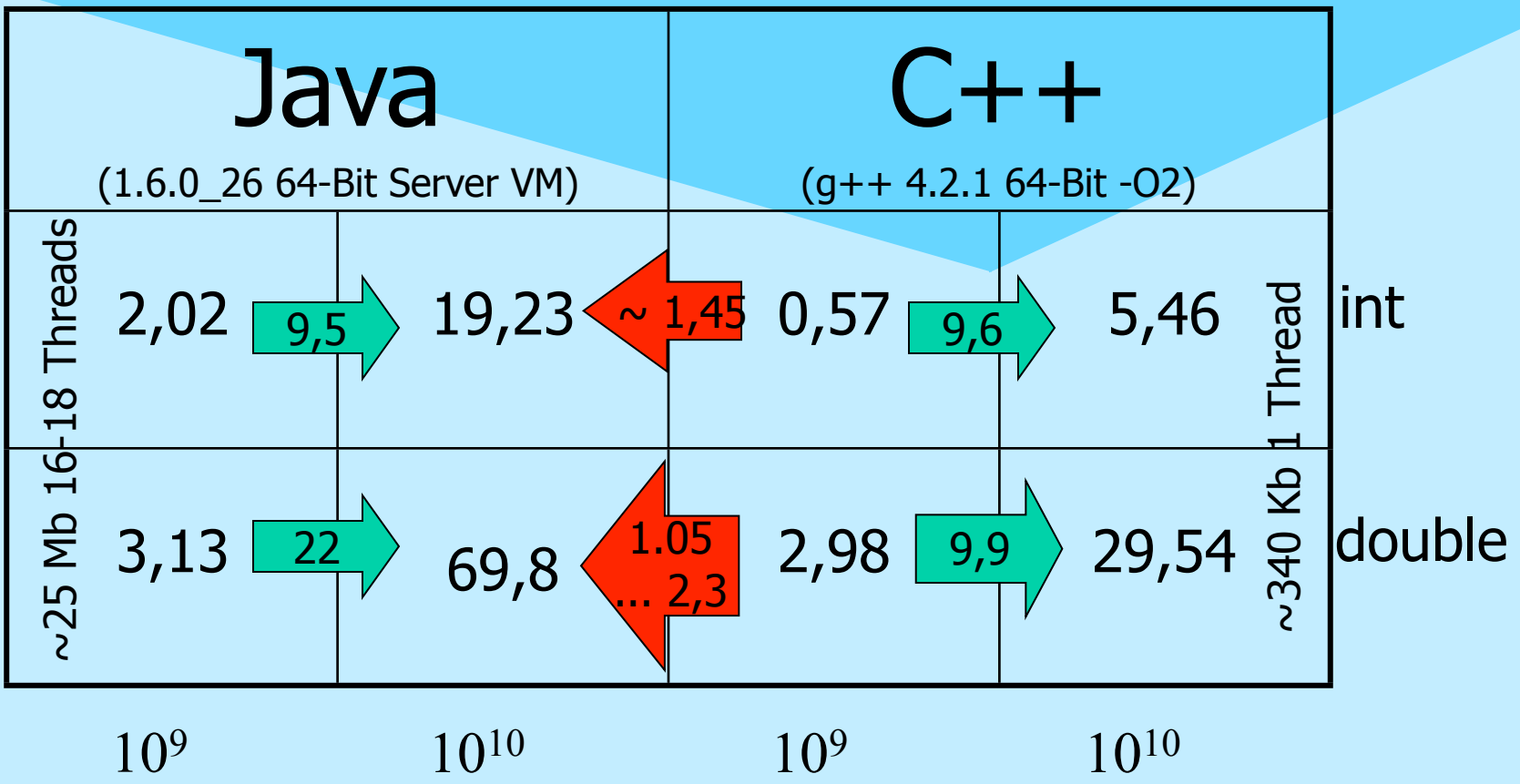
Der zweite Blick: Effizienz (up to date :-)

