Paul Nykiel

С

Ein erstes ( Programm

Buildproze

Speicher

\_ .

C++

Ein erstes

C++ Programm

Zero-Copy

Mehr C++

# Eine Einführung in modernes C++ Teil 1 – Basics

Paul Nykiel

27. April 2020

1 C

Ein erstes C Programm

Speicher

Pointer

Zero-Copy

Speicher

**Buildprozess** 

Pointer

C++

Ein erstes C++ Programm

8 Zero-Copy

Paul Nykiel

Ein erstes C Programm Buildprozess

Speicher

Pointer

Ein erstes

Programm Zero-Copy

Ein erstes

Programm
Buildprozess

.

Speicher

D . .

---

Ein erstes C++

Zero-Copy

Mehr C++

 $\bullet \ \ ANSI/ISO \ Standard is ierte \ Programmiers prache$ 

C

Programm

Buildprozess

Speicher

Point

Ein erstes C++

Programm

- ANSI/ISO Standardisierte Programmiersprache
- Entwickelt ab 1969 für Unix

C

Programm

Buildprozess

Speicher

Pointe

Fin erste

C++ Programm

Zero-Copy

- ANSI/ISO Standardisierte Programmiersprache
- Entwickelt ab 1969 für Unix
- "Portabler Assembler"

C

Ein erstes C Programm

Buildproze

Speiche

Pointe

Ein erstes

C++ Programm

Zero-Copy

- ANSI/ISO Standardisierte Programmiersprache
- Entwickelt ab 1969 für Unix
- "Portabler Assembler"
- Einfach zu verstehen, schwierig zu verwenden

Buildprozess

Speicher

-

Point

. . .

Ein erstes

C++

Zero-Copy

Mohr C++

## C im Vergleich zu Java

• Undefiniertes Verhalten

Buildprozess

Speicher

Pointer

C++

Ein erstes C++

Zara Can

Mehr C++

## C im Vergleich zu Java

- Undefiniertes Verhalten
- Keine automatische Speicherverwaltung

Buildproz

Speiche

.

Pointer

C . .

Ein erstes

C++ Programm

Zero-Coj.

Mehr C++

## C im Vergleich zu Java

- Undefiniertes Verhalten
- Keine automatische Speicherverwaltung
- Kleiner Sprachkern und kleine Standardlibrary

Paul Nykiel

C

Ein erstes C Programm

Buildprozess

Speicher

Pointer

---

Ein erstes

Programn

Zero-Copy

Mehr C++

## Ein erstes C Programm

Paul Nykiel

C

Ein erstes C Programm

Buildprozess

Speicher

Pointer

- 1 1

Ein erstes

Zava Cam

Mehr C++

## Beispiel: Hello World

Paul Nykiel

C

Ein erstes ( Programm

Buildprozess

Speicher

1 011110

C++

Programm
Zero-Copy

Mehr C++

## Build prozess

Ein erstes C Programm

Buildprozess

Speicher

Point

C-L-

\_\_\_

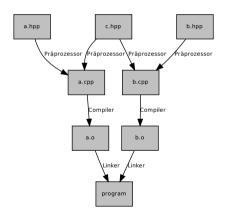
C++

Programn

Mehr C++

### Vom Sourcecode zur ausführbaren Datei

Präprozessor



### Buildprozess

Speicher

----

FOIII

\_

Ein erste

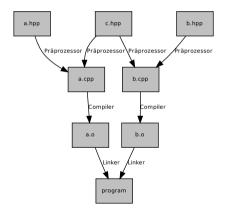
C++ Programn

Zero-Cop

Mehr C++

### Vom Sourcecode zur ausführbaren Datei

- Präprozessor
- Compiler



Buildprozess

Speicher

. .....

