

C++-FOR

Fortgeschrittene Verwendung von C++
gemäß ISO/ANSI-Standards
C++98, C++03, C++11 und C++14

Durchführung:
Dipl.-Ing. Martin Weitzel
Technische Beratung für EDV
<http://tbfe.de>

Im Auftrag von:
MicroConsult
Training & Consulting GmbH
<http://www.microconsult.com>

Agenda*

- Monday(1): General C++-Basics (and some C++11 extensions)
 - Monday(2): More C++-Basics (Templates, Exceptions, Library)
-

- Tuesday(1): STL Containers and Iterator Basics
 - Tuesday(2): More on Iterators and STL Algorithms
-

- Wednesday(1): C++ from Top – Classes and Class Relations
 - Wednesday(2): C++ from Bottom – How the Hardware is Used
-

- Thursday(1): From Parametrized Types to Metaprogramming
 - Thursday(2): More on Exceptions and Ressource-Management
-

- Friday: Writing "Good C++ Software" - The Big Picture
-

Setting of priorities is negotiable and including additional topics may be considered if there is a common demand.

*: Last day usually ends with lunch.

Zur Kursunterlage

Nachfolgend einige allgemeine Informationen zu dieser Schulung:*

- Aktuelle C++-Implementierungen
- Struktur der Schulungsunterlagen
- Online-Version
- Info-Grafiken
- Kursdurchführung in Englisch
- Ergänzende private Notizen

*: In der Online-Version enthält die obige Liste anklickbare Links. Diese sind – auch in allen folgenden Verwendungen – nur dezent hervorgehoben, um nicht vom Lesefluss abzulenken. Beim Überstreichen mit dem Mauszeiger geben sie sich deutlicher zu erkennen.

Aktuelle C++-Implementierungen

In den meisten aktuellen Compilern ist mittlerweile C++11* nahezu vollständig umgesetzt.

Der C++11-Standard wird als Richtwert für die Auswahl der Inhalte dieser Schulung betrachtet.

Daher werden gelegentlich

- Teile von C++98 und C++03, die nicht mehr benutzt werden sollten, als **veraltet** bezeichnet und
- wichtige, mit C++14 zu erwartende Veränderungen werden als **künftige** Erweiterung erwähnt.

*: Der exakte Name dieser ISO-Norm ist: ISO/ICE-14882:2011(E). Das offizielle Dokument kann beim ISO-Institut käuflich erworben werden; dessen Copyright verbietet es jedoch, das Dokument den Kursteilnehmern als Kopie verfügbar zu machen.

Struktur der Schulungsunterlagen

Aufgrund des Umfangs des aktuellen ISO-Standards für C++* kann diese Präsentation – selbst bei erheblicher thematischer Begrenzung – nicht als erschöpfende Behandlungen der Thematik angelegt werden.

Die verschiedenen Elemente dieser Unterlage, also

- **Präsentations-Seiten** (inkl. Fußnoten),
- **Beispiel-Code** (in verschiedenen Formen) und
- Hinweise auf **externe ergänzende Informationen**

erfüllen unterschiedliche Aufgaben.

Insbesondere zu Funktionen und Klassen der Standard-Bibliothek sollten Sie ergänzend **Online-Referenzen** nutzen.

Die Schulungsunterlagen können in dieser Hinsicht keine Vollständigkeit bieten und streben dies auch nicht an.

*: Das offizielle Dokument zu C++11 (ISO/IEC 14882:2011(E)) umfasst mehr als 1300 Seiten!

Online-Referenzen

Sofern Ihre Programmierumgebung eine Hilfe-Funktion bietet oder mit einer Online-Referenz verlinkt ist, können Sie diese natürlich nutzen.

Bitte bedenken Sie aber, dass in den Hilfe-Seiten einer spezifischen C++-Implementierung mitunter nicht sauber getrennt wird zwischen

- dem Sprach- und Bibliotheksumfang von C++ gemäß ISO-Standard
- und spezifischen implementierungsspezifischen Erweiterungen.

Gute Online-Referenzen im Internet haben dieses Problem nicht, z.B.:

- <http://www.cplusplus.com/reference/>
- <http://en.cppreference.com/w/cpp/>



Das dort verfügbare Material dokumentiert C++ gemäß dem ISO/ANSI-Standard von 1998 (C++98), den 2003 und 2011 vorgenommenen Ergänzungen (C++03 und C++11) sowie dem neuesten ISO-Standard C++14.

