

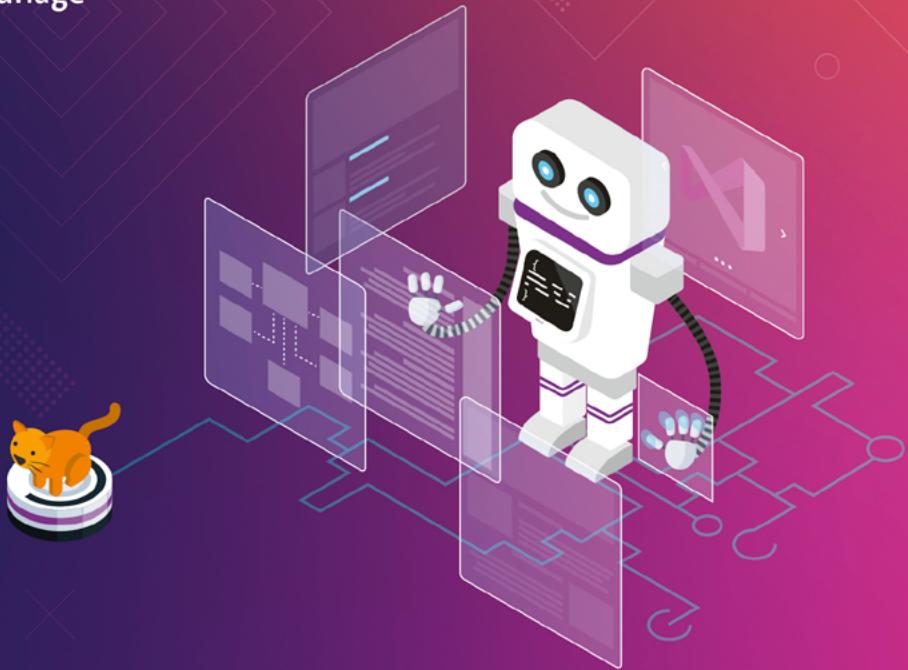
Thomas Theis

Einstieg in C# mit Visual Studio

Ideal für Programmieranfänger

- + Alle Grundlagen zu C# 14 mit GUIs, Objekt-orientierung und Datenbankanwendungen
- + Programmieren unter .NET mit Visual Studio
- + Mit vielen Beispielprojekten und Übungen

8. Auflage



Beispiele und Musterlösungen zum Download



Rheinwerk
Computing

Kapitel 1

Einführung

In diesem Kapitel erlernen Sie anhand eines ersten Projekts den Umgang mit der Entwicklungsumgebung und den Steuerelementen. Anschließend werden Sie in der Lage sein, Ihr erstes eigenes Windows-Programm zu erstellen.

Bei C# (gesprochen: »C Sharp«) handelt es sich um eine objektorientierte Programmiersprache, die im Auftrag von Microsoft entwickelt wurde. In den meisten Fällen wird sie im Zusammenhang mit der .NET-Softwareplattform von Microsoft genutzt.

Die erste Version der Sprache C# erschien im Jahr 2001. Sie hat eine ähnliche Zielsetzung wie Java und C++ und wird ständig weiterentwickelt. In diesem Buch wird mit C# in der Version 14.0 gearbeitet, die zusammen mit der Version 2026 der Entwicklungsumgebung Visual Studio im November 2025 erschienen ist.

In den letzten Jahren wurden der Sprache C# eine Reihe von Eigenschaften und Merkmalen hinzugefügt, besonders im funktionalen Bereich. Damit kann der C#-Code kompakter und verständlicher gestaltet werden.

1.1 C# und Visual Studio

Mithilfe der Entwicklungsumgebung Visual Studio 2026 und der .NET-Softwareplattform können Sie in mehreren Sprachen programmieren, unter anderem in C#. Die .NET-Softwareplattform bietet Klassenbibliotheken, Programmierschnittstellen und Dienstprogramme zur Entwicklung von Anwendungen. Außerdem wird eine Laufzeitumgebung zur Ausführung der Anwendungen zur Verfügung gestellt. In diesem Buch wird mit der .NET-Softwareplattform in der aktuellen Version .NET 10.0 gearbeitet.

Mit C# und der Entwicklungsumgebung Visual Studio 2026 lassen sich Anwendungen unterschiedlichen Typs erstellen, unter anderem:

- ▶ *Windows-Forms-Anwendungen mit leicht zu erstellenden grafischen Benutzeroberflächen und ereignisorientierter Programmierung*

- ▶ WPF-Anwendungen mit der Klassenbibliothek *Windows Presentation Foundation (WPF)* und der Auszeichnungssprache *eXtensible Application Markup Language (XAML)*
- ▶ Datenbankanwendungen mit lesendem und schreibendem Zugriff auf unterschiedliche Datenbanksysteme

1.2 Aufbau dieses Buchs

Dieses Buch vermittelt Ihnen zunächst einen einfachen Einstieg in die Programmierung mit C# und der Entwicklungsumgebung Visual Studio 2026. Die Bearbeitung der Beispiele und das selbstständige Lösen der vorliegenden Übungsaufgaben helfen dabei. Dadurch werden Sie schnell erste Erfolgserlebnisse haben, die Sie zum Weitemachen motivieren. In späteren Kapiteln werde ich Ihnen anschließend auch komplexere Themen vermitteln.

Von Anfang an wird mit anschaulichen Windows-Anwendungen gearbeitet. Die Grundlagen der Programmiersprache und die Standardelemente einer Windows-Anwendung, wie Sie sie bereits von anderen Windows-Programmen her kennen, werden gemeinsam vermittelt. Die Anschaulichkeit einer Windows-Anwendung hilft dabei, den eher theoretischen Hintergrund der Programmiersprache leichter zu verstehen.

1.3 Visual Studio 2026

Für dieses Buch wird die frei verfügbare Entwicklungsumgebung *Visual Studio Community 2026* eingesetzt. Sie können sie unter Windows 11 nutzen.

Diese Version von Visual Studio können Sie bei Microsoft herunterladen und auf Ihrem PC installieren. Eine Installationsanleitung finden Sie im Anhang. Die Projekte in diesem Buch wurden unter Windows 11 bearbeitet. Auch die Screenshots sind unter dieser Windows-Version entstanden.

Visual Studio 2026 bietet eine komfortable Entwicklungsumgebung. Sie umfasst einen Editor zur Erstellung des Programmcodes, einen Compiler zur Erstellung der ausführbaren Programme, einen Debugger zur Fehlersuche und vieles mehr. Während der Eingabe Ihres Codes werden Sie im Editor von Hilfsmitteln wie *IntelliSense* und *Copilot* mit vielen wertvollen Hinweisen und Eingabehilfen unterstützt.

Noch eine Anmerkung in eigener Sache: Für die Hilfe bei der Erstellung dieses Buchs bedanke ich mich beim Team des Rheinwerk Verlags, besonders bei Anne Scheibe.

Thomas Theis

1.4 Mein erstes Windows-Programm

Anhand eines ersten Projekts werden Sie nun die verschiedenen Schritte durchlaufen, die zur Erstellung eines einfachen Programms mit C# in Visual Studio notwendig sind. Das Programm soll nach dem Aufruf zunächst so aussehen wie in Abbildung 1.1 gezeigt.

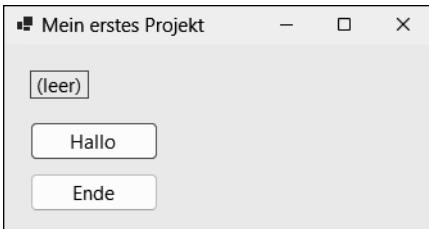


Abbildung 1.1 Erstes Programm nach dem Aufruf

Nach Betätigung des Buttons HALLO soll sich der Text in der obersten Zeile entsprechend verändern (siehe Abbildung 1.2).

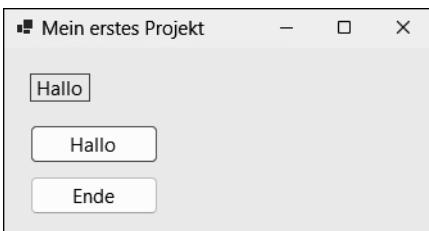


Abbildung 1.2 Nach einem Klick auf den Button »Hallo«

1.5 Visual-Studio-Entwicklungsumgebung

Während der Projekterstellung werden Sie die Visual-Studio-Entwicklungsumgebung Schritt für Schritt kennenlernen.

1.5.1 Ein neues Projekt

Nach dem Aufruf des Programms *Visual Studio Community 2026* betätigen Sie zur Erstellung eines neuen C#-Projekts vom Startbildschirm aus die Schaltfläche NEUES PROJEKT ERSTELLEN (siehe Abbildung 1.3).



Abbildung 1.3 Startbildschirm

Sollten Sie bereits ein Projekt erstellt und anschließend den Startbildschirm wieder geschlossen haben, steht Ihnen auch der Menüpunkt DATEI • NEU • PROJEKT zur Verfügung.

Anschließend wählen Sie aus der Liste der Vorlagen die Vorlage WINDOWS FORMS-APP aus. Sie ist leichter zu finden, nachdem Sie die Liste der Vorlagen mithilfe der drei Hilfslisten gefiltert haben. Wählen Sie in diesen Hilfslisten wie in Abbildung 1.4 die Einträge C#, WINDOWS und DESKTOP aus.

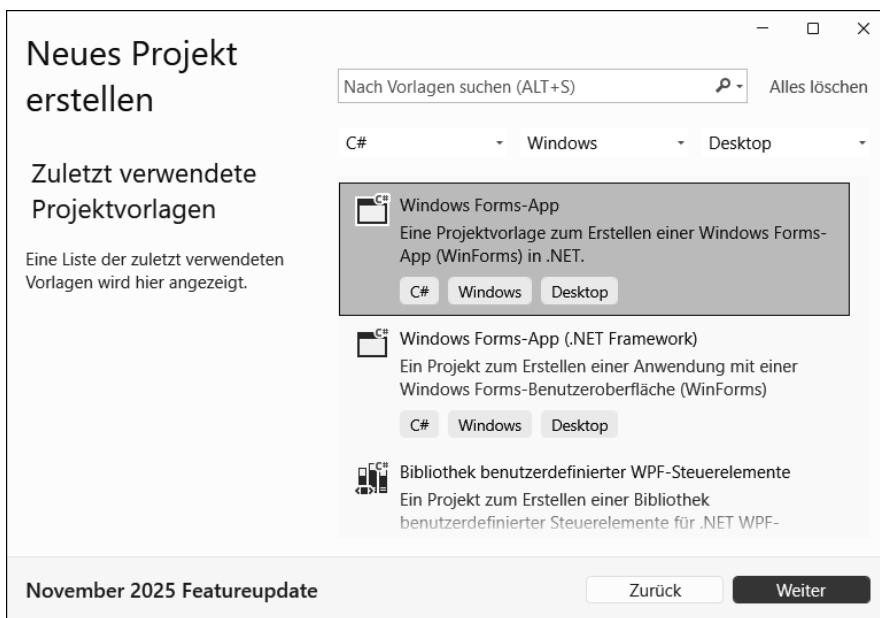


Abbildung 1.4 Vorlage für Windows-Forms-Projekt

Nach Betätigung der Schaltfläche WEITER tragen Sie im nächsten Dialogfeld den Projekt-namen ein, hier zum Beispiel: »HalloWelt«, siehe Abbildung 1.5. Zudem wählen Sie den Ort aus, in dem das Verzeichnis für das Projekt neu erstellt wird.

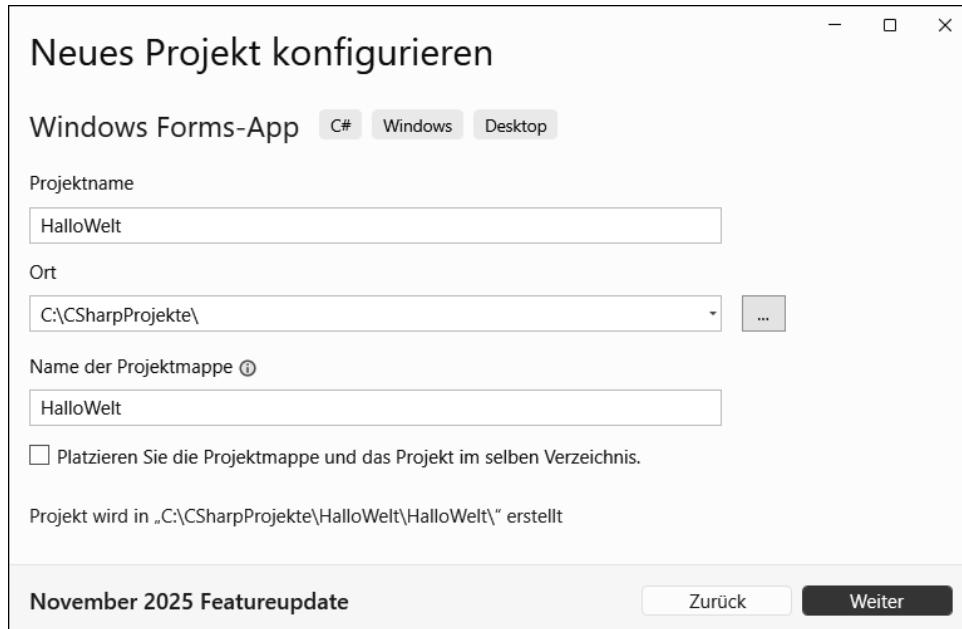


Abbildung 1.5 Projektname und Oberverzeichnis

Wiederum nach der Betätigung der Schaltfläche WEITER wählen Sie das verwendete Framework für Ihr Projekt aus. Nehmen Sie die neueste Version, also .NET 10.0, siehe Abbildung 1.6.

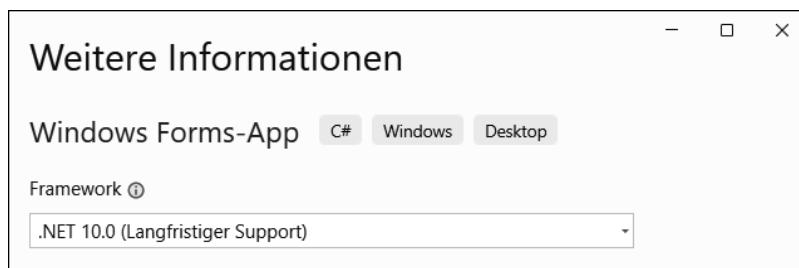


Abbildung 1.6 Auswahl des Zielframeworks

Nach Betätigung der Schaltfläche ERSTELLEN erscheint die Entwicklungsumgebung mit dem neu erstellten Projekt, zunächst mit dem Formular (engl.*form*). Es enthält die Ober-

fläche für die Benutzer des Programms (siehe Abbildung 1.7). Nach dem Erscheinen des Formulars können Sie zwischen der Ansicht des Formulars und der Ansicht des Codes über die Menüpunkte ANSICHT • CODE beziehungsweise ANSICHT • DESIGNER hin- und herschalten.

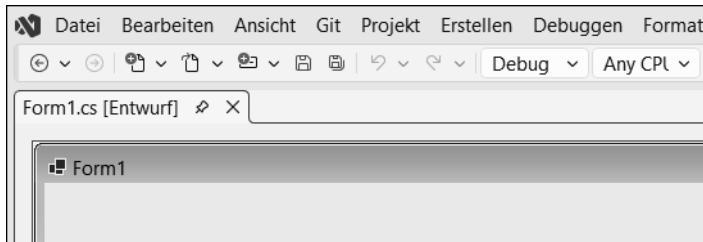


Abbildung 1.7 Benutzerformular

Über das Menü ANSICHT sollten Sie zudem zwei wichtige Hilfsmittel einblenden, und zwar die TOOLBOX und das EIGENSCHAFTEN-Fenster.

Die TOOLBOX (deutsch: Werkzeugkasten) enthält die Steuerelemente für den Benutzer, mit denen er den Ablauf des Programms steuern kann. Sie werden vom Programmentwickler in das Formular eingefügt (siehe Abbildung 1.8).

Sollten in der Toolbox keine Steuerelemente angezeigt werden, klicken Sie einmal auf das Benutzerformular und anschließend wieder auf die Toolbox. Weitere Registerkarten, zum Beispiel DATENQUELLEN, werden nicht benötigt und können jeweils über das Kreuz oben rechts ausgeblendet werden.

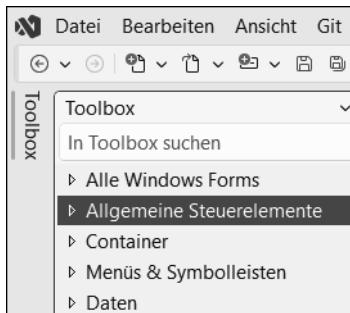


Abbildung 1.8 Verschiedene Kategorien von Steuerelementen

Das EIGENSCHAFTEN-Fenster (engl. *properties window*) dient dem Anzeigen und Ändern der Eigenschaften von Steuerelementen innerhalb des Formulars durch die Programm-

entwicklerin (siehe Abbildung 1.9). Ich empfehle Ihnen, sich die Eigenschaften in alphabetischer Reihenfolge anzeigen zu lassen. Betätigen Sie dazu einfach unter FORM1 SYSTEM.WINDOWS.FORM das zweite Symbol von links.

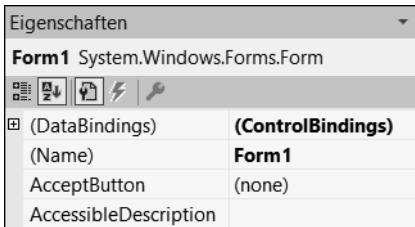


Abbildung 1.9 Eigenschaften-Fenster

Der PROJEKTMAPPEN-EXPLORER (engl. *solution explorer*) zeigt das geöffnete Projekt mit dessen Elementen (siehe Abbildung 1.10). Sollte er nicht angezeigt werden, blenden Sie ihn über das Menü ANSICHT ein.

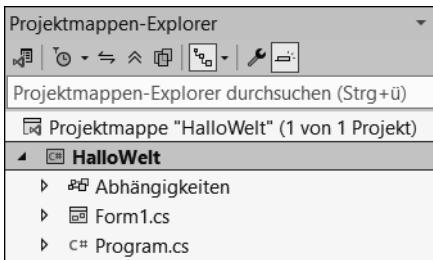


Abbildung 1.10 Projektmappen-Explorer

Ist das Formular nicht sichtbar, führen Sie einen Doppelklick auf den Namen der Formulardatei FORM1.cs im PROJEKTMAPPEN-EXPLORER aus.

Sollten die Eigenschaften eines Steuerelements nicht im bereits sichtbaren EIGENSCHAFTEN-Fenster angezeigt werden, markieren Sie zunächst wiederum den Namen der Formulardatei FORM1.cs im PROJEKTMAPPEN-EXPLORER und anschließend das betreffende Steuerelement. Es empfiehlt sich, den PROJEKTMAPPEN-EXPLORER ein wenig zu gunsten des EIGENSCHAFTEN-Fensters zu verkleinern.

1.5.2 Einfügen von Steuerelementen

Zunächst sollen drei Steuerelemente in das Formular eingefügt werden: ein *Bezeichnungsfeld (Label)* und zwei *Befehlsschaltflächen (Command Buttons, kurz: Buttons)*. Ein

Bezeichnungsfeld dient dazu, einen Text auf der Benutzeroberfläche anzuzeigen, häufig als Bezeichnung eines anderen Steuerelements. Ein Button dient zum Starten bestimmter Programmteile oder, allgemeiner ausgedrückt, zum Auslösen von Ereignissen.

