1 Einführung WPF

WPF: Windows Presentation Foundation

1.1 Layout/Grössen

Layout in C# oder XAML geschrieben. XAML ist leichter und kürzer. Als Grösseneinheit wird DIP (Device Independent Pixels) verwendet.

1.2 Hello WPF

Dateien:

- App.xaml: Markup der Startup-Klasse
- App.xaml.cs: Coed-Behind der Startup-Klasse
- MainWindow.xaml: Markup des Hauptfensters
- MainWindow.xaml.cs: Code-Behind des Hauptfensters
- AssemblyInfo.cs: Projektspezifische Meta-Daten

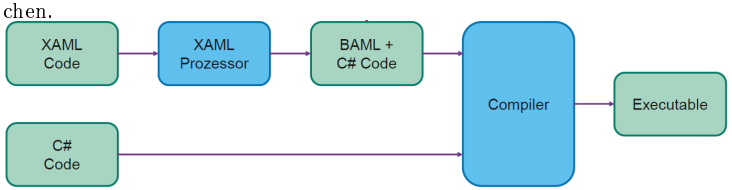
Deployment:

- Framework-Dependent Executable (FDE): .NET Core muss manuell installiert werden. Erzeugt sehr kleines Binary.
- Self-Contained Deployment (SCD): .NET Core in Binary integriert. → Sehr grosses Binary (150MB für hello world)

2 GUI-Programmierung

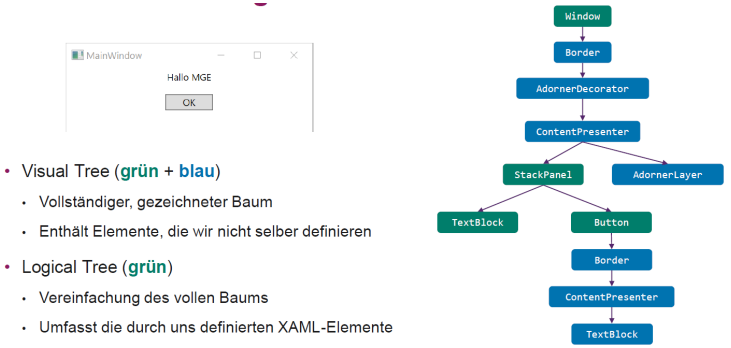
2.1 XAML Allgemein

Beschreibungssprache von Microsoft zur Gestaltung graphischer Oberflächen.



Für Design kann auch C# verwendet werden, XAML ist jedoch leichter, kürzer, lesbarer und hat einen Designer. Microsoft Blend für das Designen.

2.1.1 Visual Tree und Logical Tree



- Visual Tree (grün + blau)
  - Vollständiger, gezeichneter Baum
  - Enthält Elemente, die wir nicht selber definieren
- Logical Tree (grün)
  - Vereinfachung des vollen Baums
  - Umfasst die durch uns definierten XAML-Elemente

2.1.2 Namespaces

Mit xmlns werden XML-Namespaces definiert.
→ Ohne Doppelpunkt: Standard-Namespace (Elemente können ohne Präfix verwendet werden)
→ Mit Doppelpunkt: Nenannter Namespace (Elemente können nur mit Präfix verwendet werden)

Übliche Namespaces in WPF:

- Der Standard-Namespace wird auf die WPF Control Library gesetzt
- x für XAML-spezifische Elemente
- d für Elemente des visuellen Designers
- mc für Elemente der «Markup Kompatibilität»
- local für Elemente aus unserem eigenen Assembly

```
<Window xmlns="http://schemas.microsoft.com/winfx/2006/
    xaml/presentation"
  xmlns:x="http://schemas.microsoft.com/winfx/2006/xaml"
  xmlns:d="http://schemas.microsoft.com/expression/blend
      /2008"
  xmlns:mc="http://schemas.openxmlformats.org/markup-
      compatibility/2006"
  xmlns:local="clr-namespace:Vorlesung_09"
  mc:Ignorable="d"
  ... />
```

2.1.3 Named Elements

Elemente können benannt werden. → Ermöglicht Zugriff auf Code-Behind. Attribut führt zu Property in generierter Klasse

```
// XAML:
<TextBlock Name="WpfAttribute" Text="WPF" />
<TextBlock x:Name="XamlAttribute" Text="XAML" />
// Code Behind:
this.WpfAttribute.Text = "...";
this.XamlAttribute.Text = "...";
```

2.1.4 Syntaxen

```
// Attribute Syntax:
<Button Background="Blue"
      Foreground="Red"
      Content="Mein Button" />
// Property Element Syntax:
<Button>
   <Button.Background>
      <SolidColorBrush Color="Blue"/>
   </Button.Background>
   <Button.Foreground>
      <SolidColorBrush Color="Red"/>
   </Button.Foreground>
   <Button.Content>
      Mein Button
   </Button.Content>
</Button>
```

2.1.5 Type Converters

```
// XAML:
<local:LocationControl Center="10, 20" />
// Control:
public class LocationControl : TextBlock {
   public Location Center {
      set => this.Text = $"{value.Lat} / {value.Long}";
   }
}
// Model:
[TypeConverter(typeof(LocationConverter))]
public class Location {
   public double Lat { get; set; }
   public double Long { get; set; }
}
// Type Converter:
public class LocationConverter : TypeConverter {
   public override object ConvertFrom(
     ITypeDescriptorContext context,
     CultureInfo culture,
     object value) {
       //Zur Kürzung des Beispiels auf Checks verzichtet:
       // - Ist value wirklich ein string?
       // - Enthält das Array exakt 2 Elemente?
       // - Sind die strings zu double konvertierbar?
       var valueAsString = (string) value;
       var valueArray = valueAsString.Split(',');
       return new Location {
          Lat = Convert.ToDouble(valueArray[0]),
          Long = Convert.ToDouble(valueArray[1])
       };
   }
}
```

2.1.6 Content Properties

Jedes XAML-Element kann genau eine Eigenschaften als seinen Inhalt definieren. Einige Elemente können, neben reinem Text, auch andere Elemente enthalten.

```
<Button Content="Label" />
<Button>Label</Button>
<Button Width="150" Height="60">
   <StackPanel>
      <TextBlock Text="Gross"
              TextAlignment="Center"
              FontSize="20" />
      <TextBlock Text="Und hier klein"
              FontSize="12"
              Foreground="#888888" />
   </StackPanel>
</Button>
```

2.1.7 Markup Extensions

Erlauben die Erweiterung des XAML-Markup mit zusätzlicher Logik. Die Logik wird in geschweiften Klammern platziert { ... }. Verwendet bei Styling und Data Binding.

```
// XAML:
<TextBlock Text="{local:LocationExtension Lat=10,Long
    =20}" />
// Marup Extension:
public class LocationExtension : MarkupExtension {
   public string Lat { get; set; }
   public string Long { get; set; }
   public override object ProvideValue(IServiceProvider
       s) {
      return this.Lat + " / " + this.Long;
   }
}
```

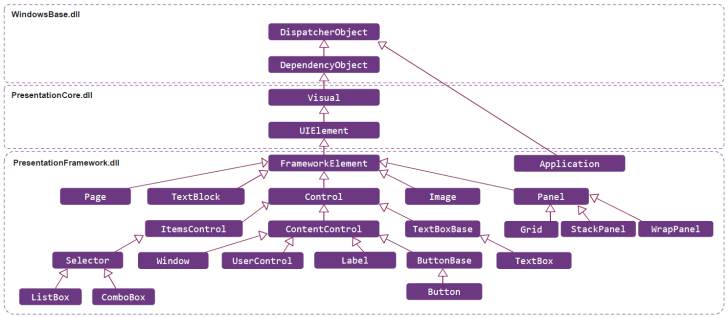
2.1.8 Attached Properties

Setzt Eigenschaft auf einem Element, die zu einem anderen Element gehört. Die Eigenschaft wird sozusagen einem anderen Element angehängt.

```
<Grid>
   <Grid.RowDefinitions>
      <RowDefinition Height="30" />
      <RowDefinition Height="20" />
      <RowDefinition Height="10" />
   </Grid.RowDefinitions>

   <TextBlock Grid.Row="0" Name="G" Background="Green"
       />
   <TextBlock Grid.Row="1" Name="R" Background="Red" />
   <TextBlock Grid.Row="2" Name="B" Background="Blue" />
</Grid>
```