Präsentations-Seiten

Das Augenmerk bei Erstellung der Präsentations-Seiten lag darauf,

- den roten Faden durch den behandelten Stoff zu liefern,
- dabei typische Anwendungsbeispiele zu zeigen,
- oder auch vor häufigen Fehlern und Fallgruben zu warnen,
- sowie gedankliche Modelle und tiefere Zusammenhänge zu verdeutlichen.

Dabei sind Fragen jeglicher Art willkommen - **zu jeder Zeit.***

Das gilt auch und gerade dann, wenn Ihre Fragen über den Inhalt der jeweiligen Präsentations-Seite hinausgehen.

*: Die Möglichkeit, bei Unklarheiten Rückfragen zu stellen, ist ein ganz wesentlicher Vorteil der Teilnahme an einer Schulung ... im Vergleich dazu, denselben Stoff lediglich in schriftlicher Form vor sich zu haben.

Fußnoten

Oft gab es bei der Erstellung der Präsentations-Seiten untergeordnete Aspekte, die

- einerseits nicht ganz verloren gehen sollten,
- andererseits für das erste Verständnis weniger wichtig erschienen.

Solche Aspekte werden von Fußnoten am unteren Rand der jeweiligen Seite wiedergegeben.

In der Beamer-Projektion werden die Fußnoten nur optional angezeigt,^{*} in der gedruckten und der [Online-Version](#) sind sie in jedem Fall sichtbar.

^{*}: Ein Grund hierfür ist, dass neu projizierte Seiten nicht mit Informationen überfrachtet erscheinen sollen, ein anderer, dass – abhängig vom Zeitrahmen – in der Präsentation nicht unbedingt alle in Fußnoten verpackte Aspekte besprochen werden ... ausgenommen auf explizite Nachfrage.

Beispiel-Code

Konkreten C++-Code gibt es

- zum einen als **Code-Fragmente** in den Seiten dieser Präsentation,
- zum anderen als **kompilierbare Quelltext-Dateien**, thematisch sortiert in entsprechenden Unterverzeichnissen.

Bitte sehen Sie die zweite Form ebenso als Bestandteil dieser Unterlagen an, auch wenn sie nicht als Ausdruck auf Papier zur Verfügung steht.



Sie erhalten private Kopien dieser Quelltexte und können diese auf einem externen Speichermedium mitnehmen.

Somit können Sie ggf. individuelle Anmerkungen direkt in die Quelltext-Dateien eintragen.*

*: Möchten Sie – auf Einzelfälle bezogen, wie etwa Code-Reviews im Rahmen einer Übungsaufgabe – lieber handschriftliche Anmerkungen in Papier-Ausdrucken vornehmen, erläutert Ihnen der Dozent gerne, wie Sie Quelltext-Dateien an den Drucker im Kursraum senden. Für einen **Gesamtausdruck aller kompilierbaren Quelltexte** wenden Sie sich bitte ebenfalls an den Dozenten, der dies für Sie veranlassen wird.

Code-Fragmente

Diese Art von Beispielen beschränkt sich naturgemäß auf wenige Zeilen:*

```
#include <cstdlib>

...
void application(char *prog, int argc, const char *args[]) {
    ... // whatever the application needs to do
}

...
int main(int argc, char *argv[]) {
    try {
        ... // prepare running the actual application code
        application(argv[0], argc-1, argv+1);
        return EXIT_SUCCESS; // everything is OK at this point ...
    }
    catch (...) {
        ... // maybe log unexpected error
        return EXIT_FAILURE; // ... but here we have had problem!!
    }
}
```

*: Leider sind dabei kleinere Tipp- und Flüchtigkeitsfehler niemals ganz ausgeschlossen.
(Können Sie oben einen solchen Fehler entdecken?)

Code-Fragmente (2)

Außer in Kommentaren* gilt in Code-Fragmenten, wie dem gerade gezeigten, der folgende wichtige Unterschied:

- ... (dreimal das Zeichen Punkt) steht für genau drei Punkte, die syntaktisch an dieser Stelle erforderlich sind;
- ... (die Ellipsis) wird verwendet, um eine Auslassung anzuzeigen, evtl. gefolgt von einem erläuternden Kommentar.

*: In Kommentaren verwendet der Autor gewohnheitsmäßig "..." und nicht "... " (und auch keine Umlaute und sonstige Zeichen außerhalb des ursprünglichen 7-Bit ASCII-Zeichensatzes), da letzteres nicht zum von C++ minimal zu unterstützenden Zeichensatz gehört. Obgleich dies keinen bekannten Compiler entscheidend stören sollte, könnte es Anlass zu einer Warnung geben.

