

Einführung in die Programmierung

Wintersemester 2011/12

Prof. Dr. Günter Rudolph

Lehrstuhl für Algorithm Engineering

Fakultät für Informatik

TU Dortmund

Inhalt

- Was ist eine GUI? Was ist QT?
- Erste Schritte: „Hello World!“
- Signals & Slots: SpinBoxSlider
- Anwendung: Temperaturumrechnung
 - Lösung ohne GUI (Ein- und Ausgabe an Konsole)
 - Lösung mit GUI
- Größere Anwendung: Vader (→ nächste Vorlesung)

GUI = Graphical User Interface (grafische Benutzerschnittstelle)

Funktionalität wird durch Programm-Bibliothek bereit gestellt

- z.B. als Teil der MFC (Microsoft Foundation Classes)
- z.B. X-Window System, Version 11 (X11)

hier: Qt 4.7.3 („Quasar toolkit“) → `ftp://ftp.qt.nokia.com/qt/source/qt-win-opensource-4.7.3-vs2008.exe`

aktuell: Qt 4.7.4 (abwärtskompatibel) → `http://qt.nokia.com`

Warum?

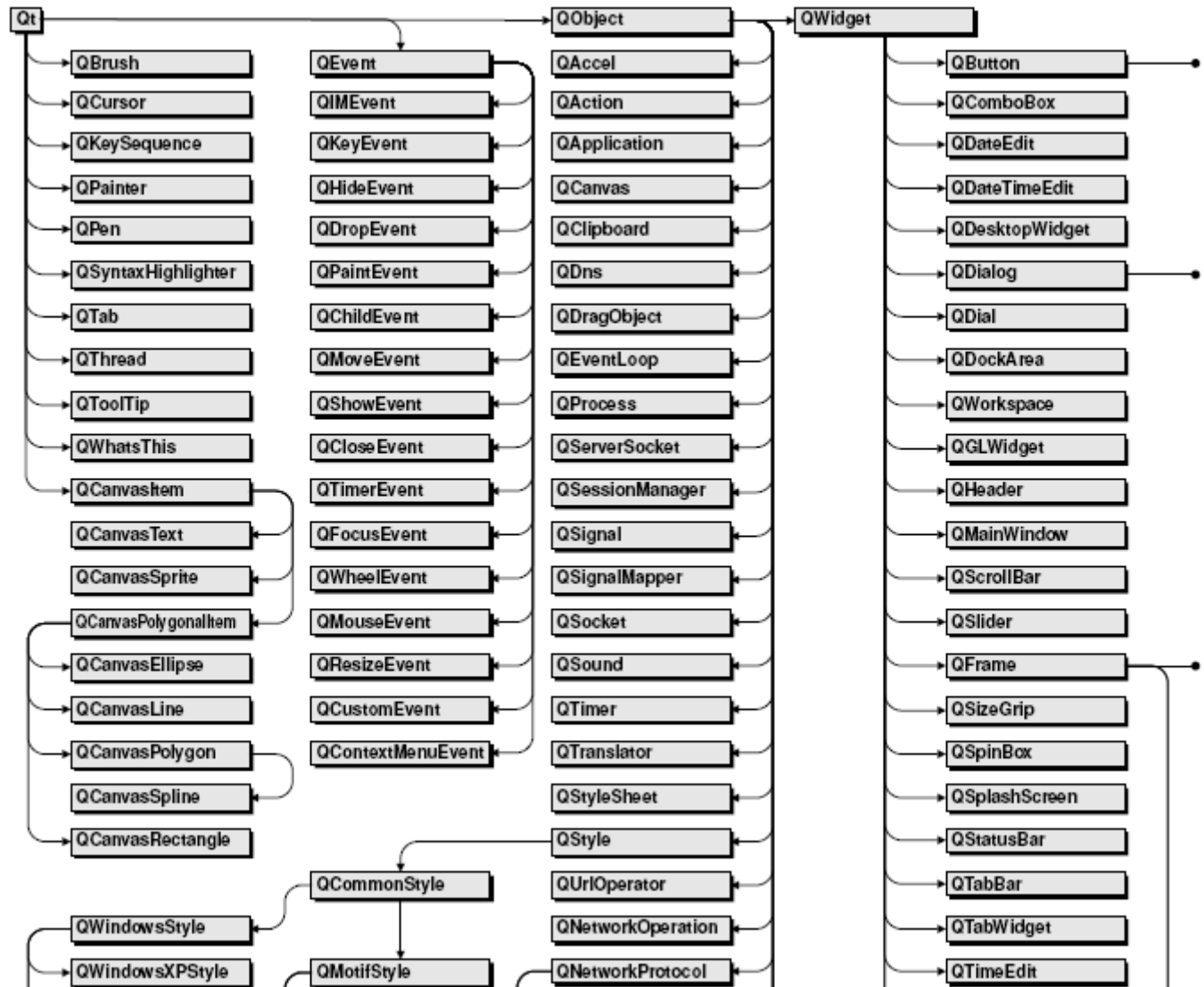
1. Plattform-unabhängig: läuft unter Linux/Unix, Windows, MacOS, u.a.
2. Für nicht-kommerziellen Einsatz frei verfügbar (unter GPL), allerdings ohne Support u.a. Annehmlichkeiten

