Eine Einführung in modernes C++

Teil 1 – Basics

Paul Nykiel

2. Mai 2020

C

Was ist C

- ANSI/ISO Standardisierte Programmiersprache

Was ist C

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

Was ist C

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

Was ist C

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

C im Vergleich zu Java

- Undefiniertes Verhalten

C im Vergleich zu Java

- Undefiniertes Verhalten
- Keine automatische Speicherverwaltung

C im Vergleich zu Java

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

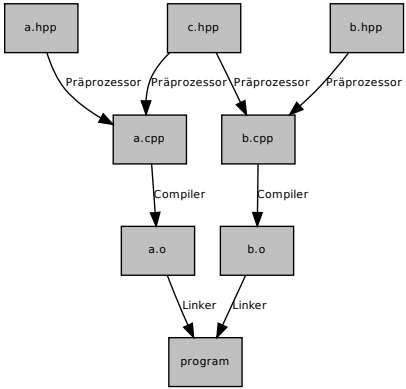
Ein erstes C Programm

Beispiel: Hello World

Buildprozess

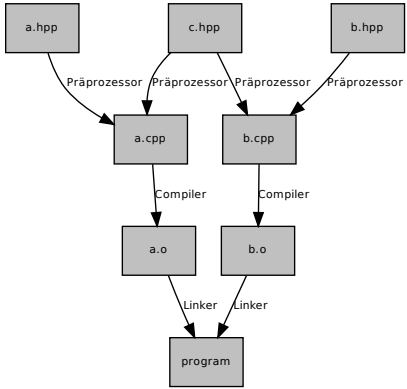
Vom Sourcecode zur ausführbaren Datei

- Präprozessor



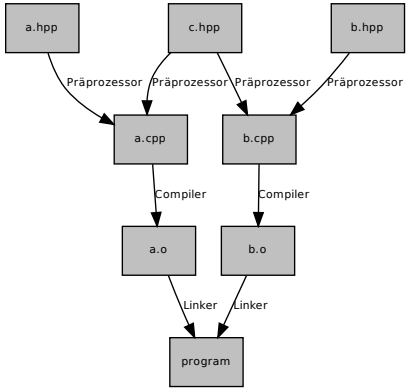
Vom Sourcecode zur ausführbaren Datei

- Präprozessor
- Compiler



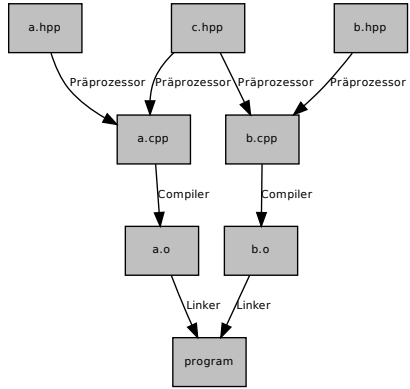
Vom Sourcecode zur ausführbaren Datei

- Präprozessor
- Compiler
- Linker



Vom Sourcecode zur ausführbaren Datei

- Präprozessor
- Compiler
- Linker
- `#include`s sichern Typkonsistenz



Beispiel: Eine zweite Übersetzungseinheit

Warum ein Buildsystem

- Nur geänderte Dateien neu kompilieren

Warum ein Buildsystem

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

Warum ein Buildsystem

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

CMake

Wird durch Datei `CMakeLists.txt` konfiguriert:

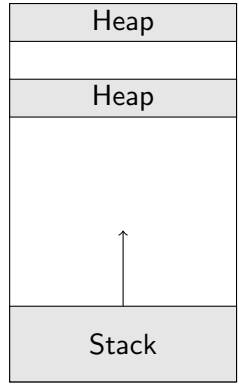
```
cmake_minimum_required(VERSION 3.10)

set(CMAKE_C_STANDARD 11)
set(CMAKE_CXX_STANDARD 17)
set(CMAKE_C_FLAGS "-Wall")
set(CMAKE_CXX_FLAGS "-Wall")

project(MyProject)
add_executable(${PROJECT_NAME} main.c mylib.c)
target_link_libraries(${PROJECT_NAME} pthread)
add_subdirectory(Tests)
```