Kompilierbarer Code

Da die Code-Fragmente nicht kompiliert werden (können), schleichen sich trotz sorgfältigen Korrekturlesens leicht kleine Fehler ein.* Daher werden häufig auch kompilierbare Beispiele in getrennten Dateien verwendet.

Damit diese wirklich 100%ig korrekt sind, stehen sie nicht direkt in der Präsentation sondern sind nur mit dieser verlinkt.

Betrachten Sie die vollständigen Beispiele bitte auch als Bestandteil der Schulungsunterlagen – insbesondere im Hinblick auf deren Bewertung in den Feedback-Bögen am Ende des Kurses.

Um die Durchführung dieses Kurses nicht an die Verwendung einer bestimmten Entwicklungsumgebung zu koppeln, gibt es zu den verlinkten Beispielen jedoch keine vorbereiteten [Projekte](#).

*: Bitte üben Sie hier die notwendige Toleranz: auch und gerade als Software-Entwickler/in wird Ihnen bewusst sein, dass in zehn oder zwanzig neu eingetippten Quelltext-Zeilen oftmals kleine "Vertipper" enthalten, die vor erst beim Kompilieren auffallen. **Hinweise auf Flüchtigkeitsfehler in Code-Fragmenten werden natürlich gerne entgegengenommen und möglichst zeitnah korrigiert.**

Projekt-Dateien für IDEs

Wenn Sie mit einer integrierten Entwicklungsumgebung wie *Eclipse* oder *Visual-Studio* vertraut sind, werden Sie selbst am besten wissen, wie man bei Bedarf vorhandene Quelltexte in ein Projekt importiert.

- Um dies zu vereinfachen, bestehen Beispiele und Übungsvorgaben oft aus nur einer einzigen Quelltext-Datei – auch wenn man in der Praxis eher eine klassenweise Aufteilung in Header- und Implementierungs-Dateien vornehmen würde.
- Sind an der Kompilierung zu einem ausführbaren Programm mehrere Quelltext-Dateien beteiligt, gibt es meist einen kleinen – bewusst einfach gehaltenen – *Makefile*, mit dem die Kompilierung an der Kommandozeile möglich ist.
- Darüber hinaus schien es in einigen Fällen angebracht, gemeinsamen Code für mehrere Beispiele als zentralen Header-File bereitzustellen.

Bei kompilierbaren Beispielen aus mehreren Quelltext-Dateien müssen einem IDE-Projekt auf jeweils geeignete Art und Weise natürlich **alle** beteiligten Dateien bekannt gemacht werden.

Externe Ergänzungen

Insoweit diese Schulungsunterlagen durch Internet-Links ergänzt wird, sind diese zur Vereinfachung der Nachverfolgung in der Online-Version anklickbar gemacht.



Alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer erhalten zu Beginn des Kurses Zugriff auf die Online-Version. Nutzen Sie diese ggf. begleitend zum Vortrag oder zur Rekapitulation im Anschluss, wenn es Ihnen vorteilhaft erscheint.

Sie können die elektronische Form der Unterlagen auch gerne

- auf ein externes Speichermedium kopieren sowie
- künftig aktualisierte Versionen aus dem Internet beziehen.

Bitte beachten Sie dabei die [Weitergabe-Lizenz](#) auf der folgenden Seite.

Online-Version

Sie haben die Möglichkeit zum Download unter: <http://tbfe.de/archiv>



Das verfügbar gemachte Material wurde mit angemessener Sorgfalt erstellt und geprüft. Haftungsansprüche bei noch enthaltenen Fehlern sind ausgeschlossen.

Hinweise auf Fehler, Unvollständigkeiten oder generelle Anregungen und Verbesserungsvorschläge werden natürlich gerne entgegengenommen.

Für alle Verbreitungsformen gilt eine **Creative Commons-Lizenz.**



(CC) BY-SA:

Namensnennung und Weitergabe unter gleichen Bedingungen

HTML-Präsentation

Für diese Unterlagen wurde das frei verfügbare *HTML4-Präsentations-Tool* [remark](#) verwendet.

Ansicht

Benutzen Sie einen hinlänglich aktuellen Browser Ihrer Wahl.