Um ein Steuerelement einzufügen, ziehen Sie es mithilfe der Maus aus der TOOLBOX an die gewünschte Stelle im Formular. Alle Steuerelemente finden sich in der TOOLBOX in der Kategorie ALLE WINDOWS FORMS. Übersichtlicher ist jedoch der Zugriff über die Kategorie ALLGEMEINE STEUERELEMENTE (engl. *common windows forms*, siehe Abbildung 1.11).

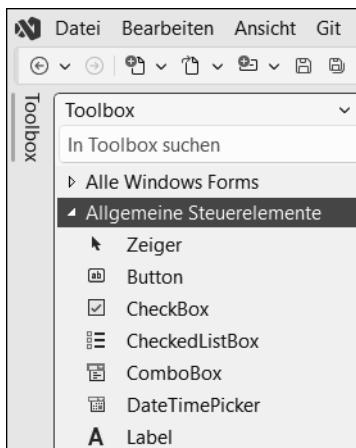


Abbildung 1.11 Allgemeine Steuerelemente

Ein Doppelklick auf ein Steuerelement in der TOOLBOX fügt es ebenfalls in das Formular ein. Position und Größe des Elements können anschließend noch verändert werden. Dazu wählen Sie das betreffende Steuerelement vorher durch einfaches Anklicken aus (siehe Abbildung 1.12). Ein nicht mehr benötigtes Steuerelement können Sie durch Auswählen und Drücken der Taste `Entf` wieder entfernen.

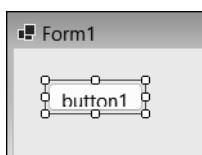


Abbildung 1.12 Ausgewählter Button

Die Größe und andere Eigenschaften des Formulars selbst können Sie ebenfalls verändern. Dazu wählen Sie es vorher durch Anklicken einer freien Stelle im Formular aus.

1.5.3 Arbeiten mit dem Eigenschaften-Fenster

Die eingefügten Steuerelemente haben zunächst einheitliche Namen und Aufschriften; diese sollten Sie für Ihre Programmentwicklung ändern. Es gibt bestimmte Namenskonventionen, die die Lesbarkeit erleichtern: Die Namen enthalten den Typ (mit drei Buchstaben abgekürzt) und die Aufgabe des Steuerelements (jeweils mit großem Anfangsbuchstaben). Ein Button, der die Anzeige der Zeit auslösen soll, wird zum Beispiel mit `CmdZeit` bezeichnet.

Aus den Namen der Steuerelemente ergeben sich auch die Namen der sogenannten *Er-eignismethoden*, ebenfalls mit großem Anfangsbuchstaben, siehe Abschnitt 1.5.5. Auf die Einhaltung der Namenskonventionen wird auch im Editor geachtet.

Vorsilben für häufig genutzte Steuerelemente sind:

- ▶ `Cmd` für einen Command-Button (deutsch: Befehlsschaltfläche)
- ▶ `Txt` für eine TextBox (deutsch: Textfeld)
- ▶ `Lbl` für ein Label (deutsch: Bezeichnungsfeld)
- ▶ `Opt` für einen RadioButton (deutsch: Optionsschaltfläche)
- ▶ `Frm` für ein Form (deutsch: Formular) und
- ▶ `Chk` für eine CheckBox (deutsch: Kontrollkästchen)

Zur Änderung des Namens eines Steuerelements muss es zunächst ausgewählt werden. Das können Sie entweder durch einfaches Anklicken des Steuerelements auf dem Formular oder durch seine Auswahl aus der Liste am oberen Ende des EIGENSCHAFTEN-Fensters tun.

Im EIGENSCHAFTEN-Fenster werden alle Eigenschaften des ausgewählten Steuerelements angezeigt. Die Liste ist zweispaltig: In der linken Spalte steht der Name der Eigenschaft, in der rechten ihr aktueller Wert. Die Eigenschaft (NAME) für den Namen des Steuerelements steht am Anfang der Liste der Eigenschaften. Wählen Sie die betreffende Zeile aus, und geben Sie den neuen Namen ein. Nach Bestätigung mit der Taste  ist die Eigenschaft geändert (siehe Abbildung 1.13).

Es ist übersichtlicher, sich die Eigenschaften in alphabetischer Reihenfolge anzeigen zu lassen. Diese Sortierung können Sie wählen, indem Sie das zugehörige Symbol im Kopf des EIGENSCHAFTEN-Fensters anklicken.

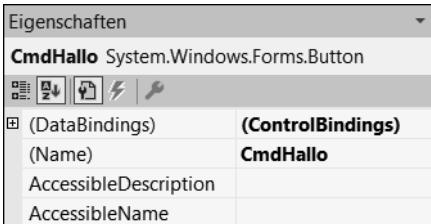


Abbildung 1.13 Button nach der Namensänderung

Die Aufschriften der Buttons, Labels und Formulare entsprechen jeweils den Werten der Eigenschaft Text. Die Eigenschaft Size (deutsch: Größe) besitzt die Untereigenschaften Width (deutsch: Breite) und Height (deutsch: Höhe).

Die Eigenschaft Location (deutsch: Ort, Position) besitzt die Untereigenschaften X (horizontale Position) und Y (vertikale Position). Dabei handelt es sich um die Koordinaten der oberen linken Ecke des Steuerelements, gemessen von der oberen linken Ecke des umgebenden Elements (meist des Formulars). Sämtliche Werte werden in Pixeln angegeben.

Wird der Wert einer Eigenschaft geändert, wirkt sich das unmittelbar auf das Steuerelement im Formular aus. Im Folgenden sind die gewünschten Werte für die Eigenschaften der Steuerelemente dieses Programms in Tabellenform angegeben, siehe Tabelle 1.1.

Typ	Eigenschaft	Einstellung
Formular	Text	Mein erstes Projekt
	Size, Width / Height	350; 200
Label	Name	LblAnzeige
	Text	(leer)
Button	BorderStyle	FixedSingle
	Location, X / Y	20; 20
Button	Name	CmdHallo
	Text	Hallo
	Size, Width / Height	100; 30
	Location, X / Y	20; 60

Tabelle 1.1 Steuerelemente mit Eigenschaften

Typ	Eigenschaft	Einstellung
Button	Name	CmdEnde
	Text	Ende
	Size, Width / Height	100; 30
	Location, X / Y	20; 100

Tabelle 1.1 Steuerelemente mit Eigenschaften (Forts.)

Hiermit legen Sie den Startzustand fest, also diejenigen Werte der Eigenschaften, die die Steuerelemente zu Beginn des Programms beziehungsweise eventuell während des gesamten Programms haben sollen. Viele Eigenschaftswerte können Sie auch noch während der Laufzeit des Programms durch den Programmcode verändern.

Bei einem Label ergibt die Einstellung der Eigenschaft BorderStyle auf FixedSingle einen Rahmen. Zur Änderung auf FixedSingle klappen Sie die Liste bei der Eigenschaft auf und wählen den betreffenden Eintrag aus (siehe Abbildung 1.14). Zur Änderung einiger Eigenschaften müssen Sie gegebenenfalls ein Dialogfeld aufrufen.

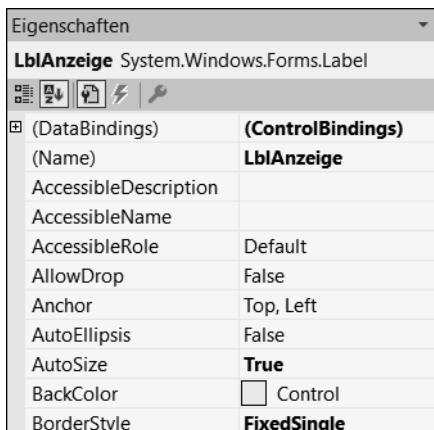


Abbildung 1.14 Label nach der Änderung von Namen und BorderStyle

Im Label soll zunächst der Text (LEER) erscheinen. Hierzu wählen Sie den vorhandenen Text durch Anklicken aus und ändern ihn.

Sie finden alle im aktuellen Formular vorhandenen Steuerelemente in der Liste, die sich am oberen Ende des EIGENSCHAFTEN-Fensters öffnen lässt. Dabei zeigt sich ein Vorteil der einheitlichen Namensvergabe: Die Steuerelemente des gleichen Typs stehen immer direkt untereinander.

1.5.4 Speichern eines Projekts

Die Daten eines C#-Projekts werden innerhalb von Visual Studio in verschiedenen Dateien gespeichert. Zum Speichern des gesamten Projekts verwenden Sie den Menüpunkt DATEI • ALLES SPEICHERN. Diesen Vorgang sollten Sie in regelmäßigen Abständen durchführen, damit keine Änderungen verloren gehen können.

Die in diesem Skript angegebenen Namen erleichtern eine schnelle und eindeutige Orientierung, auch in älteren Programmen.

1.5.5 Das Codefenster

Der Ablauf eines Windows-Programms wird unter anderem durch das Auslösen von Ereignissen durch die Benutzerin gesteuert. Sie löst zum Beispiel die Anzeige des Textes *Hallo* aus, indem sie auf den Button HALLO klickt. Entwickler müssen dafür sorgen, dass aufgrund dieses Ereignisses der gewünschte Text angezeigt wird. Zu diesem Zweck schreiben sie Programmcode und ordnen diesen Code dem Klick-Ereignis zu. Der Code wird in einer sogenannten *Ereignismethode* abgelegt.

Zum Schreiben einer Ereignismethode führen Sie am besten einen Doppelklick auf dem betreffenden Steuerelement aus. Daraufhin erscheint das Codefenster. Zur Erinnerung: Zwischen der Ansicht des Formulars und der Ansicht des Codes können Sie über die Menüpunkte ANSICHT • CODE beziehungsweise ANSICHT • DESIGNER hin- und herschalten. Das ist auch über einen Klick auf den Reiter der betreffenden Registerkarte möglich (siehe Abbildung 1.15).

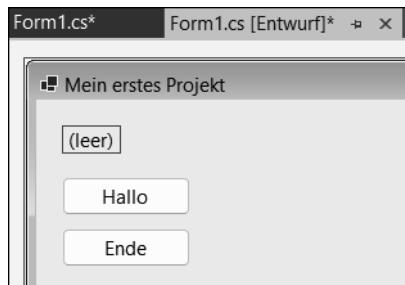


Abbildung 1.15 Registerkarten mit Reitern

Nach erfolgtem Doppelklick auf den Button HALLO erscheinen im Codefenster die folgenden Einträge:

```

namespace HalloWelt
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        public Form1()
        {
            InitializeComponent();
        }

        private void CmdHallo_Click(object sender, EventArgs e)
        {
        }
    }
}

```

Listing 1.1 Projekt »HalloWelt«, Button »Hallo«, ohne Code

Lassen Sie sich nicht von der Vielzahl der automatisch erzeugten Zeilen und den noch unbekannten Inhalten abschrecken. Innerhalb der geschweiften Klammern der Ereignismethode `CmdHallo_Click()` wird später Ihr eigener Programmcode hinzugefügt.

Es folgt ein erster Überblick über die anderen Bestandteile, die in späteren Abschnitten für das eigene Programmieren wichtig werden:

- ▶ C# ist eine objektorientierte Sprache. Ein wichtiges Element objektorientierter Sprachen sind die sogenannten *Klassen*. Klassen eröffnen weitere Programmierungsmöglichkeiten. Namensräume (engl. *namespaces*) wiederum enthalten zusammengehörige Klassen.
- ▶ Dieses erste Projekt verfügt über einen eigenen Namensraum, daher `namespace HalloWelt`.
- ▶ Alle Elemente des aktuellen Formulars `Form1` stehen innerhalb der öffentlich zugänglichen Klasse `Form1`, daher `public class Form1`. Ein Teil der Elemente steht in dieser Datei. Ein anderer Teil, der automatisch erzeugt wurde, steht in einer anderen, hier nicht sichtbaren Datei, daher der Zusatz `partial` (deutsch: teilweise).
- ▶ Die Methode `InitializeComponent()` enthält Programmzeilen, die das Aussehen und Verhalten der Steuerelemente des Programms bestimmen.
- ▶ Der Zusatz `private` bedeutet, dass die Ereignismethode `CmdHallo_Click()` nur in dieser Klasse bekannt ist. Mit `void` wird gekennzeichnet, dass diese Methode lediglich etwas ausführt, aber kein Ergebnis zurückliefert.

- Auf weitere Einzelheiten dieser automatisch erzeugten Bestandteile werde ich zu einem späteren Zeitpunkt eingehen, da es hier noch nicht notwendig ist und eher verwirren würde.

Der anfänglich ausgeführte Doppelklick führt immer zu dem Ereignis, das am häufigsten mit dem betreffenden Steuerelement verbunden wird. Das ist beim Button das Ereignis `Click`. Zu einem Steuerelement gibt es aber auch noch andere mögliche Ereignisse.

Bei den nachfolgenden Programmen werden nur noch diejenigen Teile im Buch abgebildet, die von der Entwicklerin per Codeeingabe erzeugt werden, sowie diejenigen Teile des automatisch erzeugten Codes, die wichtig für das allgemeine Verständnis sind.

Sie können sich jederzeit den vollständigen Programmcode ansehen, falls Sie eines der Beispielprojekte laden und ausprobieren. Alle Beispielprojekte finden Sie zum Download auf der Webseite zum Buch in den MATERIALIEN.



Hinweis

Lassen sie sich nicht irritieren, falls in Ihrer Installation von Visual Studio blaue Linien unter den deutschen Begriffen im Code erscheinen. Diese Begriffe sind nur für die englische Rechtschreibprüfung unbekannt, beeinflussen aber nicht die korrekte Funktion des Codes oder den Ablauf des Programms. Als mögliche Korrekturmaßnahme wird Ihnen unter anderem eine Deaktivierung der Rechtschreibprüfung vorgeschlagen.

1.5.6 Schreiben von Programmcode

In der Methode `CmdHallo_Click()` soll eine Befehlszeile eingefügt werden, sodass sie anschließend wie folgt aussieht:

```
private void CmdHallo_Click(object sender, EventArgs e)
{
    LblAnzeige.Text = "Hallo";
}
```

Listing 1.2 Projekt »HalloWelt«, Button »Hallo«, mit Code

Der ausgegebene Text muss in Anführungszeichen gesetzt werden.

Der Inhalt einer Methode setzt sich aus einzelnen Anweisungen zusammen, die nacheinander ausgeführt werden. Die vorliegende Methode enthält nur eine Anweisung; in ihr wird mithilfe des Gleichheitszeichens eine Zuweisung durchgeführt.

Bei einer Zuweisung wird der Ausdruck rechts vom Gleichheitszeichen ausgewertet und der Variablen, der Objekteigenschaft oder der Steuerelementeigenschaft links vom Gleichheitszeichen zugewiesen. Die Zeichenkette `Hello` wird der Eigenschaft `Text` des Steuerelements `LblAnzeige` mittels der Schreibweise `Steuerelement.Eigenschaft = Wert` zugewiesen. Das führt zur Anzeige des Werts.

Nach dem Wechsel auf die Formularansicht können Sie das nächste Steuerelement auswählen, für das eine Ereignismethode geschrieben werden soll. Innerhalb des Codefenters kann Text mit den gängigen Methoden der Textverarbeitung editiert, kopiert, verschoben und gelöscht werden.

In der Ereignismethode `CmdEnde_Click()` soll der folgende Code stehen:

```
private void CmdEnde_Click(object sender, EventArgs e)
{
    Close();
}
```

Listing 1.3 Projekt »HalloWelt«, Button »Ende«

Die Methode `Close()` dient dem Schließen eines Formulars. Da es sich um das einzige Formular dieses Projekts handelt, wird dadurch das Programm beendet und die gesamte Windows-Anwendung geschlossen.

Dies waren einige Beispiele zur Änderung der Eigenschaften eines Steuerelements zur Laufzeit des Programms durch Programmcode. Sie erinnern sich: Zu Beginn hatten wir bereits die Starteigenschaften der Steuerelemente im EIGENSCHAFTEN-Fenster eingestellt.

1.5.7 Kommentare

Bei längeren Programmen mit vielen Anweisungen gehört es zum guten Programmierstil, Kommentarzeilen zu schreiben. In diesen Zeilen werden einzelne Anweisungen oder auch längere Blöcke von Anweisungen erläutert, damit Sie selbst oder auch ein anderer Programmierer sie später leichter nachvollziehen können. Kommentare werden nicht übersetzt oder ausgeführt.

Ein Kommentar beginnt mit der Zeichenkombination `/*`, endet mit der Zeichenkombination `*/` und kann sich über mehrere Zeilen erstrecken. Eine andere Möglichkeit ergibt sich durch die Zeichenkombination `//`. Ein solcher Kommentar erstreckt sich nur bis zum Ende der Zeile.

Der folgende Programmcode wird um einen Kommentar ergänzt:

```
private void CmdEnde_Click(object sender, EventArgs e)
{
    /* Diese Anweisung beendet
       das Programm */
    Close();
}
```

Listing 1.4 Projekt »HalloWelt«, Button »Ende«, mit Kommentar

Hier noch ein kleiner Trick: Sollen bestimmte Programmzeilen für einen Test des Programms kurzfristig nicht ausgeführt werden, können Sie sie auskommentieren, indem Sie die Zeichenkombination // vor die betreffenden Zeilen setzen. Das geht sehr schnell, indem Sie die betreffenden Zeilen markieren und anschließend das entsprechende Symbol in der Symbolleiste anklicken (siehe Abbildung 1.16).

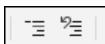


Abbildung 1.16 Kommentar ein/aus

Rechts daneben befindet sich das Symbol, das die Auskommentierung nach dem Test wieder rückgängig macht.

1.5.8 Starten, Ausführen und Beenden des Programms

Nach dem Einfügen der Steuerelemente und dem Erstellen der Ereignismethoden ist das Programm fertig und kann gestartet werden. Dazu betätigen Sie den START-Button in der Symbolleiste (dreieckiger grüner Pfeil nach rechts). Alternativ starten Sie das Programm über die Funktionstaste **F5** oder den Menüpunkt DEBUGGEN • DEBUGGEN STARTEN. Das Formular erscheint, und das Betätigen der Buttons führt zum programmierten Ergebnis.

Zur regulären Beendigung eines Programms ist der Button mit der Aufschrift ENDE vorgesehen. Möchten Sie ein Programm während des Verlaufs vorzeitig abbrechen, können Sie auch den ENDE-Button in der Symbolleiste (rotes Quadrat) betätigen. Alternativ beenden Sie das Programm über die Tastenkombination **Alt+F4** oder den Menüpunkt DEBUGGEN • DEBUGGEN BEENDEN.

Tritt während der Ausführung eines Programms ein Fehler auf, werden Sie darauf hingewiesen, und das Codefenster zeigt die entsprechende Ereignismethode sowie die feh-

lerhafte Zeile an. In diesem Fall beenden Sie das Programm, korrigieren den Code und starten das Programm wieder.

Es ist empfehlenswert, das Programm bereits während der Entwicklung mehrmals durch einen Aufruf zu testen und nicht erst, wenn das Programm vollständig erstellt worden ist.

Ein geeigneter Zeitpunkt dazu ergibt sich zum Beispiel

- ▶ nach dem Einfügen der Steuerelemente und dem Zuweisen der Eigenschaften, die Sie zu Programmbeginn benötigen, oder
- ▶ nach dem Erstellen jeder Ereignismethode.

