

## 1. Elementares C++

### C - **enums** mit Problemen:

- konvertierbar nach int
- exportieren ihre Aufzählungsbezeichner in den umgebenden Bereich (name clashes)
- schwach typisiert (z.B. keine forward Deklaration möglich)

**enum classes** ("strong enums") sind stark typisiert und 'scoped':

```
enum Alert { green, yellow, election, red }; // traditional enum
enum class Color { red, blue }; // scoped and strongly typed enum
    // no export of enumerator names into enclosing scope
    // no implicit conversion to int
enum class TrafficLight { red, yellow, green };

Alert a = 7; // error (as ever in C++)
Color c = 7; // error: no int->Color conversion
int a2 = red; // ok: Alert->int conversion
int a3 = Alert::red; // error in C++98; ok in C++0x: even ,old' enums can scope
int a4 = blue; // error: blue not in scope
int a5 = Color::blue; // error: not Color->int conversion
Color a6 = Color::blue; // ok
```

## 1. Elementares C++

Typ der Repräsentation kann spezifiziert werden

```
enum class Color : char { red, blue }; // compact representation enum class
```

```
TrafficLight { red, yellow, green };  
    // by default, the underlying type is int
```

```
enum E { E1 = 1, E2 = 2, Ebig = 0xFFFFFFFF0U };  
// how big is an E?  
// (whatever the old rules say;  
// i.e. "implementation defined")
```

```
enum EE : unsigned long { EE1 = 1, EE2 = 2, EEbig = 0xFFFFFFFF0U };  
// now we can be specific even for ,old` enums
```

forward Deklaration möglich

```
enum class Color_code : char; // (forward) declaration  
void foobar(Color_code* p); // use of forward declaration  
// ...  
enum class Color_code : char { red, yellow, green, blue };  
// definition
```

## 1. Elementares C++

### 1.2. Datentypen (Felder)

```
int p[];
```

nur in Argumentlisten von Funktionen:

int-Feld unbekannter == beliebiger Länge, Größeninformation ist separat bereitzustellen

```
double m[3][4];
```

12 doubles hintereinander !

Typedefs: Synonyme für (u.U.) komplexe Typkonstrukte

```
typedef double V4[4];
```

```
V4 m[3]; // entspricht obigem Feld
```

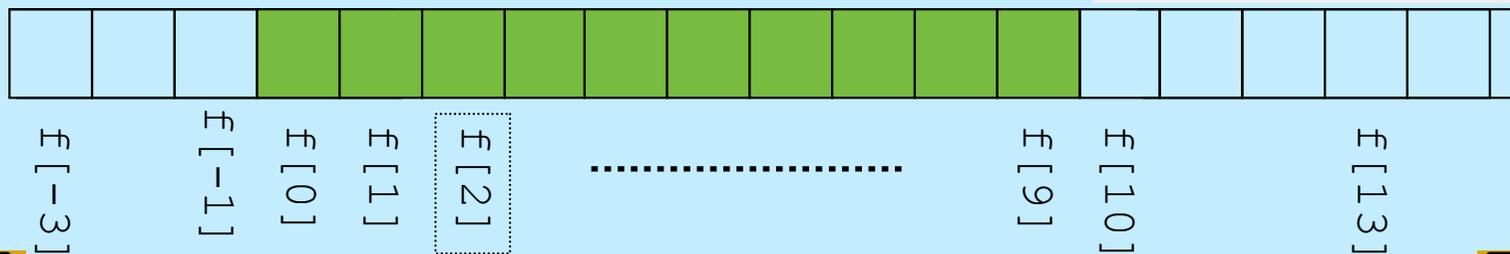
## 1. Elementares C++

### 1.2. Datentypen (Felder)

es gibt keine Prüfung auf Einhaltung der Feldgr

```
T f [10];
```

f



undefiniert

definiert

undefiniert

```
//      .==.      .==.
//      // ^ \    // ^ \
//      // ^ ^ (\_/) ^ ^ \
//      // ^ ^ ^ /6 6 \ ^ ^ \
//      // ^ ^ ^ / ( .. ) \ ^ ^ \
//      // ^ ^ ^ \ | v""v | / ^ ^ \
//      // ^ ^ \ /  `~`  \ / ^ ^ \
//      -----
/// HERE BE DRAGONS
```

