

WILHELM BÜCHNER HOCHSCHULE

MASTERTHESIS

**Realisierung eines Source-to-Source Compilers
zwischen Xamarin.Forms und Flutter zur
automatisierten Transformation bestehender mobiler
Anwendungen**

Author:

Julian Pasqué

Betreuer:

Dr. Thomas Kalbe

Verteilte und mobile Anwendungen

Fachbereich Informatik

Matrikelnummer: 902953

21. März 2021

Zusammenfassung

Abstract

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| Inhaltsverzeichnis | III |
| Abbildungsverzeichnis | VI |
| Tabellenverzeichnis | VII |
| Abkürzungsverzeichnis | VIII |
| Quellcodeverzeichnis | IX |
| 1 Einleitung | 1 |
| 1.1 Motivation | 2 |
| 1.2 Ziel der Arbeit | 2 |
| 1.3 Gliederung | 3 |
| 2 Compiler | 4 |
| 2.1 Grundbegriffe | 5 |
| 2.2 Compiler Struktur | 6 |
| 2.3 Lexikalische Analyse | 7 |
| 2.4 Syntaxanalyse | 8 |
| 2.5 Semantische Analyse | 9 |
| 2.6 Zwischencodeerzeugung | 10 |
| 2.7 Codeoptimierung | 10 |
| 2.8 Codeerzeugung | 11 |
| 2.9 Der .NET Compiler Roslyn | 11 |
| 3 Compiler Spezifikation | 12 |
| 3.1 Funktionseingrenzung | 13 |
| 3.2 Übersetzung von verschiedenen Dateien | 14 |
| 3.3 Grafische Darstellung | 15 |
| 3.4 Quelltext Optimierung | 15 |
| 4 Technische Unterschiede zwischen Xamarin.Forms und Flutter | 17 |
| 4.1 Projektaufbau | 17 |
| 4.2 Ansichten | 18 |
| 4.2.1 Layouts | 18 |
| 4.2.2 Steuerelemente | 22 |
| 4.3 Gesten | 29 |
| 4.4 Animation | 29 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 4.5 | Navigation | 30 |
| 4.6 | Lebenzyklus | 30 |
| 4.7 | Erweiterungen | 31 |
| 4.8 | Bilder | 31 |
| 4.9 | Schriftsatz | 32 |
| 4.10 | Interaktion mit der Hardware | 33 |
| 4.11 | Speicherung von Daten | 33 |
| 5 | Unterschiede zwischen C# und Dart | 35 |
| 5.1 | In Dart war alles Null | 35 |
| 5.2 | Generics | 36 |
| 5.3 | Delegates | 36 |
| 5.4 | Das New Keyword | 37 |
| 5.5 | Listen und Dictionaries | 37 |
| 5.6 | Zugriffsmodifizierer | 38 |
| 5.7 | Vererbung | 39 |
| 5.8 | Namespaces | 40 |
| 5.9 | Bibliotheken | 40 |
| 5.10 | Asynchrone Benutzeroberfläche und Parallelität | 41 |
| 5.11 | Netzwerkaufrufe | 42 |
| 5.12 | Async/Await | 42 |
| 5.13 | Events | 43 |
| 6 | Realisierung | 45 |
| 6.1 | Umgebung | 45 |
| 6.2 | Projekterstellung | 46 |
| 6.3 | Grafische Benutzeroberfläche | 46 |
| 7 | Qualitätssicherung | 47 |
| 7.1 | Testfälle | 47 |
| 7.2 | Testobjekt | 47 |
| 7.3 | Testablauf | 51 |
| 7.4 | Testauswertung | 51 |
| 8 | Fazit und Ausblick | 52 |
| 8.1 | Ausblick | 52 |
| | Literaturverzeichnis | 53 |
| | Anhang I: Gegenüberstellung von visuellen Elementen | X |
| | Anhang II: Testfälle für den Compiler | XII |

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|-----|---|----|
| 2.1 | Programmiersprachen als Schnittstelle | 4 |
| 2.2 | Phasen eines Compilers | 6 |
| 2.3 | Lexer Beispiel | 7 |
| 2.4 | Interaktion zwischen Lexer und Parser | 8 |
| 2.5 | Syntaxbaum | 9 |
| 2.6 | Typüberprüfung | 9 |
| 2.7 | Zwischendarstellungen | 10 |
| 3.1 | Umfeld des Source-To-Source Compilers | 12 |
| 3.2 | Source-To-Source Compiler Aufbau | 13 |
| 3.3 | Compiler-Struktur | 14 |
| 3.4 | Mockup der grafischen Oberfläche | 15 |
| 4.1 | Xamarin.Forms Pages | 18 |
| 4.2 | Xamarin.Forms Layouts | 21 |
| 4.3 | Darstellung von den Steuerelementen ‚Switch‘ und ‚Checkbox‘ | 26 |
| 7.1 | Test Objekt Screenshots I | 49 |
| 7.2 | Test Objekt Screenshots II | 49 |
| 7.3 | Test Objekt Screenshots III | 50 |
| 7.4 | Test Objekt Screenshots IV | 50 |