1.5.9 Ausführbares Programm

Nach erfolgreichem Test des Programms können Sie die ausführbare Datei (*.exe*-Datei) auch außerhalb der Entwicklungsumgebung aufrufen. Haben Sie an den vorgegebenen Einstellungen nichts verändert, findet sie sich im Unterverzeichnis *HelloWelt/bin/Debug/net10.0-windows* des aktuellen Projekts. Das Programm kann mithilfe eines Doppelklicks auf diese Datei im Windows-Explorer gestartet werden.

Die Weitergabe eines eigenen Windows-Programms auf einen anderen PC ist etwas aufwendiger. Diesen Vorgang werde ich im Anhang beschreiben.

1.5.10 Schließen und Öffnen eines Projekts

Um ein Projekt zu schließen, wählen Sie den Menüpunkt DATEI • PROJEKTMAPPE SCHLIESSEN. Haben Sie Veränderungen vorgenommen, werden Sie vorher gefragt, ob Sie diese Änderungen speichern möchten.

Wollen Sie die Projektdaten sicherheitshalber zwischendurch speichern, ist das über den Menüpunkt DATEI • ALLES SPEICHERN möglich. Das ist bei längeren Entwicklungsphasen sehr zu empfehlen.

Zum Öffnen eines vorhandenen Projekts wählen Sie entweder auf dem Startbildschirm die große Schaltfläche PROJEKT ODER PROJEKTMAPPE ÖFFNEN oder den Menüpunkt DATEI • ÖFFNEN • PROJEKT/PROJEKTMAPPE. Im Dialogfeld PROJEKT ÖFFNEN wählen Sie zunächst das gewünschte Projektverzeichnis aus und anschließend die gleichnamige Projektmappendatei mit der Endung *.slnx*.

Alle Beispielprojekte finden Sie zum Download auf der Webseite zum Buch in den MATERIALIEN. Sollte eines der Projekte einmal nicht gestartet werden können, sollten Sie es über den Menüpunkt ERSTELLEN • PROJEKTMAPPE NEU ERSTELLEN neu erstellen.

1.5.11 Übung »UName«

Erzeugen Sie ein Windows-Programm mit einem Formular, das zwei Buttons und ein Label enthält (siehe Abbildung 1.17). Bei Betätigung des ersten Buttons erscheint im Label Ihr Name. Bei Betätigung des zweiten Buttons wird das Programm beendet. Hier einige Namensvorschläge: Projektname *UName*, Buttons *CmdMeinName* und *CmdEnde*, Label *LblMeinName*.

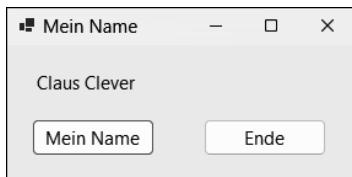


Abbildung 1.17 Übung »UName«

Alle Lösungen zu den Übungsaufgaben finden Sie zum Download auf der Webseite zum Buch in den MATERIALIEN.

1.6 Ausgaben

In C#-Anwendungen werden neben einfachen Texten auch Zahlenwerte, Ergebnisse von Berechnungen, Eigenschaften von Objekten und komplexe Ausdrücke ausgegeben. Im Projekt *GrundlagenAusgaben* in diesem Abschnitt werden einige Regeln für Ausgaben erläutert.

Die Benutzeroberfläche des Programms enthält die vier Buttons *CmdAnzeigen1* bis *CmdAnzeigen4* und ein Label mit dem Namen *LblAnzeige*.

1.6.1 Methode »ToString()«

Nach der Betätigung des ersten Buttons erscheint ein Zahlenwert im Label, siehe Abbildung 1.18. Die Ereignismethode dazu sieht wie folgt aus:

```
private void CmdAnzeigen1_Click(object sender, EventArgs e)
{
    int x = 42;
    // LblAnzeige.Text = x;
    // LblAnzeige.Text = x + "";
    LblAnzeige.Text = x.ToString();
}
```

Listing 1.5 Projekt »GrundlagenAusgaben«, erster Button

In diesem Programm kommt die erste Variable zum Einsatz. Sie hat den Namen `x`. Variablen dienen allgemein zum Speichern von Werten. In Variablen des Datentyps `int` können ganzzahlige Werte gespeichert werden. Mithilfe eines Gleichheitszeichens wird der Variablen `x` der Wert 42 zugewiesen. Mehr zu Variablen und Datentypen folgt in Abschnitt 2.1.

Im Label soll der Wert von `x` ausgegeben werden. Die Zuweisung `LblAnzeige.Text = x` führt zu einem Fehler, da die Eigenschaft `Text` des Labels eine Zeichenkette erwartet und keinen Zahlenwert. Daher ist diese Anweisung auskommentiert.

Die Zahl muss zunächst in eine Zeichenkette umgewandelt werden. Das könnten Sie erreichen, indem Sie `x` mithilfe des Verkettungsoperators `+` mit einer leeren Zeichenkette verbinden. Diese Lösung ist allerdings nicht sehr elegant und daher hier ebenfalls auskommentiert.

Die Methode zur korrekten Umwandlung heißt `ToString()`. Sie wird hier für die Variable `x` aufgerufen und liefert eine Zeichenkette, die der Eigenschaft `Text` des Labels zugewiesen werden kann.

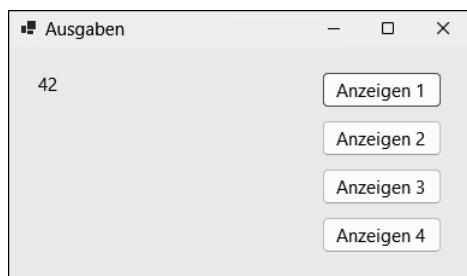


Abbildung 1.18 Ausgabe eines Zahlenwerts

1.6.2 String-Interpolation

Mithilfe der String-Interpolation können Sie Werte von Variablen, Ergebnisse von Berechnungen, Eigenschaften von Objekten und komplexe Ausdrücke unmittelbar und in übersichtlicher Form in Zeichenketten einbetten, siehe Abbildung 1.19. Das geschieht hier nach der Betätigung des zweiten Buttons:

```
private void CmdAnzeigen2_Click(...)
{
    int x = 42;
    LblAnzeige.Text = $"Wert: {x}";
}
```

Listing 1.6 Projekt »GrundlagenAusgaben«, zweiter Button

Die String-Interpolation wird mit dem Operator \$ vor der Zeichenkette eingeleitet. Die gewünschten Variablen werden jeweils in geschweifte Klammern gesetzt.

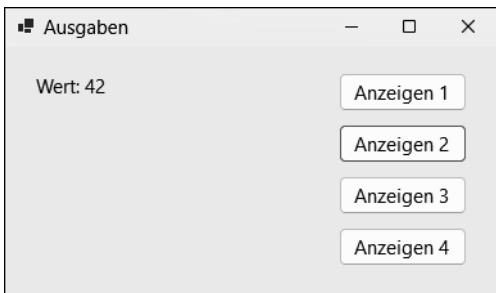


Abbildung 1.19 String-Interpolation



Hinweis

Im Kopfteil vieler Ereignismethoden stehen häufig die Standardparameter sender der allgemeinen Klasse object und e der Klasse EventArgs. Sie werden aus Gründen der Übersichtlichkeit im weiteren Verlauf des Buchs durch drei Punkte ersetzt. Sie werden künftig nur noch dargestellt, wenn es auf ihre Inhalte ankommt.

1.6.3 Zeilenumbrüche

Lange Anweisungen im Programmcode können mithilfe von Umbrüchen über mehrere Zeilen verteilt und damit besser lesbar gemacht werden. Das geschieht auch für den Abdruck langer Anweisungen in diesem Buch.

Die Ausgabe eines Programms kann ebenfalls über mehrere Zeilen verteilt werden, und zwar mithilfe der Zeichenfolge "\n", siehe Abbildung 1.20.

Beides wird in der Ereignismethode für den dritten Button gezeigt:

```
private void CmdAnzeigen3_Click(...)
{
    int x = 25, y = 17, z;
    z = x + y;
    LblAnzeige.Text = "Das Ergebnis der " +
        $"Berechnung:\n{x} + {y} = {z}";
}
```

Listing 1.7 Projekt »GrundlagenAusgaben«, dritter Button

Zunächst findet eine Berechnung statt. Die Werte der beiden ganzzahligen Variablen `x` und `y` werden addiert. Das Ergebnis wird in der ganzzahligen Variablen `z` gespeichert. Die gesamte Berechnung wird ausgegeben.

Es handelt sich um eine lange Anweisung, die über zwei Zeilen verteilt wird. Der Umbruch findet in der Zeichenkette statt. Es werden zwei Zeichenketten gebildet, die mithilfe des Verkettungsoperators `+` verbunden werden. Die drei Variablen werden mithilfe der String-Interpolation in der zweiten Zeichenkette eingebettet.

Die Zeichenfolge "`\n`" kann, unabhängig von der String-Interpolation, an beliebigen Stellen in einer Zeichenkette eingebettet werden.

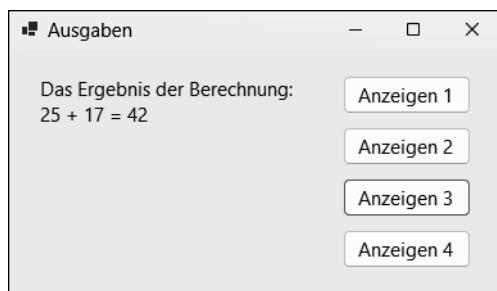


Abbildung 1.20 Zeilenumbrüche

Hinweis

Die Umbrüche zwischen den einzelnen Zeilen einer langen Anweisung können nicht an jeder beliebigen Stelle durchgeführt werden. Ich empfehle die folgenden Stellen:

- ▶ nach einer öffnenden Klammer
- ▶ vor einer schließenden Klammer
- ▶ nach einem Komma in einem Satz
- ▶ nach einem Operator
- ▶ nach einem Punkt hinter einem Objektnamen

Führen Sie im Editor einen Zeilenumbruch innerhalb einer Zeichenkette durch, werden beide Teile der Zeichenkette automatisch durch Anführungszeichen begrenzt und durch den Verkettungsoperator `+` miteinander verbunden.

1.6.4 Dialogfeld für Ausgabe

Die statische Methode `Show()` der Klasse `MessageBox` bietet die Möglichkeit, eine Ausgabe in einem eigenen Dialogfeld hervorzuheben, siehe Abbildung 1.21. Der Benutzer muss



das Lesen der Information zunächst bestätigen, bevor das Programm weiterläuft. Die Methode erwartet als Parameter innerhalb der runden Klammern eine Zeichenkette. Diese kann nach den beschriebenen Regeln erstellt werden.

Es folgt die Ereignismethode für den vierten Button:

```
private void CmdAnzeigen4_Click(...)  
{  
    int x = 25, y = 17, z;  
    z = x + y;  
    MessageBox.Show("Das Ergebnis der " +  
        $"Berechnung:\n{x} + {y} = {z}");  
    LblAnzeige.Text = "Ende";  
}
```

Listing 1.8 Projekt »GrundlagenAusgaben«, vierter Button

Das Dialogfeld kann von Entwicklern auch dazu genutzt werden, während der Entwicklung eines Programms die Werte bestimmter Variablen zu bestimmten Zeitpunkten zu kontrollieren.

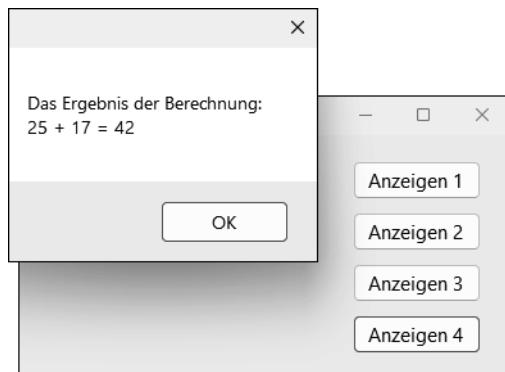


Abbildung 1.21 Dialogfeld für Ausgabe



Hinweis

Mehr zu statischen Elementen einer Klasse finden Sie in Abschnitt 5.9.

1.7 Arbeiten mit Steuerelementen

In diesem Abschnitt lernen Sie anhand eines neuen Projekts mit dem Namen *GrundlagenSteuerelemente* mehr über den Umgang mit Steuerelementen.

1.7.1 Steuerelemente formatieren

Zur besseren Anordnung der Steuerelemente auf dem Formular können Sie sie mithilfe der Maus nach Augenmaß verschieben. Steht dabei das aktuelle Element horizontal oder vertikal parallel zu einem anderen Element, erscheinen automatisch Hilfslinien.

Weitere Möglichkeiten bieten die Menüpunkte im Menü FORMAT. Sollte das Menü nicht sichtbar sein: Markieren Sie in der Formular-Ansicht das Formular oder eines der Steuerelemente, und achten Sie darauf, dass im Eigenschaftenfenster die Eigenschaften des betreffenden Elements angezeigt werden. Spätestens dann wird das Menü FORMAT eingeblendet.

Sollen mehrere Steuerelemente auf einmal formatiert werden, müssen sie zuvor markiert werden (siehe Abbildung 1.22). Das geschieht entweder:

- ▶ durch Umrahmung der Elemente mit einem Rechteck, nachdem Sie zuvor das Steuerelement Zeiger ausgewählt haben, oder
- ▶ durch Mehrfachauswahl, indem Sie ab dem zweiten auszuwählenden Steuerelement die **[Shift]**-Taste (wie für Großbuchstaben) oder die **[Strg]**-Taste gedrückt halten.

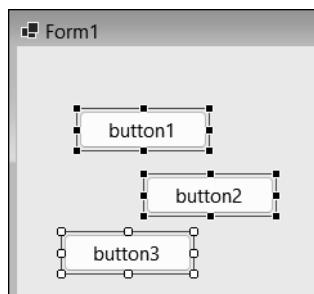


Abbildung 1.22 Mehrere markierte Elemente

Über das Menü FORMAT haben Sie anschließend folgende Möglichkeiten zur Anpassung der Steuerelemente:

- ▶ Die ausgewählten Steuerelemente können horizontal oder vertikal zueinander ausgerichtet werden (Menü FORMAT • AUSRICHTEN).

- ▶ Auch die horizontalen und/oder vertikalen Dimensionen der ausgewählten Steuerelemente können angeglichen werden (Menü FORMAT • GRÖSSE ANGLEICHEN).
- ▶ Zudem können die horizontalen und vertikalen Abstände zwischen den ausgewählten Steuerelementen angeglichen, vergrößert, verkleinert oder entfernt werden (Menü FORMAT • HORIZONTALER ABSTAND/VERTIKALER ABSTAND).
- ▶ Die Steuerelemente können horizontal oder vertikal innerhalb des Formulars zentriert werden (Menü FORMAT • AUF FORMULAR ZENTRIEREN).
- ▶ Sollten sich die Steuerelemente teilweise überlappen, können Sie einzelne Steuerelemente in den Vorder- beziehungsweise Hintergrund schieben (Menü FORMAT • REIHENFOLGE).
- ▶ Sie können alle Steuerelemente gleichzeitig gegen versehentliches Verschieben absichern (Menüpunkt FORMAT • STEUERELEMENTE SPERREN). Diese Sperrung gilt nur während der Entwicklung des Programms.

Abbildung 1.23 zeigt ein Formular mit drei Buttons, die alle linksbündig ausgerichtet sind und den gleichen vertikalen Abstand voneinander haben.

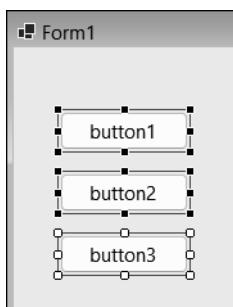


Abbildung 1.23 Nach der Formatierung

Übung

Laden Sie das Projekt *HalloWelt* aus Abschnitt 1.4, markieren Sie darin mehrere Steuerelemente, und testen Sie anschließend die einzelnen Möglichkeiten des FORMAT-Menüs aus.

1.7.2 Steuerelemente kopieren

Zur effektiveren Bearbeitung können vorhandene Steuerelemente einschließlich aller ihrer Eigenschaften kopiert werden. Markieren Sie hierzu die gewünschten Steuerelemente, und kopieren Sie sie über die beiden Menüpunkte BEARBEITEN • KOPIEREN (Tastenkombination **Strg**+**C**) und BEARBEITEN • EINFÜGEN (Tastenkombination

[Strg]+[V]). Anschließend sollten Sie die neu erzeugten Steuerelemente direkt umbenennen und an den gewünschten Positionen anordnen.

Übung

Laden Sie das Projekt *HelloWelt* aus Abschnitt 1.4, und kopieren Sie einzelne Steuerelemente. Kontrollieren Sie anschließend die Liste der vorhandenen Steuerelemente im EIGENSCHAFTEN-Fenster auf eine einheitliche Namensgebung.

1.7.3 Eigenschaften zur Laufzeit ändern

Steuerelemente haben unter anderem die Eigenschaften **Size** (mit den Komponenten **Width** und **Height**) und **Location** (mit den Komponenten **X** und **Y**) zur Angabe von Größe und Position.

Alle Eigenschaften können sowohl während der Entwicklungszeit als auch während der Laufzeit eines Projekts verändert werden. Zur Änderung während der Entwicklungszeit können Sie die Eigenschaftswerte wie gewohnt im EIGENSCHAFTEN-Fenster eingeben. Als Beispiel für Änderungen während der Laufzeit soll hingegen das folgende Programm im Projekt *GrundlagenSteuerelemente* dienen (siehe Abbildung 1.24).

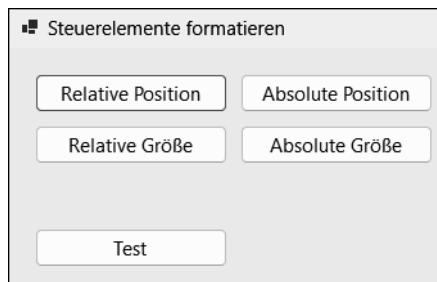


Abbildung 1.24 Position und Größe bestimmen

Es wird nur der Teil des Programmcodes angezeigt, der verändert wurde:

```
private void CmdPositionRel_Click(...)
{
    CmdTest.Location = new Point(
        CmdTest.Location.X + 20, CmdTest.Location.Y);
}
private void CmdPositionAbs_Click(...)
{
    CmdTest.Location = new Point(100, 150);
```

```

}
private void CmdGroesseRel_Click(...)
{
    CmdTest.Size = new Size(
        CmdTest.Size.Width + 20, CmdTest.Size.Height);
}
private void CmdGroesseAbs_Click(...)
{
    CmdTest.Size = new Size(50, 100);
}

```

Listing 1.9 Projekt »GrundlagenSteuerelemente«, Position und Größe

Das Formular enthält zunächst fünf Buttons. Die oberen vier Buttons dienen der Veränderung von Position und Größe des fünften Buttons. Die Position eines Elements kann relativ zur aktuellen Position oder auf absolute Werte eingestellt werden. Das Gleiche gilt für die Größe eines Elements. Bei beiden Angaben handelt es sich um Wertepaare (X/Y beziehungsweise Breite/Höhe).

Zur Einstellung der Position dient die Struktur Point aus dem Standard-Namensraum System.Drawing. Ein Objekt dieser Struktur liefert ein Wertepaar. In diesem Programm wird mit new jeweils ein neues Objekt der Struktur Point erzeugt, um das Wertepaar bereitzustellen. Zwei Buttons dienen zur Veränderung der Position:

- ▶ Bei Betätigung des Buttons ABSOLUTE POSITION wird die Position des fünften Buttons auf die Werte X=100 und Y=150 gestellt, jeweils gemessen von der linken oberen Ecke des Formulars.
- ▶ Bei Betätigung des Buttons RELATIVE POSITION wird die Position des fünften Buttons auf die Werte X = CmdTest.Location.X + 20 und Y = CmdTest.Location.Y gestellt. Bei X wird also der alte Wert der Komponente X um 20 erhöht, das Element bewegt sich nach rechts. Bei Y wird der alte Wert der Komponente Y nicht verändert, das Element bewegt sich somit nicht nach oben oder unten.