Laufzeiten (Mac OS X 10.7.2, 1.86 GHz Intel Core 2 Duo)



C++ Historie

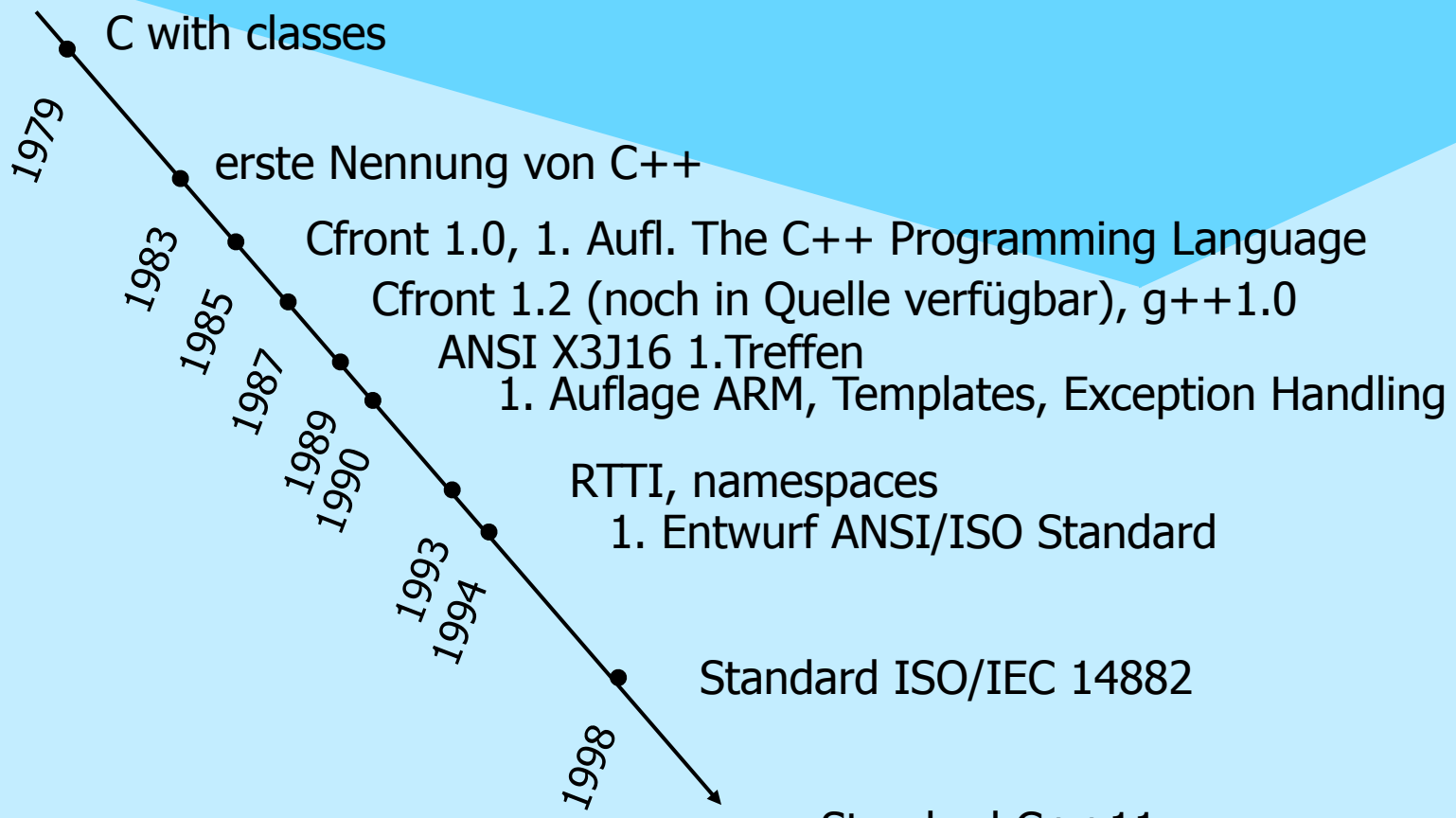
- Bjarne Stroustrup Ph.D. Arbeit 1978/79 an der Universität Cambridge: „Alternative Organisationsmöglichkeiten der Systemsoftware in verteilten Systemen“
- erste Implementation in Simula auf IBM360 (Simula67, NCC Oslo)
- Stroustrup: „Die Entwicklung des Simulators war das reinste Vergnügen, da Simula nahezu ideal für diesen Zweck erschien. Besonders beeindruckt wurde ich durch die Art, in der die Konzepte der Sprache mich beim Überdenken der Probleme meiner Anwendung unterstützten. Das Konzept der Klassen gestattete mir, die Konzepte meiner Anwendung direkt einzelnen Sprachkonstrukten zuzuordnen. So erhielt ich Programmcode, der in seiner Lesbarkeit allen Programmen anderer Sprachen überlegen war, die ich bisher gesehen hatte.“
- Simula - Compiler damals mit extrem schlechten Laufzeiteigenschaften