Qt

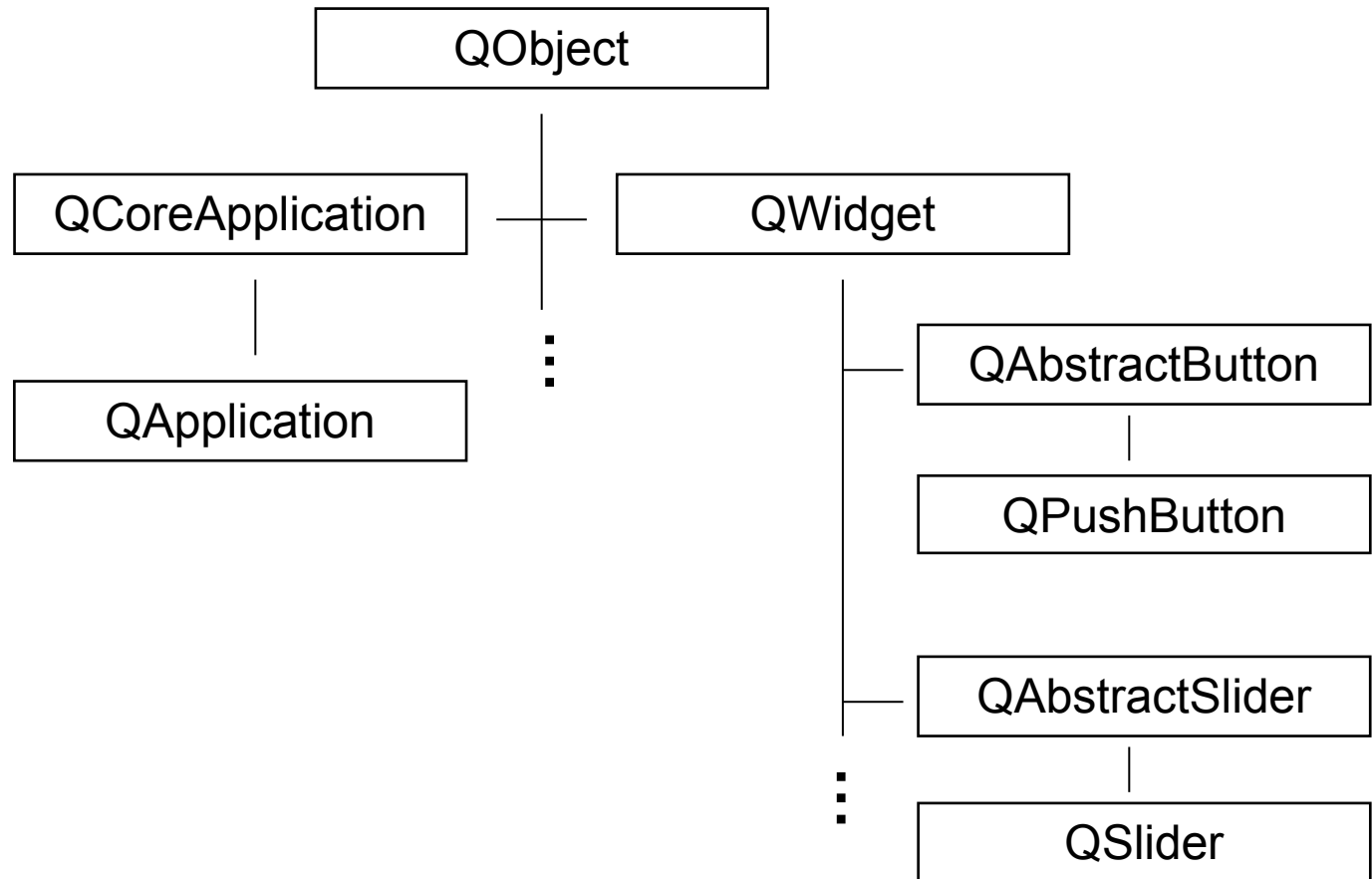
- System übergreifende Bibliothek
- stellt Objekte und Funktionen zur Verfügung, mit denen unabhängig vom Betriebssystem (Linux/Unix, Windows, MacOS) Programme erstellt werden können
- Hauptverwendungszweck:
Graphische Benutzeroberflächen (GUIs) für unterschiedliche Betriebssysteme erstellen, ohne den Code für jedes System neu zu schreiben
- Oberfläche KDE (Linux/Mac), Google Earth, Skype basiert auf Qt

