C++ Kurs
TU Dresden
Fakultät für Informatik

Maximilian Starke
Student der TU Dresden

4. April 2017

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1

Einrichtung

1.1 ISO C++

1.1.1 Allgemeines

- ab 1979 von Bjarne Stroustrup bei AT&T entwickelt als Erweiterung der Programmiersprache C
- später von ISO genormt

- effizient und schnell - Schnelligkeit eines der wichtigsten Designprinzipien von C++
- hohes Abstraktionsniveau u.a. durch Unterstützung von OOP
- ISO Standard beschreibt auch eine Standardbibliothek
- C++ ist **kein** echtes Superset von C (siehe stackoverflow.com, ...)
- C++ ist (wie C) **case sensitive**

- Paradigmen:
  - **generisch** (durch Benutzung von Templates, automatische Erstellung multipler Funktionen für verschiedene Datentypen)
  - **imperativ** (Programm als Folge von Anweisungen, Gegenteil von deklarativ siehe Haskell und Logikprogrammierung)
  - **objektorientiert** (Klassen, Objekte, Vererbung, Polymorphie, Idee: Anlehnung an Realität)
  - **prozedural** (Begriff mit verschiedenen Bedeutungsauffassungen, Unterteilung des Programms in logische Teilstücke (Prozeduren), die bestimmte Aufgaben / Funktionen übernehmen)
  - **strukturiert** (prozedural und Teilung in Sequenz, Verzweigung, Wiederholung, ...)
  - **funktional** (ab C++11, Definitionskleinkram, siehe Wikipedia, Programm als verschachtelter [...] Funktionsaufruf organisierbar, eher typisch für Haskell o.ä.)

1.1.2 Versionen

- C++98
- C++03
- C++11

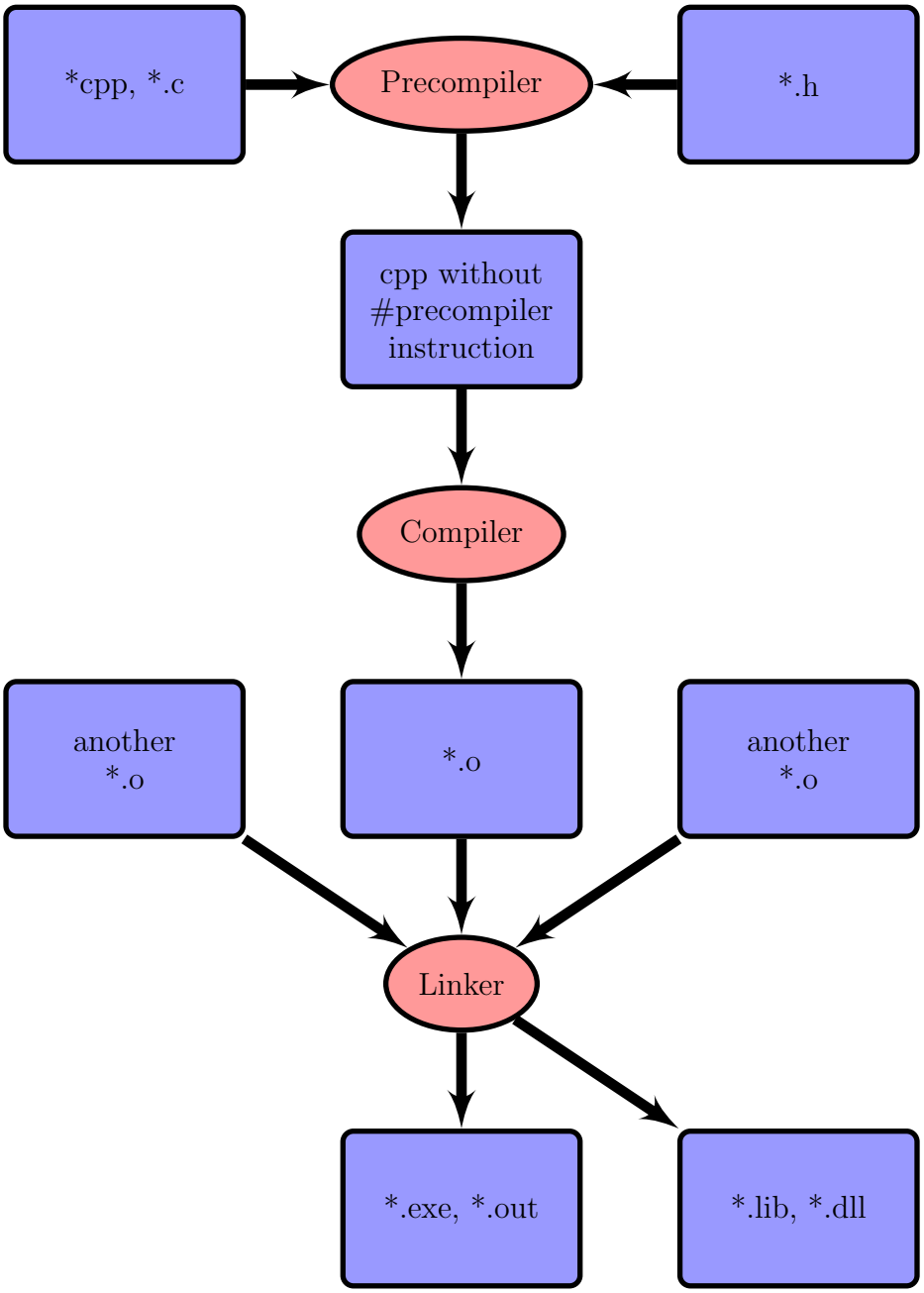
  wesentliche Neuerungen. Einführung von constexpr, Elementinitialisierer, ... Neue Bedeutung des Schlüsselworts auto # Referenzen ergänzen
- C++14

  aufweichung der constexpr Bedingungen.
- C++17

  soll 2017 vollendet werden.