C++ Historie

- S.: „Um das Projekt nicht gänzlich abzubrechen - und Cambridge ohne Ph.D. zu verlassen -, schrieb ich den Simulator ein zweites Mal in BCPL ... . Die Erfahrungen, die ich während des Entwickelns und der Fehlersuche in BCPL sammelte, waren grauenerregend.“

- erste Ideen zu C++ im Kontext von Untersuchungen Lastverteilung in UNIX-Netzen bei den Bell Labs Murray Hill, New Jersey: Stroustrup: „Ende 1979 hatte ich einen lauffähigen Präprozessor mit dem Namen Cpre geschrieben, der C um Simula-ähnliche Klassen erweiterte.“ -> C with classes

C++ Historie


C with classes
1979
erste Nennung von C++
1983
Cfront 1.0, 1. Aufl. The C++ Programming Language
1985
Cfront 1.2 (noch in Quelle verfügbar), g++1.0
1987
ANSI X3J16 1.Treffen
1989
1. Auflage ARM, Templates, Exception Handling
1990
RTTI, namespaces
1993
1. Entwurf ANSI/ISO Standard
1994
Standard ISO/IEC 14882
1998
Standard C++11

Java vs. C++: Different by Design

Java

- starke Anlehnung an C++
- Deployment Schema: Interpretation
- OO ist (nahezu) zwingend
- primäres Kriterium: Komfort

  diverse (und zumeist nicht abschaltbare) implizite Overheads zu Lasten der Effizienz
  - Prüfung von Feldgrenzen
  - Reflection
  - Garbage Collection
  - Objects by Reference Semantik

Java vs. C++: Different by Design

C++

- starke Anlehnung an C
- Deployment Schema: Compilation
- OO ist möglich, nicht zwingend
- primäres Kriterium: Effizienz

  keinerlei impliziter Overhead zu Lasten der Effizienz
  - keine Prüfung von Feldgrenzen
  - (fast) kein Laufzeitabbild von Klassen
  - keine automatische Speicherverwaltung
  - Objects by Value Semantik

Objects by Reference

Java:

- Variablen vom Klassentyp sind IMMER Referenzen

```
X x;  // implizit == null !!
x = new X();
X y = x;  // ein Objekt mit zwei Referenzen!!!
```

- Objekte werden IMMER dynamisch (auf dem Heap) erzeugt

Objects by Reference

```
class A {
        private int i;
        public void foo() {
             i++;
        }
        public void out() {
             System.out.print(i);
        }
        public A() {
             i=0;
        }
        public static void bar(A a){
             a.foo();
        }
```

```
        public static void
        main(String s[]) {
            A a1 = new A();
            A a2 = a1;

            a1.foo();
            a2.foo();

            a1.out();
            a2.out();

            bar(a2);

            a1.out();
            a2.out();
        }
}
```

```
$ javac A.java
$ java A
????
```