- [JavaScript](#) muss eingeschaltet sein.
- [Modernes CSS](#) sollte unterstützt werden.*
- Cookies werden nicht verwendet.

*: Das Erscheinungsbild wird wesentlich durch ein Style-Sheet gesteuert. Falls Sie über die notwendigen [CSS-Kenntnisse](#) verfügen, können Sie die Datei [styling.css](#) gemäß Ihrem Geschmack anpassen.

Ausdruck

Gelegentlich werden PDF-Versionen dieser Unterlagen verfügbar gemacht, die sich zum direkten Ausdrucken eignen.

Die jeweils aktuellste Version dieser Präsentation ist aber immer diejenige, welche zum Download in HTML-Form zur Verfügung steht.

Verfügbar gemachte PDF-Dateien haben den selben Namensstamm wie die HTML-Datei aber einen anderen Suffix:

- zu der Datei `00_content.html`, die Sie gerade lesen (falls Sie dies im Browser tun)
- gehört z.B. druckbare Version `00_content.pdf`.

PDF-Erstellung

Mit einer aktuellen Version des [Google Chrome Browsers](#) können Sie eine druckbare PDF-Datei ggf. selbst erstellen:

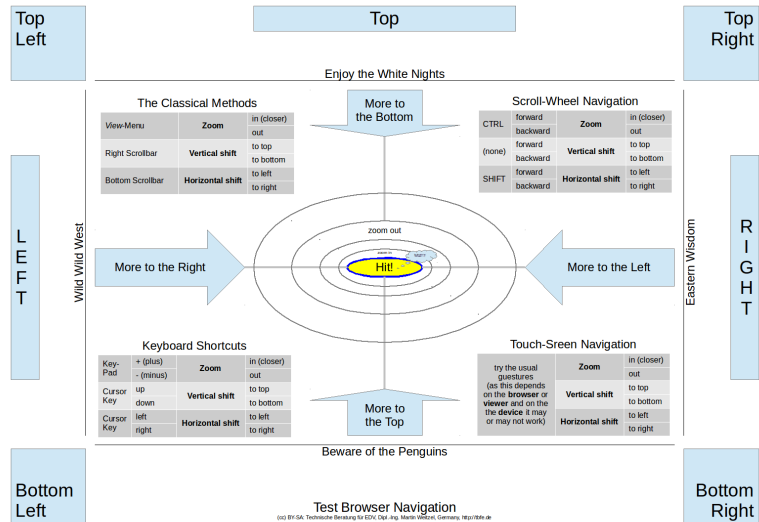
- Verwenden Sie dazu *Print To File* und wenn gewünscht eine
- Nachverarbeitung mit einem PDF-Tool Ihrer Wahl (etwa um Seiten zu verkleinern und mehrere Präsentations-Seiten auf einer Druckseite zusammenzufassen).

Zurzeit funktioniert die PDF-Erstellung nur in der Normalansicht einwandfrei, **nicht** im [Präsentations-Modus](#).

Info-Grafiken

- Ansicht
- Druck
- PDF-s

Nebestehend ein Beispiel für die Info-Grafiken in den Schulungsunterlagen – im Browser erhalten Sie durch Anklicken eine Großansicht.*



*: Die hier gezeigte Info-Grafik hat keine fachliche Bedeutung sondern ist nur dafür gedacht, damit die "Navigation" im Browser zu üben. (Bei ausreichend starkem Zoom sollten Sie in der zentralen Sprechblase ein Zitat erkennen können, das den Älteren unter Ihnen noch aus einer [Fernseh-Show](#) der späten 1960er bekannt sein könnte, in deren Rahmen gelegentlich aus dem Wohnzimmer vorab ausgewählter Zuschauer heraus – mittels von einer "Joystick"-Box erzeugter und per Akustikkoppler und Telefon weitergeleiteter Signale – in der Show eine Armbrust ferngesteuert und schließlich abgeschossen werden konnte ... für die damalige Zeit futuristisches "high-tech" Show-Element.)

Betrachten von Info-Grafiken

Verwenden Sie einen hinlänglich modernen Browser.

Getestet wurden:

- [Mozilla Firefox](#) (Version 26 getestet)
- [Google Chromium](#) (Version 32 getestet)

Bislang noch nicht getestet wurden:*

- Microsoft IE
- Opera
- Eclipse (integrierter Browser)

*: Ihre Praxis-Erfahrungen mit den noch nicht getesteten sowie weiteren, hier nicht genannten Browsern und anderen Dateibetrachtern für Grafiken sind dabei für den Autor von Interesse.