C++

Ein erstes

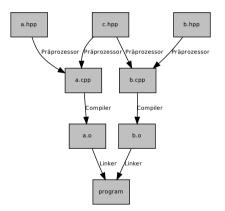
C++ Programm

Zero-Cop

Mehr C++

### Vom Sourcecode zur ausführbaren Datei

- Präprozessor
- Compiler
- Linker



Ein erstes ( Programm

Buildprozess

Speiche

Point

Ein erste

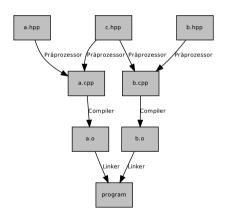
C++

Zero-Cop

Mehr C++

### Vom Sourcecode zur ausführbaren Datei

- Präprozessor
- Compiler
- Linker
- #includes sichern Typkonsistenz



Paul Nykiel

C

Programm

Buildprozess

Speiche

Pointe

Ein erstes

C++

70×0 Com

Mehr C++

# Beispiel: Eine zweite Übersetzungseinheit

### Buildprozess

Speicher

Pointer

Ein erstes

C++ Programm

Zero-Cop

Mehr C++

## Warum ein Buildsystem

• Nur geänderte Dateien neu kompilieren

### Build prozess

Speiche

...

. 01110

CTT

Ein erstes

Programm

Mehr C++

## Warum ein Buildsystem

- Nur geänderte Dateien neu kompilieren
- Einzelner Befehl an Compiler wird zu kompliziert

Ein erstes C Programm

### Buildprozess

Speiche

. . .

Ollic

C++

Ein erstes C++

C++ Programn

Zero-Cop

Mehr C+-

## Warum ein Buildsystem

- Nur geänderte Dateien neu kompilieren
- Einzelner Befehl an Compiler wird zu kompliziert
- Portabilität

```
C++
          Wird durch Datei CMakeLists.txt konfiguriert:
Paul Nykiel
          cmake_minimum_required(VERSION 3.10)
          set(STANDARD 17)
Buildprozess
          set(COMMON_FLAGS "-Wall")
          if (CMAKE_BUILD_TYPE STREQUAL "Release")
               set(COMMON_FLAGS "${COMMON_FLAGS} -03")
          endif ()
          set(CMAKE C STANDARD ${STANDARD})
          set(CMAKE CXX STANDARD ${STANDARD})
          set(CMAKE C FLAGS ${COMMON FLAGS})
          set(CMAKE_CXX_FLAGS ${COMMON_FLAGS})
          project(MyProject)
                                                             4 D > 4 D > 4 E > 4 E > E 990
```

**CMake** 

Eine Einführung in

modernes

C

Ein erstes ( Programm

Buildprozess

Speicher

Pointe

Fin erstes

C++

Zero-Copy

Mehr C++

# Beispiel: CMake

Paul Nykiel

С

Ein erstes ( Programm

Buildprozess

Speicher

Pointer

C++

Ein erstes

C++ Programm

Zero-Copy

Mehr C++

## Speicher

Ein erstes C

Buildprozess

### Speicher

ъ.

1 01110

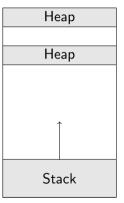
\_\_\_\_\_

Ein erstes

Programm

### Stack und Heap

 Hauptspeicher (RAM) wird aus zwei Richtungen vergeben



Ein erstes C

Buildprozess

#### Speicher

Dointe

1 OIIIL

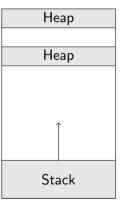
Ein orsto

C++

Programn

Mehr C+-

- Hauptspeicher (RAM) wird aus zwei Richtungen vergeben
- Stack wird für Funktion aufgebaut



Ein erstes C

Buildprozess

#### Speicher

. . . .

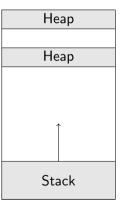
Follite

Ein erstes C++

Programn

Mohr C-

- Hauptspeicher (RAM) wird aus zwei Richtungen vergeben
- Stack wird für Funktion aufgebaut
- Heap für dynamischen Speicher



Ein erstes C Programm

Buildprozess

#### Speicher

Pointe

1 011110

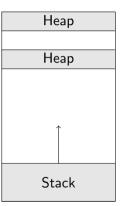
- 1 1

Ein erstes

Zero-Cop

Mehr C+-

- Hauptspeicher (RAM) wird aus zwei Richtungen vergeben
- Stack wird für Funktion aufgebaut
- Heap für dynamischen Speicher
- Speicher auf dem Heap muss händisch reserviert und freigegeben werden