1.2 Dateien in einem C++ Projekt

Dateiendung	Bezeichnung	Inhalt
(*.cpp) (*.cc)	Quelldatei	Funktionsimplementation, Klassenimplementation, Berechnungen bzw. eigentliche Arbeit erledigen
(*.h)	Headerdatei	Funktionsdeklaration, Klassendefinition, Bezeichner öffentlich bekannt machen
(*.o)	Objektdatei	Objektcode (Maschinencode) einer Übersetzungseinheit
(*.exe) (*.out)	ausführbare Datei	fertiges Programm
(*.sln) (*.pro) (*.vcxproj)	"Projektdatei"	IDE Einstellungen (oder ähnliches) IDE-spezifische Namen und Verwendung
(*.res)	Ressourcendatei	multimediale Inhalte



1.3 Compiler

Compiler	Plattform
GCC/g++	Windows, Linux, Mac, Unix-like
Clang	Unix-like, Mac, Windows, Linux
Intel-C++	Linux, Windows, Mac
VC++	Windows

Das nun folgende Listing zeigt, wie ein C++ Quellcode, der als Datei vorliegt, „per Hand“ mit Kommandozeile unter Nutzung des Compilers (hier g++) übersetzt werden kann. Beim Aufruf des Compilers wurden hier noch einige Flags gesetzt, nämlich `-Wall`, um **sinnvolle Warnungen** ausgeben zu lassen, und `-pedantic`, um **vom C++ Standard geforderte Warnungen** erscheinen zu lassen. Außerdem wurde der C++ Standard (Version) gesetzt.

Nutzung von g++ mittels Powershell

```
PS A:\> cd .\example\
PS A:\example> ls


Verzeichnis: A:\example


Mode                 LastWriteTime         Length Name
----                 -------------         ------ ----
-a----       02.04.2017     08:38             87 hello_world.cpp


PS A:\example> type .\hello_world.cpp
#include <iostream>

int main(){
        std::cout << "Hello World";
        return 0;
}

PS A:\example> g++ -o programm hello_world.cpp -Wall -pedantic -std=c++11
PS A:\example> ls


Verzeichnis: A:\example


Mode                 LastWriteTime         Length Name
----                 -------------         ------ ----
-a----       02.04.2017     08:38             87 hello_world.cpp
-a----       02.04.2017     09:12          48650 programm.exe


PS A:\example> .\programm.exe
Hello World
PS A:\example>
```

Eine kleine Anmerkung zu Bezeichnungen, die mit Compilern zu tun haben, möchte ich an dieser Stelle noch loswerden, da hier immer eine kleine Verwechslungsgefahr besteht. Die **GCC** *(GNU Compiler Collection)* ist eine Compilersammlung mit Compilern zu C, C++ und einigen weiteren. Dagegen ist der **gcc** (klein geschrieben) der C-Compiler der Sammlung und **g++** der C++-Compiler.

Um auf Ihrem Betriebssystem einen C++ Compiler zum Laufen zu bringen, haben Sie meist verschiedenste Möglichkeiten.

Um unter **Linux** GCC zu nutzen, müssen lediglich die entsprechenden Pakete installiert werden, meist ist die GCC sogar schon vorinstalliert.

Unter **Windows** kann man den von Microsoft bereitgestellten Visual C++ Compiler verwenden, i.d.R. in Verbindung mit einer Installation von Visual Studio (eine IDE für u.a. C++). Die zu installierenden Kompo-

nenten bei Visual Studio kann man selbst beim Installationsprozess auswählen, i.A. ist der Speicherverbrauch jedoch relativ groß. Wer auf eine speicherschonende Variante zurückgreifen will oder muss, dem empfehle ich MinGW - eine Portierung der GCC aus dem Hause Linux für Windows. Planen Sie früher oder später Qt-Creator als eine C++-IDE zu installieren, dann können Sie sich einen extra Installation von MinGW im Vorhinein sparen, da QT-Creator MinGW bereits mitinstalliert. Sofern mit der Kommandozeile direkt auf g++ zugegriffen werden soll, ist es unter Windows i.d.R. erforderlich den Pfad der MinGW-Binarys der Systemvariablen `PATH` hinzuzufügen.

1.4 IDEs

1.4.1 JA oder NEIN

ohne IDE	**mit IDE**
Compiler, Linker über Shell bedienen Texteditor evtl. make + makefile Dokumentationen	Projekteinstellungen & Buttons in IDE integriert automatisch generiertes makefile geordneter Menübaum
Einarbeitungszeit (??) für kleine und mittelgroße Projekte	Einarbeitungszeit (??) kleine, mittlere und große Projekte

1.4.2 IDEs im Überblick

IDE	**Plattform**	**Anmerkungen**
Eclipse, Netbeans	Java (JVM)	in und für Java geschrieben, unterstützt auch C++
Qt SDK	WIN, Linux, Mac	bringt umfangreiches Qt-Framework mit für GUIs u.v.m.
Code::Blocks	WIN, Linux, Mac	
Visual Studio	Windows	kostenfreie BVersion für den Hausgebrauch: VS Community 2016 /2017RC, sehr umfangreich (Refactoring Tools, Debugger, Laufzeitanalyse, Frameworks wie MFC, ATL, WTL) und damit auch speicherintensiv, zu installierende Features wählbar, benutzt eigenen MS VC++ Compiler
Orwell DEV-C++	Windows	
Geany	Linux, WIN	schlichter Texteditor mit Syntaxhighlighting und diversen Buttons für Compilerausführung, Logausgabe
KDevelop	Linux, WIN	#
Anjuta	Linux	#
XCode	MacOS	„hauseigene“ IDE von Apple

Auf den Seiten 6 bis 9 finden sich Screenshots einiger IDEs.