Qt Klassen

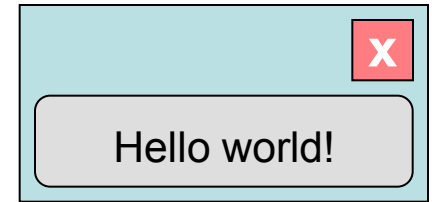
ca. 500



Qt Klassen (Ausschnitt)



Button („Schaltfläche“) mit Text „Hello World!“



```
#include <QApplication.h>
#include <QPushButton.h>

int main(int argc, char *argv[]) {
    QApplication app(argc, argv);
    QPushButton hello("Hello world!", 0);
    hello.resize(100, 30);
    hello.show();
    return app.exec();
}
```

Jedes Programm hat genau eine Instanz von `QApplication`

Erzeuge Button, 0=kein Elternfenster

Größe in Pixel

Button darstellen!

Kontrolle an `QApplication` übergeben



Button („Schaltfläche“) mit Text „Hello World!“

Was geschieht wenn Button gedrückt wird? → Anscheinend nichts!

Tatsächlich: Klasse `QPushButton` bemerkt die Aktion,
wurde aber nicht instruiert, was sie dann machen soll!

Möglich: Eine Aktion in einem Objekt einer anderen Klasse auslösen.

Klasse `QObject`

```
static bool connect(  
    const QObject *sender,        // Wer sendet?  
    const char *signal,          // Bei welcher Aktion?  
    const QObject *receiver,     // Wer empfängt?  
    const char *member,          // Welche Aktion ausführen?  
    Qt::ConnectionType type = Qt::AutoCompatConnection  
);
```


Button („Schaltfläche“) mit Text „Hello World!“, Programmende sobald gedrückt

```
#include <QApplication.h>
#include <QPushButton.h>

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

    QApplication app(argc, argv);

    QPushButton hello("Hello world!");
    QObject::connect(&hello, SIGNAL(clicked()),
                   &app,    SLOT(quit())
    );
    hello.resize(100, 30);
    hello.show();

    return app.exec();
}
```

Wenn **hello** angeklickt wird, dann soll in **app** die Methode **quit** ausgeführt werden.