Buildprozes

#### Speicher

Pointe

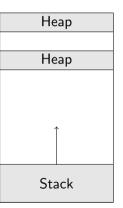
C++

Ein erstes C++

-

Mehr C+-

- Hauptspeicher (RAM) wird aus zwei Richtungen vergeben
- Stack wird für Funktion aufgebaut
- Heap für dynamischen Speicher
- Speicher auf dem Heap muss händisch reserviert und freigegeben werden
- Bei mehr als einem Owner Verwaltung kompliziert



```
Paul Nykiel
```

Ein erstes C Programm Buildprozess

Speicher

Speicher

Pointe

C++

C++
Programm

Zero-Copy

```
int sqr(int arg) {
    int res = arg * arg;
    return res;
int main(void) {
    int a = 17;
    int b = sqr(a);
    return 0;
```

```
Paul Nykiel
```

Programm
Buildprozess

Buildproze

Speicher

Pointe

C++

Ein erstes C++

Zero-Copy

Mehr C++

```
int sqr(int arg) {
    int res = arg * arg;
    return res;
}
int main(void) {
    int a = 17;
    int b = sqr(a);
    return 0;
}
```

int b int a

```
Paul Nykiel
```

Buildprozess

Speicher

Pointe

C++

Ein erstes

Programi

Zero-Cop

```
Mehr C++
```

```
int sqr(int arg) {
    int res = arg * arg;
    return res;
int main(void) {
    int a = 17;
    int b = sqr(a);
    return 0;
```

Verwaltungsinfo int b int a

```
Paul Nykiel
```

Buildprozess

### Speicher

Pointe

C++

Ein erstes

C++ Programm

Zero-Cop

Mehr C++

```
int sqr(int arg) {
    int res = arg * arg;
    return res;
int main(void) {
    int a = 17;
    int b = sqr(a);
    return 0:
```

int arg Verwaltungsinfo int b int a

```
Paul Nykiel
```

Buildprozess

### Speicher

Pointe

Fointe

Ein erstes

C++

Zero-Cop

Mehr C++

```
int sqr(int arg) {
    int res = arg * arg;
    return res;
int main(void) {
    int a = 17;
    int b = sqr(a);
    return 0:
```

int res int arg Verwaltungsinfo int b int a

```
Paul Nykiel
```

Programm
Buildprozess

Duliaproze

### Speicher

Pointe

C++

Ein erstes C++

Zero-Cop

 $\mathsf{Mehr}\;\mathsf{C}{+}{+}$ 

```
int sqr(int arg) {
    int res = arg * arg;
    return res;
}
int main(void) {
    int a = 17;
    int b = sqr(a);
    return 0;
}
```

```
int b
int a
```

C

Ein erstes ( Programm

Buildprozess

### Speicher

Pointe

Ein erstes

C++

Zero-Copy

Mehr C++

## Reicht das nicht?

C

Ein erstes ( Programm

Buildprozess

#### Speicher

Pointe

Fornite

\_\_\_\_\_

Ein erstes C++

Zero-Copy

Mehr C++

```
int main(void) {
    int *a = new int[2];
    int *b = new int[2];
    delete[] a;
    return 0;
}
```

In Verwendung

Ein erstes C Programm Buildprozess

Speicher

Pointo

Ein erstes

C++ Programm

Zero-Copy

Mehr C++

```
int main(void) {
    int *a = new int[2];
    int *b = new int[2];
    delete[] a;
    return 0;
}
```

In Verwendung

a

Ein erstes C Programm Buildprozess

Speicher

Dainta

Fointe

Fin erstes

C++

Zero-Copy

Mehr C++

```
int main(void) {
    int *a = new int[2];
    int *b = new int[2];
    delete[] a;
    return 0;
}
```