2.2 Grundelemente

2.2.1 Klassenhierarchie

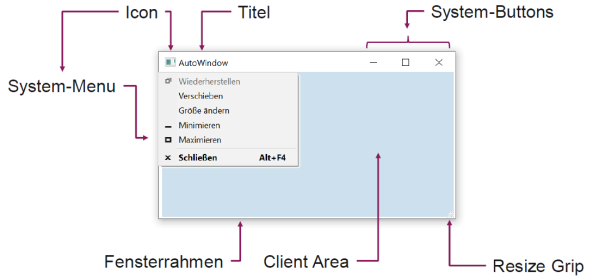


2.2.2 Application

Einstiegspunkt in die Anwendung. Main()-Methode in generiertem Code. Erzeugt Application-Instanz. Definiert via StartupUri die erste View.

```
// XAML:
<Application x:Class="Vorlesung_09.App"
    StartupUri="MainWindow.xaml">
</Application>
// Code Behind:
public partial class App : Application{ }
// Generated Code:
// Nur ein Auszug
public partial class App : System.Windows.Application {
    public void InitializeComponent() {
        this.StartupUri = new System.Uri("MainWindow.xaml"
            , System.UriKind.Relative);
    }
    public static void Main() {
        Vorlesung_09.App app = new Vorlesung_09.App();
        app.InitializeComponent();
        app.Run();
    }
}
```

2.2.3 Window - Sichtbare Elemente



2.2.4 Window - Wichtige Eigenschaften

- Title – Name des Fensters
- Icon – Icon des Fensters
  - Bild mit Build Action "Resource"hinzufügen
  - Verschiedene Dateiformate unterstützt
- ShowInTaskbar – Sichtbarkeit in Taskleiste
- WindowStyle – Aussehen des Fensters
- WindowStartupLocation – Anzeigeposition
- ResizeMode – Modus zur Grössenänderung

2.2.5 UIElement

Wichtigste Basisklasse für visuelle WPF-Elemente.
Definiert grundlegende Elemente, Methoden und Events:
IsEnabled: Reagiert das Element auf Interaktionen?
IsFocused: Ist das Element gerade aktiv?
Visibility: Ist das Element sichtbar? → z.B. Collapsed (Unsichtbar, keinen Platz), Hidden (Unsichtbar, belegt Platz), Visible (Sichtbar), etc.

2.2.6 FrameworkElement

Erweitert UIElement um zusätzliche Funktionalität, unter anderem:

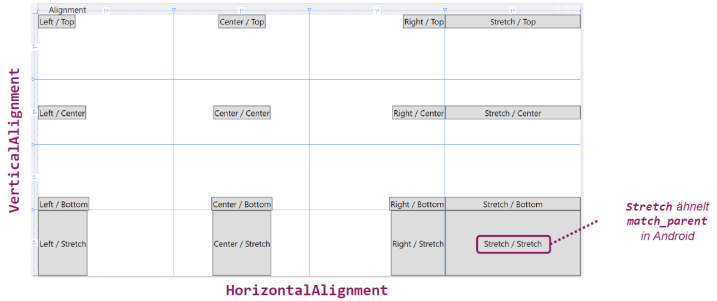
- Name-Property für Zugriff
- Logical Tree
- Layout System
- Visuelles Styling (Woche 10)
- Data Binding (Woche 11)

Grössenangaben:
Width, Height und Margin, Kein Padding. Zusätzlich MinWidth, MaxWidth und MinHeight, MaxHeight.

Dimensionen:
Auto: Automatische Grösse (wrap_content)
px: Device Independent Pixels, 1in == 96px

Ausrichtungen:

- `Alignment` beeinflusst die Ausrichtung **innerhalb des Eltern-Elements**



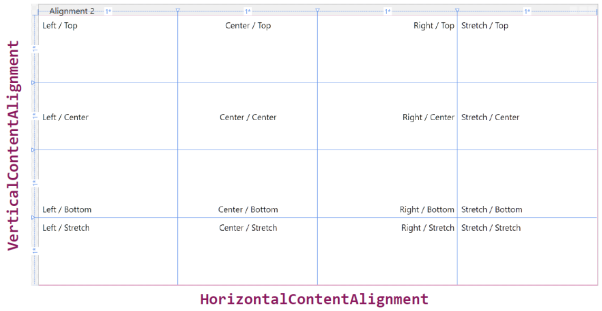
2.2.7 Control

Basis-Klasse für Controls mit Benutzerinteraktion.
Erweitert FrameworkElement um zusätzliche Funktionalität: Gestaltungsmöglichkeiten (Farben, Schriften, Ränder), Ausrichtungen der Kind-Elemente, Control Templates (Woche 10)

Rahmen/Ränder:
Neue Eigenschaften: padding (Innenabstand), BorderThickness (Rahmenstärker), CornerRadius (Radius für abgerundete Ecken)
Grössenangaben für Margin und Padding:
n - Selber Wert für alle Seiten
x,y - X für Horizontal, Y für Vertikal
l,t,r,b - Links, Oben, Rechts, Unten

Ausrichtung:

- `ContentAlignment` beeinflusst die Ausrichtung **der Kind-Elemente**



Farben/Schriften:
Farbgebung mit Brushes ("Pinsel"): Foreground, Background, BorderBrush
Schriftbild: FontFamily, FontSize, FontStretch, FontStyle, FontWeight

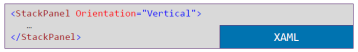
2.3 Layouts

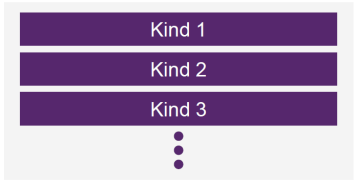
Layouts sind Container für Kind-Elemente. Haben eine Parent-Child Beziehung. Verschachtelung ist möglich.

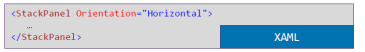
Verfügbare Layouts in WPF:

- StackPanel – Horizontale oder vertikale Auflistung
- WrapPanel – Wie Stack, aber mit Zeilen-/Spaltenumbruch
- DockPanel – Kinder werden an Seiten/im Zentrum "angedockt"
- Grid – Kinder werden den Zellen einer Tabelle zugeordnet

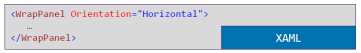
2.3.1 StackPanel

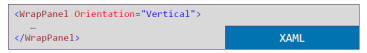


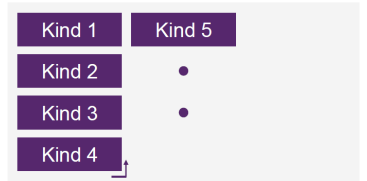




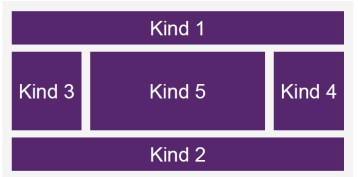
2.3.2 WrapPanel

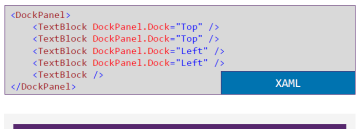


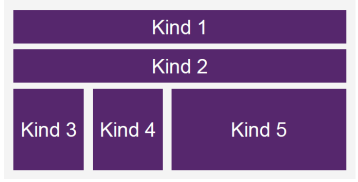


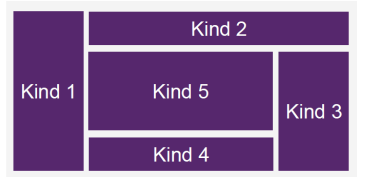


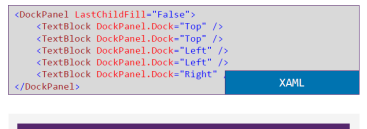
2.3.3 DockPanel

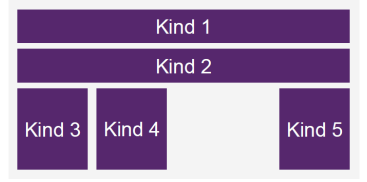




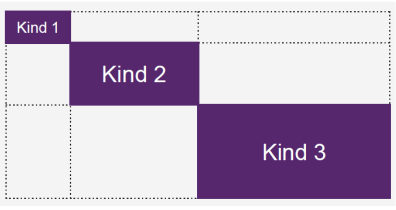




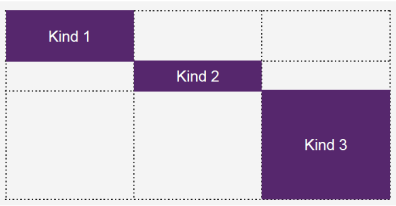




2.3.4 Grid




```
<Grid>
    <Grid.RowDefinitions>
        <RowDefinition Height="1*" />
        <RowDefinition Height="2*" />
        <RowDefinition Height="3*" />
    </Grid.RowDefinitions>

    <Grid.ColumnDefinitions>
        <ColumnDefinition Width="1*" />
        <ColumnDefinition Width="2*" />
        <ColumnDefinition Width="3*" />
    </Grid.ColumnDefinitions>

    <TextBlock Grid.Row="0" Grid.Column="0" />
    <TextBlock Grid.Row="1" Grid.Column="1" />
    <TextBlock Grid.Row="2" Grid.Column="2" />
</Grid>
```




```
<Grid>
    <Grid.RowDefinitions>
        <RowDefinition Height="50" />
        <RowDefinition Height="Auto" />
        <RowDefinition Height="*" />
    </Grid.RowDefinitions>

    <Grid.ColumnDefinitions>
        <ColumnDefinition />
        <ColumnDefinition />
        <ColumnDefinition />
    </Grid.ColumnDefinitions>

    <TextBlock Grid.Row="0" Grid.Column="0" />
    <TextBlock Grid.Row="1" Grid.Column="1" />
    <TextBlock Grid.Row="2" Grid.Column="2" />
</Grid>
```

3 GUI-Design

3.1 Controls

Das Aussehen von Controls wird über Attribute beeinflusst.