Objects by Reference

```
class A {
        private int i;
        public void foo() {
             i++;
        }
        public void out() {
             System.out.print(i);
        }
        public A() {
             i=0;
        }
        public static void bar(A a){
             a.foo();
        }
```

```
        public static void
        main(String s[]) {
            A a1 = new A();
            A a2 = a1;

            a1.foo();
            a2.foo();

            a1.out();
            a2.out();

            bar(a2);

            a1.out();
            a2.out();
        }
}
```

```
$ javac A.java
$ java A
2233$
```

Objects by Value

C++:

- Variablen vom Klassentyp sind (primär) Werte

```
X x; // ein Objekt !
X y = x;  // ein weiteres Objekt als Kopie des ersten!!!
```

- Objekte können global, (Stack-) lokal und dynamisch erzeugt werden

- Es gibt auch Objektreferenzen und -Zeiger

Objects by Value

```
#include <iostream>

class A {
        int i;
public:
        void foo() {
            i++;
        }
        void out() {
            std::cout << i;
        }
        A() {
            i=0;
        }
        static void bar(A a) {
                a.foo();
        }
};
```

```
int main()
{
        A a1=A();
        A a2=a1;

        a1.foo();
        a2.foo();

        a1.out();
        a2.out();

        A::bar(a2);

        a1.out();
        a2.out();
}
```

```
$ g++ -o a a.cc
$ a
????
```

Objects by Value

```
#include <iostream>

class A {
        int i;
public:
        void foo() {
            i++;
        }
        void out() {
            std::cout << i;
        }
        A() {
            i=0;
        }
        static void bar(A a) {
                a.foo();
        }
};
```

```
int main()
{
        A a1=A();
        A a2=a1;

        a1.foo();
        a2.foo();

        a1.out();
        a2.out();

        A::bar(a2);

        a1.out();
        a2.out();
}
```

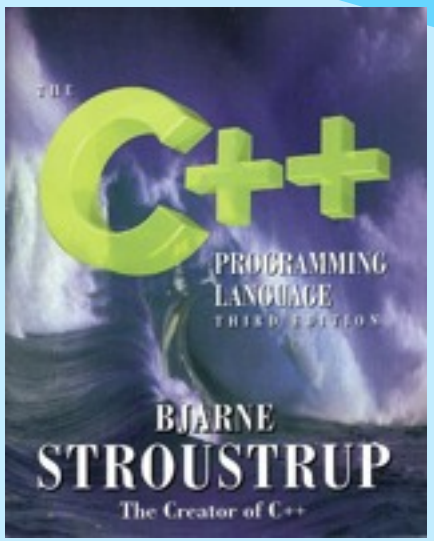
```
$ g++ -o a a.cc
$ a
1111$
```

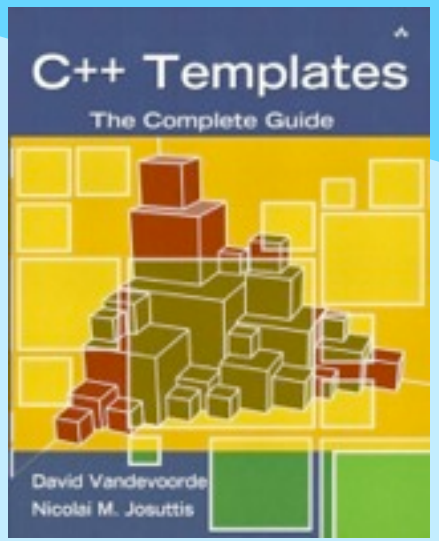
BTW: C++ Literaturempfehlungen beginners level