1.5 Referenzen

- Buch:
  - Wolf, Jürgen: C++ - Das umfassende Handbuch. Rheinwerk Computing
- Websites:
  - `http://en.cppreference.com/w/`
  - `ttp://www.cplusplus.com/reference/`

Anmerkung ergänzen (Buch) # Es gibt auch offline Versionen der Referenzen.

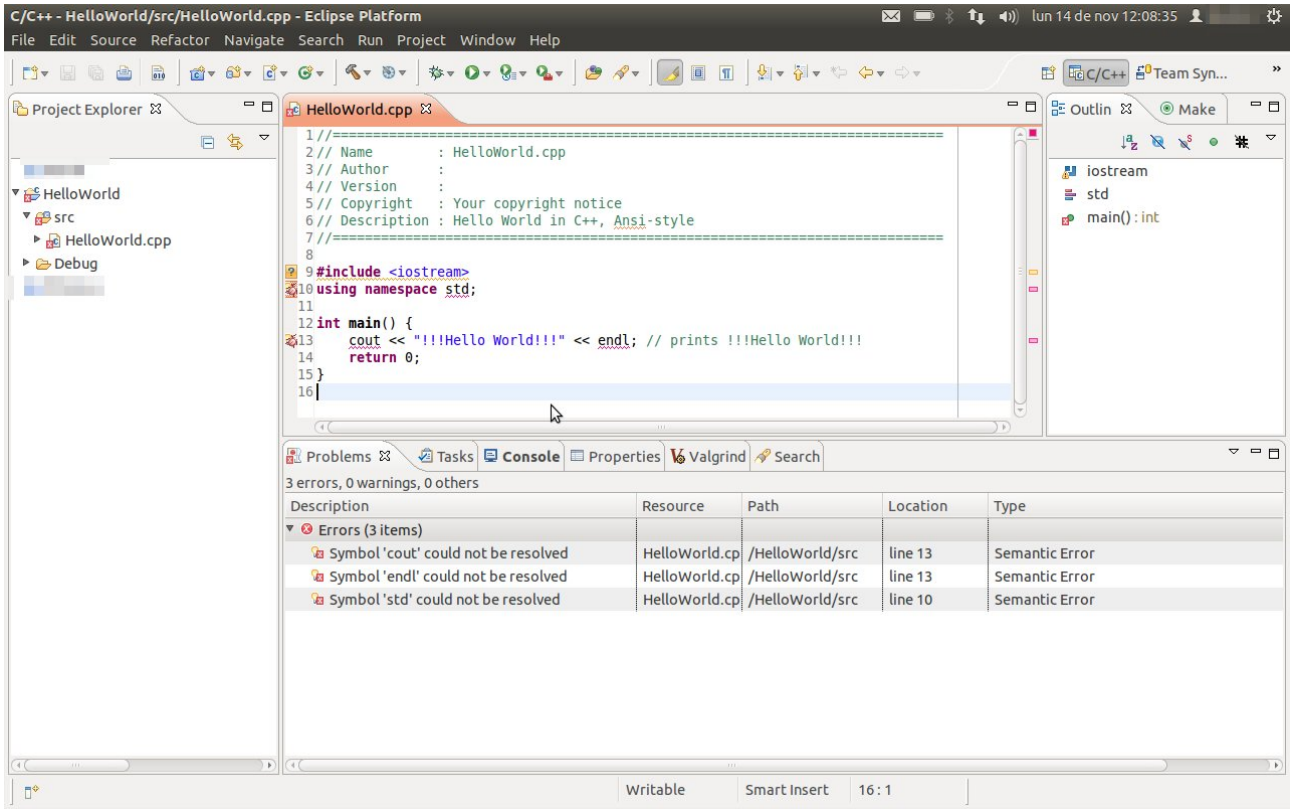


Abbildung 1.1: Eclipse mit einem C++ Projekt
`https://www.eclipse.org/forums/index.php/fa/6135/0/`