Signals and Slots

Qt-spezifisch!

- Bereitstellung von Inter-Objekt Kommunikation
- Idee: Objekte, die nichts voneinander wissen, können miteinander verbunden werden
- Jede von QObject abgeleitete Klasse kann Signals deklarieren, die von Funktionen der Klasse ausgestoßen werden
- Jede von QObject abgeleitete Klasse kann Slots definieren. Slots sind Funktionen, die mit Signals assoziiert werden können.
- Technisch Umsetzung: Makro Q_OBJECT in Klassendeklaration
- Signals und Slots von Objektinstanzen können miteinander verbunden werden:

Signal S von Objekt A verbunden mit Slot T von Objekt B →
Wenn A Signal S ausstößt, so wird Slot T von B ausgeführt.

Signals and Slots

Qt-spezifisch!

- Ein **Signal** kann mit mehreren **Slots** verbunden werden.
→ Ein Ereignis löst mehrere Aktionen aus.
- Ein **Slot** kann mit mehreren **Signals** verbunden werden.
→ Verschiedene Ereignisse können gleiche Aktion auslösen.
- **Signals** können auch Parameter an die **Slots** übergeben.
→ Parametrisierte Aktionen.
- **Signals** können mit **Signals** verbunden werden.
→ Weitergabe / Übersetzung von Signalen.

Button als Teil eines Fensters

```
#include <QApplication.h>
#include <QPushButton.h>
#include <QWidget.h>

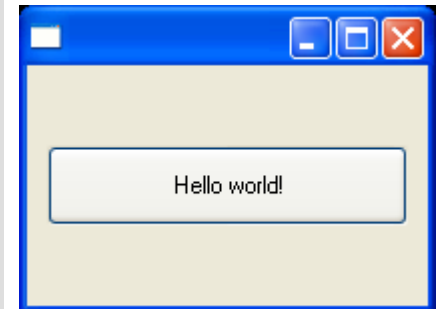
int main(int argc, char *argv[]) {
    QApplication app(argc, argv);

    QWidget window;
    window.resize(200, 120);
    QPushButton hello("Hello world!", &window);
    QObject::connect(&hello, SIGNAL(clicked()),
                    &app, SLOT(quit()));
    hello.setGeometry(10, 40, 180, 40);

    window.show();

    return app.exec();
}
```

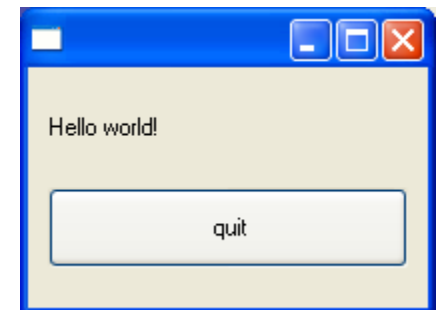
hello
ist Teil von
window



Button und Label als Teile eines Fensters

```
#include <QApplication.h>
#include <QPushButton.h>
#include <QLabel.h>
#include <QWidget.h>
int main(int argc, char *argv[]) {
    QApplication app(argc, argv);
    QWidget window;
    window.resize(200, 120);
    QLabel hello("Hello world!", &window);
    QPushButton quit("quit", &window);
    QObject::connect(&quit, SIGNAL(clicked()),
                    &app, SLOT(quit()));
};
hello.setGeometry(10, 10, 180, 40);
quit.setGeometry(10, 60, 180, 40);
window.show();
return app.exec();
}
```