Zur Einstellung der Größe dient die Struktur Size, ebenfalls aus dem Namensraum System.Drawing. Ein Objekt dieser Struktur liefert ebenfalls ein Wertepaar. Hier wird mit new jeweils ein neues Objekt der Struktur Size erzeugt, um das Wertepaar bereitzustellen. Zwei Buttons dienen zur Veränderung der Größe:

- ▶ Bei Betätigung des Buttons ABSOLUTE GRÖSSE wird die Größe des fünften Buttons auf die Werte Width = 50 und Height = 100 gestellt.

- Bei Betätigung des Buttons RELATIVE GRÖSSE wird die Größe des fünften Buttons auf die Werte Width = CmdTest.Size.Width + 20 und Height = CmdTest.Size.Height gestellt. Bei Width wird also der alte Wert der Komponente Width um 20 erhöht, das Element wird breiter. Bei Height wird der frühere Wert der Komponente Height nicht verändert; das Element verändert seine Höhe daher nicht.

Nach einigen Klicks sieht das Formular aus wie in Abbildung 1.25.

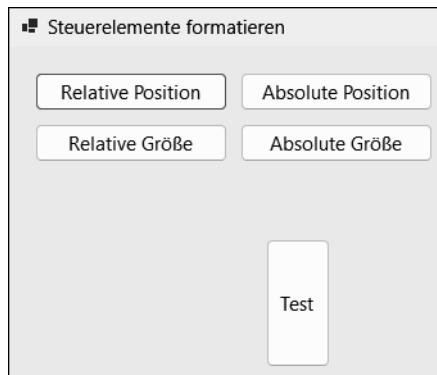


Abbildung 1.25 Veränderung von Eigenschaften zur Laufzeit

1.7.4 Ausgabe von Eigenschaften

In einem Label des Formulars werden die aktuelle Position und Größe des Buttons nach Betätigung des Buttons ANZEIGEN ausgegeben:

```
private void CmdAnzeigen_Click(...)
{
    LblAnzeige.Text = $"X:{CmdTest.Location.X} " +
        $"Y:{CmdTest.Location.Y}\n" +
        $"Breite:{CmdTest.Size.Width} " +
        $"Höhe:{CmdTest.Size.Height}";
}
```

Listing 1.10 Projekt »GrundlagenSteuerelemente«, Anzeige

Mithilfe des Verkettungsoperators + werden vier Zeichenketten für die Ausgabe miteinander verbunden. Eine einzige lange Zeichenkette hätte ebenfalls ausgereicht, wäre aber nicht so übersichtlich und außerdem für den Abdruck im Buch zu lang gewesen.

Die erste Zeichenkette enthält zunächst den Text "X:". Anschließend folgt dank der String-Interpolation der Wert von CmdTest.Location.X und nicht der Text "CmdTest.Location.X". Die anderen drei Zeichenketten werden auf dieselbe Art gebildet.

Nach einigen Klicks und der Betätigung des Buttons ANZEIGEN sieht das Formular aus wie in Abbildung 1.26.

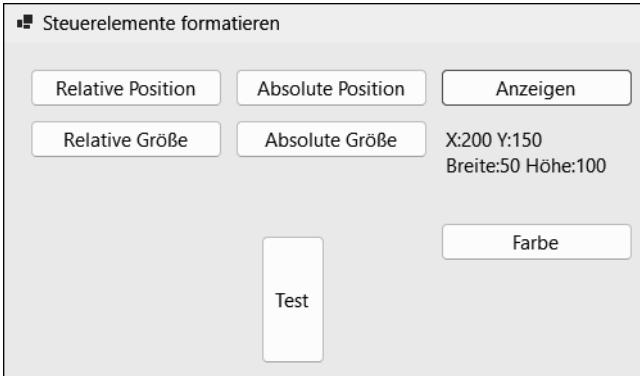


Abbildung 1.26 Anzeige der Eigenschaften

1.7.5 Farben und die Struktur »Color«

Die Hintergrundfarbe eines Steuerelements wird mit der Eigenschaft BackColor festgelegt. Dabei können Sie die Farbe zur Entwicklungszeit wie folgt einstellen: Sie wählen die Eigenschaft BackColor aus, klappen die Liste auf, wählen den Reiter BENUTZERDEFINIERT und danach eine Farbe aus, zum Beispiel Hellrot. Anschließend erscheint der zugehörige Farbcode als Wert der Eigenschaft (hier: 255;128;128). Diese Werte stehen für den Rot-, Grün- und Blau-Anteil der Farbe, jeweils zwischen 0 und 255. Alternativ können Sie für übliche Farben auch den englischen Farbnamen (Red, White, Black ...) eingeben.

Ein Beispiel, ebenfalls im Projekt *GrundlagenSteuerelemente*:

```
private void CmdFarbe_Click(...)  
{  
    BackColor = Color.Yellow;  
    LblAnzeige.BackColor = Color.FromArgb(192, 255, 0);  
}
```

Listing 1.11 Projekt »GrundlagenSteuerelemente«, Farbe

Hintergrundfarben und andere Farben können Sie auch zur Laufzeit einstellen. Dabei bedienen Sie sich der Farbwerte aus der Struktur Color, ebenfalls aus dem Namensraum

System.Drawing. Sie bietet vordefinierte Farbnamen, zum Beispiel Yellow. Der Wert kann der Eigenschaft BackColor eines Steuerelements zugewiesen werden.

Die Klasse Form1 beschreibt das Aussehen und Verhalten des Formulars selbst. Zur Änderung einer Eigenschaft des Formulars müssen Sie nur den Namen der Eigenschaft angeben, ohne den Namen eines Steuerelements davor.

Außerdem bietet die Struktur Color die Methode FromArgb(). Diese können Sie zum Beispiel mit drei Parametern aufrufen, nämlich den Werten für den Rot-, Grün- und Blauanteil der Farbe.

Der betreffende Teil des Formulars sieht nach der Änderung der Farben aus wie in Abbildung 1.27.

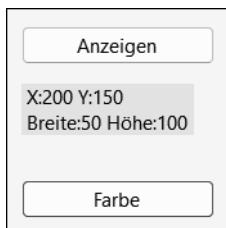


Abbildung 1.27 Nach Änderung der Farben

Kapitel 2

Grundlagen

In diesem Kapitel erlernen Sie auf anschauliche Weise die Sprachgrundlagen von C# in Verbindung mit den gängigen Steuerelementen von Windows-Programmen.

In den folgenden Abschnitten lernen Sie wichtige Elemente der Programmierung, wie Variablen, Operatoren, Verzweigungen und Schleifen, gemeinsam mit wohlbekannten, häufig verwendeten Steuerelementen kennen.

2.1 Variablen und Datentypen

Variablen dienen der vorübergehenden Speicherung von Daten, die sich während der Laufzeit eines Programms ändern können. Eine Variable besitzt einen eindeutigen Namen, unter dem sie angesprochen werden kann.

2.1.1 Namen und Werte

Für die Namen von Variablen gelten in C# die folgenden Regeln:

- ▶ Sie beginnen mit einem Buchstaben.
- ▶ Sie können nur aus Buchstaben, Zahlen und einigen wenigen Sonderzeichen (wie zum Beispiel dem Unterstrich `_`) bestehen.
- ▶ Sie dürfen Umlaute oder auch das »ß« enthalten. Allerdings kann das zu Fehlern beim Einsatz in anderssprachigen Umgebungen führen. Daher rate ich davon ab.
- ▶ Innerhalb eines Gültigkeitsbereichs dürfen nicht zwei Variablen mit demselben Namen deklariert werden (siehe Abschnitt 2.1.3).

Variablen erhalten ihre Werte durch Zuweisung per Gleichheitszeichen. Kommt eine Variable auf der rechten Seite des Gleichheitszeichens vor, muss sie vorher einen Wert erhalten haben. Andernfalls wird ein Fehler gemeldet.

2.1.2 Datentypen

Neben dem Namen besitzt jede Variable einen Datentyp, der die Art der Information bestimmt, die gespeichert werden kann. Der Entwickler wählt den Datentyp danach aus, ob er Texte, Zahlen ohne Nachkommastellen, Zahlen mit Nachkommastellen oder zum Beispiel logische Werte speichern möchte. Außerdem muss er sich bei Zahlen Gedanken über die Größe des Zahlenbereichs und die Genauigkeit machen.

Die wichtigsten von C# unterstützten Datentypen können in einige große Gruppen unterteilt werden:

Es gibt Datentypen zur Speicherung von ganzen Zahlen:

- ▶ den Datentyp `byte` mit Werten von 0 bis 255
- ▶ den Datentyp `short` mit Werten von -32.768 bis 32.767
- ▶ den Datentyp `int` mit Werten von -2.147.483.648 bis 2.147.483.647
- ▶ den Datentyp `long` mit Werten von -9.223.372.036.854.775.808 bis 9.223.372.036.854.775.807

Außerdem gibt es Datentypen zur Speicherung von Zahlen mit Nachkommastellen:

- ▶ den Datentyp `float` mit einfacher Genauigkeit und Werten von ca. $-3,4 \times 10^{38}$ bis ca. $3,4 \times 10^{38}$
- ▶ den Datentyp `double` mit doppelter Genauigkeit und Werten von ca. $-1,7 \times 10^{308}$ bis ca. $1,7 \times 10^{308}$
- ▶ den Datentyp `decimal` mit variabler Genauigkeit und Werten von ca. $-7,9 \times 10^{28}$ bis ca. $7,9 \times 10^{28}$

Einige weitere nützliche Datentypen sind:

- ▶ der Datentyp `bool` für Wahrheitswerte, also `true` oder `false` (wahr oder falsch)
- ▶ der Datentyp `char` für einzelne Zeichen
- ▶ der Datentyp `string` für Zeichenketten mit variabler Länge

Im folgenden Beispiel werden Variablen dieser Typen deklariert, mit Werten versehen und in einem Label angezeigt (Projekt *GrundlagenDatentypen*).

```
private void CmdAnzeigen_Click(...)
{
    /* Ganze Zahlen */
    byte By;
    short Sh;
```

```
int It, Hex, Bn;
long Lg;

/* Zahlen mit Nachkommastellen */
float Fl;
double Db1, Db2, Exp1, Exp2;
decimal De;

/* Boolesche Variable, Zeichen, Zeichenkette */
bool Bo;
char Ch;
string St;

/* Ganze Zahlen */
By = 200;
Sh = 30000;
It = 2_000_000_000;
Lg = 3_000_000_000;
Hex = 0x2f5;           // oder: 0x_2f5
Bn = 0b1001;          // oder: 0b_10_01

/* Zahlen mit Nachkommastellen */
Fl = 1.0f / 7;
Db1 = 1 / 7;
Db2 = 1.0 / 7;         // oder: 1.000_000_000
De = 1.0m / 7;
Exp1 = 1.5e3;
Exp2 = 1.5e-3;

/* Boolesche Variable, Zeichen, Zeichenkette */
Bo = true;
Ch = 'a';
St = "Das ist ein Text";

LblAnzeige.Text = $"byte: {By}\n" +
    $"short: {Sh}\n" + $"int: {It}\n" +
    $"long: {Lg}\n" + $"(binäre Zahl): {Bn}\n" +
    $"(hexadezimale Zahl): {Hex}\n\n" +
    $"float: {Fl}\n" + $"double 1: {Db1}\n" +
    $"double 2: {Db2}\n" + $"decimal: {De}\n" +
```

```
$"Exponent positiv: {Exp1}\n" +  
$"Exponent negativ: {Exp2}\n\n" +  
$"bool: {Bo}\n" + $"char: {Ch}\n" +  
$"string: {St}";  
}
```

Listing 2.1 Projekt »GrundlagenDatentypen«

Nach Betätigung des Buttons sieht die Ausgabe wie in Abbildung 2.1 aus.

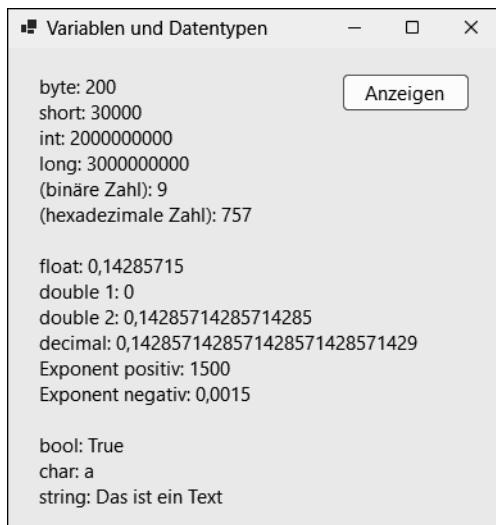


Abbildung 2.1 Wichtige Datentypen

Variablen werden mithilfe der Anweisung <Datentyp><Variablenname>; deklariert. Mehrere Variablen desselben Datentyps können, durch Kommata getrennt, innerhalb einer Anweisung deklariert werden (zum Beispiel int x, y;). Variablen können bereits bei der Deklaration mit einem Wert initialisiert werden, zum Beispiel: short Sh = 30000;

Zur deutlicheren Darstellung von Zahlen, die viele Ziffern enthalten, können Sie sowohl vor als auch nach dem Komma das Trennzeichen _ (Unterstrich) nutzen, zum Beispiel als Tausender-Trennzeichen.

Einige Informationen zu ganzen Zahlen:

- Bei den zugehörigen Datentypen führt die Zuweisung einer zu großen Zahl zu einer Überschreitung des Wertebereichs und zu einer Fehlermeldung.
- Ganze Zahlen können auch in hexadezimaler Form zugewiesen werden, mithilfe von Ox zu Beginn der Zahl, gefolgt von den hexadezimalen Ziffern. Diese gehen von 0 bis

9, es folgen a (= dezimal 10), b (= 11), c (= 12), d (= 13), e (= 14) und f (= 15). Ein Beispiel: Die Hexadezimalzahl 0x2f5 entspricht der Dezimalzahl 757, denn es gilt: $2 \times 16^2 + 15 \times 16^1 + 5 \times 16^0 = 512 + 240 + 5 = 757$.

- ▶ Eine weitere Möglichkeit zur Zuweisung bieten die binären Zahlen. Sie beginnen mit der Zeichenfolge 0b, gefolgt von binären Ziffern, also 0 oder 1. Ein Beispiel: Die Binärzahl 0b1001 entspricht der Dezimalzahl 9, denn es gilt: $1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 8 + 1 = 9$.
- ▶ Das Trennzeichen zur deutlicheren Darstellung können Sie auch bei Hexadezimalzahlen oder bei Binärzahlen einsetzen.

Es folgen Informationen über Zahlen mit Nachkommastellen:

- ▶ Die zugehörigen Datentypen unterscheiden sich in ihrer Genauigkeit. Nachkommastellen müssen im Programmcode durch einen Dezimalpunkt abgetrennt werden. In der Ausgabe wird dagegen ein Dezimalkomma dargestellt. Die Zuweisung einer zu großen Zahl führt zu einer Fehlermeldung. Die Zuweisung einer zu kleinen Zahl wiederum führt zur Anzeige von UNENDLICH (!) beziehungsweise zu einer ungenauen Speicherung.
- ▶ float-Werte sollten mit einem f gekennzeichnet werden, decimal-Werte mit einem m. Damit erhält die gesamte Division im vorliegenden Programm einen float- beziehungsweise decimal-Wert.
- ▶ Sehr große oder sehr kleine Zahlen können im Programmcode auch in der Exponentialschreibweise zugewiesen werden. Zwei Beispiele: 1.5e3 für 1500.0 oder 1.5e-3 für 0.0015.
- ▶ Zahlen mit Nachkommastellen werden nur bis zu einer bestimmten Genauigkeit gespeichert. Daher kann es vorkommen, dass zum Beispiel der berechnete Wert 2,8 als 2,799999999 ausgegeben wird. Sie haben aber die Möglichkeit, Zahlen für die Ausgabe zu formatieren (siehe Abschnitt 4.7.5) beziehungsweise zu runden (siehe Abschnitt 6.6).

Bei der Division von zwei ganzen Zahlen werden die Nachkommastellen abgeschnitten. Möchten Sie das nicht, müssen Sie zumindest eine der beiden Zahlen als Zahl mit Nachkommastellen kennzeichnen, zum Beispiel durch das Anhängen von .0: Statt 1 schreiben Sie 1.0.

Werte für den Datentyp bool werden mit true und false zugewiesen, aber mit True und False ausgegeben. Werte für einzelne Zeichen müssen in einfachen Anführungszeichen und für Zeichenketten in doppelten Anführungszeichen angegeben werden. Von den hier genannten Datentypen kommen int, double, bool und string am häufigsten zum Einsatz.

Sie können Variablen auch mit dem Schlüsselwort `var` deklarieren. Sie müssen dabei mit einem Wert initialisiert werden. Ihr Datentyp ergibt sich implizit mithilfe dieses Werts. In vielen Fällen ergibt sich daraus allerdings zusätzlicher Aufwand bei der Übersetzung oder Ausführung des Programms. Beispiele sehen Sie in Abschnitt 4.8.1.

Übung »UDatentypen«

Schreiben Sie ein Programm im Projekt *UDatentypen*, in dem Ihre Adresse, Ihr Nach- und Vorname, Alter und Gehalt jeweils in Variablen eines geeigneten Datentyps gespeichert und anschließend wie in Abbildung 2.2 ausgegeben werden.



Abbildung 2.2 Übung »UDatentypen«

2.1.3 Gültigkeitsbereich

Eine Variable, die innerhalb einer Methode vereinbart wird, ist nur in ebendieser Methode bekannt und gültig. Außerhalb der Methode ist die Variable unbekannt und ungültig. Eine solche Variable bezeichnet man auch als *lokale Variable*. Sobald die Methode abgearbeitet wurde, steht der Wert der Variablen nicht mehr zur Verfügung. Beim nächsten Aufruf der gleichen Methode wird die Variable neu deklariert und erhält einen neuen Wert.

Eine Variable, die außerhalb einer Methode vereinbart wird, ist innerhalb der gesamten Klasse gültig, hier also innerhalb der Klasse des Formulars. Bei einer solchen Variablen handelt es sich um eine *Eigenschaft des Objekts der Klasse* oder auch *Objekteigenschaft*. Ihr Wert kann in jeder Methode der Klasse gesetzt oder abgerufen werden und bleibt so lange erhalten, wie das Formular im laufenden Programm existiert.

Eine solche Objekteigenschaft kann mit dem Zugriffsmodifizierer `private` deklariert werden. Damit ist sie außerhalb der Klasse unbekannt und ungültig. Wird sie dagegen mit dem Zugriffsmodifizierer `public` vereinbart, ist sie *öffentlich*. Damit ist sie auch außerhalb der jeweiligen Klasse, also zum Beispiel auch in anderen Formularen, bekannt

und gültig. Diese Themen aus dem Bereich der Objektorientierung müssen hier noch nicht weiter vertieft werden, mehr dazu in .

Gibt es in einem Programmabschnitt mehrere Variablen mit demselben Namen, gelten die folgenden Regeln:

- ▶ Lokale Variablen mit demselben Namen in derselben Methode sind nicht zulässig.
- ▶ Eine Objekteigenschaft wird innerhalb einer Methode von einer lokalen Variablen mit dem gleichen Namen ausgeblendet.