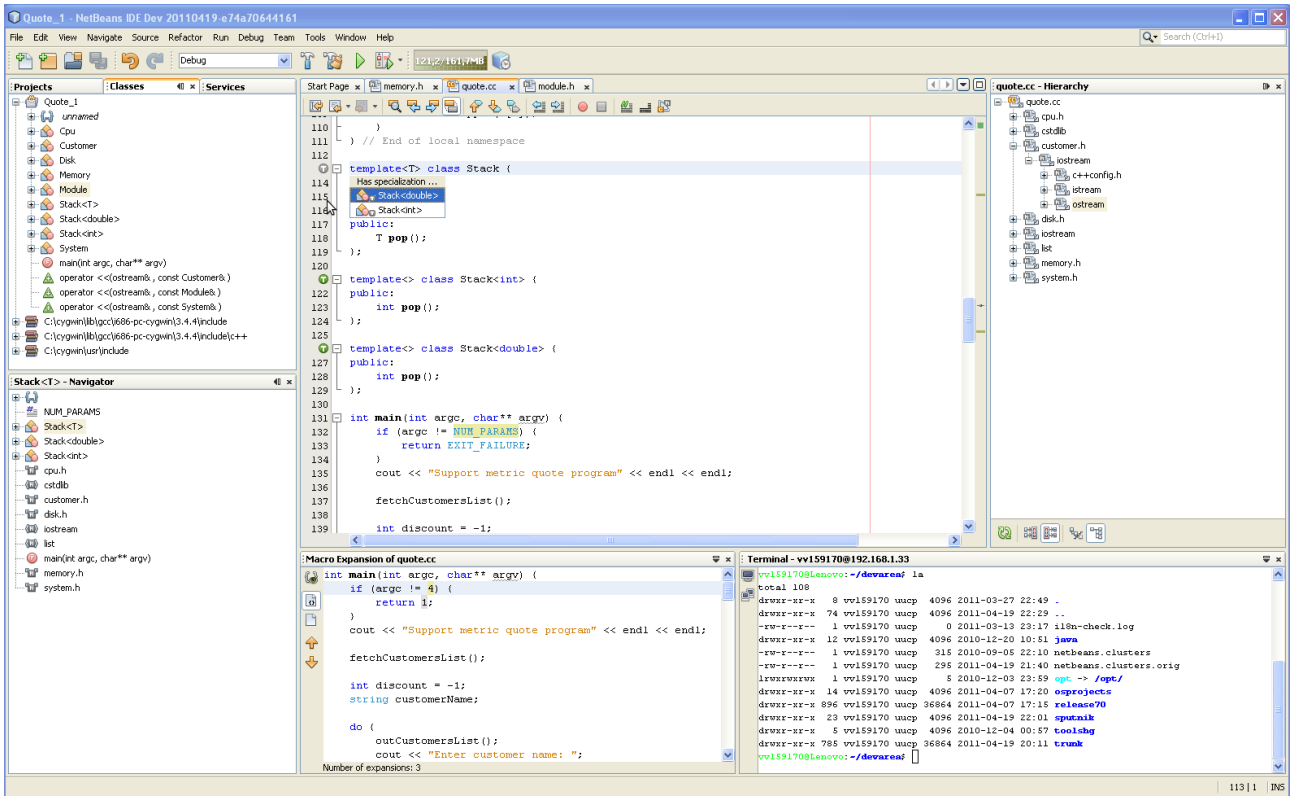
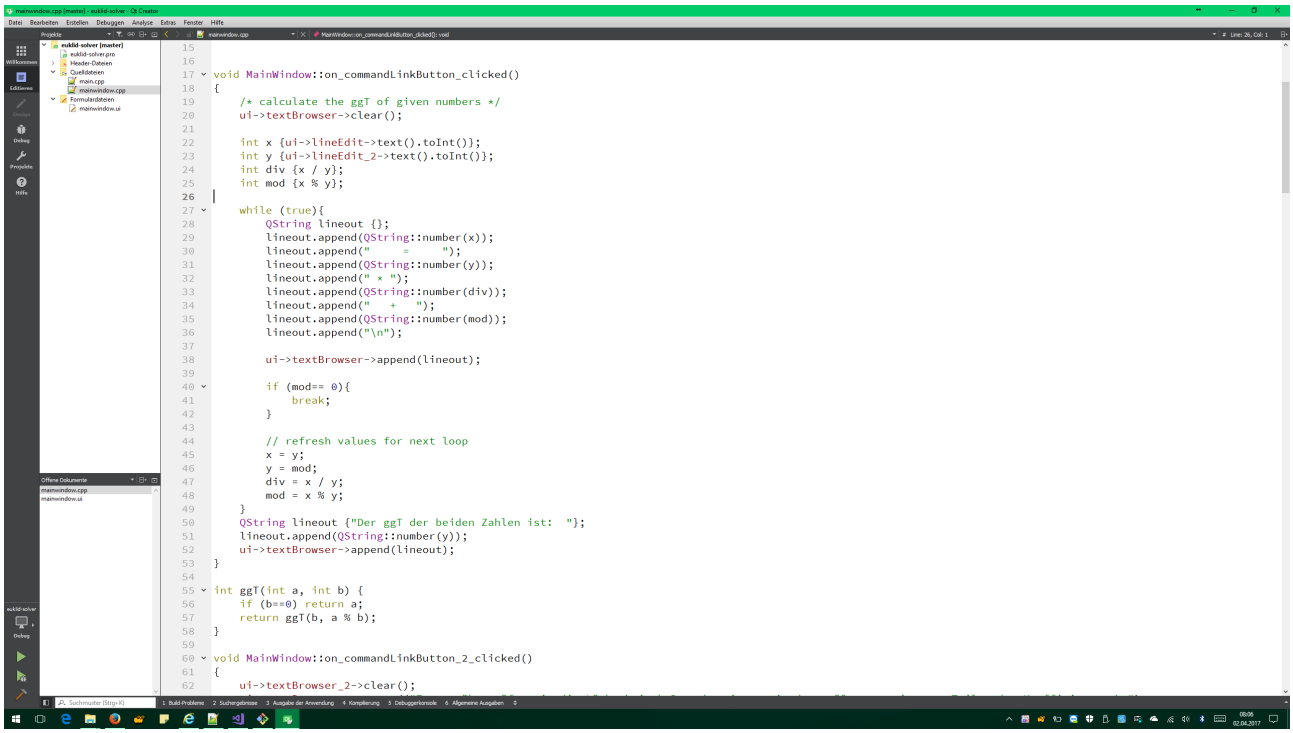