QLabel zum
Beschriften des
Fensterinneren



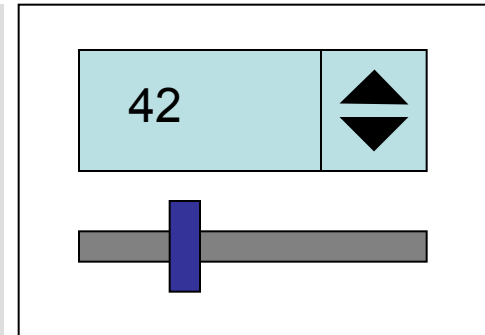
Slider verbunden mit SpinBox

```
#include <QApplication.h>
#include <QSlider.h>
#include <QSpinBox.h>
#include <QWidget.h>

int main(int argc, char *argv[]) {
    QApplication app(argc, argv);
    QWidget window;
    window.resize(200, 120);

    QSpinBox spinBox(&window);
    spinBox.setGeometry(10, 10, 180, 40);
    spinBox.setRange(0, 130);

    QSlider slider(Qt::Horizontal, &window);
    slider.setGeometry(10, 60, 180, 40);
    slider.setRange(0, 130);
}
```



Gewünschtes Verhalten:

SpinBox wirkt auf Slider und umgekehrt.

Fortsetzung nächste Folie ...

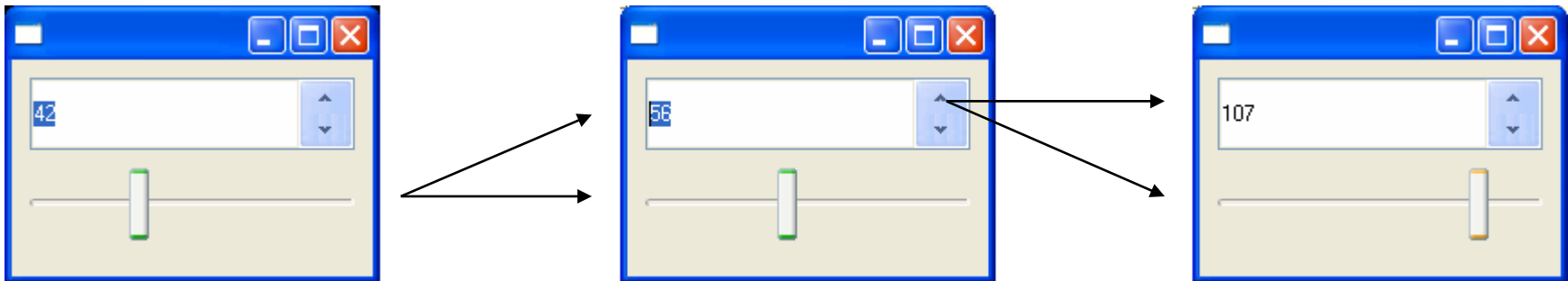
Slider verbunden mit **SpinBox***Fortsetzung*

```
QObject::connect(&spinBox, SIGNAL(valueChanged(int)),
                &slider, SLOT(setValue(int)));

QObject::connect(&slider, SIGNAL(valueChanged(int)),
                &spinBox, SLOT(setValue(int)));

spinBox.setValue(42);

window.show();
return app.exec();
}
```



Anwendung: Temperaturumrechnung

$$x \text{ [}^\circ\text{C]} = \frac{9}{5} x + 32 \text{ [}^\circ\text{F]}$$
$$y \text{ [}^\circ\text{F]} = \frac{5}{9} (x - 32) \text{ [}^\circ\text{C]}$$

Lösung ohne GUI:

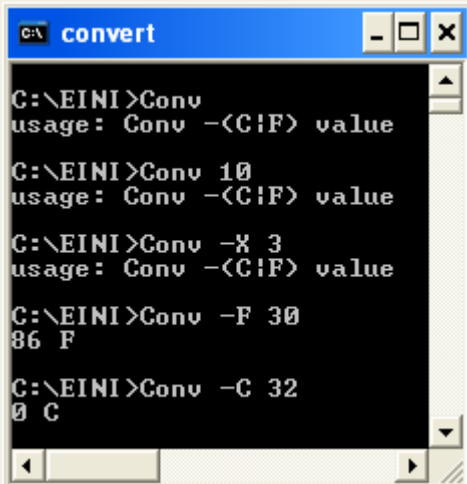
1. Einlesen einer Zahl
2. Angabe der Konvertierungsrichtung
3. Ausgabe