Nachfolgend werden Variablen unterschiedlicher Gültigkeitsbereiche deklariert, verändert und ausgegeben (Projekt *GrundlagenGueltigkeit*):

```
public partial class Form1 : Form
{
    ...
    private int Mx = 0;

    private void CmdAnzeigen1_Click(...)
    {
        int x = 0;
        Mx++;
        x++;
        LblAnzeige.Text = $"x: {x} Mx: {Mx}";
    }

    private void CmdAnzeigen2_Click(...)
    {
        int Mx = 0;
        Mx++;
        LblAnzeige.Text = $"Mx: {Mx}";
    }
}
```

Listing 2.2 Projekt »GrundlagenGueltigkeit«

In der ersten Methode wird der Wert der Objekteigenschaft `Mx` bei jedem Aufruf erhöht. Die Zuweisung `Mx++` entspricht der Zuweisung `Mx = Mx + 1`, siehe auch Abschnitt 2.2.1. Ebenso entspricht die Zuweisung `x++` der Zuweisung `x = x + 1`, allerdings wird die lokale Variable `x` zu Beginn der Methode immer wieder auf 0 gesetzt. Die Ausgabe des Programms nach mehrfacher Betätigung des ersten Buttons sehen Sie in Abbildung 2.3.

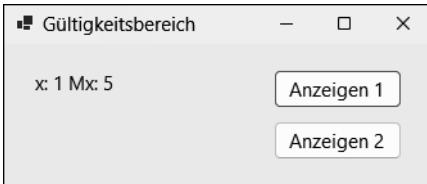


Abbildung 2.3 Lokale Variable »x« und Objekteigenschaft »Mx«

In der zweiten Methode blendet die lokale Variable `Mx` die gleichnamige Objekteigenschaft aus. Die lokale Variable wird zu Beginn der Methode immer wieder auf 0 gesetzt. Die Ausgabe des Programms nach mehrfacher Betätigung des zweiten Buttons sehen Sie in Abbildung 2.4.

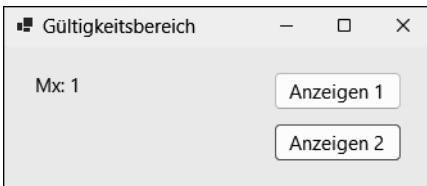


Abbildung 2.4 Lokale Variable »Mx«



Hinweis

Ändern Sie eine Objekteigenschaft im gesamten Formular nicht, macht Visual Studio Sie darauf aufmerksam, dass Sie sie mit dem Attribut `readonly` versehen sollten. Auf diese Weise können Sie sie besser vor einem versehentlichen Schreibzugriff schützen. Hier hätten Sie `Mx` also wie folgt deklariert:

```
private readonly int Mx = 0;
```

Übung »UGueltigkeit«

Erstellen Sie ein Programm im Projekt `UGueltigkeit`, in dem zwei Buttons, ein Label und drei Variablen eines geeigneten Datentyps eingesetzt werden:

- ▶ eine Objekteigenschaft `x`
- ▶ eine Variable `y`, die nur lokal in der Methode zum Click-Ereignis des ersten Buttons gültig ist
- ▶ eine Variable `z`, die nur lokal in der Methode zum Click-Ereignis des zweiten Buttons gültig ist

In der ersten Methode sollen x und y jeweils um 0,1 erhöht und angezeigt werden (siehe Abbildung 2.5).

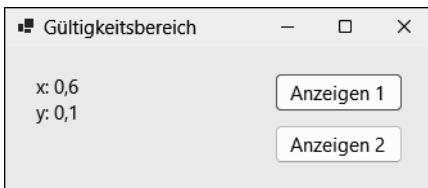


Abbildung 2.5 Ausgabe der ersten Methode nach einigen Klicks

In der zweiten Methode sollen x und z jeweils um 0,1 erhöht und angezeigt werden (siehe Abbildung 2.6).

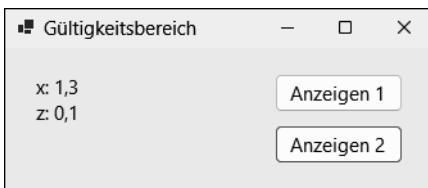


Abbildung 2.6 Ausgabe der zweiten Methode nach weiteren Klicks

2.1.4 Konstanten

Konstanten sind vordefinierte Werte, die während der Laufzeit nicht verändert werden können. Am besten geben Sie Konstanten aussagekräftige Namen, damit sie leichter zu behalten sind als die Werte, die sie repräsentieren.

Konstanten werden an einer zentralen Stelle definiert und können an verschiedenen Stellen des Programms genutzt werden. Somit muss eine eventuelle Änderung einer Konstanten zur Entwurfszeit nur an einer Stelle erfolgen. Der Gültigkeitsbereich von Konstanten ist analog zum Gültigkeitsbereich von Variablen. Zu den Konstanten zählen auch die integrierten Konstanten. Auch sie repräsentieren Zahlen, die aber nicht so einprägsam sind wie die Namen der Konstanten.

Im folgenden Beispiel werden mehrere Konstanten vereinbart und genutzt (Projekt *GrundlagenKonstanten*):

```
public partial class Form1 : Form
{
    ...
    private const int MaxWert = 75;
    private const string Eintrag = "Picture";
```

```
private void CmdAnzeigen1_Click(...)  
{  
    const int MaxWert = 55;  
    const int MinWert = 5;  
    LblAnzeige.Text = $"{(MaxWert - MinWert) / 2}\n{Eintrag}";  
}  
}
```

Listing 2.3 Projekt »GrundlagenKonstanten«, Konstanten

Konstanten werden mithilfe des Schlüsselworts `const` definiert.

Die Konstanten `MaxWert` und `Eintrag` werden als konstante Objekteigenschaften deklariert, also als Konstanten mit klassenweiter Gültigkeit. Innerhalb der Methode werden die beiden lokalen Konstanten `MaxWert` und `MinWert` festgelegt. Die lokale Konstante `MaxWert` blendet die konstante Objekteigenschaft gleichen Namens aus, wie Sie in Abbildung 2.7 sehen.

Mithilfe des Operators `$` und der geschweiften Klammern können Sie innerhalb von Zeichenketten auch die Werte von berechneten Ausdrücken oder Umwandlungen angeben.

Visual Studio macht Sie darüber hinaus darauf aufmerksam, dass die konstante Objekteigenschaft `MaxWert` im gesamten Projekt nicht verwendet wird, also entfernt werden könnte.



Abbildung 2.7 Konstanten

2.1.5 Enumerationen

Enumerationen sind Aufzählungen von Konstanten, die thematisch zusammengehören. Alle Enumerationen haben denselben Datentyp, der ganzzahlig sein muss. Bei der Deklaration werden ihnen Werte zugewiesen. Innerhalb von Visual Studio gibt es für C# zahlreiche vordefinierte Enumerationen. Ähnlich wie bei den integrierten Konstanten sind die Namen der Enumerationen und deren Elemente besser lesbar als die durch sie repräsentierten Zahlen.

Ein Beispiel: Die Enumeration `DialogResult` ermöglicht der Programmiererin, die zahlreichen möglichen Antworten der Benutzerin beim Einsatz von Windows-Standarddialogfeldern (JA, NEIN, ABBRECHEN, WIEDERHOLEN, IGNORIEREN ...) anschaulich einzusetzen.

Im folgenden Programm wird mit einer eigenen und einer vordefinierten Enumeration gearbeitet (ebenfalls im Projekt *GrundlagenKonstanten*):

```
public partial class Form1 : Form
{
    ...
    private enum Farbe : int
    {
        Rot = 1, Gelb = 2, Blau = 3
    }

    private void CmdAnzeigen2_Click(...)
    {
        LblAnzeige.Text = $"Farbe: {Farbe.Gelb} {(int)Farbe.Gelb}";
    }

    private void CmdAnzeigen3_Click(...)
    {
        LblAnzeige.Text =
            $"Sonntag: {DayOfWeek.Sunday} {(int)DayOfWeek.Sunday}\n" +
            $"Samstag: {DayOfWeek.Saturday} {(int)DayOfWeek.Saturday}";
    }
}
```

Listing 2.4 Projekt »GrundlagenKonstanten«, Enumerationen

Mithilfe des Schlüsselworts `enum` wird die Enumeration `Farbe` vom Datentyp `int` vereinbart. Da es sich um einen Typ handelt und nicht um eine Variable oder Konstante, muss sie außerhalb von Methoden vereinbart werden. Damit ist sie automatisch für die gesamte Klasse gültig.

In der ersten Ereignismethode wird ein Element der eigenen Enumeration `Farbe` verwendet. Zunächst wird der Name des Elements ausgegeben: `Gelb`. Die Zahl, die das Element repräsentiert, kann erst nach einer Umwandlung in den entsprechenden Datentyp ausgegeben werden. Diese Umwandlung wird mithilfe eines Casts vorgenommen: `(int)` (siehe Abbildung 2.8).

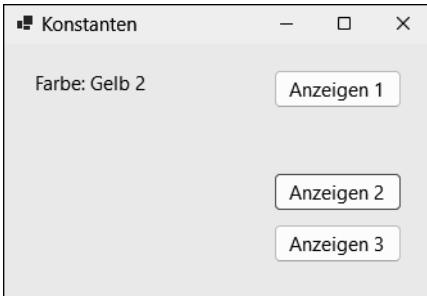


Abbildung 2.8 Erste Enumeration

In der zweiten Ereignismethode werden zwei Elemente der vordefinierten Enumeration DayOfWeek verwendet (siehe Abbildung 2.9). Sie können sie zur Ermittlung des Wochentags eines gegebenen Datums verwenden.

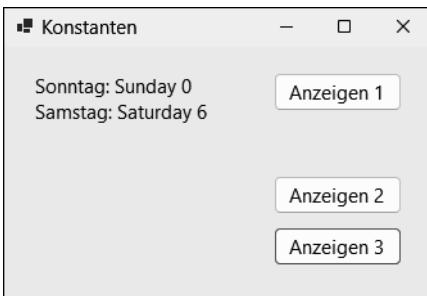


Abbildung 2.9 Zweite Enumeration

2.2 Operatoren

Zum Zusammensetzen von Ausdrücken werden in C# Operatoren aus verschiedenen Kategorien benötigt. Werden mehrere Operatoren innerhalb eines Ausdrucks verwendet, kommen die Vorrangregeln (Prioritäten) für die Reihenfolge der Abarbeitung zum Einsatz, die Sie weiter unten in diesem Abschnitt finden. Sind Sie sich bei der Verwendung dieser Regeln nicht sicher, empfiehlt sich der Einsatz von Klammern zur expliziten Festlegung der Reihenfolge.

2.2.1 Rechenoperatoren

Die Rechenoperatoren aus Tabelle 2.1 werden für Berechnungen eingesetzt.

Operator	Beschreibung
+	Addition
-	Subtraktion oder Negation
*	Multiplikation
/	Division
%	Modulo
++	Erhöhung um 1 (Inkrement)
--	Verminderung um 1 (Dekrement)

Tabelle 2.1 Rechenoperatoren

Multiplikation und Division innerhalb eines Ausdrucks sind gleichrangig und werden von links nach rechts in der Reihenfolge ihres Auftretens ausgewertet. Dasselbe gilt für Additionen und Subtraktionen, wenn sie zusammen in einem Ausdruck auftreten. Multiplikation und Division haben Vorrang vor Addition und Subtraktion.

Diese Rangfolge können Sie mit Klammern außer Kraft setzen. Damit erreichen Sie, dass bestimmte Teilausdrücke vor anderen Teilausdrücken ausgewertet werden. In Klammern gesetzte Operationen haben grundsätzlich immer Vorrang. Innerhalb der Klammern gilt jedoch wieder die normale Rangfolge der Operatoren.

Bei der Division von zwei ganzen Zahlen sollten Sie beachten, dass die Nachkommastellen abgeschnitten werden. Wenn Sie das nicht möchten, müssen Sie zumindest eine der beiden Zahlen als Zahl mit Nachkommastellen kennzeichnen, zum Beispiel durch Anhängen von .0: Statt 5 schreiben Sie also 5.0.

Der Modulo-Operator % berechnet den Rest einer Division. Einige Rechenbeispiele sehen Sie in nachfolgendem Programm:

```
private void CmdAnzeigen1_Click(...)
{
    LblAnzeige.Text =
        $"7 + 2 * 3 = {7 + 2 * 3}\n" +
        $"(7 + 2) * 3 = {(7 + 2) * 3}\n" +
```

```
$"22 / 8.0 = {22 / 8.0}\n" +
$"22 / 8 = {22 / 8}\n" +
$"22 / -8 = {22 / -8}\n" +
$"19 % 4 = {19 % 4}\n" +
$"19.5 % 4.5 = {19.5 % 4.5}\n" +
$"-19.5 % 4.5 = {-19.5 % 4.5}";  
}
```

Listing 2.5 Projekt »GrundlagenOperatorenRechnen«

Die Ausgabe dieses Programmteils sehen Sie in Abbildung 2.10.

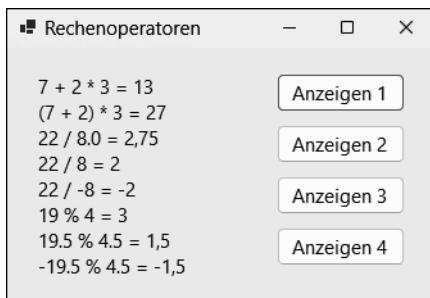


Abbildung 2.10 Wichtige Rechenoperatoren

Die Operatoren ++ und -- dienen als Schreibabkürzung und sollen mithilfe des Projekts *GrundlagenOperatorenRechnen* erläutert werden:

```
private void CmdAnzeigen2_Click(...)
{
    int x = 5;
    x++;
    ++x;
    x = x + 1;
    LblAnzeige.Text = $"Ergebnis: {x}";
}

private void CmdAnzeigen3_Click(...)
{
    int x = 5;
    LblAnzeige.Text = $"Ergebnis: {x++}";
```

```
private void CmdAnzeigen4_Click(...)
{
    int x = 5;
    LblAnzeige.Text = $"Ergebnis: {++x}";
}
```

Listing 2.6 Projekt »GrundlagenOperatorenRechnen«

Was passiert in den drei Methoden?

- ▶ In der ersten Methode hat x zunächst den Wert 5. Der Wert kann mit einer der beiden Kurzformen ($++x$ oder $x++$) oder mit $x = x + 1$ jeweils um 1 erhöht werden. Anschließend hat x den Wert 8. Der Editor schlägt vor, die letzte Anweisung in die Kurzform umzuwandeln.
- ▶ In der zweiten Methode wird x zunächst ausgegeben und anschließend um 1 erhöht. Das liegt daran, dass der Operator $++$ hinter x steht. In der Ausgabe sehen Sie noch den alten Wert 5, nach der Anweisungszeile erhält x den Wert 6.
- ▶ In der dritten Methode wird x zunächst um 1 erhöht und anschließend ausgegeben. In diesem Fall steht der Operator $++$ vor x . In der Ausgabe sehen Sie den neuen Wert 6, nach der Anweisungszeile behält x ebenfalls den Wert 6.

Bezüglich der beiden letzten Methoden lässt sich sagen, dass die Schreibweise $x = x + 1$; als eigene Anweisungszeile aufgrund ihrer Eindeutigkeit leichter zu lesen ist. Für den Operator $--$ gilt sinngemäß das Gleiche.

Im Projekt *GrundlagenOperatorenRechnen* können Sie auch die beiden Berechnungen mit dem Modulo-Operator $\%$ selbst nachvollziehen.

Übung »UOperatorenRechnen«

Berechnen Sie im Projekt *UOperatorenRechnen* die beiden Ausdrücke aus Abbildung 2.11, speichern Sie die Ergebnisse in Variablen eines geeigneten Datentyps, und zeigen Sie die Ausdrücke und die Ergebnisse anschließend an.

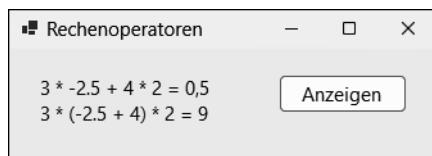


Abbildung 2.11 Rechenoperatoren

2.2.2 Vergleichsoperatoren

Mithilfe von Vergleichsoperatoren (siehe Tabelle 2.2) können Sie feststellen, ob bestimmte Bedingungen zutreffen oder nicht. Das Ergebnis kann beispielsweise zur Ablaufsteuerung von Programmen genutzt werden. In Abschnitt 2.4 werde ich hierauf noch genauer eingehen.

Operator	Beschreibung
<	kleiner als
<=	kleiner als oder gleich
>	größer als
>=	größer als oder gleich
==	gleich
!=	ungleich

Tabelle 2.2 Vergleichsoperatoren

Einige Beispiele sehen Sie in Abbildung 2.12, siehe auch Projekt *GrundlagenOperatoren-Vergleich*. Anführungszeichen werden in einer Zeichenkette wie folgt gespeichert: " \"Maier\" "

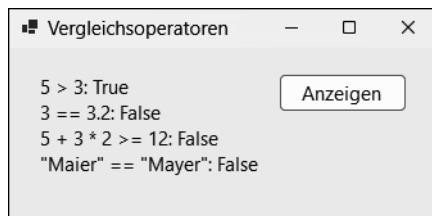


Abbildung 2.12 Vergleichsoperatoren

Übung »UOperatorenVergleich«

Ermitteln Sie im Projekt *UOperatorenVergleich* die Ergebnisse der beiden Ausdrücke aus Abbildung 2.13, speichern Sie sie in Variablen eines geeigneten Datentyps, und zeigen Sie die Ausdrücke und die Ergebnisse anschließend an.



Abbildung 2.13 Vergleichsoperatoren

2.2.3 Logische Operatoren

Logische Operatoren dienen dazu, mehrere Bedingungen zusammenzufassen. Das Ergebnis kann ebenfalls etwa zur Ablaufsteuerung von Programmen genutzt werden (siehe hierzu auch Abschnitt 2.4). Die logischen Operatoren sehen Sie in Tabelle 2.3.

Operator	Beschreibung	Das Ergebnis ist true, wenn ...
!	Nicht	... der Ausdruck false ist.
&&	Und	... beide Ausdrücke true sind.
	inklusives Oder	... mindestens ein Ausdruck true ist.
^	exklusives Oder	... genau ein Ausdruck true ist.

Tabelle 2.3 Logische Operatoren

Es seien die Variablen $A = 1$, $B = 3$ und $C = 5$ des Typs int gesetzt. Die Ausdrücke in der ersten Spalte von Tabelle 2.4 ergeben jeweils die Ergebnisse in der zweiten Spalte.

Ausdruck	Ergebnis
$!(A < B)$	false
$B > A \&\& C > B$	true
$B < A \mid\mid C < B$	false
$B < A ^ C > B$	true

Tabelle 2.4 Ausdrücke mit logischen Operatoren

Aufgrund der höheren Priorität der Vergleichsoperatoren vor den logischen Operatoren $\&\&$, $\mid\mid$ und $^$ werden die Vergleiche zuerst ausgewertet und erst anschließend die Bedingungen zusammengefasst. Der logische Operator $!$ hat wiederum eine höhere Priorität als ein Vergleichsoperator. Daher muss der erste Vergleich $A < B$ in Klammern gesetzt werden, siehe auch Abschnitt 2.2.5.

