

Einführung in die Programmierung mit C++

... für Simulanten ...

Uwe Naumann



Informatik 12:
Software and Tools for Computational Engineering (STCE)

RWTH Aachen

Motivation

Vorstellung

Vorspiel

Kommunikation mit dem Computer

Hello World?

Organisatorisches

Ablauf

Team

RWTHmoodle

Vorlesung, Fragestunde, Globalübung, Tutorium

Klausur

Bonuspunkte

Material

Motivation

Vorstellung

Vorspiel

Kommunikation mit dem Computer
Hello World?

Organisatorisches

Ablauf

Team

RWTHmoodle

Vorlesung, Fragestunde, Globalübung, Tutorium

Klausur

Bonuspunkte

Material

- ▶ Drei dreieckige Dreieck isst drei Ecken.
- ▶ Warum funktioniert das paranoide Schlüsselloch gegen Ende Juni?
- ▶ Ich bin blond.

- ▶ Drei dreieckige Dreieck isst drei Ecken.
 - ▶ ... ist kein korrektes Deutsch.

- ▶ Warum funktioniert das paranoide Schlüsselloch gegen Ende Juni?
 - ▶ ... ist korrektes Deutsch, ergibt aber keinen Sinn.

- ▶ Ich bin blond.
 - ▶ ... ist korrektes Deutsch, ergibt potentiell Sinn, ist aber inhaltlich falsch.

AUCH DAS GIBT'S

Theologiestudenten sind am glücklichsten

Köln. Gute Nachrichten für angehende Theologen: Auch wenn sie Hebräisch, Griechisch und Latein lernen müssen, Theologiestudenten sind glücklicher als ihre Altersgenossen. Das hat das Institut der deutschen Wirtschaft in Köln herausgefunden. Insgesamt 20 000 Menschen hat das Institut in seiner veröffentlichten Studie zur Lebenszufriedenheit befragt. Darin gaben 75 Prozent der Theologiestudenten eine hohe Lebenszufriedenheit an, noch vor den Sportwissenschaftlern (73 Prozent) und den Informatikern (71 Prozent). Zufrieden sind der Studie zufolge Menschen, die einen Sinn in ihrer Arbeit sehen, die Handlungsfreiräume und Einflussmöglichkeiten haben.

Motivation

Vorstellung

Vorspiel

Kommunikation mit dem Computer

Hello World?

Organisatorisches

Ablauf

Team

RWTHmoodle

Vorlesung, Fragestunde, Globalübung, Tutorium

Klausur

Bonuspunkte

Material

- ▶ seit 2004 an der RWTH
- ▶ vorher in Dresden (Sachsen), Sophia-Antipolis (Frankreich), Hatfield (England), Argonne (USA)
- ▶ Diplom / Promotion in angewandter Mathematik (TU Dresden)
- ▶ (fachliche) Interessen
 - ▶ algorithmisches Differenzieren
 - ▶ adjungierte numerische Verfahren
 - ▶ kombinatorische Probleme
 - ▶ Simulationssoftwareentwicklung
 - ▶ Programmanalyse und Compilerbau
 - ▶ Hochleistungsrechnen

Motivation

Vorstellung

Vorspiel

Kommunikation mit dem Computer

Hello World?

Organisatorisches

Ablauf

Team

RWTHmoodle

Vorlesung, Fragestunde, Globalübung, Tutorium

Klausur

Bonuspunkte

Material

- ▶ Wer studiert was?
- ▶ Wer hat schon programmiert? Womit?
- ▶ Was ist “Programmieren”?
- ▶ Was ist daran kompliziert bzw. einfach?
- ▶ Ist der Computer dein Freund?

- ▶ Wer studiert was?
Mit CES, Physik, etc. liegen sie richtig.
- ▶ Wer hat schon programmiert? Womit?
Die Mehrzahl hat bereits Vorkenntnisse; Sprache ist egal. Manche haben keine, worauf wir versuchen, Rücksicht zu nehmen.
- ▶ Was ist "Programmieren"?
Programmieren ist die Manipulation von Daten mittels Algorithmen.
- ▶ Was ist daran kompliziert bzw. einfach?
Programmiersprachen sind (relativ) einfach. Die Entwicklung intelligenter (korrekter,effizienter,robuster) Algorithmen ist (relativ) kompliziert.
- ▶ Ist der Computer dein Freund?
Hoffentlich! Er ist aber vor allem dein "Sklave".