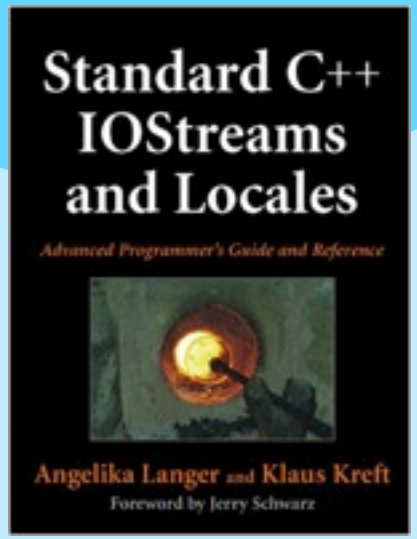
Kaufen: „Bafög-Ausgabe" 19,95 €

Ausleihen: im Handel leider vergriffen ☹

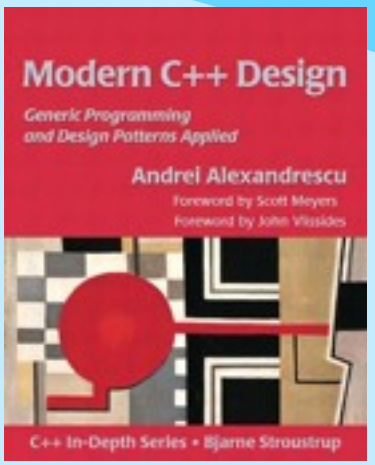
BTW: C++ Literaturempfehlungen expert level

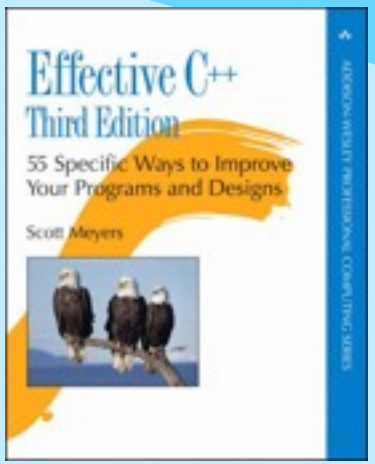


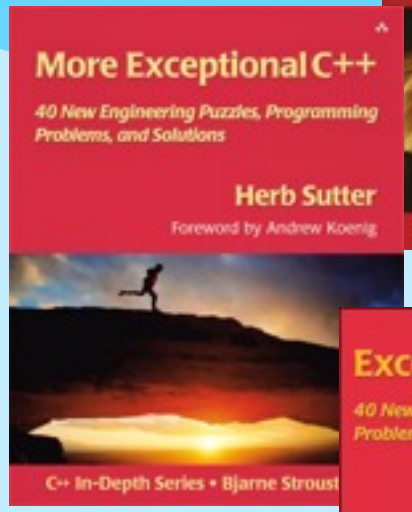


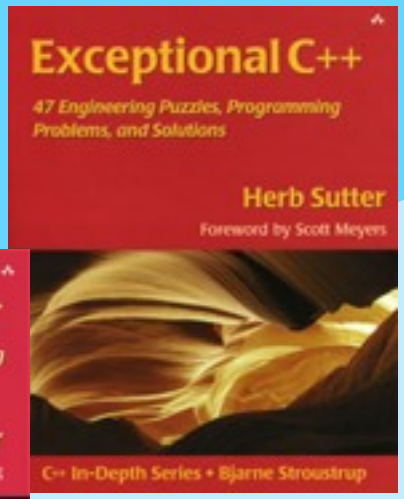


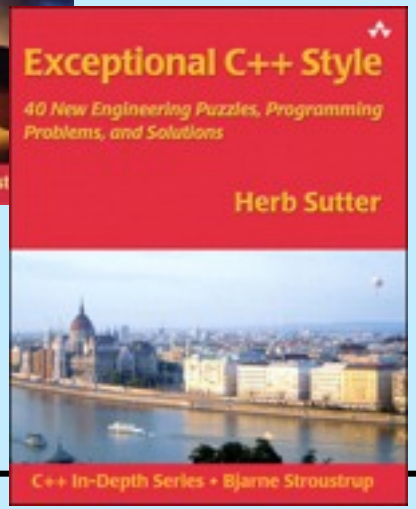
BTW: C++ Literaturempfehlungen guru level