In Verwendung

a

b

Ein erstes C Programm Buildprozess

Speicher

\_\_\_\_\_\_

Pointe

CTT

Ein erstes C++

Zero-Copy

Mehr C++

```
int main(void) {
    int *a = new int[2];
    int *b = new int[2];
    delete[] a;
    return 0;
}
```

In Verwendung

b

Eine Einführung in modernes C++

Paul Nykiel

С

Ein erstes C Programm

Buildprozess

Speicher

## Pointer

CTT

Ein erstes

Programm
Zero-Copy

Mehr C++

## Pointer

Ein erstes C Programm

Buildprozess

Speicher

### Pointer

Ein erstes

C++ Programm

Zero-Copy

Mehr C++

Pointer

Ein erstes (

Buildprozess

Speicher

#### Pointer

. -....

Ein erstes

C++ Programm

Zero-Copy

- Pointer
- Angst!

Ein erstes (

Buildprozess

Speicher

----

Pointer

Ein erstes C++

Programm
Zero-Copy

- Pointer
- Angst!
- Gefährlich!

Buildprozess

Speicher

O p 0.0...

Pointer

C++

Ein erstes

Programm
Zero-Copy

- Pointer
- Angst!
- Gefährlich!
- Böse!

Ein erstes C Programm

Buildprozess

Speicher

#### Pointer

#### Oilite

Ein erstes

C++ Programm

Zero-Copy Mehr C++ Pointer

- Angst!
- Gefährlich!
- Böse!
- Nicht schlimm aber viel Fehlerpotential

Fig. 1.....

Ein erstes C Programm

Buildprozess

Speiche

Pointer

-----

Ein erste

C++
Programm

Zero-Copy

- Pointer
- Angst!
- Gefährlich!
- Böse!
- Nicht schlimm aber viel Fehlerpotential
- Was ist ein Pointer: eigentlich nur ein int den der Compiler separat behandelt.

Ein erstes C Programm

Buildprozess

Speiche

#### Pointer

#### . .....

Ein erstes

C++ Programm

Zero-Copy

- Pointer
- Angst!
- Gefährlich!
- Böse!
- Nicht schlimm aber viel Fehlerpotential
- Was ist ein Pointer: eigentlich nur ein int den der Compiler separat behandelt.
- int b = 17; int \*a = &b;

Ein erstes

Buildprozess

Speiche

Pointer

#### Pointe

Fin erste

C++

Zero-Copy

- Pointer
- Angst!
- Gefährlich!
- Böse!
- Nicht schlimm aber viel Fehlerpotential
- Was ist ein Pointer: eigentlich nur ein int den der Compiler separat behandelt.
- int b = 17; int \*a = &b;
- int \*c = new int();

Buildprozes

Speiche

#### Pointer

Ein erstes

C++ Programn

Zero-Copy

- Pointer
- Angst!
- Gefährlich!
- Böse!
- Nicht schlimm aber viel Fehlerpotential
- Was ist ein Pointer: eigentlich nur ein int den der Compiler separat behandelt.
- int b = 17; int \*a = &b;
- int \*c = new int();
- delete c;

Buildprozess

Speiche

#### Pointer

#### Cilite

Ein erstes

C++ Programn

Zero-Copy

- Pointer
- Angst!
- Gefährlich!
- Böse!
- Nicht schlimm aber viel Fehlerpotential
- Was ist ein Pointer: eigentlich nur ein int den der Compiler separat behandelt.
- int b = 17; int \*a = &b;
- int \*c = new int();
- delete c;
- Speicherverwaltung gehört nicht in die Anwendungslogik

C:.. ....

Programm

Buildprozess

Speicher

Speiche

#### Pointer

```
CTT
```

C++ Programm

Zero-Copy

```
int main() {
   int a = 0; // Liegt auf dem Stack
   int *aPtr = &a; // Zeigt auf den Stack

   int *bPtr = new int(); // Liegt auf dem Heap
   delete bPtr; // Speicher muss freigegeben werden
}
```