## 1. Elementares C++

## 1.2. Datentypen

## Zeiger: Indirektion per Speicheradresse!

```
int* pi; // ein u.U. NICHT initialisierter Zeiger
```

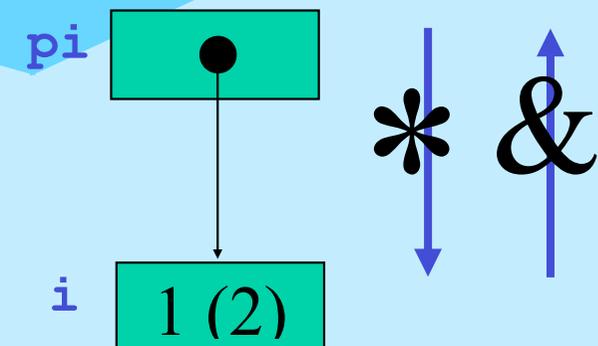
```
int i=1;  
pi = & i; // Adressoperator !
```

Zeiger sind vollständig typisiert:

```
double x;  
// ERROR: pi = & x;
```

Umkehroperation zu & ist die sog. Dereferenzierung:

```
*pi = 2;
```



## 1. Elementares C++

### 1.2. Datentypen (Zeiger)

```
int* pi = new int; // ein neues anonymes int auf dem Heap
                // pi ist (bislang) der einzig Zugang
                // no more C: int* pi = malloc(sizeof(int));
int* ap = pi; // 2 Verweise, 1 Objekt !
```

```
pi = 0; // ausgezeichneter Zeigerwert <==> KEIN Objekt
```

```
ap = 0; // letzte Referenz weg: KEINE garbage collection
        // sondern ein memory leak
```

daher zuvor:

```
delete ap; // kein leak !
          // no more C: free(pi);
```

## 1. Elementares C++

### 1.2. Datentypen (Zeiger)

**ACHTUNG:** nach `delete zeiger;` ist u.U. in `zeiger` immer noch die gleiche Adresse enthalten, jeder Zugriff darüber ist jedoch undefiniert !

Empfehlung: `delete pi; pi=0;`

auch Felder können dynamisch erzeugt werden:

```
int* pf = new int [100]; // pf zeigt auf erstes von 100 int's
```

Zeiger auf Felder sind mit `delete []` zu deallokieren:

```
delete[] pf; pf=0;
```

## 1. Elementares C++

## 1.2. Datentypen (Zeiger)

## Zeiger auf Klassentypen (~ Java-Objektsemantik)

```
class X {  
public:  
    X() {std::cout<<"hi\n";}  
    ~X() {std::cout<<"bye\n";}  
};
```

auch: `new X();` möglich aber  
nicht zu empfehlen !

```
void foo() { X* px = new X; } // hi & leak  
void bar() { X* px = new X; delete px; } // hi & bye
```

In jeder (nicht static) Memberfunktion ist `this` ein Zeiger auf das Objekt, an dem der Aufruf der Funktion erfolgte (anders als in Java !)

## 1. Elementares C++

### 1.2. Datentypen (Zeiger)

#### Java - **new** vs. C++ - **new**

```
class X {}

class Main {
    public static void main(String s[]) {
        // X x = new X; nicht ohne leere Parameterliste
        X x = new X();
        // int i = new int; new nur für Klassen erlaubt
        // int i = new int(); auch so nicht
        int i[] = new int[10]; // Felder sind Objekte
    }
}
```

## 1. Elementares C++

## 1.2. Datentypen (Zeiger)

### Java - **new** vs. C++ - **new**

```
class X {};  
  
int main() {  
    X *x1 = new X;           // besser so  
    X *x2 = new X();        // als so  
    int *i1 = new int;      // di  
    int *i2 = new int();    // to  
    // int i[] = new int[10]; so nicht:  
    // Feldvariablen sind Konstanten & die Größe  
    // von i ist unbestimmt  
    int *i = new int[10]; // ein Zeiger kann  
    // eins oder viele referenzieren !  
}
```

## 1. Elementares C++

### nullptr

```
void foo(int) {std::cout<<"foo(int)\n";}  
void foo(int*) {std::cout<<"foo(int*)\n";}  
...  
foo(0);  
foo(NULL);  
foo(nullptr);  
  
int* pi = nullptr;  
  
if (pi == nullptr) pi = new int; // same as:  
if (!pi) pi = new int;
```

## 1. Elementares C++

### Warum besser keine Klammern bei parameterlosen Konstruktorrufen ?

```
T* pt = new T(); // ok
```

```
T t = T(); // ok, aber redundant
```

```
T t (); // auch ok, aber kein Objekt vom Typ T !
```

?

```
void foo(); // Funktionsdeklaration !!!
```

```
T t (); // dito
```

```
T t;
```

## 1. Elementares C++

### 1.2. Datentypen (Zeiger)

Felder sind konstante Zeiger:

```
T someTs [30];  
T* pt = someTs;  
T* qt = &someTs[0];
```

```
using std::cout;...  
cout<<1["]<<2["]<<endl;  
Korrektes C++ ?  
wenn ja, was wird ausgegeben ?
```

`pt[i]` ist nur eine abkürzende Notation von `*(pt+i)`

Die Zeigerarithmetik erfolgt modulo `sizeof(T)`

`pt` ist ein Zeiger auf's erste `T` im Feld

`pt+1` ist ein Zeiger auf's zweite `T` im Feld ...