1. Elementares C++

1.1. Lexik

- Kommentare wie Java

```
//  this line
/*   no
     nesting
     allowed */
```

- kein spezielles doc-Kommentarformat, aber von einigen tools unterstützt (z.b. doxygen)

- free format: whitespaces (space, newline, comment) beliebig zur Trennung von Token: `int a;  <---> inta;`

1.1. Lexik

Schlüsselwörter:

```
alignof asm auto bool break case catch char char16_t
char32_t class const constexpr const_cast continue
decltype default delete do double dynamic_cast else
enum explicit export extern false float for friend
goto if inline int long mutable namespace new noexcept
nullptr operator private protected public register
reinterpret_cast return short signed sizeof static
static_assert static_cast struct switch template this
thread_local throw true try typedef typeid typename
union unsigned using virtual void volatile wchar_t while
```

(C: 32) (Δ C++98: 31) (Δ C++11: 9)

1.1. Lexik

Operatoren:

`+ - * / % < <= > >= == != && || !` wie üblich (Java)

`<< >> & ^ | ~` bitweise left-, right-Shift, and, xor, or, Komplement

`= *= /= %= += -= <<= >>= &= ^= |=` x?=y <--> x = x ? y

`++ --` als Prefix und Postfix

`sizeof(Typname)` oder

`sizeof(Expression)` **`oder`** Größe in Bytes

`sizeof Expression`

`,` Kommaoperator: Gruppierung von Ausdrücken, der letzte Teilausdruck legt den Wert des Gesamtausdruchs fest!

ACHTUNG: foo(1,2,3) vs. foo((1,2,3))

1.1. Lexik

Bezeichner: wie in Java (incl. _ als Buchstabe)
Groß-/Kleinschreibung wird unterschieden

übliche Konventionen:

sog. Macros durchgängig groß:	#define A_MACRO
nutzerdef. Typnamen beginnen groß:	MyType
Variablen durchweg klein:	MyType myvar;

1.2. Datentypen

build-in Typen:

```
char, int, short (int), long (int), (un)(signed)(long)
  int, void, float, double, bool (!)
```

- ACHTUNG: long ist kein eigener Typ, sondern Kürzel für long int
- ACHTUNG: es gibt KEINE Vorgaben zur Größe von Variablen dieser Typen: 1==sizeof(char)<=sizeof(short)<=sizeof(int)<=sizeof(long)
  sizeof(float)<=sizeof(double)

- literale Werte dieser Typen nach den »üblichen« Regeln:

```
'A'     '\n'   '\\'   '\000'   '\0x12'
123     -45    0123   0x123    0XCDEF
12U     23u    123L   0l       0x12345L
1.234   .5f    45.    1.1e12   -2.3E-5
true    false
```

1.2. Datentypen

Enumerations: Aufzählungstypen == benannte Werte

```
enum Season {spring, sommer, fall, winter}; //unscoped
enum class Direction {left, right, up, down}; //scoped
Season now = spring; ... if (now == winter) ...
Direction where = Direction::up;
```

Felder: mehrere Objekte (Variablen) direkt hintereinander im Speicher,
ein Feld ist selbst KEIN Objekt, --> KEIN Längenattribut

```
int f [n];
```

f zeigt auf den Beginn eines Feldes von n int's, n muss eine vom Compiler errechenbare Konstante sein !

enum class -- scoped and strongly typed enums

C - **enum**s 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
int a4 = blue;           // error: blue not in scope
```

enum class -- (cont.)

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 = 0xFFFFFFF0U };
// how big is an E?
// (whatever the old rules say;
// i.e. "implementation defined")

enum EE : unsigned long { EE1 = 1, EE2 = 2, EEbig = 0xFFFFFFF0U };
// now we can be specific
```

C++11

forward Deklaration möglich

```
enum class Color_code : char; // (forward) declaration
void foobar(Color_code* p); // use of forward declaration
```

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 !