Lösung ohne GUI

```
#include <iostream>
#include <cstring>

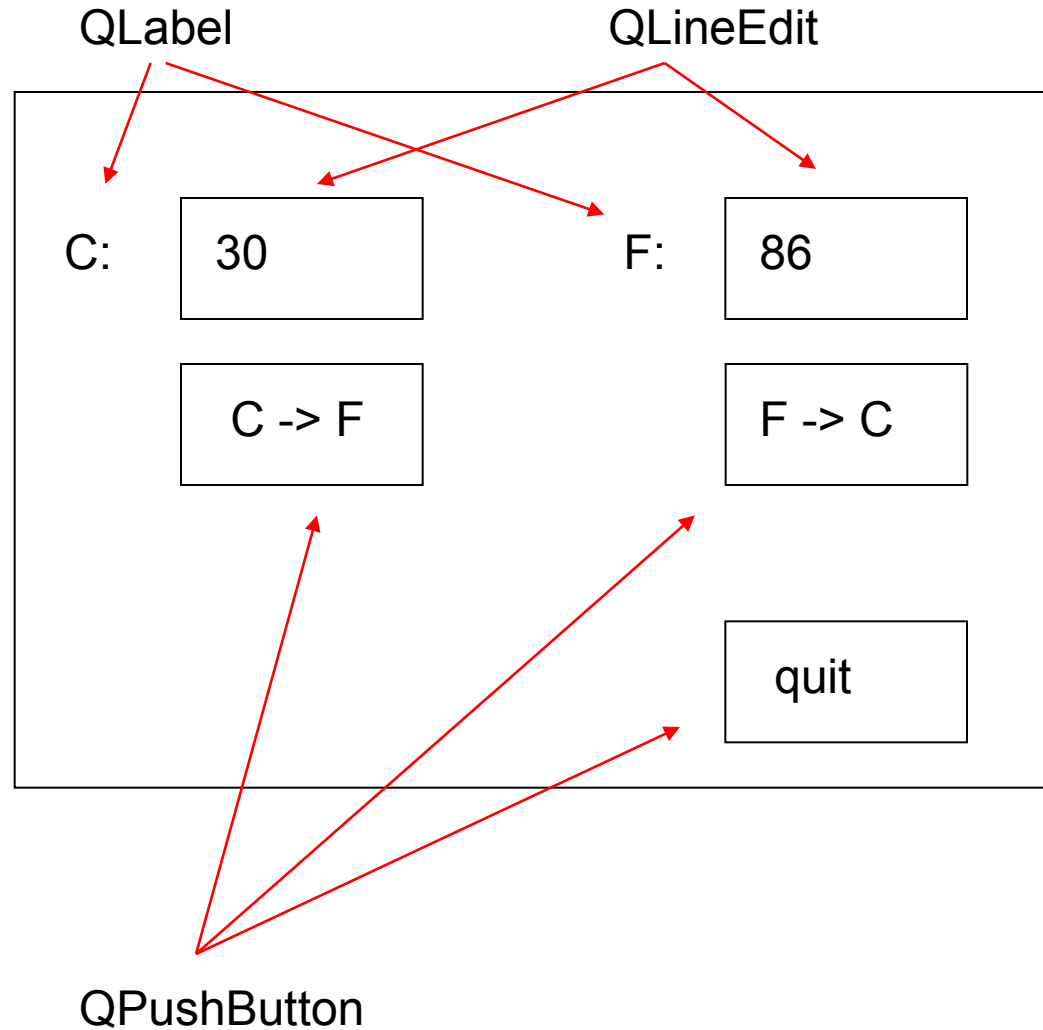
using namespace std;

int main(int argc, char *argv[]) {
    if (argc != 3 || strlen(argv[1]) != 2 || argv[1][0] != '-',
        || (argv[1][1] != 'C' && argv[1][1] != 'F')) {
        cerr << "usage: " << argv[0] << " -(C|F) value\n";
        exit(1);
    }
    double val = atof(argv[2]);
    if (argv[1][1] == 'C')
        val = 5 * (val - 32) / 9;
    else
        val = 9 * val / 5 + 32;
    cout << val << " " << argv[1][1] << endl;
    return 0;
}
```