In seltenen Fällen werden auch die bitweisen Operatoren `&` (statt `&&`) und `|` (statt `||`) eingesetzt. Dabei werden alle Teile eines Vergleichsausdrucks ausgewertet. Im Gegensatz dazu wird bei den Operatoren `&&` und `||` die Auswertung abgebrochen, sobald sich der Wert des Ausdrucks nicht mehr verändern kann. Die Ergebnisse unterscheiden sich allerdings nur, falls innerhalb des Vergleichsausdrucks Werte verändert werden, zum Beispiel mit den Operatoren `++` oder `--`, siehe auch Abschnitt 2.2.1.

Alle Berechnungen und Erläuterungen innerhalb dieses Abschnitts können Sie auch mithilfe des Codes im Projekt *GrundlagenOperatorenLogisch* selbst nachvollziehen.

Übung »UOperatorenLogisch«

Ermitteln Sie im Projekt *UOperatorenLogisch* die Ergebnisse der beiden Ausdrücke aus Abbildung 2.14, speichern Sie sie in Variablen eines geeigneten Datentyps, und zeigen Sie die Ausdrücke und die Ergebnisse anschließend an.



Abbildung 2.14 Logische Operatoren

2.2.4 Zuweisungsoperatoren

Neben dem Zuweisungsoperator `=` gibt es zur Verkürzung von Anweisungen die kombinierten Zuweisungsoperatoren (siehe Tabelle 2.5), mit denen sogenannte *Verbundzuweisungen* erstellt werden.

Operator	Beispiel	Ergebnis
<code>=</code>	<code>x = 7</code>	<code>x</code> erhält den Wert 7.
<code>+=</code>	<code>x += 5</code>	Der Wert von <code>x</code> wird um 5 erhöht.
<code>-=</code>	<code>x -= 5</code>	Der Wert von <code>x</code> wird um 5 verringert.
<code>*=</code>	<code>x *= 3</code>	Der Wert von <code>x</code> wird auf das Dreifache erhöht.
<code>/=</code>	<code>x /= 3</code>	Der Wert von <code>x</code> wird auf ein Drittel verringert.

Tabelle 2.5 Zuweisungsoperatoren

Operator	Beispiel	Ergebnis
<code>%=</code>	<code>x %= 3</code>	<code>x</code> wird durch 3 geteilt, der Rest der Division wird <code>x</code> zugewiesen.
<code>+=</code>	<code>z += "abc"</code>	Die Zeichenkette <code>z</code> wird um den Text »abc« verlängert.

Tabelle 2.5 Zuweisungsoperatoren (Forts.)

2.2.5 Rangfolge der Operatoren

Enthält ein Ausdruck mehrere Operatoren, werden die einzelnen Teilausdrücke gemäß der Priorität (= Rangfolge) der Operatoren ausgewertet und aufgelöst, siehe Tabelle 2.6. Je weiter oben die Operatoren in der Tabelle stehen, desto höher ist ihre Priorität.

Operator	Beschreibung
<code>- !</code>	Negatives Vorzeichen, logisches Nicht
<code>* / %</code>	Multiplikation, Division, Modulo
<code>+ -</code>	Addition, Subtraktion
<code>< > <= >=</code>	Vergleichsoperatoren für kleiner und größer
<code>== !=</code>	Vergleichsoperatoren für gleich und ungleich
<code>&</code>	Bitweises Und
<code>^</code>	Bitweises exklusives Oder
<code> </code>	Bitweises Oder
<code>&&</code>	Logisches Und
<code> </code>	Logisches Oder

Tabelle 2.6 Priorität der Operatoren

Mit Klammern können Sie diese Rangfolge außer Kraft setzen. Die Ausdrücke innerhalb der Klammern werden als erste ausgewertet.

Übung »UOperatorenRangfolge«

Sind die Bedingungen in Tabelle 2.7 wahr oder falsch? Lösen Sie die Aufgabe möglichst ohne Zuhilfenahme des PC. Sie können Ihre Ergebnisse auch mithilfe des Projekts *UOperatorenRangfolge* kontrollieren.

Nr.	Werte	Bedingung
1	a=5 b=10	a>0 && b!=10
2	a=5 b=10	a>0 b!=10
3	z=10 w=100	z!=0 z>w w-z==90
4	z=10 w=100	z==11 && z>w w-z==90
5	x=1.0 y=5.7	x>=.9 && y<=5.8
6	x=1.0 y=5.7	x>=.9 && !(y<=5.8)
7	n1=1 n2=17	n1>0 && n2>0 n1>n2 && n2!=17
8	n1=1 n2=17	n1>0 && (n2>0 n1>n2) && n2!=17

Tabelle 2.7 Übung »UOperatorenRangfolge«

2.3 Einfache Steuerelemente

Die Windows-Programmierung mit C# innerhalb von Visual Studio besteht prinzipiell aus zwei Teilen: der Arbeit mit den visuellen Steuerelementen und der Programmierung mit der Sprache C#. Beides soll in diesem Buch parallel vermittelt werden, um so die eher theoretischen Abschnitte zur Programmiersprache durch anschauliche Praxisbeispiele zu vertiefen.

Daher werde ich zunächst die Steuerelemente Panel, Timer, TextBox und NumericUpDown vorstellen, bevor ich die Verzweigungen zur Programmsteuerung erläutern werde.

2.3.1 Steuerelement »Panel«

Das Steuerelement *Panel* dient normalerweise als Behälter (engl. *container*) für andere Steuerelemente. Sie finden es in der TOOLBOX in der Kategorie CONTAINER. In unserem Beispiel wird es zur visuellen Darstellung eines Rechtecks und für eine kleine Animation genutzt.

Die Eigenschaften BackColor (Hintergrundfarbe), Location (Position) und Size (Größe) sind Ihnen bereits von anderen Steuerelementen her bekannt.

Mithilfe des nachfolgenden Programms im Projekt *SteuerelementPanel* wird ein Panel durch Betätigung von vier Buttons um zehn Pixel nach oben, unten, links oder rechts

verschoben. Es hat eine Größe von 100×100 Pixel sowie eine eigene Hintergrundfarbe und ist in der Mitte des Formulars positioniert. Die Bewegung wird mithilfe der Struktur Point durchgeführt.

In Abbildung 2.15 sehen Sie das Panel im Startzustand und in Abbildung 2.16 nach einigen Klicks.

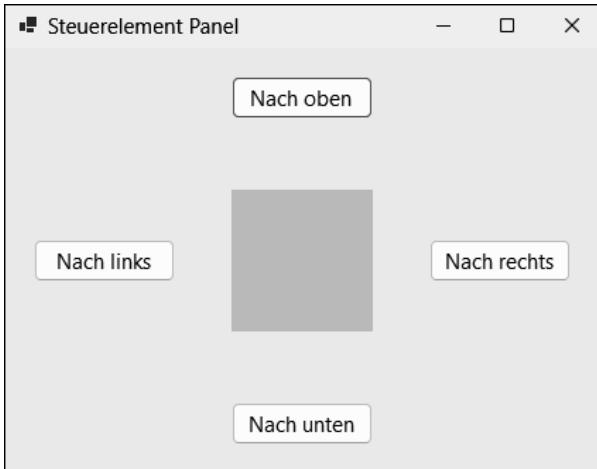


Abbildung 2.15 Zustand zu Beginn

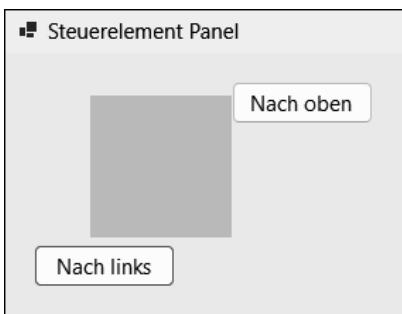


Abbildung 2.16 Zustand nach einigen Klicks

Der Programmcode:

```
private void CmdNachOben_Click(...)  
{  
    P.Location = new Point(P.Location.X, P.Location.Y - 10);  
}
```

Auf einen Blick

1	Einführung	19
2	Grundlagen	49
3	Fehlerbehandlung	129
4	Erweiterte Grundlagen	143
5	Objektorientierte Programmierung	213
6	Wichtige Klassen in .NET	285
7	Weitere Elemente eines Windows-Programms	333
8	Datenbankanwendungen	377
9	Zeichnen mit GDI+	435
10	Beispielprojekte	451
11	Windows Presentation Foundation	475

Inhalt

Materialien zum Buch	18
----------------------------	----

1 Einführung

1.1 C# und Visual Studio	19
1.2 Aufbau dieses Buchs	20
1.3 Visual Studio 2026	20
1.4 Mein erstes Windows-Programm	21
1.5 Visual-Studio-Entwicklungsumgebung	21
1.5.1 Ein neues Projekt	21
1.5.2 Einfügen von Steuerelementen	25
1.5.3 Arbeiten mit dem Eigenschaften-Fenster	27
1.5.4 Speichern eines Projekts	30
1.5.5 Das Codefenster	30
1.5.6 Schreiben von Programmcode	32
1.5.7 Kommentare	33
1.5.8 Starten, Ausführen und Beenden des Programms	34
1.5.9 Ausführbares Programm	35
1.5.10 Schließen und Öffnen eines Projekts	35
1.5.11 Übung »UName«	36
1.6 Ausgaben	36
1.6.1 Methode »ToString()«	36
1.6.2 String-Interpolation	37
1.6.3 Zeilenumbrüche	38
1.6.4 Dialogfeld für Ausgabe	39
1.7 Arbeiten mit Steuerelementen	41
1.7.1 Steuerelemente formatieren	41
1.7.2 Steuerelemente kopieren	42
1.7.3 Eigenschaften zur Laufzeit ändern	43
1.7.4 Ausgabe von Eigenschaften	45
1.7.5 Farben und die Struktur »Color«	46

2 Grundlagen

49

2.1 Variablen und Datentypen	49
2.1.1 Namen und Werte	49
2.1.2 Datentypen	50
2.1.3 Gültigkeitsbereich	54
2.1.4 Konstanten	57
2.1.5 Enumerationen	58
2.2 Operatoren	60
2.2.1 Rechenoperatoren	61
2.2.2 Vergleichsoperatoren	64
2.2.3 Logische Operatoren	65
2.2.4 Zuweisungsoperatoren	66
2.2.5 Rangfolge der Operatoren	67
2.3 Einfache Steuerelemente	68
2.3.1 Steuerelement »Panel«	68
2.3.2 Steuerelement »Timer«	70
2.3.3 Steuerelement »TextBox«	74
2.3.4 Steuerelement »NumericUpDown«	77
2.4 Verzweigungen mit »if« und »else«	79
2.4.1 Allgemeiner Aufbau	79
2.4.2 »if« ohne »else«	80
2.4.3 »if« mit »else«	81
2.4.4 Geschachtelte Verzweigung mit »if« und »else«	82
2.4.5 Bedingter Ausdruck mit ternärem Operator ? :	83
2.4.6 Logischer Und-Operator &&	84
2.4.7 Logischer Oder-Operator 	85
2.4.8 Logischer Exklusiv-Oder-Operator ^	86
2.5 Verzweigungen mit »switch«	88
2.5.1 Allgemeiner Aufbau	88
2.5.2 Einfache switch-Anweisung	89
2.5.3 switch-Anweisung mit Vergleichsoperatoren	90
2.5.4 switch-Anweisung mit »goto case«	92
2.5.5 Einfacher switch-Ausdruck	93
2.5.6 »switch« mit »or«	95
2.5.7 switch-Ausdruck mit Vergleichsoperatoren	95
2.5.8 »switch« mit mehreren Vergleichen und »when«	96

2.6 Verzweigungen und Steuerelemente	98
2.6.1 Steuerelement »CheckBox«	98
2.6.2 Steuerelement »RadioButton«	100
2.6.3 Gemeinsame Methode für mehrere Ereignisse	102
2.6.4 Steuerelement »GroupBox«	103
2.6.5 Methoden allgemein, Modularisierung	105
2.6.6 Steuerelement »TrackBar«	106
2.7 Schleifen	108
2.7.1 Schleife mit »for«	108
2.7.2 Schleife mit »while« oder »do-while«	111
2.7.3 Übungen	113
2.8 Schleifen und Steuerelemente	115
2.8.1 Steuerelement »ListBox«	116
2.8.2 ListBox füllen	116
2.8.3 Eigenschaften der ListBox	117
2.8.4 ListBox mit foreach-Schleife	118
2.8.5 Ereignis der ListBox	119
2.8.6 Methoden der ListBox	120
2.8.7 ListBox mit Mehrfachauswahl	124
2.8.8 Steuerelement »ComboBox«	125

3 Fehlerbehandlung	129
3.1 Entwicklung eines Programms	129
3.2 Fehlerarten	130
3.3 Syntaxfehler	130
3.3.1 Editor	131
3.3.2 Syntaxfehler	132
3.4 Laufzeitfehler und Exception Handling	134
3.4.1 Programm mit Laufzeitfehlern	134
3.4.2 Einfaches Exception Handling	136
3.4.3 Erweitertes Exception Handling	138
3.5 Logische Fehler und Debuggen	139
3.5.1 Einzelschrittverfahren	139
3.5.2 Haltepunkte	140
3.5.3 Überwachungsfenster	141

4 Erweiterte Grundlagen

143

4.1 Steuerelemente aktivieren	143
4.1.1 Ereignis »Enter«	143
4.1.2 Eigenschaften »Enabled« und »Visible«	146
4.2 Bedienung per Tastatur	149
4.2.1 Eigenschaften »TabIndex« und »TabStop«	149
4.2.2 Tastenkombination für Steuerelemente	150
4.3 Ereignisgesteuerte Programmierung	151
4.3.1 Eine Ereigniskette	151
4.3.2 Endlose Ereignisketten	153
4.3.3 TextBoxen koppeln	155
4.3.4 Tastatur und Maus	156
4.4 Datenfelder	158
4.4.1 Eindimensionale Datenfelder	158
4.4.2 Bereiche	160
4.4.3 Datenfelder durchsuchen	161
4.4.4 Weitere Methoden	163
4.4.5 Mehrdimensionale Datenfelder	165
4.4.6 Indizes ermitteln	166
4.4.7 Mehr als zwei Dimensionen	168
4.4.8 Datenfelder initialisieren	169
4.4.9 Verzweigte Datenfelder	170
4.4.10 Datenfelder sind dynamisch	172
4.5 Methoden	174
4.5.1 Einfache Methoden	174
4.5.2 Methoden mit Parametern	175
4.5.3 Kurzform	176
4.5.4 Übergabe mit »ref«	177
4.5.5 Übergabe von Objektverweisen	180
4.5.6 Ausgabeparameter mit »out«	181
4.5.7 Methoden mit Rückgabewerten	182
4.5.8 Optionale Parameter	184
4.5.9 Benannte Parameter	185
4.5.10 Beliebig viele Parameter	187
4.5.11 Rekursiver Aufruf	188
4.5.12 Übungen zu Methoden	190

4.6 Nullbare Datentypen	191
4.6.1 Nicht nullbare Datentypen	191
4.6.2 Nullbare Datentypen	192
4.6.3 Zugriff nach Verzweigung	193
4.6.4 Null-Zusammenfügungsoperator ??	194
4.6.5 Null-Sammelzuweisungsoperator ??=	195
4.6.6 Null-toleranter Operator !	196
4.7 Konsolenanwendung	197
4.7.1 Anwendung erzeugen	197
4.7.2 Eingabe eines Textes	198
4.7.3 Eingabe einer Zahl	199
4.7.4 Erfolgreiche Eingabe einer ganzen Zahl	199
4.7.5 Ausgabe formatieren	201
4.7.6 Aufruf mit Startparametern	202
4.8 Tupel	203
4.8.1 Implizit typisierte Variablen	204
4.8.2 Unbenannte Tupel	205
4.8.3 Dekonstruktion	206
4.8.4 Benannte Tupel	207
4.8.5 Implizite Namen und Vergleiche	208
4.8.6 Unbenannte Tupel und Methoden	209
4.8.7 Benannte Tupel und Methoden	210

5 Objektorientierte Programmierung 213

5.1 Was ist Objektorientierung?	213
5.2 Klasse, Eigenschaft, Methode, Objekt	214
5.2.1 Definition der Klasse	214
5.2.2 Nutzung der Klasse	216
5.3 Eigenschaftsmethode	218
5.3.1 Definition der Klasse	218
5.3.2 Nutzung der Klasse	220
5.4 Konstruktor	221
5.4.1 Definition der Klasse	221
5.4.2 Nutzung der Klasse	223

5.5 Primärkonstruktor	224
5.5.1 Definition der Klasse »Rechteck«	224
5.5.2 Definition der Klasse »Fahrzeug«	225
5.5.3 Nutzung der beiden Klassen	226
5.6 Namensräume	226
5.7 Referenzen, Vergleiche und Typen	227
5.7.1 Definition der Klasse	228
5.7.2 Referenzen	229
5.7.3 Operator ==	230
5.7.4 Methode »Equals()«	231
5.7.5 Methode »GetType()« und Operator »typeof«	231
5.7.6 Operator »is«	233
5.7.7 Ausdruck »nameof«	233
5.8 Operatormethoden	234
5.8.1 Nutzung der Methoden	235
5.8.2 Grundelemente der Klasse	236
5.8.3 Operatormethoden zur Berechnung	238
5.8.4 Operatormethoden zum Vergleich	239
5.9 Statische Elemente	240
5.9.1 Definition der Klasse	241
5.9.2 Nutzung der Klasse	242
5.10 Datensatztypen	243
5.11 Delegates	245
5.12 Vererbung	248
5.12.1 Definition der Basisklasse	248
5.12.2 Definition der abgeleiteten Klasse	249
5.12.3 »private«, »protected« und »public«	250
5.12.4 Nutzung der beiden Klassen	250
5.13 Polymorphie	251
5.13.1 Definition der Basisklasse	252
5.13.2 Definition der abgeleiteten Klasse	252
5.13.3 Nutzung der beiden Klassen	252
5.14 Abstrakte Klassen	254
5.14.1 Definition der abstrakten Klasse	254
5.14.2 Definition der konkreten Klasse »Kreis«	255

5.14.3	Definition der konkreten Klasse »Rechteck«	255
5.14.4	Nutzung der beiden Klassen	256
5.15	Schnittstellen	257
5.15.1	Vordefinierte Schnittstelle	257
5.15.2	Eigene Schnittstelle	258
5.15.3	Definition der Klasse	258
5.15.4	Nutzung der Klasse	259
5.16	Strukturen	260
5.16.1	Definition der inneren Struktur	261
5.16.2	Definition der äußeren Struktur	261
5.16.3	Nutzung der verschachtelten Struktur	262
5.17	Generische Datentypen	263
5.17.1	Eine Liste von Zeichenketten	264
5.17.2	Definition der Klasse	267
5.17.3	Eine Liste von Objekten	269
5.17.4	Ein Dictionary von Objekten	270
5.18	Dekonstruktion	273
5.19	Erweiterungsmethoden	274
5.19.1	Definition der Erweiterungsmethoden	275
5.19.2	Nutzung der Erweiterungsmethoden	276
5.20	Eigene Klassenbibliotheken	277
5.20.1	DLL erstellen	277
5.20.2	DLL nutzen	279
5.21	Mehrere Formulare	280
5.21.1	Neues Formular erzeugen	280
5.21.2	Gestaltung und Benutzung der Anwendung	281
5.21.3	Klasse des Hauptformulars	282
5.21.4	Klasse des Unterformulars	283
6	Wichtige Klassen in .NET	285
6.1	Zeichenketten	285
6.1.1	Eigenschaften der Klasse »String«	286
6.1.2	Trimmen	287
6.1.3	Splitten	288

