6] = { 0 };`

  ist identisch zu

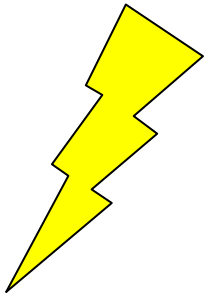
  `unsigned int Lotto[6] = { 0, 0, 0, 0, 0, 0 };`

Eindimensionales Array: Verwendung

```
float Temp[12] = { 2.3, 4.6, 8.9, 12.8 };
float x, y, z = 1.2;
Temp[4] = z;
x = Temp[0] * 0.25;
y = Temp[1] + 2.3 * Temp[2];
int i = 2, j = 3, k = 4, m = 11;
z = ( Temp[i] + Temp[j] + Temp[k] ) / 3.0;
Temp[m] = z + Temp[k - i];
```

Eindimensionales Array: Verwendung

```
float Temp[12] = { 2.3, 4.6, 8.9, 12.8 };
float TempNeu[12];
TempNeu = Temp;
```



Merken!

- Ein Array kann nicht als Ganzes einem anderen Array zugewiesen werden!
- Eine Zuweisung muss immer elementweise verfolgen!

Zwei- und mehrdimensionales Array

- **Einführendes Beispiel**
  - Pro Tag drei Temperaturmessungen: morgens, mittags, abends
  - Werte für eine Woche (7 Tage) ablegen

⇒

8.0	**20.3**	**14.2**
7.8	**18.3**	**12.2**
5.3	**12.3**	**8.8**
5.8	**13.7**	**7.5**
8.0	**19.8**	**10.2**
9.3	**21.3**	**11.1**
7.4	**17.3**	**9.9**

Tabelle

oder

Matrix

der Temperaturen

Zwei- und mehrdimensionales Array

- **Einführendes Beispiel**

`float tag0[3], tag1[3], tag2[3]` usw. bis `tag6[3];`

	0	1	2
tag0	8.0	20.3	14.2
tag1	7.8	18.3	12.2
tag2	5.3	12.3	8.8
tag3	5.8	13.7	7.5
tag4	8.0	19.8	10.2
tag5	9.3	21.3	11.1
tag6	7.4	17.3	9.9

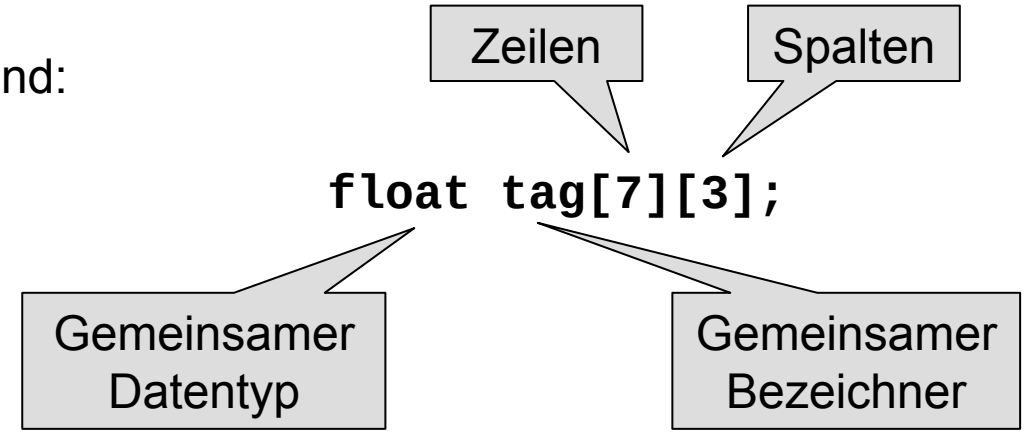
Zwei- und mehrdimensionales Array

- **Einführendes Beispiel**
  - Statt

    `float tag0[3], tag1[3], tag2[3]` usw. bis **`tag6[3];`**

    bräuchte man ein Array von Arrays vom Typ **`float`**!