#### Eine Einführung in modernes C++

Paul Nykiel

Ein erstes C Programm Buildprozess

Speicher

Pointer

C++

Ein erstes

Programm Zero-Copy

Ein erstes (

Buildprozess

Speicher

Pointe

C++

Ein erstes

Programm
Zero-Copy

Mehr C++

C with classes

Fin eretes

Programm

Buildprozess

Speicher

Pointer

C++

Ein erstes

C++ Programm

Zero-Copy

- C with classes
- Wird in quasi jeder Domäne genutzt

C

Ein erstes C Programm

Buildprozess

Speicher

Pointer

C++

Ein erste

C++ Programm

Zero-Cop

- C with classes
- Wird in quasi jeder Domäne genutzt
- Ziele: Performanter und sicherer Code

Programm Buildprozess

Speicher

C++

Ein erstes

Zero-Copy

Mehr C++

## C++ im Vergleich zu Java

Templates

Fin aretas

Programm
Buildprozess

Speicher

----

Point

C++

Ein orsto

C++

\_\_\_\_

Mahu C I I

- Templates
- Operatorenüberladung

. . .

Speiche

Point

C++

Ein erstes

C++ Programm

Zero-Copy

Mehr C++

## C++ im Vergleich zu Java

- Templates
- Operatorenüberladung
- \_\_\_\_\_
- Tendentiell weniger tiefe Vererbung

. . .

Speiche

Point

C++

Ein erste

C++

Zero-Con

Mehr C++

## C++ im Vergleich zu Java

- Templates
- Operatorenüberladung
- Tendentiell weniger tiefe Vererbung
- Mehrfachvererbung

Buildproze

Speiche

Pointer

C++

Ein erste

C++

Zero-Cop

Mehr C++

## C++ im Vergleich zu Java

- Templates
- Operatorenüberladung
- Tendentiell weniger tiefe Vererbung
- Mehrfachvererbung
- Definierte Objektlebenszeit

Eine Einführung in modernes C++

Paul Nykiel

С

Ein erstes ( Programm

Buildprozess

Speicher

FOIII

\_.

Ein erstes C++ Programm

Zero-Copy

Mehr C++

Ein erstes C++ Programm

C

Programm

Buildprozess

Speicher

Pointer

C++

Ein erstes C++ Programm

Zero-Copy

Mehr C++

# Beispiel: Hello World

Eine Einführung in modernes C++

Paul Nykiel

С

Ein erstes ( Programm

Buildprozess

Speicher

\_ .

C++

Ein erstes

Programm
Zero-Copy

Mehr C++

## Zero-Copy

Ein erstes

Programm
Buildprozess

Speicher

Pointer

. . . . . . . .

Fin erste

C++

Zero-Copy

```
• std::list<int> a = b;
std::list<int> c = f(a);
```

Ein erstes C Programm

Buildproze

Speiche

1 011110

Ein erste

C++

Zero-Copy

Mehr C++

## Speicherverwaltung

```
• std::list<int> a = b;
std::list<int> c = f(a);
```

• Jegliche Zuweisung ist eine Kopie, auch für Funktionsargumente

Bullaproz

Speiche

Pointe

C . .

Ein erstes

C++ Programn

Zero-Copy

Mehr C++

## Speicherverwaltung

```
• std::list<int> a = b;
std::list<int> c = f(a);
```

- Jegliche Zuweisung ist eine Kopie, auch für Funktionsargumente
- Einfach verständlich

Bullaproz

Speicne

Pointe

Ein erstes C++

Programm

Zero-Copy

Mehr C++

## Speicherverwaltung

```
• std::list<int> a = b;
std::list<int> c = f(a);
```

- Jegliche Zuweisung ist eine Kopie, auch für Funktionsargumente
- Einfach verständlich
- Für große Objekte unnötige Performanceeinbuße

#### Eine Einführung in modernes C++

Paul Nykiel

C.

Ein erstes (

Buildprozess

Speicher

Pointer

C++

Ein erstes

C++ Programm

Zero-Copy

Mehr C++

Buildprozess

Speicher

0 000000

Pointer

C . . .