3.1.1 Image

- Bilddatei zum Projekt hinzufügen
  - Build Action: Resource
  - Integration in Binärdatei des Projekts
- Source für Dateipfad
  - Relativer Pfad beginnend bei XAML-Datei
  - Verwendung von Ordnern möglich
- Stretch für Kontrolle der Skalierung
  - Uniform: Bildverhältnis beibehalten (Standard)
  - Fill: Fläche füllen, Bildverhältnis ignorieren
  - UniformToFill: Fläche füllen, Bildverhältnis beibehalten
  - None: Bild gemäss Originalgrösse darstellen

```
<Image Source="../Bilder/Logo.jpg" Stretch="Uniform" />
```

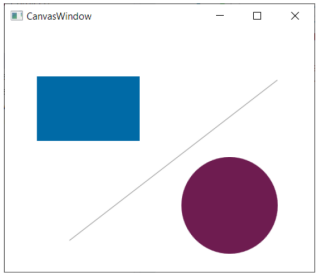
3.1.2 Border

Container für genau ein Element (Controls, oder Layouts). Verwendung zur Gruppierung oder Hervorhebung von Inhalten via Rahmen, Hintergrundfarbe, Runde Ecken, Sichtbarkeit

```
<Border BorderThickness="2"
   BorderBrush="Black"
   Background="#f0f0f0">
   <StackPanel>
      <Button Content="Button 1" Margin="5" />
      <Button Content="Button 2" Margin="5" />
      <Button Content="Button 3" Margin="5" />
   </StackPanel>
</Border>
```

3.1.3 Canvas

2D-Zeichenfläche für einfache geometrische Objekte (Shapes). Absolute Positionierung in X/Y-Raster (Keine Layout-Logik. Kind-Elemente erhalten Attached Porperties)




```
<Canvas>
    <Rectangle Canvas.Left="40"
               Canvas.Top="60"
               Width="128"
               Height="80"
               Fill="#006aa6" />

    <Ellipse Canvas.Left="220"
             Canvas.Top="160"
             Width="120"
             Height="120"
             Fill="#6E1C50" />

    <Path Canvas.Left="80"
          Canvas.Top="64"
          Width="260"
          Height="200"
          Stroke="DarkGray"
          Stretch="Fill"
          Data="M1,0 L0,1"/>
</Canvas>
```

XAML

3.1.4 Window Clipping

Die Form eines Window kann mittels Clipping beliebig verändert werden. Das Window muss dazu jedoch korrekte Einstellungen haben:

```
<Window AllowsTransparency="True"
      WindowStyle="None"
      Width="400"
      Height="200"
      Background="#6E1C50">

   <Window.Clip>
      <RectangleGeometry RadiusX="30"
                         RadiusY="30"
                         Rect="0,0,400,200" />
   </Window.Clip>
   <Grid>
      <Label Content="Clipped Window"
           HorizontalAlignment="Center"
           VerticalAlignment="Center"
           Foreground="White" />
   </Grid>
</Window>
```

3.2 Resources

Beliebige Objekte, die in XAML definiert werden können: Brush, Color, String.
Resourcen besitzten eine eindeutige Identifikation. Zuweisung des XAML-Attributs mit x:key. Dies erlaubt später eine Referenzierung.

3.2.1 Resource Directory

- Container zur Speicherung von Resources
- Zugriff über Schlüssel der Resource (x:Key)
- Teil aller FrameworkElement-Ableitungen (Zugriff über Property Element Syntax)
- Beispiele:
  - Application.Resources
  - Window.Resources
  - Button.Resources
  - Label.Resources

3.2.2 Verwendung von Resources

Ziel: Objekte zentral definieren und n-fach wiederverwenden

```
// XAML
<Window>
  <Window.Resources>
    <SolidColorBrush x:Key="OSTBrush" Color="#6E1C50" />
  </Window.Resources>
  <StackPanel>
    <Label Content="Variante 1" Foreground="White">
      // Property Element Syntax
      <Label.Background>
        <StaticResource ResourceKey="OSTBrush" />
      </Label.Background>
    </Label>
    <Label Content="Variante 2"
          Foreground="White"
          // Attribute Syntax mit Markup Extension
          Background="{StaticResource ResourceKey=OSTBrush
              }" />
    <Label Content="Variante 3"
          Foreground="White"
          // Attribute Syntax mit Markup Extension
          Background="{StaticResource OSTBrush}" />
  </StackPanel>
</Window>

// C#
// via FrameworkElement.FindResource( ... )
var brush = FindResource("OSTBrush") as Brush;
```

3.2.3 Auflösung von Resources

Suchreihenfolge (bricht beim ersten Treffer ab):
1. Aktuelles Element und alle Parent-Elemente
2. In Application.Resources
3. In System-Ressourcen

3.2.4 Statische und dynamische Ressourcen

Statische Resources:

- Einmalige Auswertung der Resource
- Auswertung bei Kompilierung
- Unveränderlich zur Laufzeit
- Extension: {StaticResource Key}

Dynamische Resources:

- Mehrfache Auswertung der Resource
- Auswertung bei Ausführung
- Veränderlich zur Laufzeit
- Extension: {DynamicResource Key}

```
// XAML
<Window>
  <Window.Resources>
    <SolidColorBrush x:Key="OSTBrush" Color="#6E1C50" />
  </Window.Resources>
  <StackPanel>
    <Label Content="OK"
          Foreground="White"
          Background="{DynamicResource OSTBrush}" />
    <Button Content="Update"
           Click="UpdateResource" />
  </StackPanel>
</Window>

// Code Behind
private void UpdateResource(object sender,
     RoutedEventArgs e) {
   Resources["OSTBrush"] = new SolidColorBrush(Colors.
       Blue);
}
```

3.2.5 Beliebige Typen

Ein Resource Dictionary nimmt alle Elemente auf, die in XAML definierbar sind. Aufig werden Basistypen benötigt wie strings, Zahlen, etc.

```
// Stystem.Runtime enthält Basistypen
```

```
<Window xmlns:s="clr-namespace:System;assembly=System.
    Runtime">
 <Window.Resources>
  <s:Double x:Key="MarginVertical">2</s:Double>
  <s:Double x:Key="MarginHorizontal">5</s:Double>
  <Thickness x:Key="Margin"
     Top="{StaticResource MarginVertical}"
     Bottom="{StaticResource MarginVertical}"
     Left="{StaticResource MarginHorizontal}"
     Right="{StaticResource MarginHorizontal}" />
 </Window.Resources>
</Window>
```

3.2.6 Zugriff auf CLR-Werte

Gelegentlich ist es nötig, auf statische Werte der CLR zuzugreifen. Zugriff via Markup Extension: x:Static. Keine WPF-Resources. Werte definiert in normalen Klassen.

```
// C#
public static class MyRes {
   public static SolidColorBrush OSTBrush = new
       SolidColorBrush(Color.FromRgb(110, 28, 80));
}

// XAML
<Label Content="x:Static"
  Background="{x:Static local:MyRes.OSTBrush}"
  Foreground="{x:Static SystemColors.ControlLightBrush}"
  FontFamily="{x:Static SystemFonts.CaptionFontFamily}"
  FontSize="{x:Static SystemFonts.CaptionFontSize}" />
```

3.2.7 Eigenständige Resource Dictionaries

In separater .xaml-Datei mit XML-Root <ResourceDictionary>. In andere Dictionaries als Merged Dictionary integrierbar.

```
// MyDictionary.xaml
<ResourceDictionary>
 <SolidColorBrush x:Key="OSTBrush2" Color="#6E1C50" />
</ResourceDictionary>
// MainWindow.xmal
<Window>
 <Window.Resources>
  // Für Merges zwingend, sonst optional
  <ResourceDictionary>
   <SolidColorBrush x:Key="OSTBrush" Color="#6E1C50" />
   <ResourceDictionary.MergedDictionaries>
    <ResourceDictionary Source="MyDictionary.xaml"/>
   </ResourceDictionary.MergedDictionaries>
  </ResourceDictionary>
 </Window.Resources>
 <Label Content="Externe Resource"
  Foreground="White"
  Background="{StaticResource OSTBrush2}" />
</Window>
```

3.2.8 Externe Resources

Dictionaries können via Pack URI aus anderen Assemblies eingebunden werden.