  - Nahe liegend:



Zwei- und mehrdimensionales Array

- **Einführendes Beispiel**

⇒ Spaltenindex

⇓ Zeilenindex

	0	1	2
0	8.0	20.3	14.2
1	7.8	18.3	12.2
2	5.3	12.3	8.8
3	5.8	13.7	7.5
4	8.0	19.8	10.2
5	9.3	21.3	11.1
6	7.4	17.3	9.9

`tag[0][2]` hat Wert `14.2`

`tag[2][0]` hat Wert `5.3`

`tag[4][2]` hat Wert `10.2`

`tag[2][4]` ist ungültig!

Zwei- und mehrdimensionales Array

- **Initialisierung**

```
float tag[7][3] = {
  { 8.0, 20.3, 14.2 },
  { 7.8, 18.3, 12.2 },
  { 5.3, 12.3,  8.8 },
  { 5.8, 13.7,  7.5 },
  { 8.0, 19.8, 10.2 },
  { 9.3, 21.3, 11.1 },
  { 7.4, 17.3,  9.9 }
};
```

oder

```
float tag[][3] = {
  { 8.0, 20.3, 14.2 },
  { 7.8, 18.3, 12.2 },
  { 5.3, 12.3,  8.8 },
  { 5.8, 13.7,  7.5 },
  { 8.0, 19.8, 10.2 },
  { 9.3, 21.3, 11.1 },
  { 7.4, 17.3,  9.9 }
};
```

Zwei- und mehrdimensionales Array

- **Datendefinition bei ansteigender Dimension**
  1. `int feld[n];`
  2. `int feld[m][n];`
  3. `int feld[k][m][n];`
  4. usw.

Zusammengesetze Datentypen

- **Zeichenkette**
  - … ist eine Aneinanderreihung von Zeichen
  - ⇒ also ein Array/Feld von Zeichen

Datendefinition: `char wohnort[40];`

Initialisierung:

```
char wohnort[40] = {'D','o','r','t','m','u','n','d','\0'};
char wohnort[40] = "Dortmund";
char wohnort[]   = "Dortmund";
```

kennzeichnet Ende der Zeichenkette

riskant!

sicher: Compiler zählt!

- **Zeichenkette**
  - Das Ende wird durch das ASCII Steuerzeichen NUL (mit Code 0) gekennzeichnet!
  - ⇒ Bei der Datendefinition muss also **immer ein Zeichen mehr** angefordert werden als zur Speicherung der Daten benötigt wird!

    Falsch ist: **`char wort[3] = “abc“;`**
  - Zuweisung einer Zeichenkette an eine andere nicht zulässig (weil **`array`** von **`char`**)

    Falsch ist: **`char wort[4];  wort[4] = “abc“;`**
    oder : **`wort[]  = “abc“;`**
  - Zuweisung muss immer **elementweise** erfolgen!

    Beispiel: **`char wort[4] = “abc“; wort[0] = ‘z‘;`**

Zusammengesetze Datentypen

- **Datenverbund (Struktur)**
  - Einführendes Beispiel:

    Zu speichern sei Namen und Matrikelnummer von Studierenden und ob Vordiplom bestanden ist

  - Möglicher Ansatz:

    Drei verschiedene Datentypen (**`char[], unsigned int, bool`**)
    ⇒ in Array lässt sich nur ein gemeinsamer Datentyp speichern
    ⇒ alles als Zeichenketten, z.B. **`char stud[3][40];`**

  - Besser:

    Zusammen gehörende Daten unter einem Namen zusammenfassen aber die „natürlichen“ Datentypen verwenden!

Zusammengesetze Datentypen

- **Datenverbund (Struktur)**
  - Wir definieren uns unseren eigenen Datentyp!
  - Wir müssen die Struktur / den Bauplan definieren!
  - Wir müssen einen Namen für den Datentyp vergeben!

```
struct UnserDatenTyp
{
  char name[40];
  unsigned int matrikel;
  bool vordiplom;
};
```

Name des Datentyps

Bauplan / Struktur

Zusammengesetze Datentypen

- **Datenverbund (Struktur)**
  - Zuerst das Schlüsselwort: **`struct`**
  - Dann folgt der gewählte Name (engl. *tag*).
  - In gescheiften Klammern **`{}`** steht der Bauplan. Am Ende ein Semikolon **`;`**

```
struct UnserDatenTyp
{
  char name[40];
  unsigned int matrikel;
  bool vordiplom;
};
```

Name des Datentyps

Bauplan / Struktur

Datenverbund (Struktur)

- **Achtung:**
  Soeben wurde ein Datentyp definiert.
  Es wurde noch **kein Speicherplatz** reserviert!