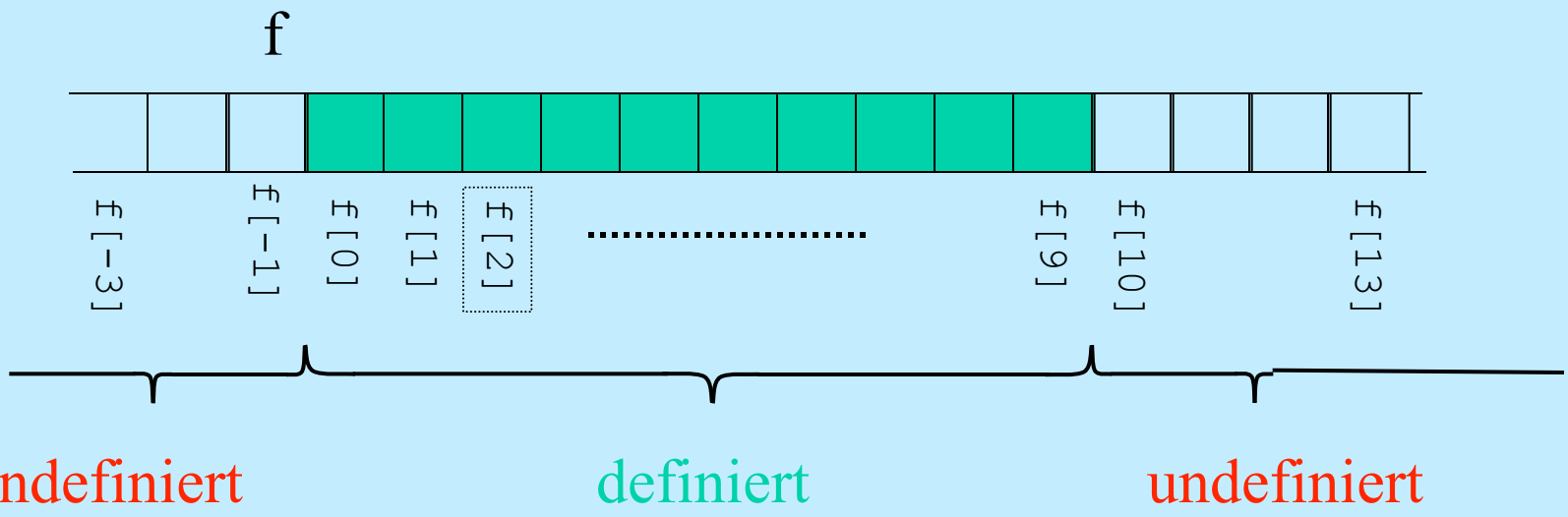
Typedefs: Synonyme für (u.U.) komplexe Typkonstrukte

```
typedef double V4[4];
V4 m[3]; // entspricht obigem Feld
```

1.2. Datentypen (Felder)

es gibt keine Prüfung auf Einhaltung der Feldgrenzen bei Zugriffen:

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

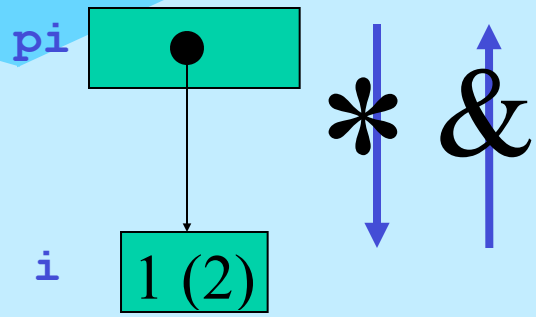


1.2. Datentypen

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;
```