Wir verwenden das Betriebssystem **Linux**.

Wir interagieren mit dem Computer durch Eingabe von Befehlen über ein **Konsolenfenster**, z.B. mit Prompt **:-)**.

Unsere Standardaufgabe: "Schreiben sie ein C++ Programm, welches ... "

Im einfachsten Fall werden wir beim Programmieren folgende Schritte durchlaufen:

1. Erstellen einer Quelltextdatei mithilfe eines **Editors**, z.B.
:-) `vi source.cpp` \Rightarrow `source.cpp` auf Festplatte
2. Übersetzen der Quelltextdatei mithilfe eines **Compilers**, z.B.
:-) `g++ source.cpp` \Rightarrow Übersetzungsfehler? goto 2. sonst ausführbares Programm `a.out` auf Festplatte
3. Ausführen des Programms, z.B. :-) `a.out` \Rightarrow Laufzeitfehler? goto 2.
sonst **tiefes Glücksgefühl ...**

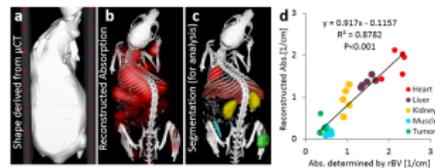
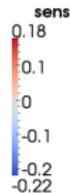
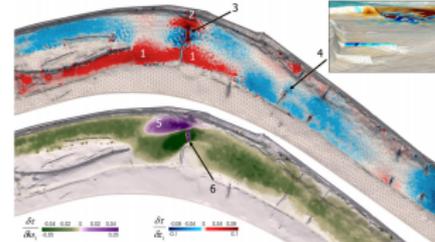
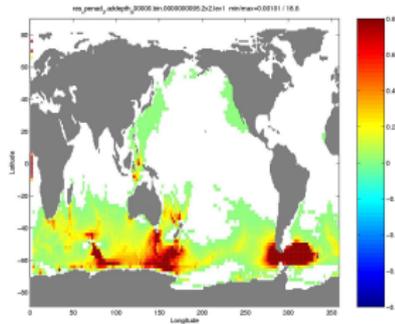
Live:

```
1 #include <iostream>
2
3 int main() {
4     std::cout << "Leave me alone world!" << std::endl;
5     return 0;
6 }
```

```
1 // Leave me alone world!  
2 // naumann@stce.rwth-aachen.de  
3  
4 #include <iostream> // standard library (stdlib) support for i/o  
5  
6 // main function required for executable  
7 int /* returns status value to caller */ main (/* no arguments*/) // signature  
8 { // begin function body  
9     std::cout /* stdlib defines the namespace std  
10                access to member of stdlib via std::member */  
11     << "Leave me alone world!" << std::endl;  
12     return 0; // mission completed (successfully)  
13 } // end function body
```

Verständliche (für so ziemlich alle ...) Kommentare sind essentiell!

Wir programmieren, um zu rechnen / die Realität numerisch zu simulieren, z.B.



... sowie Luft- und Raumfahrt, Finanzwesen, KI ...

```
1 #include<iostream>
2 using namespace std;
3 int main() { float x,y; cin >> x >> y; int i=x; float
4 xy=(x-i)*y;if(x>0)for(;i>0;i--,xy+=y); else // don't ask ...
5 for (;i<0;i++,xy-=y); cout<<xy<<std:: endl; return 0; }
```

... gibt das Produkt zweier einzugebender Gleitkommazahlen aus.

```
1 #include<iostream>
2
3 int main() { // code is well-written and self-explanatory ...
4     float x,y;
5     std::cout << "x=? "; std::cin >> x;
6     std::cout << "y=? "; std::cin >> y;
7     std::cout << "x*y=" << x*y << std:: endl;
8     return 0;
9 } // you are welcome :-)
```

... auch!

Programmieren lernen heisst üben, üben, und ...

... kann nur ein erster Schritt in unserer hoffentlich langen und glücklichen Beziehung zu Computern sein, da

Programmierung \subsetneq Softwareentwicklung !

z.B.