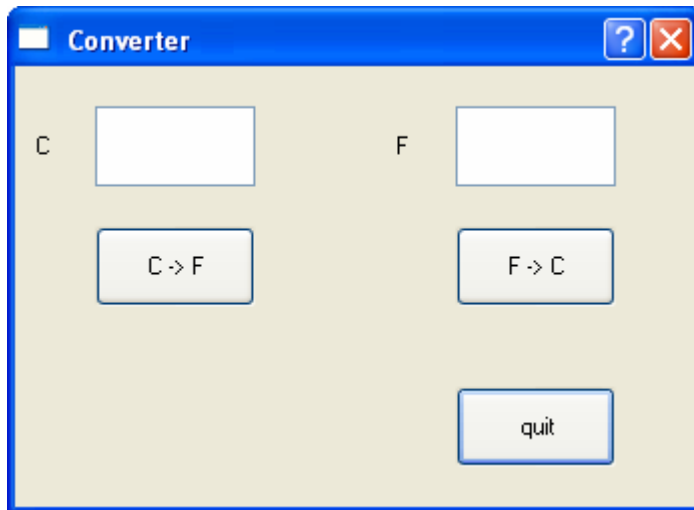
```
C:\> convert
C:\EINI>Conv
usage: Conv -(C|F) value
C:\EINI>Conv 10
usage: Conv -(C|F) value
C:\EINI>Conv -X 3
usage: Conv -(C|F) value
C:\EINI>Conv -F 30
86 F
C:\EINI>Conv -C 32
0 C
```

Lösung mit GUI



```
#include "Converter.h"

int main(int argc, char *argv[]) {
    QApplication app(argc, argv);
    Converter conv(&app);
    conv.show();
    return app.exec();
}
```



So wird die GUI aussehen!

```
#include <QApplication.h>
#include <QObject.h>
#include <QDialog.h>
#include <QPushButton.h>
#include <QLineEdit.h>
#include <QLabel.h>

class Converter : public QDialog {
Q_OBJECT
private:
    QApplication *theApp;
    QPushButton *quit, *f2c, *c2f;
    QLineEdit *editC, *editF;
    QLabel *labelC, *labelF;
public:
    Converter(QApplication *app);
    ~Converter();
public slots:
    void slotF2C();
    void slotC2F();
};
```

Was ist das?

Erst Aufruf von `moc` (*meta object compiler*), der generiert zusätzlichen C++ Code, dann Aufruf des C++ Compilers!

Spracherweiterung?

```
#include <QMessageBox.h>
#include "Converter.h"
```

```
Converter::Converter(QApplication *app) : theApp(app) {
    quit    = new QPushButton("quit", this);
    f2c     = new QPushButton("F -> C", this);
    c2f     = new QPushButton("C -> F", this);
    editC   = new QLineEdit(this);
    editF   = new QLineEdit(this);
    labelF  = new QLabel("F", this);
    labelC  = new QLabel("C", this);
```

GUI Objekte
anlegen

```
setWindowTitle("Converter");
resize(340, 220);
editC->setGeometry( 40, 20, 80, 40);
editF->setGeometry( 220, 20, 80, 40);
c2f->setGeometry( 40, 80, 80, 40);
f2c->setGeometry( 220, 80, 80, 40);
quit->setGeometry( 220, 160, 80, 40);
labelC->setGeometry( 10, 20, 20, 40);
labelF->setGeometry(190, 20, 20, 40);
```