3.3 Styles

Resources können mehrfach verwendet werden, müssen aber bei jedem Element referenzieren. Das gibt Duplizierten Code.

3.3.1 Explizite Styles

```
<Window>
 <Window.Resources>
  // Mit oder ohne TargetType
  <Style x:Key="MyButtonStyle" TargetType="Button">
   <Setter Property="Background" Value="Blue" />
   <Setter Property="Foreground" Value="Black" />
   <Setter Property="BorderBrush" Value="Black" />
   <Setter Property="BorderThickness" Value="1" />
  </Style>
 </Window.Resources>
 <StackPanel>
  <Button Style="{StaticResource MyButtonStyle}"
     Content="OK" />
  <Button Style="{StaticResource MyButtonStyle}"
     Content="Cancel" />
 </StackPanel>
</Window>
```

3.3.2 Implizite Styles

Ohne Key wirkt der Style für alle Controls des angegeben Typs.

```
<Window>
 <Window.Resources>
  <Style TargetType="Button"> // Style erhält
      automatisch den key x:key="{x:Type Button}"
   <Setter Property="Background" Value="Blue" />
   <Setter Property="Foreground" Value="Black" />
   <Setter Property="BorderBrush" Value="Black" />
   <Setter Property="BorderThickness" Value="1" />
  </Style>
 </Window.Resources>
 <StackPanel>
  // Keine Style Attribute mehr nötig
  <Button Content="OK" />
  <Button Content="Cancel" />
 </StackPanel>
</Window>
```

3.3.3 Styles erweitern

Styles sind mit Inline-Attributen kombinierbar (eignet sich für einmalige Anpassungen). Styles können auch vererbt werden. → Kann Umfang der Ressourcen reduzieren

```
// Mit Inline Attribute
<Button Style="{StaticResource NormalButton}"
   Background="Red"
   Content="Cancel" />

// Vererbung
<Window.Resources>
 <Style x:Key="NormalButton" TargetType="Button">
  ...
 </Style>
 <Style x:Key="DangerButton"
    BasedOn="{StaticResource NormalButton}"
    TargetType="Button">
  <Setter Property="Background" Value="Red" />
 </Style>
</Window.Resources>
...
<Button Style="{StaticResource DangerButton}"
   Content="Cancel" />
```

3.3.4 Komplexe Werte

Können über setzten des Value-Attributs auf dem Setter Element verwendet werden. Beispiel eines Gradient Hintergrund:

```
<Window.Resources>
 <Style x:Key="BrushButton" TargetType="Button">
  <Setter Property="Background">
   <Setter.Value>
    <LinearGradientBrush StartPoint="0,0" EndPoint="
       0,1">
     <GradientStop Offset="0" Color="Red" />
     <GradientStop Offset="0.5" Color="Yellow" />
     <GradientStop Offset="1" Color="Red" />
    </LinearGradientBrush>
   </Setter.Value>
  </Setter>
 </Style>
</Window.Resources>
<Button Style="{StaticResource BrushButton}" Content="
    Brush" />
```

3.3.5 Trigger

Trigger erlauben Stylings basierend auf dem Zustand eines Elementes. Beliebige Attribute des Elements sind auswertbar. Beispiel: Veränderung des Cursors abhängig vom Button-Label:

```
<Window.Resources>
 <Style x:Key="TriggerButton" TargetType="Button">
  <Style.Triggers>
   <Trigger Property="Content" Value="Link">
    <Setter Property="Cursor" Value="Hand" />
   </Trigger>
   <Trigger Property="Content" Value="Edit">
    <Setter Property="Cursor" Value="Pen" />
   </Trigger>
  </Style.Triggers>
 </Style>
</Window.Resources>
<Button Style="{StaticResource TriggerButton}" Content="
    Link" />
<Button Style="{StaticResource TriggerButton}" Content="
    Edit" />
```

3.3.6 Themes

WPF hat kein Themes-Konzept. Kann aber nachgebaut werden:
Dazu gleiche x:Key styles in mehreren Resource Dictionaries definieren. Laden des gwünschten Dictionary zur Laufzeit und Zuweisung der Styles über DynamicResource.

3.4 Control Templates

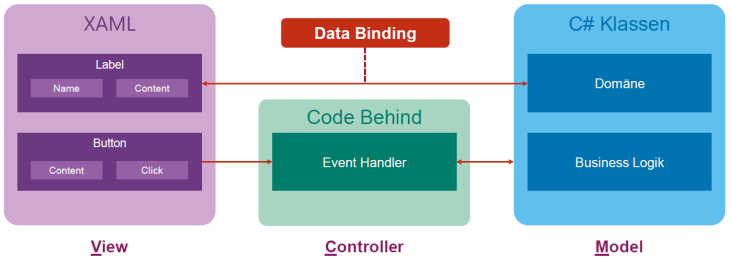
- Control Templates beschreiben die visuelle Repräsentation von XAML-Controls (Elemente, die im Visual tree eingefügt werden)
- Der Zugriff auf das aktuelle Template erfolgt über das Attribut Control.Template
- Eigene Control Templates: Option1: Als ControlTemplate-Resource. Option2: Innerhalb eines Styles

ContentPresenter:
Platzhalter für den Content des Elements
TemplateBinding:
Markup Extension für das Binding an Attribute. Nur in Control Templates verwendbar.

3.5 Guidelines

Keine expliziten, bzw. ernstzunehmenden Guidelines für WPF verfügbar. Empfehlung: Guidelines und Libraries nutzen, die sich andernorts bewährt haben. z.B. Material Design in XAML, MahApps.Metro

4 Data Binding



4.1 Data Binding in WPF

```
// User.cs
public class User {
   public string FirstName { get; set; } = "Joel";
   public string LastName { get; set; } = "Schaltegger";
}

// XAML
<Window>
  <StackPanel>
    // DataBinding mit Murkup Extension
    <Label Content="{Binding FirstName}" />
    <Label Content="{Binding LastName}" />
  </StackPanel>
</Window>

// Code Behind
public partial class MainWindow : Window {
   private readonly User user;
public MainWindow() {
   InitializeComponent();
   user = new User();
   this.DataContext = user; // Datenquelle für
       DataBinding
   }
}
```

4.1.1 Binding Typen

Bindings verknüpfen Ziel und Quelle miteinander.
Binding: für 1:1 Verknüpfungen
MultiBinding: für 1:n Verknüpfungen
PriorityBinding: für 1:n / 1:1 Verknüpfungen

4.2 Binding Typen

Path: Name der Quell-Eigenschaft. Objektpfad-Syntax möglich (z.B. x.y.z)
Mode: Richtung des Datenflusses.
Converter: Datenumwandlung zwischen Quelle und Ziel.

```
<!-- Attribute Syntax + Markup Extension -->
<TextBox Text="{Binding Path=FirstName,
   Mode=TwoWay,
   Converter={StaticResource MyCnv}}" />
<!-- Property Element Syntax -->
<TextBox>
   <TextBox.Text>
      <Binding Path="FirstName"
         Mode="TwoWay"
         Converter="{StaticResource MyCnv}" />
   </TextBox.Text>
</TextBox>
```

4.2.1 DataBinding - Mode

- OneTime - Einmalige Aktualisierung des Ziels beim Setzen der Quelle
- OneWay - Ziel wird bei Änderungen der Quelle aktualisiert
- OneWayToSource - Quelle wird bei Änderungen des Zieles aktualisiert
- TwoWay - Änderungen werden in beide Richtungen propagiert
- Default - Wert abhängig von Ziel-Eigenschaft