6.1.4	Suchen	289
6.1.5	Einfügen	292
6.1.6	Löschen	293
6.1.7	Teilzeichenkette ermitteln	295
6.1.8	Zeichen ersetzen	296
6.1.9	Ausgabe formatieren	297
6.2	Datum und Uhrzeit	299
6.2.1	Eigenschaften der Struktur »DateTime«	299
6.2.2	Rechnen mit Datum und Uhrzeit	301
6.2.3	Steuerelement »DateTimePicker«	303
6.3	Textdateien	306
6.3.1	Schreiben in eine Textdatei	306
6.3.2	Lesen aus einer Textdatei	309
6.3.3	Schreiben in eine CSV-Datei	310
6.3.4	Lesen aus einer CSV-Datei	312
6.3.5	Ändern der Kodierung	313
6.4	XML-Dateien	314
6.4.1	Aufbau von XML-Dateien	314
6.4.2	Schreiben in eine XML-Datei	315
6.4.3	Lesen aus einer XML-Datei	316
6.4.4	Schreiben von Objekten	318
6.4.5	Lesen von Objekten	320
6.5	Verzeichnisse	321
6.5.1	Das aktuelle Verzeichnis	322
6.5.2	Eine Liste der Dateien	323
6.5.3	Liste der Dateien und Verzeichnisse	324
6.5.4	Informationen über Dateien und Verzeichnisse	325
6.5.5	Bewegen in der Verzeichnishierarchie	326
6.6	Mathematische Funktionen	327

7 Weitere Elemente eines Windows-Programms 333

7.1	Hauptmenü	333
7.1.1	Erstellung des Hauptmenüs	333
7.1.2	Aufbau eines Hauptmenüs	335

7.1.3	Code der Menüpunkte	336
7.1.4	Änderung der Hintergrundfarbe	336
7.1.5	Klasse »Font«	337
7.1.6	Änderung der Schriftart	338
7.1.7	Änderung der Schriftgröße	339
7.1.8	Schriftstil	340
7.2	Kontextmenü	341
7.2.1	Erstellung des Kontextmenüs	342
7.2.2	Code des Kontextmenüs	342
7.3	Symbolleiste	344
7.3.1	Erstellung der Symbolleiste	344
7.3.2	Code der Symbolleiste	345
7.4	Statusleiste	347
7.4.1	Erstellung der Statusleiste	348
7.4.2	Code der Statusleiste	348
7.5	Dialogfeld »InputBox«	349
7.5.1	Einfache Eingabe	350
7.5.2	Eingabe der Lottozahlen	351
7.6	Dialogfeld »MessageBox«	352
7.6.1	Bestätigen einer Information	352
7.6.2	»Ja« oder »Nein«	353
7.6.3	»Ja«, »Nein« oder »Abbrechen«	354
7.6.4	»Wiederholen« oder »Abbrechen«	355
7.6.5	»Abbrechen«, »Wiederholen« oder »Ignorieren«	355
7.7	Standarddialogfelder	356
7.7.1	Datei öffnen	356
7.7.2	Datei speichern unter	358
7.7.3	Verzeichnis auswählen	359
7.7.4	Farbe auswählen	360
7.7.5	Schrifteigenschaften auswählen	361
7.8	Lokalisierung	362
7.9	Steuerelement »RichTextBox«	367
7.10	Steuerelement »ListView«	369
7.11	Steuerelement »DataGridView«	372

8 Datenbankanwendungen	377
8.1 Was sind relationale Datenbanken?	377
8.1.1 Beispiel »Lager«	377
8.1.2 Indizes	380
8.1.3 Relationen	381
8.1.4 Übungen	385
8.2 Anlegen einer Datenbank in MS Access	386
8.2.1 Aufbau von MS Access	386
8.2.2 Datenbankentwurf in MS Access	387
8.2.3 Übungen	391
8.3 Datenbankzugriff mit C# in Visual Studio	391
8.3.1 Beispieldatenbank	392
8.3.2 Ablauf eines Zugriffs	392
8.3.3 Verbindung	393
8.3.4 SQL-Befehl	393
8.3.5 Paket installieren	394
8.3.6 Auswahlabfrage	395
8.3.7 Aktionsabfrage	398
8.4 SQL-Befehle	399
8.4.1 Rahmenprogramm	400
8.4.2 Einzelne Felder	402
8.4.3 Filtern mit Zahl	402
8.4.4 Filtern mit Zeichen	403
8.4.5 Operatoren	403
8.4.6 Operator »LIKE«	404
8.4.7 Sortierung	405
8.4.8 Parameter für Zahlen	406
8.4.9 Parameter für Suchbegriff	407
8.4.10 Parameter für Suchzeichen	408
8.4.11 Einfügen mit »INSERT«	409
8.4.12 Ändern mit »UPDATE«	409
8.4.13 Löschen mit »DELETE«	410
8.4.14 Typische Fehler in SQL	410
8.5 Ein Verwaltungsprogramm	412
8.5.1 Rahmenprogramm	413
8.5.2 Alle Datensätze sehen	413

8.5.3	Datensatz einfügen	415
8.5.4	Datensatz zur Bearbeitung anzeigen	416
8.5.5	Datensatz ändern	417
8.5.6	Datensatz löschen	419
8.5.7	Datensätze suchen	420
8.6	Abfragen über mehrere Tabellen	421
8.6.1	Datenbankmodell und Tabellen	422
8.6.2	Alle Personen	423
8.6.3	Anzahl der Kunden	424
8.6.4	Alle Kunden mit allen Projekten	424
8.6.5	Alle Personen mit allen Projektzeiten	425
8.6.6	Alle Personen mit Zeitsumme	426
8.6.7	Alle Projekte mit allen Personenzeiten	427
8.6.8	Alle Projekte mit Zeitsumme	427
8.6.9	Abfragen mit Verknüpfung	428
8.7	Verbindung zu MySQL	428
8.7.1	Zugriff auf die Datenbank	429
8.8	Verbindung zu SQLite	430
8.8.1	Eigenschaften von SQLite	430
8.8.2	Erstellung der Datenbank	431
8.8.3	Zugriff auf die Daten	433

9 Zeichnen mit GDI+

9.1	Grundlagen von GDI+	435
9.2	Linie, Rechteck, Polygon und Ellipse zeichnen	435
9.2.1	Grundeinstellungen	436
9.2.2	Linie	437
9.2.3	Rechteck	438
9.2.4	Polygon	439
9.2.5	Ellipse	439
9.2.6	Dicke und Farbe ändern, Zeichnung löschen	440
9.3	Text zeichnen	441
9.4	Bilder darstellen	443
9.5	Dauerhaft zeichnen	444

9.6 Zeichnen einer Funktion	446
9.6.1 Ereignismethoden	446
9.6.2 Methode zum Zeichnen	447

10 Beispielprojekte 451

10.1 Spielprogramm »Tetris«	451
10.1.1 Spielablauf	451
10.1.2 Programmbeschreibung	452
10.1.3 Steuerelemente	453
10.1.4 Initialisierung des Programms	454
10.1.5 Erzeugen eines neuen Panels	456
10.1.6 Der Zeitgeber	457
10.1.7 Panels löschen	458
10.1.8 Panels seitlich bewegen	462
10.1.9 Panels nach unten bewegen	463
10.1.10 Pause	464
10.2 Lernprogramm »Vokabeln«	464
10.2.1 Benutzung des Programms	464
10.2.2 Erweiterung des Programms	466
10.2.3 Initialisierung des Programms	467
10.2.4 Ein Test beginnt	468
10.2.5 Zwei Hilfsmethoden	470
10.2.6 Die Antwort prüfen	471
10.2.7 Das Benutzermenü	472

11 Windows Presentation Foundation 475

11.1 Layout	476
11.1.1 Erstellung des Projekts	476
11.1.2 Gestaltung der Oberfläche	477
11.1.3 Code der Ereignismethoden	479
11.2 Steuerelemente	480
11.2.1 Gestaltung der Oberfläche	480
11.2.2 Code der Ereignismethoden	481

11.3 Anwendung mit Navigation	482
11.3.1 Ablauf der Anwendung	482
11.3.2 Navigationsdatei	484
11.3.3 Aufbauseite	484
11.3.4 Steuerungsseite	485
11.4 Zweidimensionale Grafik	486
11.4.1 Gestaltung der Oberfläche	486
11.4.2 Code der Ereignismethode	488
11.5 Dreidimensionale Grafik	488
11.5.1 Gestaltung der Oberfläche	489
11.5.2 Code der Ereignismethode	492
11.6 Animation	492
11.6.1 Gestaltung der Oberfläche	493
11.6.2 Das Storyboard	495
Anhang	497
A Installation und technische Hinweise	497
A.1 Installation von Visual Studio Community 2026	497
A.2 Arbeiten mit einer Projektvorlage	498
A.3 Weitergabe eigener Windows-Programme	498
Index	500

Index

-- (Dekrement)	61	=> (Methode, Kurzform)	177
- (Subtraktion)	61	> (größer als)	64, 403
^ (Index)	159	>= (größer als oder gleich)	64, 403
^ (logisches Exklusiv-Oder)	65, 86, 341	(bitweises Oder)	66, 341
_ (Platzhalter, SQL)	404	(logisches Oder)	65, 85
_ (Trennzeichen)	52	\$ (String-Interpolation)	38
! (logisches Nicht)	65	0b	53
! (Null-Toleranz)	196	0x	52
!= (ungleich)	64	1:1-Relation	381
? (nullbarer Datentyp)	193	1:n-Relation	381
? (Platzhalter, SQL)	407	2D-Grafik (WPF)	486
?:(bedingter Ausdruck)	83	3D-Grafik (WPF)	488
?? (Null-Zusammenfügung)	194		
??= (Null-Sammelzuweisung)	195		
?.(nullbarer Datentyp)	193	A	
.. (Bereich)	160	Abfrage	386
.NET-Softwareplattform	19	Ableitung	248
(int)	59	abstract	254
{ } (String-Interpolation)	38	accdb-Datei	387
* (Multiplikation)	61	Accessor	219
*= (Zuweisung)	66	Acos()	327
/ (Division)	61	Add()	
/* (Kommentar)	33	Controls	247
// (Kommentar)	33	DateTime	302
/= (Zuweisung)	66	generische Liste	264, 415, 457
\n (Zeilenumbruch)	38	ListBox	116
& (bitweises Und)	66	ListView	371
& (Tastenkombination)	150, 335	Parameters	407
&& (logisches Und)	65, 84	Addition	61
# (Formatierung)	201, 298	Aktionsabfrage	398
% (Modulo)	61	AND	403
% (Platzhalter, SQL)	404	Animation	492
%= (Zuweisung)	67	ANSI	313
+ (Addition)	61	Anweisung	32
+ (Verkettung)	39	<i>im Block</i>	79
++ (Inkrement)	61	<i>lang</i>	38
+= (Zuweisung)	66–67	<i>wiederholen</i>	108
< (kleiner als)	64, 403	ArcSegment	487
<= (kleiner als oder gleich)	64, 403	args	203
<> (ungleich, SQL)	403	ArgumentOutOfRangeException	286
= (gleich, SQL)	403	Array	163, 172
-= (Zuweisung)	66	Asin()	327
= (Zuweisung)	33, 66	Atan()	327
== (gleich)	64, 167, 230	Attached Event	478

Attached Property	478	Checked (Forts.)	
AttributeCount	317	RadioButton	100
Aufzählung	58	WPF	481
Ausdruckskörper	176	CheckedChanged	
Ausgabe	36	CheckBox	98
<i>Dialogfeld</i>	352	RadioButton	100
Auswahlabfrage	395	class	215
		Clear()	
		<i>generische Liste</i>	415
		<i>Zeichnung</i>	440
B		ClickOnce	499
base	249	Clone()	
Basisklasse	248	<i>Datenfeld</i>	164
<i>Aufruf</i>	249	<i>ICloneable</i>	258
Bedingter Ausdruck	83	Close()	
Bereich		<i>Formular</i>	33, 283
<i>Datenfeld</i>	160	<i>OleDbConnection</i>	393
<i>String</i>	286	<i>StreamReader</i>	308
Bericht	387	<i>XmlTextReader</i>	318
Beziehung	381	<i>XmlTextWriter</i>	316
<i>erstellen</i>	390	Code	
Bézierkurve	486	<i>Ansicht</i>	24
Binär	53	<i>auskommentieren</i>	34
bitweiser Operator	66	Collection	264
Blickrichtung	490	Collection Expression	160
bool	50	Color	47
Border Style	29	ColorDialog	360
break		ComboBox	125
<i>Schleife</i>	108	<i>Menü</i>	334
<i>switch</i>	88	CommandText	394
Breakpoint	140	Community-Version	20
Brush	435	Component	277
Button	25	Connection	394
<i>Maus</i>	158	ConnectionString	393, 397, 430
byte	50	Console	198
		const	58
C		Container	68
Canvas	478	Contains()	
case	88	<i>generische Liste</i>	264
Cast	59	<i>String</i>	332
catch	137	ContainsKey()	272
Ceiling()	327	ContainsValue()	272
char	50	Content	482
CheckBox	98	ContextMenuStrip	342
<i>WPF</i>	481	continue	108
Checked		Controls	247
<i>CheckBox</i>	98	Convert	
<i>Menü</i>	337	<i>ToDouble()</i>	76

Convert (Forts.)	Datenfeld (Forts.)
ToInt32() 134	verzweigtes 170
Copilot 20	von Objekten 253
Cos() 327	Datenkapselung 215
Count	Datensatz 378
generische Liste 264	ändern 409
ListBox 117	Anzahl 424
COUNT() 424	einfügen 409
CREATE TABLE 432	gruppieren 426
CreateGraphics() 435	löschten 410
cs-Datei 215	sortieren 405
CSV-Format 310	Summe 426
CurrentUICulture 365	Datensatztyp 243
	Datentyp 50
	anzeigen 204, 231
D	benutzerdefinierter 260
DataGridView 372	erweitern 274
Date 299	generischer 263
Datei	impliziter 204
Information 321	nullbarer 191
lesen 309	vergleichen 233
öffnen, Dialog 356	DateTime 299
Öffnungsmodus 308	DateTimePicker 303
schließen 308	DateTimePickerFormat 303
schreiben 306	Datum 299
speichern, Dialog 358	eingeben 303
Datenbank 377	rechnen mit 301
mehrere Tabellen 421	Day 299
Datenbanksystem 380	DayOfWeek 60, 299
MS Access 386	DayOfYear 299
MySQL 428	Debuggen 139
SQLite 430	beenden 77, 135
Datenfeld	decimal 50
als Parameter 180	DecimalPlaces 78
Bereich 160	Deconstruct() 274
durchsuchen 164	default 88
dynamisch verändern 172	Deklaration 52
eindimensionales 158	var 204
Größe 160	Dekonstruktion 206
Größe der Dimension 166	Objekt 273
Initialisierung 160, 169	Delegate 245
Klasse 163	DELETE 393, 410
kopieren 164	DESC 405
letztes Element 159	Detailtabelle 381
Maximum, Minimum 161	Dialogfeld 39
mehrdimensionales 165	Ausgabe 352
Referenz auf 173	Eingabe 350
sortieren 164	Standard 356

DialogResult	353	Ereignis
Dictionary	270	<i>endlose Kette</i>
Dictionary<Datentyp>	272	<i>Kette</i>
Directory	321	<i>mehrere</i>
DivideByZeroException	135	<i>Paint</i>
<i>Klasse</i>	138	<i>Tastatur, Maus</i>
Division	61	<i>Ereignismethode</i>
<i>ganze Zahl</i>	53	<i>30</i>
DLL		<i>gemeinsame</i>
<i>erstellen</i>	277	<i>102</i>
<i>nutzen</i>	279	<i>Verweis auf</i>
do while	111	<i>245</i>
Double	389	<i>WPF</i>
double	50	<i>478</i>
DrawEllipse()	439	Erweiterungsmethode
DrawImage()	443	478
DrawLine()	437	Event Trigger
DrawPolygon()	439	492
DrawRectangle()	438	EventHandler
DrawString()	442	247
DropDown	125	Exception
DropDownList	125	137
DropDownStyle	125	Exception Handling
E		134, 136
e (Exponentialzahl)	53	ExecuteNonQuery()
E (Konstante)	327	395, 399
Editor	20, 131	ExecuteReader()
Eigenschaft	214	395
<i>ändern</i>	43	exe-Datei
<i>statische</i>	240	35
Eigenschaften-Fenster	24, 27	Exists()
Eigenschaftsmethode	218	<i>Directory</i>
Eingabe	74	<i>321</i>
<i>Dialogfeld</i>	350	<i>File</i>
Eingabeaufforderung	198	<i>317</i> , 321
EinzelSchrittverfahren	139	<i>321</i>
else	79	<i>308</i>
Enabled		<i>308</i>
<i>Steuerelement</i>	146	<i>FileStream</i>
<i>Timer</i>	70	<i>322</i>
Enter	143	<i>FillEllipse()</i>
Entwicklung	129	<i>439</i>
enum	59	<i>FillPolygon()</i>
Enumeration	58	<i>439</i>
Equals()		<i>FillRectangle()</i>
<i>object</i>	228, 240	<i>438</i>
Ereignis		<i>Find()</i>
<i>endlose Kette</i>	153	<i>368</i>
<i>Kette</i>	151	<i>float</i>
<i>mehrere</i>	102	<i>50</i>
<i>Paint</i>	444	<i>Floor()</i>
<i>Tastatur, Maus</i>	156	<i>328</i>
Erweiterungsmethode	30	<i>Focus()</i>
Event Routing	478	<i>156</i>
Event Trigger	492	
EventHandler	247	
Exception	137	
Exception Handling	134, 136	
ExecuteNonQuery()	395, 399	
ExecuteReader()	395	
exe-Datei	35	
Exists()		
<i>Directory</i>	321	
<i>File</i>	317	
Exklusiv-Oder, logisches	65	
Exp()	327	
Exponentialschreibweise	53	
expression body	176	
extensible Application Markup Language → XAML		
F		
f (float)	53	
false	53	
Farbe wählen, Dialog	360	
Fehler	130	
Felddatentyp	389	
Fett-Format	341	
File	317, 321	
FileMode	308	
FileStream	308	
FileSystemEntries()	322	
FillEllipse()	439	
FillPolygon()	439	
FillRectangle()	438	
Find()	368	
float	50	
Floor()	328	
Focus()	156	

FolderBrowserDialog	359	GetLastWriteTime()	322
Font	298, 337	GetType()	204, 231
Font.FontFamily	340	GetUpperBound()	166
Font.Size	339	Gleich	64
Font.Style	339	SQL	403
FontDialog	361	goto case	88, 92
FontFamily	340	Graphics	435
for	108	Grid	484
foreach	118	Größer als	64
ForeColor	81	SQL	403
Form_Activated	145	GROUP BY	426
Form_Load	116	GroupBox	103
Format (DateTimePicker)	303		
Format()	297	H	
FormatException	135	Haltepunkt	140
<i>Klasse</i>	138	<i>entfernen</i>	141
Formatierung	367	Hauptmenü	333
Formular	23	Hexadezimal	52
<i>aktivieren</i>	145	Hide()	284
<i>Ansicht</i>	24	Hilfestellung	131
<i>anzeigen</i>	283	Hoch	327
<i>Datenbank</i>	387	Hochstellung	369
<i>hinzufügen</i>	280	Hour	299
<i>mehrere</i>	280	Hyperlink	485
<i>schließen</i>	33		
<i>Sprache</i>	363	I	
<i>verstecken</i>	284	ICloneable	258
<i>wird geladen</i>	116	IComponent	277
Formularbasierte Ressource	363	IEquatable	268
Fortschrittsbalken	348	if	79
FromArgb()	47	Image	372
FromFile()	372	<i>auf Button</i>	344
FullRowSelect	371	Increment	78
		Index	
G		<i>Datenbank</i>	380
GDI+	435	<i>Datenfeld</i>	159
Generische Liste	264, 269	<i>eindeutiger</i>	380
<i>füllen</i>	415	<i>String</i>	286
<i>leeren</i>	415	IndexOf()	
Generischer Datentyp	263	<i>Array</i>	164
Generisches Dictionary	270	<i>generische Liste</i>	264
get	219	<i>String</i>	289
GetCreationTime()	322	IndexOutOfRangeException	160
GetCurrentDirectory()	321	InitializeComponent()	31
GetFiles()	322	Inkonsistenz	378
GetHashCode()	240, 268	INNER JOIN	425
GetLastAccessTime()	322		