Beispiel: CMake

Speicher

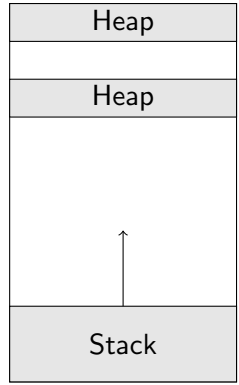
Stack und Heap

- Hauptspeicher (RAM) wird aus zwei Richtungen vergeben



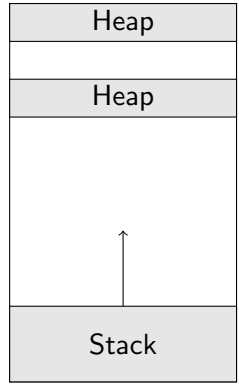
Stack und Heap

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



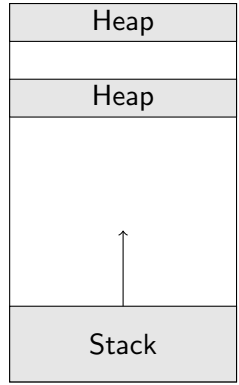
Stack und Heap

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



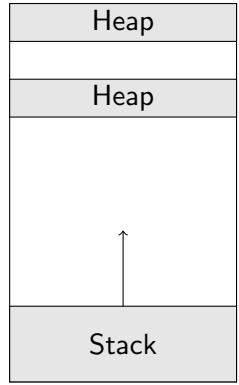
Stack und Heap

- 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



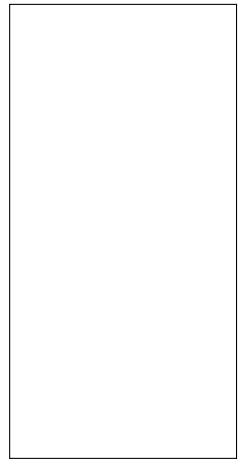
Stack und Heap

- 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



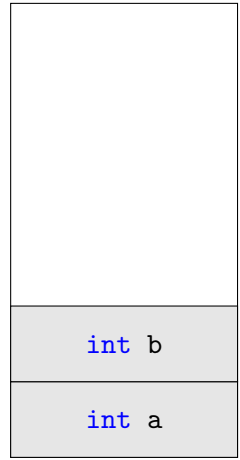
Stack

```
int sqr(int arg) {
    int res = arg * arg;
    return res;
}

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



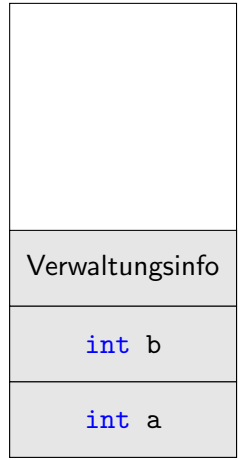
Stack

```
int sqr(int arg) {
    int res = arg * arg;
    return res;
}

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



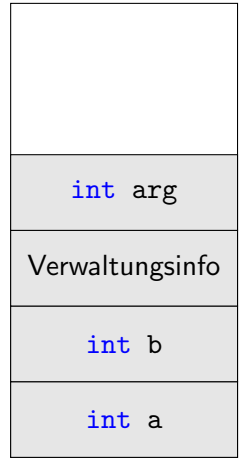
Stack

```
int sqr(int arg) {
    int res = arg * arg;
    return res;
}

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



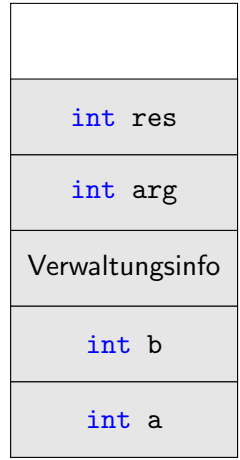
Stack

```
int sqr(int arg) {
    int res = arg * arg;
    return res;
}

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



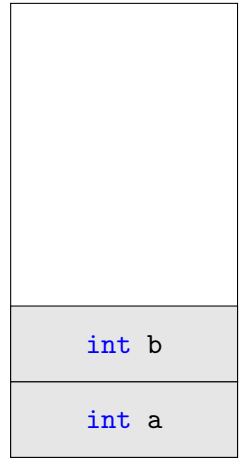
Stack

```
int sqr(int arg) {
    int res = arg * arg;
    return res;
}

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



Stack

```
int sqr(int arg) {
    int res = arg * arg;
    return res;
}

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



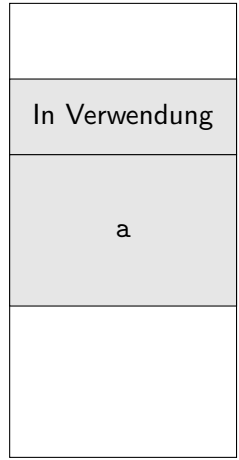
Reicht das nicht?