4.2.2 DataBinding - Value Converter

Datenumwandlung zwischen Quelle und Ziel. Bsp: Bool zu Visibility, Strings konvertieren. Mithilfe von IValueConverter:
Convert(...) - Quelle zu Ziel. **ConvertBack(...)** - Ziel zu Quelle
Erzeugung von Converter:
Option1: In resources (StaticResource). Option2: In Code (x:static)

```
// C#
// Parameter der Methoden gekürzt zwecks Lesbarkeit
public class ReverseConverter : IValueConverter {
   public object Convert(object value, ... ) {
      var stringValue = (string) value;
      var reversedChars = stringValue.Reverse().ToArray
          ();
      var reversedString = new string(reversedChars);
      return reversedString;
   }
   public object ConvertBack(object value, ... ) {
      return Convert(value, ... );
   }
}
```

4.2.3 DataBinding - Weitere Eigenschaften

- Delay - Verzögerung in Millisekunden bei Updates vom Ziel zu Quelle
- StringFormat - Formatangabe für Bindings mit dem Zieltyp string
- FallbackValue - Ergebnis, wenn Binding fehlschlägt (z.B. falscher Pfad)
- TargetNullValue - Ergebnis, wenn Quell-Eigenschaft null liefert
- UpdateSourceTrigger - Zeitpunkt, zu welchem das Quell-Element aktualisiert wird. z.B. LostFocus oder PropertyChanged; Standard abhängig vom Ziel

4.2.4 Multi Binding

Verwendung analog zu Binding. Unterschiede: Beliebig viele Quell-Eigenschaften. Nur Property Element Syntax. Converter mit IMultiValueConverter.

```
<TextBlock>
  <TextBlock.Text>
    // { } startet das "Escaping": nachfolgende Zeichen
        als String interpretieren
    <MultiBinding StringFormat="{}{0} {1} ({2} Jahre)">
      <Binding Path="FirstName" />
      <Binding Path="LastName" />
      <Binding Path="Age" />
    </MultiBinding>
  </TextBlock.Text>
</TextBlock>
```

4.2.5 Data Context

- Property der Klasse FrameworkElement
- Setzt die Standardquelle für Bindings
- Falls undefiniert: Traversierung des Logical Trees nach oben bis zum ersten Treffer
- Jeder Path ist relativ zum DataContext
- Beliebige Objekte möglich: C#-Klassen, WPF-Elemente, etc. Typischerweise: View Models (Woche 12)

4.2.6 Data Context überschreiben

Der Data Context lässt sich für einzelne Elemente anpassen.
Option1: Im Code Behind das Property DataContext für das Element ersetzen. Option2: Source im Binding setzen.
→ Eher unüblich: Meist wird ein Data Context pro Window verwendet.

4.2.7 Weitere Quellen

Mit RelativeSource werden Elemente im Visual Tree referenziert:

```
<Label Content="{Binding RelativeSource={RelativeSource
    FindAncestor, AncestorType=Window}, Path=Title}" />
```

Mit ElementName werden Elemente über Namen referenziert:

```
<TextBox Name="MyText" Text="Hallo MGE" />
<TextBox Text="{Binding ElementName=MyText, Path=Text}"
    />
```

4.2.8 Design Time Support

Der XAML Designer kennt den Typ des Objekts im Data Context standardmässig nicht. Das heisst: keine Autovervollständigung verfügbar (IntelliSense). Als Abhilfe kann das Attribut d:DataContext beim Window gesetzt werden:

```
// Variante 1: Objekterzeugung in XAML und Markup
    Extension {d:DesignInstance ... }
d:DataContext="{d:DesignInstance Type=local:User,
    IsDesignTimeCreatable=True}"
// Variante 2: Objekterzeugung in C# und Markup
    Extension {x:Static ... }
d:DataContext="{x:Static local:DesignerData.User}"
```

4.3 Aktualisierung von Daten

4.3.1 POCOs als Data Context

Als Datenquelle können beliebige Objekte verwendet werden, also auch POCOs (Plain Old CLR Objects). Unsere Bindings funktionieren – allerdings nur mit Einschränkungen. Besser: INotifyPropertyChanged.

4.3.2 INotifyPropertyChanged

Bestandteil des .NET Framework. Ein Interface mit nur einem Event. Name des geänderten Property in EventArgs.

```
public interface INotifyPropertyChanged {
   event PropertyChangedEventHandler PropertyChanged;
}

public delegate void PropertyChangedEventHandler(object
    sender, PropertyChangedEventArgs eventArgs);

public class PropertyChangedEventArgs : EventArgs {
   public PropertyChangedEventArgs(string propertyName)
       {
      this.PropertyName = propertyName;
   }
   public virtual string PropertyName { get; }
}
```

4.3.3 Beispiel INotifyPropertyChanged

Ohne Hilfsmittel:

```
// User.cs
public class User : INotifyPropertyChanged {
  // Property mit Zugehörigem Backing Field
  private string _firstName = "Joel";
  public string FirstName {
    get => _firstName;
    set {
      if (_firstName != value) {
        _firstName = value;
```

```
      OnPropertyChanged(nameof(FirstName));
    }
  }
 }
 // Implementation von INotifyPropertyChanged
 public event PropertyChangedEventHandler
     PropertyChanged;
 // Event Invoker: Erzeugt Argumente und löst Event aus
 protected virtual void OnPropertyChanged(string name) {
  var eventArgs = new PropertyChangedEventArgs(name);
  PropertyChanged?.Invoke(this, eventArgs);
 }
}
```

Mit Basisklasse User.cs:

```
// User.cs
public class User : BindableBase {
   private string _firstName = "Joel";
   public string FirstName {
      get => _firstName;
      set => SetProperty(ref _firstName, value);
   }
}
// BindableBase.cs
public abstract class BindableBase :
    INotifyPropertyChanged {
 // Implementation von INotifyPropertyChanged
 public event PropertyChangedEventHandler
     PropertyChanged;
 // Event Invoker: Erzeugt Argumente und löst Event aus
 protected virtual void OnPropertyChanged(string name) {
  var eventArgs = new PropertyChangedEventArgs(name);
  PropertyChanged?.Invoke(this, eventArgs);
 }
 // CallMemberName wird in Namen des Property
     umgewandelt
 protected bool SetProperty<T>(ref T field, T value, [
     CallerMemberName] string name = null) {
  if (Equals(field, value)) {
   return false;
  }
  field = value;
  OnPropertyChanged(name);
  return true;
 }
}
```

4.4 Collections

Um eine Collection zu binden muss die Quelle INotifyCollectionChanged implementieren und die Ziel-Eigenschaft eine Collection erwarten.

4.4.1 INotifyCollectionChanged

Ist Bestandteil des .NET Framework. Enthält (wie INPC) nur ein Event. Collection-Änderung wird in Event Args beschrieben. ObserverableCollection<T> implementiert INPC und INCC.

4.4.2 ItemsControl

Wichtigste Basisklasse für WPF-Elemente zur Anzeige von Collections. Definiert folgende Ziel-Eigenschaften:

- Items – Enthält angezeigte Elemente
- ItemsSource – Füllt Inhalt über Data Binding ab
- ItemTemplate – Definiert das Template für die Darstellung eines Items

→ Bei Verwendung von ItemsSource wird Items zu einer read-only Eigenschaft umgewandelt. Keine Kombination!

```
// User.cs
public class User {
   public string FirstName { get; set; } = "Joel";
   public string LastName { get; set; } = "Schaltegger";
}

// XAML
<Window>
 <ListBox ItemsSource="{Binding}">
  <ListBox.ItemTemplate>
   <DataTemplate>
    <StackPanel>
     <TextBlock Text="{Binding LastName}"/>
     <TextBlock Text="{Binding FirstName}"/>
    </StackPanel>
   </DataTemplate>
  </ListBox.ItemTemplate>
 </ListBox>
</Window>

// Code Behind
public partial class MainWindow : Window {
   private ObservableCollection<User> users;
   public MainWindow() {
      InitializeComponent();
      // Die Collection müsste natürlich befüllt werden
          ..
      users = new ObservableCollection<User>();
      this.DataContext = users;
   }
}
```

4.4.3 Item Template als Resource

Das Item Template kann als Resource definiert werden. Das Template ist so wiederverwendbar und der XAML Code schlanker. Durch das Attribut DataType ist IntelliSense gewährleistet.

```
<Window>
 <Window.Resources>
  <DataTemplate x:Key="UserTemplate"
     DataType="local:User">
   <StackPanel>
    <TextBlock Text="{Binding LastName}"/>
    <TextBlock Text="{Binding FirstName}"/>
   </StackPanel>
  </DataTemplate>
 </Window.Resources>
 <ListBox ItemsSource="{Binding}"
    ItemTemplate="{StaticResource UserTemplate}" />
</Window>
```