Abbildung 1.2: NetBeans und die Verwendung von C++
`https://netbeans.org/images_www/v7/screenshots/cnd.png`



```
void MainWindow::on_commandLinkButton_clicked()
{
    /* calculate the ggT of given numbers */
    ui->textBrowser->clear();

    int x {ui->lineEdit->text().toInt()};
    int y {ui->lineEdit_2->text().toInt()};
    int div {x / y};
    int mod {x % y};

    while (true){
        QString lineout {};
        lineout.append(QString::number(x));
        lineout.append("      =      ");
        lineout.append(QString::number(y));
        lineout.append(" * ");
        lineout.append(QString::number(div));
        lineout.append("     +     ");
        lineout.append(QString::number(mod));
        lineout.append("\n");

        ui->textBrowser->append(lineout);

        if (mod== 0){
            break;
        }

        // refresh values for next loop
        x = y;
        y = mod;
        div = x / y;
        mod = x % y;
    }
    QString lineout {"Der ggT der beiden Zahlen ist:  "};
    lineout.append(QString::number(y));
    ui->textBrowser->append(lineout);
}

int ggT(int a, int b) {
    if (b==0) return a;
    return ggT(b, a % b);
}

void MainWindow::on_commandLinkButton_2_clicked()
{
    ui->textBrowser_2->clear();
```