## 1. Elementares C++

### 1.2. Datentypen

Zeichenketten:

Zeichenkettenliterals wie »üblich«

"eine Zeichenkette\nmit Doppelapostroph \" und Backslash \\"

werden als 0-terminierte `char`-Felder realisiert !

```
char* hello = "Hello, World";
```

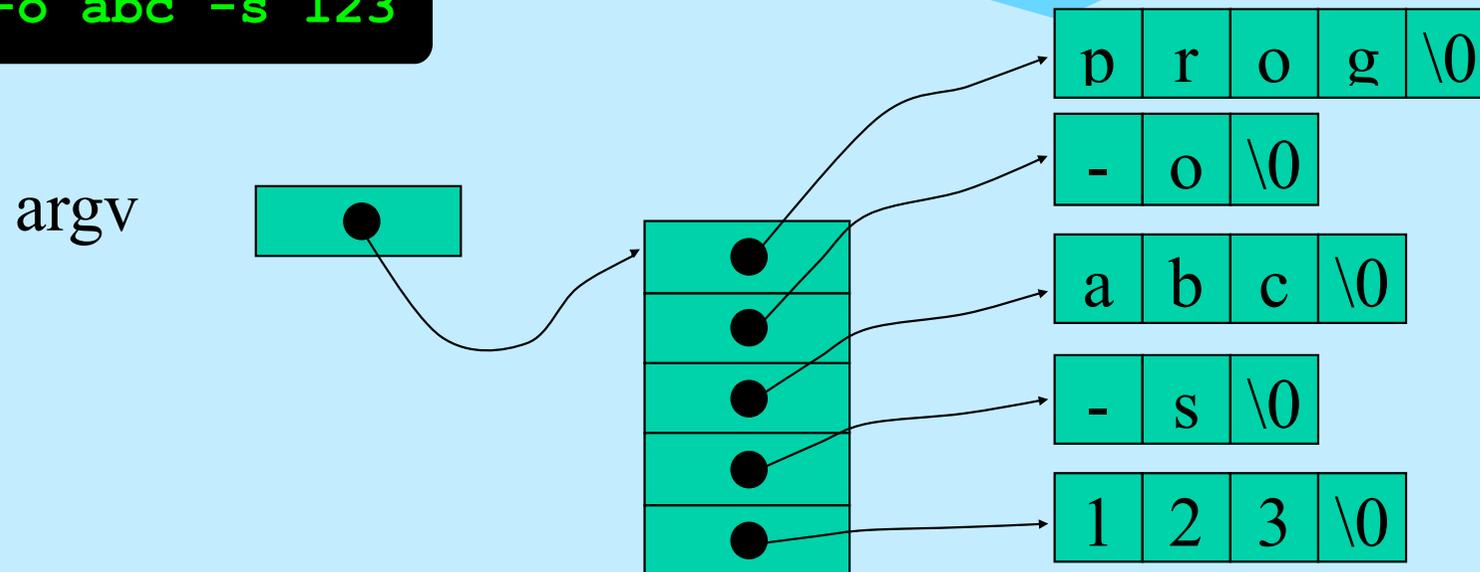


## 1. Elementares C++

### 1.2. Datentypen (Zeichenketten)

```
int main (int argc, char* argv[]) // bzw.  
int main (int argc, char** argv)
```

```
$ prog -o abc -s 123
```



## 1. Elementares C++

### 1.2. Datentypen (Zeichenketten)

Damit ist bereits der Umgang mit Zeichenketten implizit mit allen Problemen der Zeiger belastet (und zusätzlich mit allen buffer overflow Problemen bei Operationen auf Zeichenfeldern)

Außerdem sind die möglichen Operationen auf `char []` C-legacy (`<cstring>`) und primitiv, z.B. `strcpy` == Kopieren von Zeichenketten

etwa:

```
void strcpy (const char* source, char* dest)
{ while (*dest++=*source++); }
```