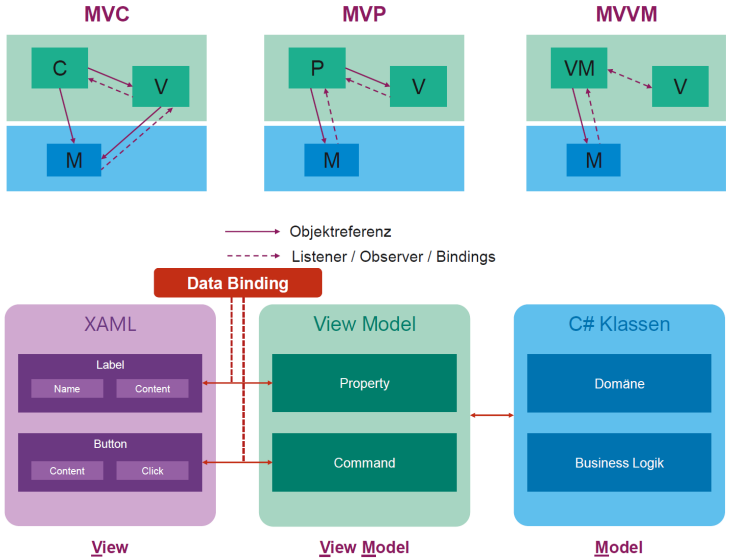
4.4.4 Selector

Erweitert ItemsControl um Logik zur Selektion von Elementen. Definiert folgende wichtigen Eigenschaften:

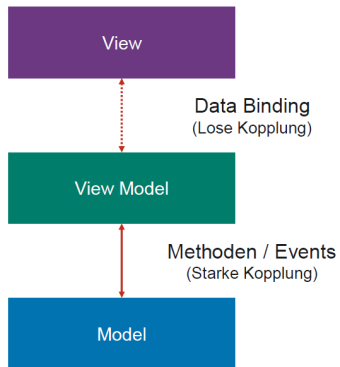
- SelectedIndex – Index des ausgewählten Elements
- SelectedItem – Ausgewähltes Element als Objekt
- SelectedValue – Wert des ausgewählten Elements
- SelectedValuePath – Objektpfad-Syntax zum Wert, der in SelectedValue zurückgeliefert wird

```
// User.cs
public class User {
   public string FirstName { get; set; } = "Joel";
   public string LastName { get; set; } = "Schaltegger";
}

// XAML
<Window>
 <ListBox ItemsSource="{Binding Users}"
   ItemTemplate="{StaticResource UserTemplate}"
   SelectedIndex="{Binding SelectedUserIndex}"
   SelectedItem="{Binding SelectedUser}"
   SelectedValue="{Binding SelectedUserFirstName}"
   SelectedValuePath="FirstName" />
</Window>

// Code Behind
public partial class MainWindow : Window {
   public ObservableCollection<IUser> Users { get; }
   public IUser SelectedUser { get; set; }
   public int SelectedUserIndex { get; set; }
   public string SelectedUserFirstName { get; set; }
   public MainWindow() {
      InitializeComponent();
      // Wie gehabt - hier irgendwie "Users" befüllen
      this.DataContext = this;
   }
}
```

5 MVVM

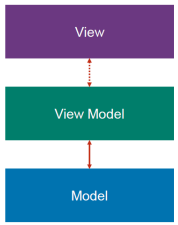


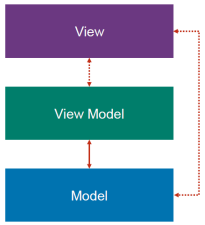
Ziel:
Trennung von Präsentation und Logik
Model:
Umfasst Domänen-/Businesslogik. C# Klassen (ggf. mit INPC oder INCC), oft durch Interfaces abstrahiert
View: Kümmert sich um Darstellung. XAML oder Code Behind
View Model: Enthält Darstellungslogik. C# Klasse mit INPC



5.1 View Model in WPF

2 Hauptvarianten: Klassisch (links), Durchgriff (rechts):





Beispiel: Klassisch

INPC-Hilfsklasse gemäss Beispiel in Woche 11

```
public class User
{
    public string FirstName { get; set; }
    public string LastName { get; set; }
}
```
Model

```
public partial class UserView : Window
{
    public UserView()
    {
        InitializeComponent();
        var user = new User();
        DataContext = new UserViewModel(user);
    }
}
```
Code Behind

```
<Window>
    <StackPanel>
        <TextBox Text="{Binding FirstName}" />
        <TextBox Text="{Binding LastName}" />
        <TextBlock Text="{Binding FormattedName}" />
    </StackPanel>
</Window>
```
XAML

```
public class UserViewModel : BindableBase
{
    private string _first;
    private string _last;

    public UserViewModel(User user)
    {
        _first = user.FirstName;
        _last = user.LastName;
    }

    public string FirstName
    {
        get => _first;
        set
        {
            if (SetProperty(ref _first, value))
            {
                OnPropertyChanged(nameof(FormattedName));
            }
        }
    }

    public string LastName { … } // Analog zu FirstName

    public string FormattedName => $"{_first} {_last}";
}
```
View Model

Beispiel: Durchgriff

```
public class User : BindableBase
{
    private string _firstName = string.Empty;
    private string _lastName = string.Empty;

    public string FirstName
    {
        get => _firstName;
        set => SetProperty(ref _firstName, value);
    }

    public string LastName
    {
        get => _lastName;
        set => SetProperty(ref _lastName, value);
    }
}
```
Model

```
public partial class UserView : Window
{
    public UserView()
    {
        InitializeComponent();
        var user = new User();
        DataContext = new UserViewModel(user);
    }
}
```
Code Behind

```
<Window>
    <StackPanel>
        <TextBox Text="{Binding User.FirstName}" />
        <TextBox Text="{Binding User.LastName}" />
        <TextBlock>
            <TextBlock.Text>
                <MultiBinding StringFormat="{}{0} {1}">
                    <Binding Path="User.FirstName" />
                    <Binding Path="User.LastName" />
                </MultiBinding>
            </TextBlock.Text>
        </TextBlock>
    </StackPanel>
</Window>
```
XAML

```
public class UserViewModel : BindableBase
{
    private User _user;

    public UserViewModel(User user)
    {
        User = user;
    }

    public IUser User
    {
        get => _user;
        private set => SetProperty(ref _user, value);
    }
}
```
View Model

	Klassisch	Durchgriff
MVVM-Implementierung «nach Lehrbuch»	Ja	Nein
Saubere Trennung der Bereiche	Ja	Nein
Änderungen am Model haben Einfluss auf View Model	Ja	Nein[1]
Änderungen am Model haben Einfluss auf View	Nein[1]	Ja
Model frei von technologischen Details	Ja[1]	Nein[1]
Tendenz zu versteckter Darstellungslogik	Klein	Gross[2]
Umfang des Codes	Grösser	Kleiner
Fleissarbeit («Glue Code»)	Mehr	Weniger

5.1.1 AutoMapper - Besseres Klassisch

Hauptnachteil der Variante "Klassisch"ist der zusätzliche Glue Code. AutoMapper ist ein Objekt-Objekt-Mapper. Abfüllen des View Models aus dem Model und bei Bedarf zurück. Integration als NuGet Paket.

Beispiel: View Model aus Model erzeugen

```
var config = new MapperConfiguration(cfg => cfg.
    CreateMap<User, UserViewModel>());
var mapper = config.CreateMapper();
var viewModel = mapper.Map<UserViewModel>(user);
```

5.1.2 Aktionen in View Models

Data Binding erlaubt die Verknüpfung von Eigenschaften, nicht aber von Methoden. Methoden müssen in Objekte verpackt werden.
ICommand definiert die Schnittstelle für solche Objekte. View Models stellen ICommand-Objekte zur Verfügung.
Command-Eigenschaft von Controls wird an ICommand-Objekte gebunden: Button, Checkbox, RadioButton etc.