Abbildung 1.3: C++ Code in der QT Creator IDE

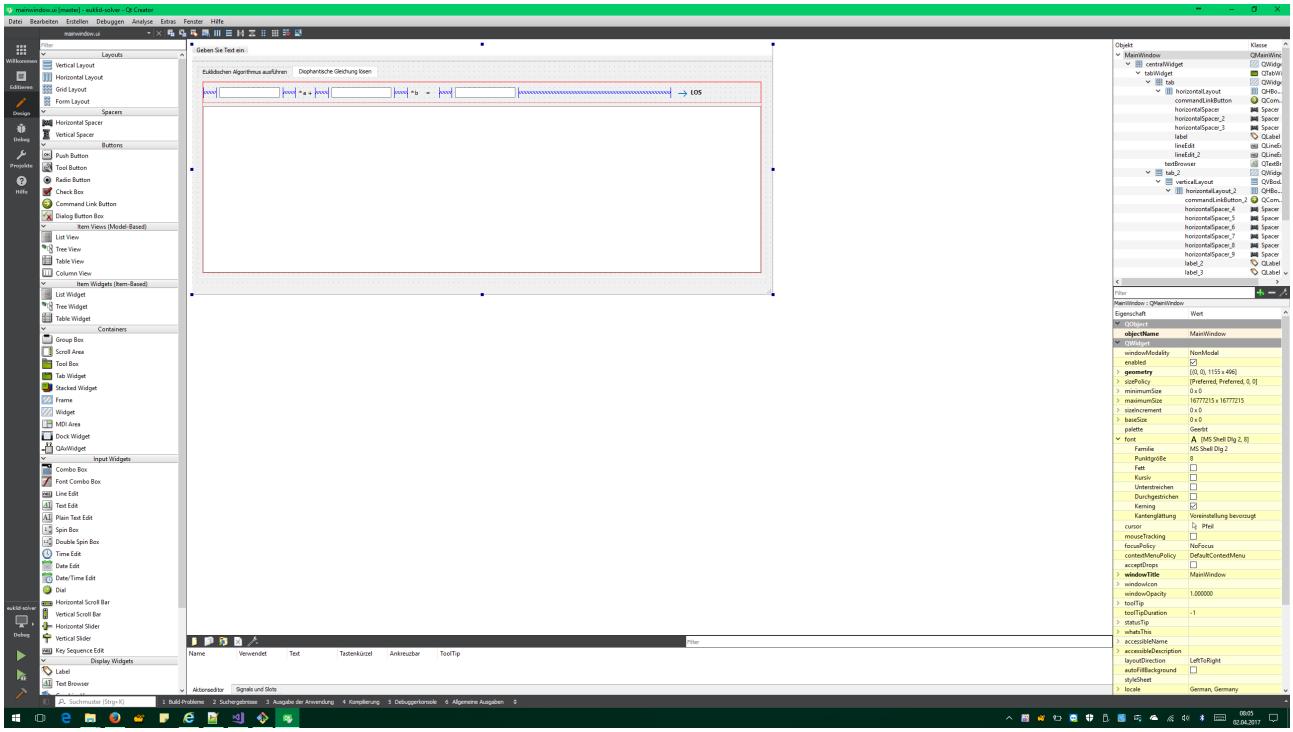


Abbildung 1.4: Fensterdesign mit QT Creator

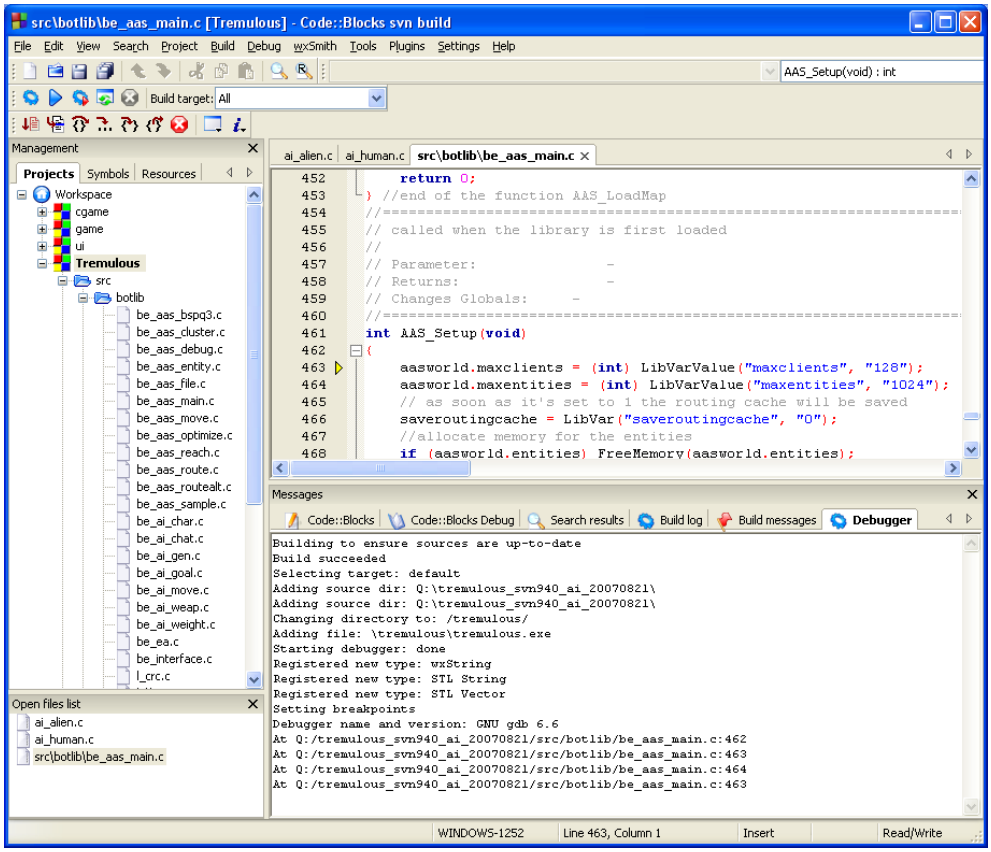


Abbildung 1.5: Code Blocks
http://www.aftermoon.net/img/20070905_codeblocks_tremulous.png