InputBox()	350	Klasse (Forts.)	
INSERT	393, 409	Name	214
Insert()		statische	275
<i>generische Liste</i>	264	statisches Element	240
ListBox	120	Klassenbibliothek	
String	292	erstellen	277
Installation	497	nutzen	279
<i>eigenes Programm</i>	499	Kleiner als	64
Instanziierung	218	SQL	403
int	50	Kodierung	313
INTEGER	432	Kombinationsfeld	125
IntelliSense	20	Kommentar	33
Interaction	350	Konsole	197
Interface	257	<i>Ein- und Ausgabe</i>	198
interface	258	<i>formatieren</i>	201
internal	214	<i>Startparameter</i>	202
Interval	70	Konstante	57
is	233	Konstruktor	221
is null	232	<i>Primär-</i>	224
IsLoaded	482	Kontextmenü	341
IsSelected	481	Kontrollkästchen	98
IsSnapToTickEnabled	481	Kursiv-Format	341
Item1, Tupel	205		
Items	116	L	
ListView	371	Label	25
J		<i>WPF</i>	481
Jahr	299	Language	363
Join	425	LargeChange	107
<i>geschachtelter</i>	425	LargeImageList	371
Vorteile	428	LastIndexOf()	289
K		Laufzeitfehler	134
Kamera	490	Length	
KeyCode	157	<i>Datenfeld</i>	160
KeyDown	157	<i>String</i>	192, 286
KeyEventArgs	157	Licht	491
Keys	157, 273	LIKE	404
KeyUp	157	LineSegment	487
KeyValue	157	List<Datentyp>	265
Klasse	31, 214	ListBox	116
<i>abgeleitete</i>	248	<i>WPF</i>	481
<i>abstrakte</i>	254	ListBoxItem	482
<i>Basis-</i>	248	Liste, generische	264, 269
<i>erweitern</i>	274	ListView	369
<i>hinzufügen</i>	214	ListViewItem	371
		Loaded	494
		Localizable	363
		Location	43

Log()	328	Methode (Forts.)	
Log10()	328	rekursive	188
Logarithmus	328	Rückgabewert	182
Logische Fehler	139	statische	240
Logisches Exklusiv-Oder	86	überladen	222
Logisches Oder	85	überschreiben	223
Logisches Und	84	verlassen	123, 174
Lokalisierung	362	Microsoft Access Database Engine	392
long	50	Microsoft.ACE.OLEDB.12.0	393
Long Integer	389	Microsoft.VisualBasic	350
		Millisecond	299
		MinDate	305
		Minimum	
m (Decimal)	53	NumericUpDown	78
m:n-Relation	382	Slider	481
MainWindow.xaml	476	TrackBar	107
MainWindow.xaml.cs	479	Minute	299
Margin	478	modal	283
Mastertabelle	381	Modularisierung	174
Material	491	Modulo	61
Math	327	Month	299
Maus		MouseDown	158
<i>Ereignis</i>	156	MouseEventArgs	158
<i>Position</i>	158	MouseUp	158
MaxDate	305	MoveToNextAttribute()	317
Maximum		MS Access	386
<i>NumericUpDown</i>	78	MS Excel	313
<i>ProgressBar</i>	349	MultiExtended	124
<i>Slider</i>	481	Multiline	74
<i>TrackBar</i>	107	Multiplikation	61
MaxLength	74	MySQL	428
Mehrfachauswahl	124	MySQL.Data	428
Mehrfachvererbung	257	MySQL.Data.MySqlClient	429
Mehrsprachigkeit	362	MySQLCommand	429
MenuStrip	333	MySQLConnection	429
MeshGeometry3D	491	MySQLDataReader	429
Message	137		
MessageBox	39, 352	N	
MessageBoxButtons	353		
MessageBoxIcon	353	Name	
Methode	174, 214	<i>anzeigen</i>	233
<i>abstrakte</i>	254	<i>Konvention</i>	27
<i>allgemeine</i>	105	<i>Namensraum</i>	31, 227
<i>gekapselte</i>	31	<i>nameof</i>	233
<i>Kurzform</i>	177	<i>namespace</i>	31, 227
<i>ohne Rückgabewert</i>	31	<i>NavigateUri</i>	485
<i>Operator-</i>	234	<i>Navigation</i>	482
<i>Parameter</i>	175	<i>NavigationWindow</i>	483

NET-Softwareplattform	19	Operator	60
new		bitweiser	66
<i>Datenfeld</i>	159	für Berechnungen	61
<i>Objekt</i>	217	logischer	65
<i>Point</i>	44	logischer, SQL	403
<i>Random</i>	80	Priorität	67
<i>Size</i>	44	Vergleich	64
new()	218	Vergleich, SQL	403
Next()	80	Zuweisung	66
NextDouble()	90	operator	238
Nicht, logisches	65	Operatormethode	234
SQL	403	Optionsschaltfläche	100
NodeType	317	OR	403
NOT	403	or	95
Now	299	ORDER BY	405
NuGet-Paket	394	out	181
null	191	<i>Dekonstruktion</i>	274
<i>Zuweisung</i>	232	override	223
Null Reference Exception	191	P	
Nullbarer Datentyp	191	Page	484
Null-Sammelzuweisung	195	Paint-Ereignis	444
Null-Toleranz	196	PaintEventArgs	445
Null-Zusammenfügung	194	Panel	68
NumericUpDown	77	Parameter	175
O		<i>Ausgabe</i>	181
object	222, 228	<i>beliebig viele</i>	187
Objekt	217	<i>benannter</i>	185
<i>addieren</i>	234	<i>optionaler</i>	184
<i>Datenfeld</i>	253	<i>Referenz</i>	178
<i>erzeugen</i>	216	SQL	406
<i>gleiche Objekte</i>	228	<i>Tupel</i>	209
<i>Initialisierung</i>	221, 239, 247	params	187
<i>Referenz</i>	229	partial	31
Objekteigenschaft	54	PasswordChar	74
Objektorientierung	213	Path	487
Oder, logisches	65	PathFigure	486
SQL	403	PathGeometry	486
OleDb	393	Peek()	310
OleDbCommand	394	Pen	435
OleDbConnection	393	PI	328
OleDbDataReader	395	Platzhalter	404
OleDbParameter	407	Point	44
OleDbType	407	Polymorphie	251
Open()	393	Pow()	328
OpenFileDialog	356	Primärindex	380
		Primärkonstruktur	224

Primärschlüssel	389	Referenz	229
private	31, 54, 215	Referenztyp	229
Program.cs	197	Rekursion	188
Programm		Relation	381
<i>abbrechen</i>	200	<i>erstellen</i>	390
<i>beenden</i>	34	<i>Remove()</i>	
<i>entwickeln</i>	129	<i>Controls</i>	247
<i>mehrsprachiges</i>	362	<i>generische Liste</i>	264
<i>starten</i>	34	<i>String</i>	293
<i>weitergeben</i>	498	<i>RemoveAt()</i>	
ProgressBar	348	<i>generische Liste</i>	264
Projekt		<i>ListBox</i>	120
<i>erstellen</i>	21	<i>Replace()</i>	296
<i>öffnen</i>	35	<i>Resize()</i>	172
<i>schließen</i>	35	<i>ResourceManager</i>	366
<i>speichern</i>	30	<i>Ressource</i>	362
<i>Vorlage</i>	498	<i>resx-Datei</i>	363
Projektmappen-Explorer	25	<i>return</i>	123, 182
Projektressource	363	<i>RichTextBox</i>	367
Property	219	<i>RichTextBoxScrollBars</i>	368
protected	250	<i>Round()</i>	328, 332
public	31, 54, 216, 250	<i>Rückgabewert</i>	182
		<i>Kurzform</i>	184
		<i>Tupel</i>	209

Q

Queue	264
-------------	-----

R

RadioButton	100
<i>mehrere Gruppen</i>	103
Random	80
Read()	
<i>OleDbDataReader</i>	397
<i>XmlTextReader</i>	317
Reader	395
ReadLine()	
<i>Console</i>	198
<i>StreamReader</i>	310
ReadOnly	343
readonly	56, 80, 222
REAL	432
Rechenoperator	61
record	243
Rectangle	438
Redundanz	378
ref	173, 178, 229
Referentielle Integrität	391

S

Sammlungsausdruck	160, 253
SaveFileDialog	358
Schieberegler	106
Schleife	108
<i>endlose</i>	111, 113
<i>foreach</i>	118
<i>geschachtelte</i>	166
Schlüssel-Wert-Paar	271
Schnittstelle	257
Schrift	337
<i>wählen, Dialog</i>	361
Schriftart	338
<i>nicht proportionale</i>	297
Schriftgröße	339
Schriftstil	340
ScrollBars	74
<i>RichTextBox</i>	368
Second	299
Sekundärindex	381
SELECT	393, 397
Select()	369

SelectAll()	156	Statusleiste	347
SelectedIndex	117	StatusStrip	348
SelectedIndexChanged	119	Steuerelement	480
SelectedIndices	124	aktivieren	70, 146
SelectedItem	117	Auflistung	247
SelectedItems	124	Aufschrift	28
SelectedText	482	auswählen	26
SelectionChanged	481	einfügen	25
SelectionCharOffset	369	erzeugen	245
SelectionFont	368	formatieren	41
SelectionLength	368	Größe	28, 43
SelectionMode	124, 126	ist aktuell	143
SelectionStart	368	Kontextmenü	342
set	219	kopieren	42
SetCurrentDirectory()	321	löschen	247
short	50	markieren	41
Show()	352	mehrere	41
ShowDialog()	283, 356	Name	27
Signatur	222	Position	43
Simple	126	Rahmen	29
Sin()	328	rechtsbündig	331
Single	389	Reihenfolge	149
Size		Schriftfarbe	81
<i>Eigenschaft</i>	28, 43	sichtbares	146
<i>Font</i>	339	Tastenkombination	150
<i>Struktur</i>	44	Storyboard	492
Slider	481	StreamReader	309
sln-Datei	35	StreamWriter	308
SmallChange	107	String	285
SmallImageList	371	string	50
SolidBrush	437	String-Interpolation	37
Sort()	164	struct	261
Split()	288	Structured Query Language → SQL	
SQL	393	Struktur	260
<i>typische Fehler</i>	410	Stunde	299
SQL-Injection	406	Substring()	295
SQLite	430	Subtract()	302
SQLiteCommand	432	Subtraktion	61
SQLiteConnection	432	SUM()	426
SQLiteDataReader	432	Summe berechnen	113
Sqrt()	328	switch	
Stack	264	<i>Anweisung</i>	88
StackPanel	477	<i>Anweisung, Vergleiche</i>	90
static		<i>Ausdruck</i>	93
<i>Eigenschaft</i>	242	<i>Ausdruck, Vergleiche</i>	95
<i>Klasse</i>	275	<i>mehrfaches</i>	96
<i>Methode</i>	242	<i>or</i>	95
Statisches Element	240	<i>when</i>	96

Symbolleiste	344	TextBox	74
Syntaxfehler	130	Änderung	147
System.ComponentModel	277	Inhalt auswählen	156
System.Data.OleDb	394	koppeln	155
System.Data.SQLite	430	Menü	334
System.Double	204	ReadOnly	343
System.Drawing	44	WPF	481
System.Globalization	365	TextChanged	147
System.Int32	204	ComboBox	340
System.IO	306	Textdatei	
System.Resources	366	lesen	309
System.String	204	schreiben	306
System.Text	316	TextLength	368
System.Windows		this	216
Input	492	Erweiterungsmethode	275
Media	488	Konstruktor	222
Media.Media3D	492	TickFrequency	
Navigation	484	Slider	481
System.Xml	316	TrackBar	107
Systemton	353, 356	TickPlacement	481

T

Tabelle	
Datenbank	386
Entwurf	388
TabIndex	149
TabStop	149
Tag	299
Tan()	328
TargetName	485
Tastatur	
Bedienung	149
Ereignis	156
Taste	
Alt	150
F11	139
F5	34
F9	140
Shift + F5	34
Strg + C	200
Template	498
Tetris	451
TEXT	432
Text	
Eigenschaft	28
umwandeln	76
.TextAlign	331
TextBox	
Änderung	147
Inhalt auswählen	156
koppeln	155
Menü	334
ReadOnly	343
WPF	481
TextChanged	147
ComboBox	340
Textdatei	
lesen	309
schreiben	306
TextLength	368
this	216
Erweiterungsmethode	275
Konstruktor	222
TickFrequency	
Slider	481
TrackBar	107
TickPlacement	481
Tiefstellung	369
TimeOfDay	299
Timer	70
TimeSpan	302
Today	299
ToDouble()	76
ToInt32()	134
Toolbox	24
ToolStrip	344
ToolStripComboBox	347
ToShortDateString()	301
ToString()	
object	223
Umwandlung	37
TrackBar	106
Transformation	492
Trennlinie	334
TriangleIndices	491
Trim()	287
true	53
Truncate()	328
try	137
Tupel	203
benanntes	207
Dekonstruktion	206
implizite Namen	208
Parameter	209
Rückgabewert	209

Tupel (Forts.)	
<i>unbenanntes</i>	205
<i>vergleichen</i>	208
Type Converter	477
typeof	231
U	
Überladen	222
Überschreiben	223
Überwachungsfenster	141
Uhrzeit	299
<i>rechnen mit</i>	301
Umwandlung	
<i>Cast</i>	59
<i>in Double</i>	76
<i>in Integer</i>	134
Unchecked	481
Und, logisches	65
<i>SQL</i>	403
Ungleich	64
<i>SQL</i>	403
Unterformular	280
UPDATE	393, 399, 409
UTF-8	313
V	
Value	
<i>DataGridView</i>	375
<i>DateTimePicker</i>	305
<i>NumericUpDown</i>	77
<i>ProgressBar</i>	349
<i>TrackBar</i>	107
value	219
ValueChanged	481
<i>DateTimePicker</i>	306
<i>NumericUpDown</i>	78
<i>TrackBar</i>	106
Values	273
VALUES (SQL)	409
var	54, 204
Variable	49
<i>als Eigenschaft</i>	54
<i>als Verweis</i>	80
<i>Kontrolle</i>	141
<i>lokale</i>	54
<i>Strukturtyp</i>	262
Verbundzuweisung	66
Vererbung	248
Verknüpfung	381
<i>erstellen</i>	390
Verweis	217
<i>auf Ereignismethode</i>	245
<i>prüfen</i>	232
<i>umwandeln</i>	167, 259
Verweistyp	180
Verzeichnis	321
<i>wählen, Dialog</i>	359
Verzweigung	79
<i>geschachtelte</i>	82
<i>Kurzform</i>	83
View	369
Visible	146
Visual Studio 2026	19
void	31
Vokabel-Lernprogramm	464
W	
Wahrheitswert	50
Wertebereich	52
Werttyp	177, 229
<i>Struktur</i>	260
when	96
WHERE	402
while	111
Window	477
Window_KeyDown	490
Windows Presentation Foundation → WPF	
Windows-Forms-App	22
with	244
Wochentag	299
WPF	475
<i>Layout</i>	476
WrapPanel	480
Write()	
<i>Console</i>	198
<i>StreamWriter</i>	308
WriteAttributeString()	316
WriteEndElement()	316
WriteLine()	
<i>Console</i>	198
<i>StreamWriter</i>	308
WriteStartDocument()	316
WriteStartElement()	316

X

x:Class	477
XAML	475
XML	
<i>Datei</i>	314
<i>Knoten</i>	314
XmlNodeType	317
xmlns	477
XmlTextReader	317
XmlTextWriter	316

Y

Year	299
------------	-----

Z

Zahl	
<i>einstellen</i>	77, 106
<i>ganze</i>	50, 52
<i>mit Nachkommastellen</i>	50, 53
<i>umwandeln</i>	37
Zahlenauswahlfeld	77
Zeichen	50
Zeichenkette	
<i>Datentyp</i>	50
<i>durchsuchen</i>	289
<i>einfügen</i>	292

Zeichenkette (Forts.)

<i>enthält</i>	332
<i>ersetzen</i>	296
<i>formatieren</i>	297
<i>Länge</i>	192, 286
<i>löschen</i>	293
<i>Teilzeichenkette</i>	295
<i>trimmen</i>	287
<i>verbinden</i>	39
<i>zerlegen</i>	288
Zeichnen	435
<i>Bilddatei</i>	443
<i>dauerhaft</i>	444
<i>Dicke</i>	440
<i>Ellipse</i>	439
<i>Farbe</i>	440
<i>Linie</i>	437
<i>löschen</i>	440
<i>Polygon</i>	439
<i>Rechteck</i>	438
<i>Text</i>	441
Zeilenumbruch	38
Zeitangabe	299
<i>Intervall</i>	302
Zufallsgenerator	80
Zugriffsmodifizierer	54
Zuweisung	32
<i>Verbund</i>	66

Einstieg in C# mit Visual Studio 2026

Programmieren in C# kann ganz einfach sein – das beweist dieses einsteigerfreundliche Buch. Schritt für Schritt lernen Sie an anschaulichen Beispielen, wie Sie C#-Projekte in Visual Studio 2026 erstellen. Schnelle erste Programmiererfolge sind garantiert!



C# und Visual Studio 2026 kennenlernen

Los geht's mit der Installation von Visual Studio 2026. Anschließend lernen Sie alle Grundlagen der C#-Programmierung und schreiben Ihre ersten Programme.

Entwickeln Sie eigene Windows-Programme

Sie lernen die GUI-Entwicklung mit Windows Forms und Windows Presentation Foundation, entwickeln Datenbankanwendungen und erstellen eigene C#-Projekte für .NET 10.

Übung macht den Meister

Ausführliche Schritt-für-Schritt-Anleitungen, anschauliche Beispiele und viele Übungsaufgaben sichern Ihren Lernerfolg. Das Buch ist ideal zum Selbststudium geeignet.



Der Code der Beispiele und die Musterlösungen zu den Übungsaufgaben stehen zum Download bereit.



Thomas Theis ist Dipl.-Ing. für Technische Informatik und arbeitet als Berater und Prüfer im IT-Bereich. Er hat über viele Jahre Kurse für Einsteiger in verschiedenen Programmiersprachen geleitet und ist Autor vieler erfolgreicher Fachbücher.

Erste Schritte

- + Einführung in Visual Studio 2026
- + C#-Sprachgrundlagen
- + Fehlerbehandlung
- + Objektorientiert programmieren
- + Wichtige Klassen in .NET

C#-Programmierung

- + GUIs entwickeln mit Windows Forms
- + Arbeiten mit der kostenfreien Community-Version
- + Datenbankanwendungen
- + Zeichnen mit GDI+

Übungen und Extras

- + Über 130 vollständige Beispielprojekte
- + Übungsaufgaben mit Musterlösungen