Ausdruck von Info-Grafiken

Zum Ausdruck der Info-Grafiken können Sie

- entweder die auch zur Ansicht verlinkte PNG-Datei verwenden,
- oder die gleichnamige PDF-Datei,

je nachdem, womit Sie die besseren Ergebnisse erzielen.

Sonstige Verwendung der Info-Grafiken

Sofern Sie eine oder mehrere der Info-Grafiken gerne als Basis für eigene [abgeleitete Werke](#) verwenden würden, wenden Sie sich bitte an den in der Fußzeile der jeweiligen Grafik genannten Verfasser.

- Sie können ggf. eine mittels [OO/LO-Draw](#) bearbeitbare Version erhalten.
- Für diese wird in der Regel wiederum das [\(CC\) BY-SA](#) Copyright gefordert werden.

Kursdurchführung in Englisch

Auf Wunsch ist die Kursdurchführung in englischer Sprache möglich, wenn dies entweder vorab so abgestimmt wurde oder alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer dem nachträglich zustimmen.



Though, if you are not a native speaker of German, feel free to ask questions in English language.

Unterlagen in Englisch

Die Schulungsunterlagen werden nach und nach ins Englische übersetzt und anschließend nicht mehr in deutscher Sprache verfügbar sein.*

Die Übersetzung erfolgt i.d.R. auf Basis einzelner Kapitel oder Abschnitte eines Kapitels. Die Vermischung der beiden Sprachen auf ein und derselben Seite – wie gerade hier – bleibt die Ausnahme (abgesehen von Beispiel-Code und nachträglich ergänzten Fußnoten, welche stets in englischer Sprache verfasst werden).

*: Englischsprachige Unterlagen werden immer häufiger bei Inhouse-Kursen gefordert. Da die parallele Aktualisierung von mehrsprachigen Unterlagen sehr aufwändig ist, wird längerfristig auf die deutschsprachige Version verzichtet.

Automatische Übersetzung

Moderne Browser bieten mittlerweile die Möglichkeit zur Online-Übersetzung in andere Sprachen "auf Knopfdruck".*

Deren Qualität schwankt zwar zwischen "brauchbar" und "lustig bis seltsam", es ist aber vielleicht einen Versuch wert.

Though the quality varies between "usable" and "funny to strange", you might want to give it a try.

Wenn Sie möchten, können Sie den Online-Übersetzungsservice gleich ausprobieren, z.B.

- mit dieser Seite *Deutsch* → *Englisch* oder
- mit der nächsten Seite *Englisch* → *Deutsch*.

*: Halbwegs brauchbare Übersetzungen ergeben sich innerhalb der dem Deutschen bzw. Englischen verwandten Sprachfamilien. Die Qualität der automatischen Übersetzung in slavische, arabische und fernöstliche Sprachen oder Esperanto kann der Autor mangels entsprechender eigener Kenntnisse leider nicht beurteilen.

Private Annotations

Of course you may want to extend this document with your own annotations while taking this course.

Annotations to Print Version

The bottom half of all printed pages has been deliberately left empty so that you can use the space freely for annotations.

Of course, if you download a more recent version of this presentation it may be less usable without your annotations, so you may want to consider the next page.

If you are happy with paper print-outs you may well stop reading here.*

The explanations given on the next page are for those who prefer to keep this document – **including private annotations** – in a fully electronic form which can be put on a memory stick or stored on a cloud-server.

*: Please understand that **in no way** it is necessary to read and follow the instructions given on the next page to benefit from this training. These instructions only deal with how to get an **added value** from an electronic document form.

Annotations to HTML Version

As the core content of the HTML files is written in [markdown format](#) it is quite readable by itself and you have the option to handle it with purely electronic means.

This especially includes **private annotations** you may want to add in the next days or at any time later, by and by.

1. Save the HTML files of the presentation locally.
2. Add annotations with a text editor of your choice.

When viewing the document in a browser you may include (or exclude) displaying your annotations by changing to *presenter's mode* (and back).

Simply hit the p-key – feel free to try it out right now.*

Note that you can adjust the font size of annotations by clicking on the small boxes labeled + and - at the top of the displayed page.

*: The notes section of this slide is used to explain the document structure. Future versions of this presentation may or may not use other notes section for their own purpose too, but it should always be possible to merge an updated version you have downloaded and your private annotations in the notes sections with a decent [diff-tool](#).