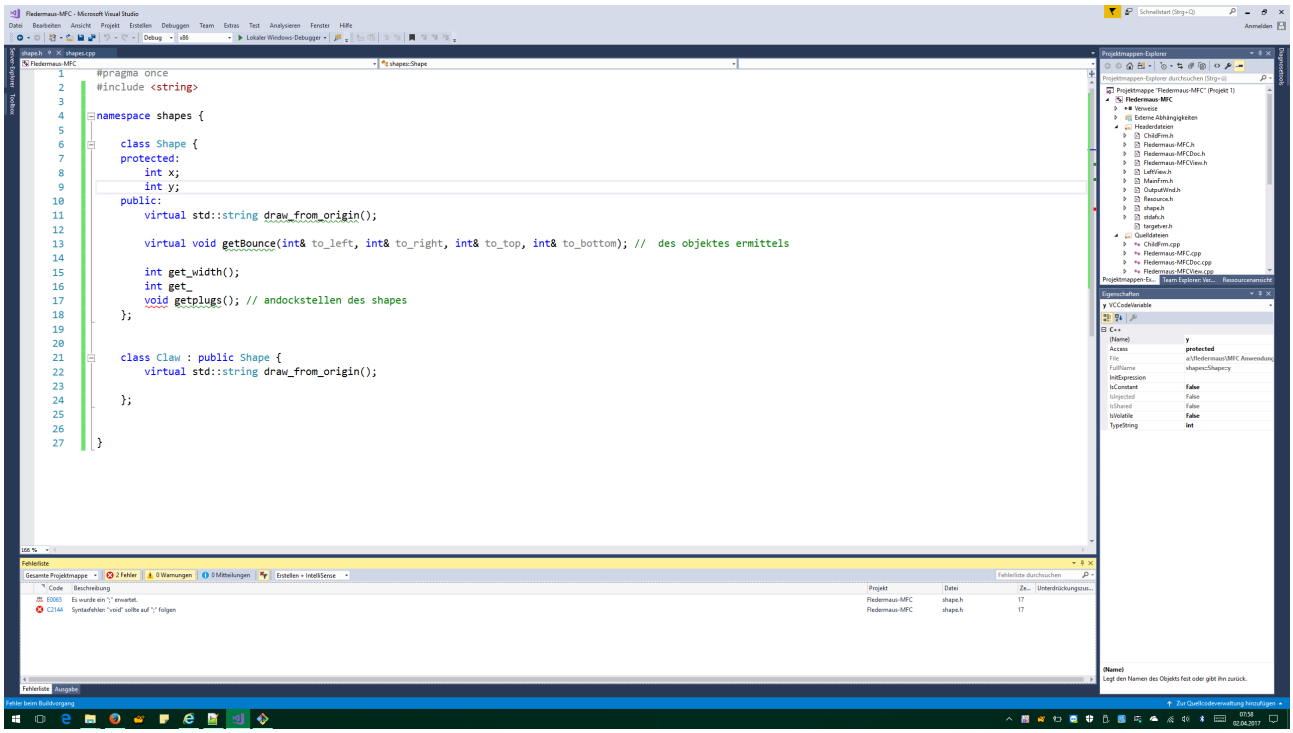


Abbildung 1.6: Visual Studio Community

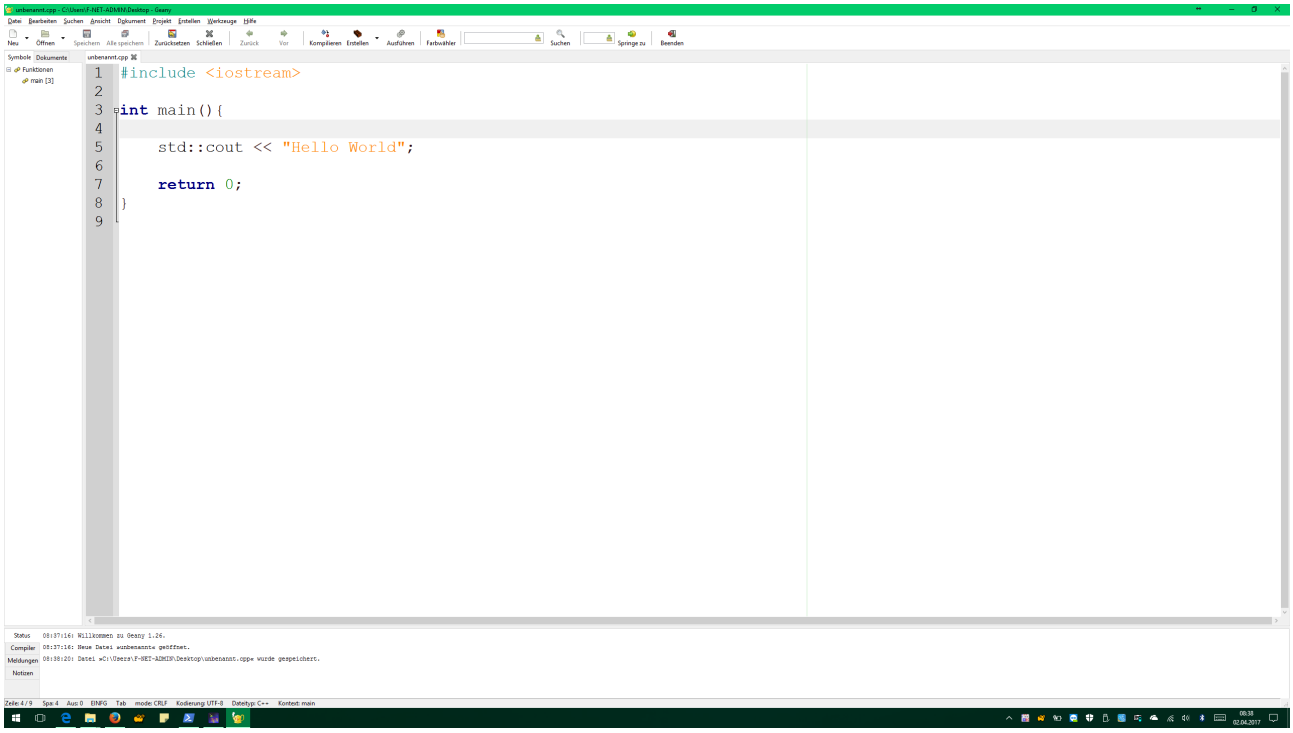


Abbildung 1.7: Geany

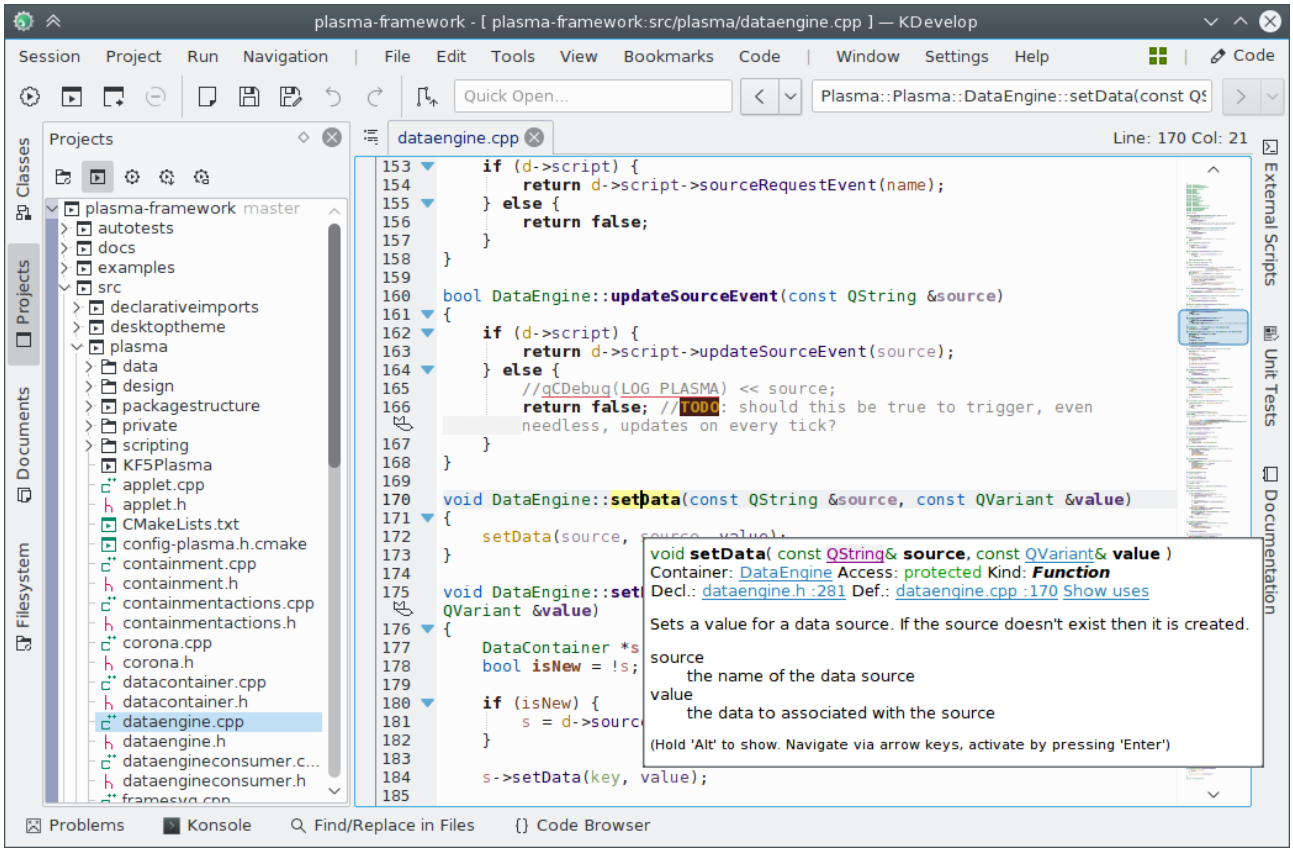


Abbildung 1.8: KDevelop
https://www.kdevelop.org/sites/www.kdevelop.org/files/inline-images/kdevelop5-breeze_2.png

1.6 The Hello World

1.6.1 Das erste kleine Programm

Unser erstes C++ Programm

```
#include <iostream>
// "Einbinden" d.h. 1-zu-1-Einfuegen des Headers iostream.h

int main(int argc, char* argv[])
// main-Funktion: Einstiegspunkt der Anwendung
// count: Anzahl der uebergebenen Parameter
// arg: Pointer auf ein Array von Pointern auf C-Style-Strings (die Parameter)
// Parameter der main-Funktion duerfen in der Signatur auch weggelassen werden.

// Parameter der main-Funktion
{   // Beginn vom Anweisungsblock der main-Funktion

        std::cout << "Hello World" << std::endl;
        // Ausgabe von "Hello World" und Zeilenumbruch
        // genauer:
        /*
        * implizite Klammerung:
        * ((std::cout) << "Hello World") << (std::endl);
        * std              ... ein Namensraum
        * ::               ... scope-Operator (Bereichsoperator)
        * cout:            ... gepufferter Standardausgabestream
        * <<               ... Ausgabeoperator (auch bitshift-Operator)
        * "Hello World"    ... C-Style-String Literal
        * endl             ... Objekt aus dem std Namensraum, das einen Zeilenumbruch ('\n')
    erzeugt.
        * ;                ... Abschluss einer einzelnen Anweisung
        */

        for(int i = 0; i < argc; ++i ){
                std::cout << i << ". Parameter:  " << argv[i] << '\n';
        } // Beipiel fuer die Ausgabe der Komandozeilenargumente
        // argv[0] ist der Name der executable Datei

        return 0; // Rueckgabewert 0 "erfolgreich (ohne Fehler) beendet"
}
```

Im Falle der `main`-Funktion ist es auch möglich das **return statement** (`return 0;`) wegzulassen. Dann wird implizit 0 als Funktionswert zurückgegeben. Die Funktionssignatur der `main`-Funktion darf auch in `int main(int argc, char** argv)` geändert werden. Der erste Arrayeintrag von `argv` enthält übrigens immer einen Zeiger auf den Namen (ohne Dateiendung), unter dem das Programm abgespeichert wurde. Damit ist `argc` stets mindestens 1.