Ein erstes

C++

Zero-Copy

Mehr C++

## Smart-Pointer

• Standardlibrary kann Verwaltung übernehmen

Ein erstes C Programm

Buildprozess

Speicher

Point

- ' '

 $\begin{array}{c} \text{Ein erstes} \\ \text{C}++ \end{array}$ 

Zero-Conv

- Standardlibrary kann Verwaltung übernehmen
- unique\_ptr

Fin erstes

Programm

Buildprozess

Speicher

Pointo

1 OIIIC

\_.

C++

Programm
Zero-Copy

- Standardlibrary kann Verwaltung übernehmen
- unique\_ptr
- Genau ein Owner

Buildprozess

Speiche

Pointe

Ein erstes

C++ Programm

Zero-Cop

Mehr C++

#### Smart-Pointer

- Standardlibrary kann Verwaltung übernehmen
- unique\_ptr
- Genau ein Owner
- std::unique\_ptr<int> a = std::make\_unique<int>(17);

Ein erstes C Programm

Buildprozess

Speicher

Point

Ein erstes

C++ Programm

Zero-Cop

Mehr C++

- Standardlibrary kann Verwaltung übernehmen
- unique\_ptr
- Genau ein Owner
- std::unique\_ptr<int> a = std::make\_unique<int>(17);
- $\bullet$  shared\_ptr

Ein erstes ( Programm

Buildprozess

Speicher

.

Point

C++

Ein erstes C++

i rogram

Zero-Cop

Mehr C++

- Standardlibrary kann Verwaltung übernehmen
- unique\_ptr
- Genau ein Owner
- std::unique\_ptr<int> a = std::make\_unique<int>(17);
- shared\_ptr
- Quasi immer nutzbar
- std::shared\_ptr<int> a = std::make\_shared<int>(17);

Ein erstes ( Programm

Buildprozess

Speicher

-----

Pointer

C++

Ein erstes

C++

Zero-Copy

Mehr C++

#### Referenzen

• Sprachfeature kein Library-Feature

Buildprozess

Speicher

Pointer

1 OIIIL

\_\_\_

Ein erstes

Programm
Zero-Copy

Mehr C++

#### Referenzen

- Sprachfeature kein Library-Feature
- Können nicht null sein

Buildprozess

Speicher

Point

Ein erste

C++ Programm

Zero-Coj

Mehr C++

#### Referenzen

- Sprachfeature kein Library-Feature
- Können nicht null sein
- Können aber ungültig werden

C

Ein erstes C Programm

Buildproze

Speicher

Point

Ein erste

C++

Zero-Copy

Mehr C++

- Sprachfeature kein Library-Feature
- Können nicht null sein
- Können aber ungültig werden
- int b = 17; int &a = b;

Ein erstes ( Programm

Buildprozess

Speicher

.

Point

\_

Ein erstes

C++

Zoro Com

Mehr C++

# Zusammenfassung Pointer

• Raw-Pointer: Sollten quasi nie verwendet werden

Buildproze

Speicher

Point

C+-

Ein erstes

C++ Programm

\_\_\_\_\_\_

Mehr C++

# Zusammenfassung Pointer

- Raw-Pointer: Sollten quasi nie verwendet werden
- Unique-Pointer: Oftmals ersatz für Raw-Pointer

Buildproz

Speiche

Point

Ein erstes

Programn

Mehr C++

# Zusammenfassung Pointer

- Raw-Pointer: Sollten quasi nie verwendet werden
- Unique-Pointer: Oftmals ersatz für Raw-Pointer
- Shared-Pointer: Sichere Pointer f
  ür beliebig viele Owner

Ein erstes C Programm

Buildproze

Speiche

Pointe

Ein erstes

C++ Programm

Zero-Cop

Mehr C++

## Zusammenfassung Pointer

- Raw-Pointer: Sollten quasi nie verwendet werden
- Unique-Pointer: Oftmals ersatz f
  ür Raw-Pointer
- Shared-Pointer: Sichere Pointer f
  ür beliebig viele Owner
- Referenzen: Oftmals um Kopien zu vermeiden

Paul Nykiel

C

Ein erstes (

Buildprozes

Speicher

Pointe

---

Ein erstes C++

Zero-Cop

Mehr C++

# Beispiel: Pointer & Referenzen