- ▶ funktioniert vs.
 - ▶ basiert auf einem abstrakten und gut dokumentierten Entwurf (Softwarearchitektur)
 - ▶ wurde extensiv getestet / Korrektheit validiert
 - ▶ kann auch in 6 Monaten durch Dritte nachvollzogen und weiterentwickelt werden
 - ▶ ist robust bzgl. Evolution von Hard- und Software (Programmiersprache, Compiler, ...)
- ▶ allein vs. multinationale Teams (Projektmanagement)
- ▶ $\sim 10^3 \text{loc}$ vs. $\sim 10^5 \text{loc}$ (*lines of code*)

Verblüffender Effekt

Wer Bier trinkt, bricht seltener das Studium ab

Wissenschaftler haben einen Zusammenhang zwischen dem Genuss von Alkohol und einem erfolgreichen Studienabschluss gefunden. Doch die Promille sind gar nicht entscheidend.



Männer mit Bierkasten

Outline

Motivation

Vorstellung

Vorspiel

Kommunikation mit dem Computer

Hello World?

Organisatorisches

Ablauf

Team

RWTHmoodle

Vorlesung, Fragestunde, Globalübung, Tutorium

Klausur

Bonuspunkte

Material

- ▶ Vorlesungen (Konserve)
- ▶ Fragestunde (Live: [Präsenz (aktuell nicht möglich +) Zoom])
- ▶ Globalübung (Live: Zoom)
- ▶ Tutorien (Live: Zoom)
- ▶ Physik (V2Ü2) bis 15. Jan 2021 (9 Wochen)
- ▶ CES (V4Ü2) bis 12. Feb 2021 (13 Wochen)
- ▶ Klausuren (90min Physik, 120min CES) im Feb/Apr 2021
- ▶ Bonuspunkte für Übungsaufgaben und (so denn COVID-19 will) Präsenzübung

- ▶ Vorlesung, Fragestunde → *3rd-level support*
 - ▶ Uwe Naumann (naumann@stce.rwth-aachen.de)
- ▶ Globalübung → *2nd-level support*
 - ▶ Jens Deussen (deussen@stce.rwth-aachen.de)
- ▶ Tutorien → *1st-level support*
 - ▶ Joseph Alexander (joseph.alexander@rwth-aachen.de)
 - ▶ Moritz Geßner (moritz.gessner@rwth-aachen.de)
 - ▶ Erik Lienesch (erik.lienesch@rwth-aachen.de)
 - ▶ Nick Michaelis (nick.michaelis@rwth-aachen.de)
 - ▶ Nils Plüchhahn (nils.plueckhahn@rwth-aachen.de)

- ▶ Zugriff ist **essentiell** und wird nach Anmeldung zur Lehrveranstaltung gewährt.
- ▶ Die damit automatisch erstellte Emailliste erlaubt uns, sie (auch kurzfristig) zu erreichen.
- ▶ Material und Informationen zu Vorlesung, Fragestunde, Globalübung, Tutorium werden bereitgestellt.
- ▶ Kleinere online C++ Testaufgaben inkl. automatischer Kontrolle sollen sie beim Lernen unterstützen.

- ▶ Videos, Folien, Beispielprogramme auf RWTHmoodle
- ▶ Inhalt
 - ▶ Entwicklungsumgebung
 - ▶ Erste Schritte (Modern Family Tour)
 - ▶ C++ mit impliziter Speicherverwaltung
 - ▶ Daten und Operationen
 - ▶ Kontrollfluss
 - ▶ Felder
 - ▶ (typgenerische) nutzerdefinierte Funktionen
 - ▶ (typgenerische) nutzerdefinierte Datentypen
 - ▶ Klassenhierarchien
 - ▶ Überladung von Operatoren
 - ▶ C++ mit expliziter Speicherverwaltung
 - ▶ nutzerdefinierte dynamische Speicherverwaltung / Felder
 - ▶ Listen, Bäume, Graphen
 - ▶ dynamische Speicherverwaltung in Klassen und Klassenhierarchien

- ▶ Sie fragen → ich (versuche zu) antworte(n).
- ▶ Sie fragen nicht → Feierabend. Keine Vorlesung!
- ▶ Vorlesungsthemen der Vorwoche werden behandelt. Kommen sie vorbereitet!
- ▶ Termine
 - ▶ Virtuell: Di, 12:30Uhr, Zoom, Einladungen über RWTHmoodle
 - ▶ Präsenz (**aktuell nicht möglich**): Fr, 12:30Uhr, TEMP2 (max. 50 Leute im Rotationsverfahren)
- ▶ “Präsenzrotationsverfahren” (so denn COVID-19 will)
 - ▶ feste Matr.-Nr.-Bereiche pro Woche
 - ▶ Ankündigung via RWTHmoodle
 - ▶ dynamische Anpassung an jeweils aktuelle Anforderungen (Wir fahren “auf Sicht.”)
- ▶ Die Teilnahme an den Fragestunden ist fakultativ aber **empfehlenswert**.