5.1.3 ICommand

Execute(Object parameter): Enthält den Code der auszuführenden Aktion. Bsp: Alter eines Benutzers verringern
CanExecute(Object parameter): Prüft, ob die Aktion ausgeführt werden kann. Steuert bei einigen Controls die Verfügbarkeit (IsEnabled). Bsp: true, falls Alter grösser als 0, sonst false
CanExecuteChanged: Auszulösen, wenn Bedingung in CanExecute() sich ändert. Bsp: Nach jeder Änderung des Alters

Beispiel ohne Hilfsmittel:

```
// Command
public class DecreaseAgeCommand : ICommand {
   private readonly UserViewModel _viewModel;
   public DecreaseAgeCommand(UserViewModel viewModel) {
      _viewModel = viewModel;
   }
   public bool CanExecute(object parameter) {
      return _viewModel.Age > 0;
   }
   public void Execute(object parameter) {
      _viewModel.Age--;
      OnCanExecuteChanged();
   }
   public event EventHandler CanExecuteChanged;
   protected virtual void OnCanExecuteChanged() {
      CanExecuteChanged?.Invoke(this, EventArgs.Empty);
   }
}
// View Model:
// View Model zwecks Lesbarkeit gekürzt
public class UserViewModel : BindableBase {
   public UserViewModel(User user) {
      DecreaseAgeCommand = new DecreaseAgeCommand(this);
   }
   public int Age {
      get => ... ;
      set => ... ;
   }
   public ICommand DecreaseAgeCommand { get; }
}

// XAML
<Window>
   <StackPanel>
      <Button Content="Decrease Age"
         Command="{Binding DecreaseAgeCommand}" />
   </StackPanel>
</Window>
```

Beispiel mit Hilfsklasse:

```
// Relay Command
public sealed class RelayCommand : ICommand {
  private readonly Action _execute;
  private readonly Func<bool> _canExec;
  public RelayCommand(Action execute, Func<bool>canExec){
    _execute = execute;
    _canExec = canExec;
  }
  public bool CanExecute(object parameter) => _canExec();
  public void Execute(object parameter) => _execute();
  public event EventHandler CanExecuteChanged;
  public void RaiseCanExecuteChanged() {
    CanExecuteChanged?.Invoke(this, EventArgs.Empty);
  }
}

// View Model
public class UserViewModel : BindableBase {
   public UserViewModel(User user) {
      DecreaseAgeCommand = new RelayCommand(
          OnDecreaseAge, CanDecreaseAge);
   }
   public int Age {
      get => ... ;
      private set => ... ;
   }
   public ICommand DecreaseAgeCommand { get; }
   private bool CanDecreaseAge() => Age > 0;
   private void OnDecreaseAge() {
      Age--;
      DecreaseAgeCommand.RaiseCanExecuteChanged();
   }
}
```

5.1.4 Relay Command

Vorteile des Relay Command: ICommand Interface einmalig implementiert. Universell verwendbar. Command-Code näher beim View Model.
Nachteile des Relay Command: Keine wiederverwendbaren Command-Klassen.

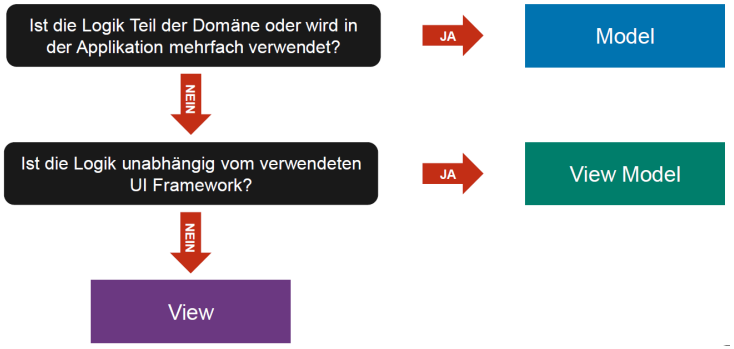
5.1.5 Commands mit Parametern

Commands können Parameter übernehmen:
Execute(Object parameter) und CanExecute(Object parameter). Der Parameter wird in der View gebunden: Attribut CommandParameter.

```
<Window>
   <StackPanel>
      <Button Content="Show Details"
         Command="{Binding ShowDetailsCommand}"
         CommandParameter="{Binding SelectedUser}" />
   </StackPanel>
</Window>
```

5.2 Tipps für die Umsetzung

5.2.1 Zuteilen der Logik



5.2.2 Erzeugung von Views und View Models

Das View Model koordiniert den Applikationsfluss.

Beispiel: Öffnen eines Fensters:

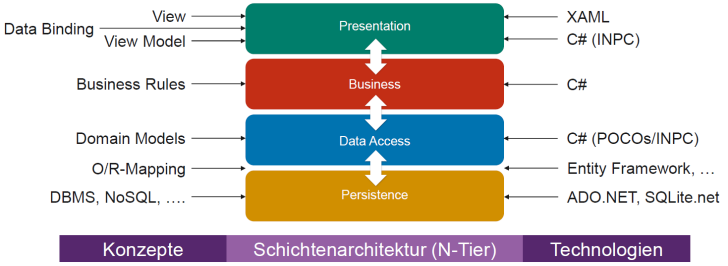
- 1. Command auf View Model aufrufen (Binding)
- 2. Command-Logik löst bei Erfolg ein "Navigation Event"für die Event aus
- 3. Der Event Handler in View A erzeugt View B und zeigt diese an (Window.Show)
- 4. View B erzeugt in Konstruktor sein View Model und übernimmt den Applikationsfluss

5.2.3 Hilfsmittel für Model

- Empfohlene O/R-Mapping-Technologie für .NET Anwendungen
- Unterschiedliche Entwicklungsansätze
  - **Model-First:** Erstellung des Modells in visuellem Editor
  - **Database-First:** Erstellung der Datenbank mit SQL
  - **Code-First:** Erstellung des Modells mit attributierten POCO's

6 Architektur und fortgeschrittene Themen

6.1 Architektur



Hauptgründe für Schichten:

- Fachliche, technische oder organisatorische Grenzen
- Positiver Einfluss auf SW-Qualitätsmerkmale
- Sorgen bei grossen Projekt für Überblick

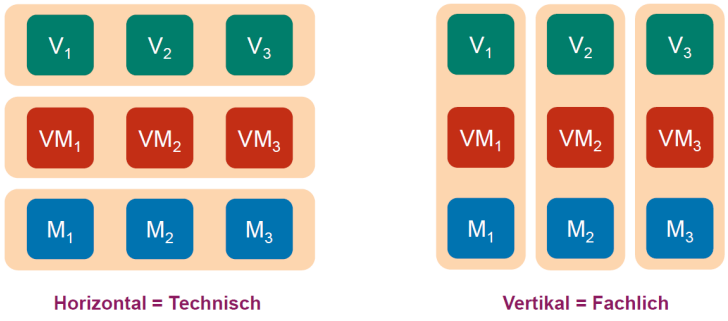
6.1.1 Horizontale und vertikale Schnitte

Horizontale Schnitte:

- Traditioneller Ansatz
- Geeignet für "Technologie Teams"
- Austausch von Technologien einfacher

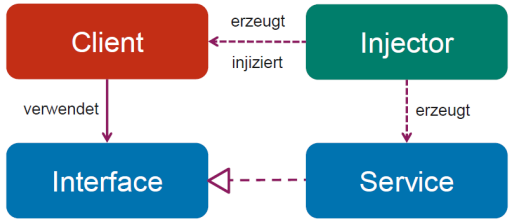
Horizontale Schnitte:

- Modernerer Ansatz
- Geeignet für "Feature Teams"
- Austausch von Technologien schwieriger



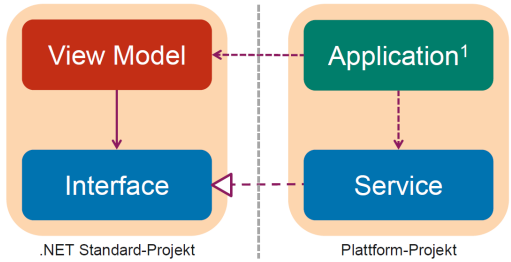
6.1.2 Dependency Injection

- Client kennt Service nur als Interface
- Injector erzeugt Service und Client
- Injector injiziert Abhängigkeiten via: Konstruktor, Methode, property



6.1.3 Grundmuster für DI

- 1. Interface für Verhalten definieren
- 2. Interface im View Model verwenden
- 3. Interface im Plattform-Projekt implementieren
- 4. Service im Plattform-Projekt erzeugen
- 5. View Model im Plattform-Projekt erzeugen
- 6. Service in View Model injizieren



6.1.4 Vor- und Nachteile von DI

Vorteile:

- Geringere Kopplung zwischen Klassen
- Zwang zur Separation of Concerns
- Austauschbarkeit von Services
- Erhöhte Testbarkeit
- Weniger Glue Code im Client

nachteile:

- Zusätzliche Komplexität
- Erschwertes Debugging
- Parameterlisten bei vielen Abhängigkeiten
- Mehr Glue Code beim Injector