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

Heap

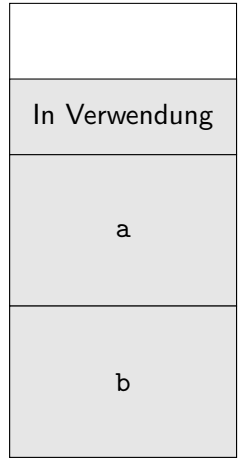
```
int main(void) {
    int *a = new int[2];
    int *b = new int[2];
    delete[] a;
    return 0;
}
```

Heap



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

Heap



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

Heap

Pointer

Pointer

- Pointer

Pointer

- Pointer
- Angst!

Pointer

- Pointer
- Angst!
- Gefährlich!

Pointer

- Pointer
- Angst!
- Gefährlich!
- Böse!

Pointer

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

Pointer

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

Pointer

- 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;`

Pointer

- 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();`

Pointer

- 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;`

Pointer

- 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

Beispiel Pointer

```
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
}
```

C++

Was ist C++

- ~~C with classes~~

Was ist C++

- ~~C with classes~~
- Wird in quasi jeder Domäne genutzt

Was ist C++

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

C++ im Vergleich zu Java

- Templates

C++ im Vergleich zu Java

- Templates
- Operatorenüberladung

C++ im Vergleich zu Java

- Templates
- Operatorenüberladung
- Tendentiell weniger tiefe Vererbung

C++ im Vergleich zu Java

- Templates
- Operatorenüberladung
- Tendentiell weniger tiefe Vererbung
- Mehrfachvererbung

C++ im Vergleich zu Java

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

Ein erstes C++ Programm

Beispiel: Hello World

Zero-Copy

Speicherverwaltung

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

Speicherverwaltung

- ```
  std::list<int> a = b;
  std::list<int> c = f(a);
  ```
- Jegliche Zuweisung ist eine Kopie, auch für Funktionsargumente
  ```

Speicherverwaltung

- ```
  std::list<int> a = b;
  std::list<int> c = f(a);
  ```
- Jegliche Zuweisung ist eine Kopie, auch für Funktionsargumente
- Einfach verständlich
  ```

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
  ```

Smart-Pointer

- Standardlibrary kann Verwaltung übernehmen

Smart-Pointer

- Standardlibrary kann Verwaltung übernehmen
- `unique_ptr`

Smart-Pointer

- Standardlibrary kann Verwaltung übernehmen
- `unique_ptr`
- Genau ein Owner

Smart-Pointer

- Standardlibrary kann Verwaltung übernehmen
- `unique_ptr`
- Genau ein Owner
- `std::unique_ptr<int> a = std::make_unique<int>(17);`

Smart-Pointer

- Standardlibrary kann Verwaltung übernehmen
- `unique_ptr`
- Genau ein Owner
- `std::unique_ptr<int> a = std::make_unique<int>(17);`
- `shared_ptr`

Smart-Pointer

- Standardlibrary kann Verwaltung übernehmen
- `unique_ptr`
- Genau ein Owner
- `std::unique_ptr<int> a = std::make_unique<int>(17);`
- `shared_ptr`
- Quasi immer nutzbar

Smart-Pointer

- 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);`

Referenzen

- Sprachfeature kein Library-Feature

Referenzen

- Sprachfeature kein Library-Feature
- Können nicht null sein

Referenzen

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

Referenzen

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

Zusammenfassung Pointer

- Raw-Pointer: Sollten quasi nie verwendet werden

Zusammenfassung Pointer

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

Zusammenfassung Pointer

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

Zusammenfassung Pointer

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

Beispiel: Pointer & Referenzen