- ▶ Serientermin: Mi, 12:30Uhr, Zoom, Einladungen über RWTHmoodle
- ▶ 1. Termin: 4. Nov. 2020 (**morgen**): Installation der Entwicklungsumgebung; Vorstellung von Übungsblatt 1
- ▶ Präsentation / Diskussion von Musterlösung zu den Übungsblättern der Vorwoche
- ▶ Vorstellung der Übungsaufgaben für die Folgewoche
- ▶ Abgabe ihrer Lösungen der Übungsaufgaben jeweils bis Mi, 12:00 über RWTHmoodle
- ▶ Die Teilnahme an den Globalübungen ist fakultativ aber **empfehlenswert**.

- ▶ Ziel der Tutorien ist die Vertiefung des Gelernten im Gespräch mit den Tutoren (Kommilitonen älterer Semester, die diese Veranstaltung schon erfolgreich “abgehakt” haben).
- ▶ Kommen sie vorbereitet!
- ▶ Bei inhaltlichen Fragen sind die Tutoren ihre ersten Ansprechpartner. Was dort nicht geklärt werden kann kommt in die Fragestunde.
- ▶ Matr-Nr.-Bereiche werden eindeutig Tutorien und entsprechenden Tutoren zugewiesen.
- ▶ Termine ab dem 5. Nov 2020
- ▶ Tutoren sind für die Bewertung ihrer Lösungen zu den Übungsaufgaben verantwortlich → **Bonuspunkte**
- ▶ Die Teilnahme an den Tutorien ist fakultativ aber **empfehlenswert**.

Termine (Tutor): Matr.-Nr., für welche verantwortlich

- ▶ Di, 14:30 Uhr (M. Geßner): 0 – 379131
- ▶ Di, 14:30 Uhr (E. Lienesch): 379132 – 405625
- ▶ Di, 18:30 Uhr (J. Alexander): 405626 – 417988
- ▶ Di, 18:30 Uhr (N. Plückhahn): 417989 – 421853
- ▶ Do, 14:30 Uhr (N. Michaelis): 421854 – ∞

- ▶ Februar 2020 (aktuelle Planung: 25.2.20, 11Uhr)
 - ▶ Physik: 90min, CES: 120min
 - ▶ RWTH BlueCard
 - ▶ keine Verwendung von Unterlagen (nur Stift[e]; [Aufgaben-]Zettel werden gestellt.)
 - ▶ potentielle Bonuspunkte

- ▶ April 2020 (aktuelle Planung: 8.4.20, 13Uhr)
 - ▶ ditto

- ▶ Weitere Informationen folgen später über RWTHmoodle.

Bei Bestehen der Klausur (notwendige Voraussetzung) besteht die Möglichkeit der Verbesserung der erreichten Note um jeweils eine Notenstufe (d.h. z.B. von 3.7 auf 3.3 oder von 1.3 auf 1.0) durch

- ▶ sinnvolle Bearbeitung von mehr als 80% der Übungsaufgaben (beurteilt durch Tutoren), d.h. laut aktuellem Plan
 - ▶ Physik: 6 von 7 Übungsblättern
 - ▶ CES: 9 von 11 Übungsblättern
- ▶ Erreichen von 50% der Punkte in der 45min schriftlichen Präsenzübung (Termine Anfang Januar 2021 werden – so denn COVID-19 will – rechtzeitig bekannt gegeben.)

Im Idealfall können sie sich somit um bis zu zwei Notenstufen verbessern.

Teilnahme am "Bonusprogramm" ist fakultativ aber **empfehlenswert**.

▶ Essentiell

- ▶ Videos
- ▶ Folien
- ▶ Beispielprogramme
- ▶ Übungsaufgaben und Musterlösungen

▶ Unterstützend

- ▶ Internet (z.B. <https://www.cplusplus.com/>)
- ▶ Literatur (z.B. B. Stroustrup, S. Meyers)

Zusammenfassung

Motivation

Vorstellung

Vorspiel

Kommunikation mit dem Computer
Hello World?

Organisatorisches

Ablauf

Team

RWTHmoodle

Vorlesung, Fragestunde, Globalübung, Tutorium

Klausur

Bonuspunkte

Material