GUI Objekte
positionieren

```

QWidget::connect(quit, SIGNAL(clicked()), app, SLOT(quit()));
QWidget::connect(c2f, SIGNAL(clicked()), this, SLOT(slotC2F()));
QWidget::connect(f2c, SIGNAL(clicked()), this, SLOT(slotF2C()));
}
    
```

```

Converter::~Converter() {
    delete quit;
    delete f2c;
    delete c2f;
    delete editC;
    delete editF;
    delete labelC;
    delete labelF;
}
    
```

GUI Objekte
freigeben

Kommunikation
zwischen GUI
Objekte einrichten

```
void Converter::slotC2F() {
    editC->selectAll();
    QString s = editC->selectedText();
    bool ok;
    double val = s.toDouble(&ok);
    if (!ok) QMessageBox::information(
        this, "invalid input", "please enter numbers"
    );
    val = 9 * val / 5 + 32;
    editF->setText(QString("%1").arg(val, 0, 'f', 1));
}

void Converter::slotF2C() {
    editF->selectAll();
    QString s = editF->selectedText();
    bool ok;
    double val = s.toDouble(&ok);
    if (!ok) QMessageBox::information(
        this, "invalid input", "please enter numbers"
    );
    val = 5 * (val - 32) / 9;
    editC->setText(QString("%1").arg(val, 0, 'f', 1));
}
```

Fehlerbehandlung
unschön
↓
Ausnahmen
wären eleganter!

Auszug aus Verzeichnisstruktur nach Installation von Qt 4.7.3:

- Qt	Wurzel der Installation
- 4.7.3	Version (= 4.7.3)
- qt	Beginn von Qt
- bin	ausführbare Programme
- include	Header-Dateien
- lib	Bibliotheken

Stand:
Januar 2012

Dem Compiler muss gesagt werden,

- wo er die Header-Dateien zum Kompilieren finden kann:

```
C:\Qt\4.7.3\qt\include;C:\Qt\4.7.3\qt\include\QtGui
```

- wo er die statischen Bibliotheken zum Linken finden kann:

```
C:\Qt\4.7.3\qt\lib
```

- welche Bibliotheken er zum Linken verwenden soll: **d** → debug

```
QtCore4.lib QtGui4.lib bzw. QtCored4.lib QtGuid4.lib u.v.a.
```


Aufruf des Meta Object Compilers:

```
"$(VADER_QT) \bin\moc.exe" -DUNICODE -DWIN32 -  
DQT_LARGEFILE_SUPPORT -DQT_CORE_LIB -DQT_GUI_LIB "-  
I$(VADER_QT) \include" "-I$(VADER_QT) \include\qtmain"  
"-I$(VADER_QT) \include\QtCore" "-I$(VADER_QT) \QtGui"  
"-I." $(InputPath) -o "moc_$(InputName).cpp"
```

Was passiert dort?

- Der moc wird aufgerufen (moc.exe)
 - Es werden Präprozessor Definitionen angelegt („-Dxxx“)
 - Es werden Verzeichnisse zum Standard Include Pfad hinzugefügt („-Ixxx“)
 - Es wird angegeben was übersetzt werden soll (\$(InputPath) → VS Makro)
 - Es wird angegeben, wie das Resultat heißen soll
- Eigentlich genau das selbe wie beim Aufruf des „normalen“ Compilers!

Auszug aus Verzeichnisstruktur nach Installation von Qt 4.7.3:

- Qt	Wurzel der Installation
- 4.7.3	Version (= 4.7.3)
- qt	Beginn von Qt
- bin	ausführbare Programme
- include	Header-Dateien
- lib	Bibliotheken

Stand:
Januar 2012

Dem *Laufzeitsystem* muss gesagt werden,

- wo es die dynamischen Bibliotheken finden kann:

```
C:\Qt\4.7.3\qt\bin
```

muss u.a. in der Umgebungsvariable `path` stehen

Für Linux-basierte Systeme ist das Prinzip gleich!
Nur die Pfade sehen etwas anders aus.