6.2 Mehrsprachigkeit

6.2.1 Mehrsprachigkeit mit Resources

- Strings in Resource Dictionaries
- Pro Sprache eine XAML-Datei
- Zugriff im XAML über DynamicResource ...
- Zugriff in C# über FindResource()
- Anpassen der Resource Dictionaries bei Sprachänderung im Code Behind

```
// Übersetzungen
<ResourceDictionary>
   <system:String x:Key="Key1">Translation 1</system:
       String>
</ResourceDictionary>

// XAML
<Window>
   <Label Content="{DynamicResource Key1}" />
</Window>

// Code Behind
public void LoadTranslations(string key) {
   var uri = new Uri($"/MyApp;component/Trans.{key}.xaml
       ",
   UriKind.RelativeOrAbsolute);
   var rd = new ResourceDictionary { Source = uri };
   foreach (var rdKey in rd.Keys) {
      Resources[rdKey] = rd[rdKey];
   }
}
```

6.2.2 Mehrsprachigkeit mit RESX

- Strings in RESX-Dateien
- Pro Sprache eine RESX-Datei
- Zugriff im XAML über x:Static ...
- Zugriff in C# über generierte Klasse
- Anpassen der "Culture"bei Sprachänderung in beliebigen C# Code

```
// Übersetzungen
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<root>
   <data name="Key1" xml:space="preserve">
      <value>Translation 1</value>
   </data>
</root>

// XAML
<Window xmlns:t="clr-namespace:MyApp.Translations">
   <Label Content="{x:Static t:Translations.Key1}" />
</Window>

// Code Behind
public void LoadTranslations(string key) {
   // Key kann z.B. "de" oder "en-US" sein
   Translations.Culture = new CultureInfo(key);
}
```

6.2.3 Mehrsprachigkeit Gedanken

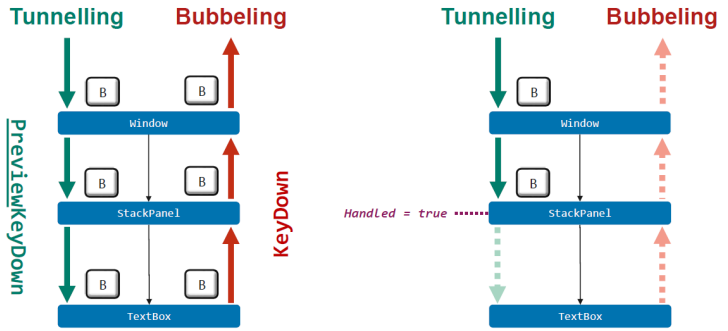
Für Zugriff im C#-Code einen Translation Service benutzten. Dadurch bleibt Code unabhängig von einem konkreten Übersetzungsmechanismus. Dies eröffnet die Möglichkeit, Übersetzungen als Properties auf dem View Model zu halten.

6.3 Routed Events

- UI Ereignisse, auf die reagiert werden kann
  - Maustaste wurde gedrückt
  - Maus wurde bewegt
  - Taste auf Tastatur wurde gedrückt
  - etc.
- Bewegen sich in zwei Phasen durch den Visual Tree
  - Tunneling – Abwärts bis zum fokussierten Element

- Bubbeling – Aufwärts vom fokussierten Element
- Bewegung kann von jedem Element gestoppt werden: Setzen von RoutedEventArgs.Handled auf false

6.3.1 Tastatureingabe




```
// XAML
<Window PreviewKeyDown="Window_OnPreviewKeyDown"
   KeyDown="Window_OnKeyDown">
 <StackPanel PreviewKeyDown="StackPanel_OnPreviewKeyDown
      "
    KeyDown="StackPanel_OnKeyDown">
   <TextBox PreviewKeyDown="TextBox_OnPreviewKeyDown"
      KeyDown="TextBox_OnKeyDown" />
 </StackPanel>
</Window>

// Code Behind
private void Window_OnPreviewKeyDown(object sender,
    KeyEventArgs e) { ... }
private void StackPanel_OnPreviewKeyDown(object sender,
    KeyEventArgs e) { ... }
private void TextBox_OnPreviewKeyDown(object sender,
    KeyEventArgs e) { ... }
```

6.4 Background Execution

6.4.1 WPF Threading Model

In jeder WPF-Applikation gibt es mindestens zwei Threads.
UI Thread: Verwaltet UI, empfängt Ereignisse und führt Aktionen aus.
Rendering Thread: Läuft im Hintergrund, zeichnet Controls auf den Screen.
→ Dadurch werden Controls auch dann neu gezeichnet, wenn der UI Thread blockiert ist

6.4.2 Mechanismen

.NET kennt verschiedene Mechanismen für Backgrounding.

- Klasse Task (Einfaches Konzept)
- Keywords async/await (In modernen Apps verwendet)
- Parallel LINQ (PLINQ)

```
Task.Run(() => {
   // Ausführung auf Background Thread
   // Operationen laufen parallel zum UI Thread
});
// UI-Thread läuft hier weiter. Nur er darf das UI verä
    ndern
```

6.4.3 Dispatcher

Erlaubt priorisiertes Abarbeiten von Aufgaben in einem Thread. Delegieren von Aufgaben an den Dispatcher:
Invoke() - Synchron, Aufrufer läuft erst nach Abarbeitung der Aufgabe weiter
BeginInvoke() - Asynchron, Aufrufer läuft parallel zur Aufgabe weiter

```
// IsCalculating ist ein ViewModel-Property
IsCalculating = true;
Task.Run(() => {
   // Kein Dispatcher.Invoke(...) nötig
   IsCalculating = false;
});

// Einmalige Initialisierung in Application.OnStartup():
// RelayCommand.Dispatch = Dispatcher.Invoke;
public sealed class RelayCommand : ICommand {
   public static Action<Action> Dispatch { get; set; }
   public void RaiseCanExecuteChanged() {
      Dispatch(() => CanExecuteChanged?.Invoke(this,
          EventArgs.Empty));
   }
}
```

7 Xamarin und Ausblick

- Gemeinsame Codebasis in C# / XAML oder F# / XAML
- Zielplattformen: Android, iOS, iPadOS, watchOS, tvOS, macOS
- Bei der Kompilierung werden native Apps erzeugt
- 100%ige Verfügbarkeit der nativen APIs in C#
- Benutzung gewohnter .NET-Tools (Visual Studio, NuGet, etc.)

7.1 Referenzarchitektur

Shared Code:
- Von allen Plattformen (IOS, Android, .NET) geteilt
- Idealerweise möglichst gross
- Interfaces zur Abstraktion von Plattform Details
- .NET Standard Projekt

Platform Code:
- Ein Projekt pro Ziel-Plattform
- Idealerweise möglichst klein
- Implementierung der Plattform-Interfaces
- Projekttyp abhängig von Ziel-Plattform

7.2 Xamarin.Essentials

- Sammlung an Platform Services
  - Sensoren: Batterie, Kompass, ...
  - Schnittstellen: Berechtigungen, Telefon, ...
  - Utilities: Threading, Umrechnungen, ...
- Spart viel Zeit und Nerven
  - Eine Schnittstelle für alle Plattformen
  - Tipp: Trotzdem hinter Interface abstrahieren
- Integration via NuGet

7.3 Xamarin Traditional

- Definition des UI pro Zielplattform
  - Verwendung der nativen Konzepte
  - Android: XML, Activities, Fragmente, ...
- Vorteile:
  - Performance
  - Voller Funktionsumfang der Zielplattform
  - Portierbarkeit bestehender Apps
- Nachteile:
  - Mehrfache Implementierung des UI
  - Viele unterschiedliche Technologien

7.4 Xamarin.Forms

- Definition des UI im Shared Code
  - Verwendung von XAML
  - Tipp: Eigenes Projekt für Xamarin.Forms
- Vorteile:
  - UI muss nur einmalig implementiert werden
  - Weniger Technologien
- Nachteile:
  - Einschränkungen bei UI Gestaltung
  - Leichte Einbussen bei Performance
  - Schwierige Portierbarkeit bestehender Apps

7.4.1 Xamarin.Forms – Renderer

- Xamarin.Forms enthält diverse Controls. Bsp: Button
- Renderer-Klassen erledigen das Mapping von XAML-Controls auf native Controls. Ist Bestandteil von Xamarin.Forms. Bsp: ButtonRenderer für Android
- Anpassungsmöglichkeiten: Styling, Eigene Renderer, Eigene XAML-Controls

7.4.2 Xamarin.Forms – Vergleich zu WPF

Gemeinsamkeiten:
- Aufteilung in XAML und Code Behind
- Application-Klasse
- Resources und Styles
- Markup Extensions
- Data Binding
- Commands
- Value Converter

Unterschiede:
- Control Libraries
- Anzahl UI-Projekte
- XAML Dialekt
  - MainPage statt MainWindow
  - BindingContext statt DataContext
  - IsVisible statt Visibility
  - Margin mit Komma statt Spaces
- Hilfsklassen in Xamarin.Forms
  - Service Locator (Dependency Injection)
  - Navigation Service