- Datendefinition:
  ```
  UnserDatenTyp student, stud[50000];
  ```

- Initialisierung:
  ```
  UnserDatenTyp student = { “Hugo Hase“, 44221, true };
  ```

- Zugriff mit „Punktoperator“:
  ```
  unsigned int mnr = student.matrikel;
  cout << student.name << “ “ << mnr << endl;
  ```

Datenverbund (Struktur)

- Im Bauplan kann wieder jeder Datentyp vorkommen**!**
- Also auch wieder Datenverbunde (**`struct`**)!
- Beispiel:

```
struct UniStud {
  char ort[40];
  unsigned int plz;
  UnserDatentyp daten;
};

UniStud studX = {
  “Dortmund“, 44221, { “Jane Doe“, 241398, true }
};

unsigned int mnr = studX.daten.matrikel;
```

Datenverbund (Struktur)

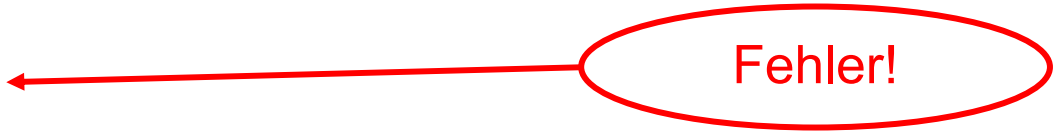
- Zuweisungen:

```
UnserDatenTyp stud[50000];
UnserDatenTyp student = { “Hugo Hase“, 44221, true };
stud[500] = student;
student = stud[501];
```

- Ganze Datensätze können strukturidentischen Variablen zugewiesen werden. Komponentenweises Zuweisen nicht nötig!

- **Achtung:**
  Anderer Name (tag) ⇒ Anderer Datentyp!
  Gilt selbst bei identischen Bauplänen!

```
struct S1 { int x; float y; };
struct S2 { int x; float y; };
S1 v1, vx;  v1 = vx;
S2 v2;      v2 = vx;
```



Zusammengesetze Datentypen

- **Aufzähltyp (enum)**
  - Umwelt beschreiben durch Begriffe statt durch Ziffern.
  - Farben: rot, blau, grün, orange, gelb, schwarz, …
  - Spielkarten: Kreuz, Pik, Herz, Karo.
  - Internet-Domains: de, uk, fr, ch, fi, ru, …

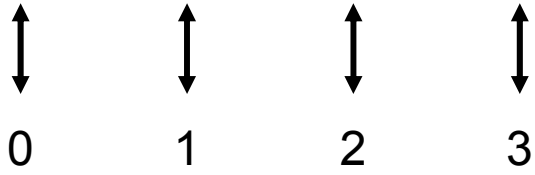
1. Schlüsselwort enum (Enumeration, Aufzählung)
2. Name der Aufzählung
3. In geschweiften Klammern die Elementnamen.

```
enum KartenTyp { kreuz, pik, herz, karo };
```

Zusammengesetze Datentypen

- **Aufzähltyp (enum)**
  - Was passiert im Rechner?
  - Interne Zuordnung von Zahlen (ein Code)

```
enum KartenTyp { kreuz, pik, herz, karo };
```



  - Zuordnung der Zahlen durch Programmierer kontrollierbar:

```
enum KartenTyp { kreuz=1, pik=2, herz=4, karo=8 };
```

  - Initialisierung: `KartenTyp Spielfarbe = kreuz;`
  - Aber: `cout << Spielfarbe << endl;`
    Ausgabe ist Zahl!