1.6.2 Ein paar Werkzeuge

Bevor wir in Kapitel 2 einsteigen und das gesamte (naja *fast*) C++ von Grund auf kennenlernen wollen, sollten Sie noch einige nützliche Werkzeuge kennen, damit Sie neu gelernte Dinge auch ohne große Probleme ausprobieren können.

... und ein paar Hilfsmittel ...

```
#include <iostream>

#define Umlaute
// Benutzung bedingter Compilierung zum Debugging

#ifdef Umlaute
#include <locale>
#endif //Umlaute

int main(int argc, char* argv[]){

        int zahl;

        std::cout << "Wie alt bist du?\n" // eine simple Ausgabe

        std::cin >> zahl; // eine simple Eingabe

        std::cout << "\nIn 7 Jahren bist du " << 7 + zahl << " Jahre alt. << '\n';

        std::cin.get(); // warted auf Enter zum fortfahren.
#ifdef Umlaute
        std::locale::global(std::locale("German"));
#ifend //Umlaute
        std::cout << " ???"; // #### LaTeX und Umlaute ...
        /*
        Das ist
        ein mehrzeiliger
        Kommentar
        */

        // Das ist ein einzeiliger Kommentar.

        return 0;
}
```

Objekt	Funktionalität
cin	Standardeingabe, standardmäßig Eingabe von Tastatur
cout	(gepufferte) Standardausgabe
cerr	ungepufferte Standardfehlerausgabe
clog	gepufferte Standardfehlerausgabe

1.6.3 Programmierstil

Kapitel 2

Datentypen in C++

2.1 primitive Datentypen

Zu aller erst ist es wichtig, dass Sie mit den **eingebauten Datentypen**, auch genannt **primitive Datentypen** vertraut sind. Aus diesen setzen sich dann alle höheren Datentypen wie zum Beispiel Klassen zusammen. Auch sämtliche (oftmals relativ komplexe) Klassen aus der C++ Standardbibliothek, welche Sie zunehmend immer häufiger nutzen werden, bauen im Grunde auf nichts anderem auf.

2.2 Einige Operatoren

2.3 Casts

2.4 Zusammengesetzte Datentypen

2.4.1 Arrays

2.4.2 Records und Klassen

2.4.3 Containerklassen

2.5 Klassen

2.5.1 Konstruktoren

2.5.2 Vererbung

2.5.3 Polymorphie

Kapitel 3

Strukturierte Programmierung

Kapitel 4

Zusätzliche Features

4.1 Templates

4.2 Exceptions

4.3 Multithreading