Tabellenverzeichnis

| | | |
|-----|--|----|
| 2.1 | Token-Beispiele | 7 |
| 4.1 | Gegenüberstellung Pages | 21 |
| 4.2 | Gegenüberstellung Layouts | 22 |
| 4.3 | Gegenüberstellung Darstellungssteuerelemente | 23 |
| 4.4 | Gegenüberstellung ereignisauslösende Steuerelemente | 24 |
| 4.5 | Gegenüberstellung textmanipulierender Steuerelemente | 25 |
| 4.6 | Gegenüberstellung wertsetzender Steuerelemente | 26 |
| 4.7 | Gegenüberstellung aktivitätsandeutender Steuerelemente | 27 |
| 4.8 | Gegenüberstellung sammlungsanzeigender Steuerelemente | 28 |
| 4.9 | Gegenüberstellung Listen | 28 |
| 7.1 | Testfälle der Test App | 48 |

Abkürzungsverzeichnis

API Application programming interface

GUI Graphical user interface

SDK Software development kit

S2S Source-to-Source

UI User Interface

XAML Extensible Application Markup Language

XML Extensible Markup Language

Quellcodeverzeichnis

| | | |
|------|--|----|
| 3.1 | Bilderauswahl in Xamarin.Forms | 16 |
| 3.2 | Bilderauswahl in Dart | 16 |
| 4.1 | Xamarin.Forms ‚TabPage‘ Definition | 19 |
| 4.2 | Xamarin.Forms ‚FlyoutPage‘ Definition | 19 |
| 4.3 | Flutter ‚MaterialApp‘ Definition | 19 |
| 4.4 | Flutter ‚Tab Layout‘ Definition | 20 |
| 4.5 | Xamarin.Forms Button Initialisierung | 25 |
| 4.6 | Xamarin.Forms Event Handler | 25 |
| 4.7 | TextField mit mehreren Zeilen in Flutter | 25 |
| 4.8 | Verwendung von Timepickern in Flutter | 27 |
| 4.9 | Erweiterungen in Flutter | 31 |
| 4.10 | Flutter Font definition | 32 |
| 5.1 | Alles kann in Dart Null sein | 35 |
| 5.2 | Generics in Dart | 36 |
| 5.3 | Delegates in Dart | 37 |
| 5.4 | Optionales "New"Keyword in Dart | 37 |
| 5.5 | Listen und Maps in Dart | 38 |
| 5.6 | Private und Public Definitionen in Dart | 38 |
| 5.7 | Vererbung in Dart | 39 |
| 5.8 | Mixin's in Dart | 39 |
| 5.9 | Importieren von Paketen in Dart | 40 |
| 5.10 | Flutter Network request | 42 |
| 5.11 | Async und Await in Dart | 43 |
| 5.12 | Events in Dart | 44 |

1 Einleitung

Die Entwicklung von verschiedenen mobilen Geräten mit unterschiedlichsten Hardwarekomponenten und Betriebssystemen hat einen stark fragmentierten Markt ergeben.¹ Diese Situation hat einen direkten Einfluss auf die Softwareentwicklung, da die dedizierte Programmierung für die einzelnen Plattformen ressourcenintensiv ist. Durch Realisierung von Web- und hybriden Apps können Softwareprojekte von der darunterliegenden Plattform abstrahieren und plattformübergreifend verwendet werden. Diese Anwendungen haben jedoch, wie schon ausführlich im wissenschaftlichen Diskurs ausgeführt, eine schlechtere Performance und nur begrenzten Zugriff auf die plattformspezifischen Funktionalitäten.²

Durch die Kombination der Vorteile von Web- und hybriden Anwendungen mit denen von nativen konnten Frameworks wie Xamarin.Forms und Flutter Programmierern die Möglichkeit bieten, ihre Anwendungen auf mehreren Plattformen bereit zu stellen. Diese Apps haben neben einer guten Performance auch Zugriff auf sämtliche plattformspezifischen Funktionalitäten. Durch die Abstraktion von Hardware und Betriebssystem können Apps mit einer gemeinsamen Quelltextbasis und somit mit geringerem Ressourcenaufwand entwickelt werden.³

Der Möglichkeit, Ressourcen zu sparen, steht das Risiko der Abhängigkeit gegenüber, da sich die oben genannten Frameworks zur Cross-Plattform-Entwicklung in den verwendeten Programmiersprachen sowie ihrer Arbeitsweise grundlegend unterscheiden. Ein Wechsel zwischen den einzelnen Alternativen ist daher mit enormen Arbeitsaufwänden verbunden.⁴

¹Vgl. Joorabchi 2016, S. 3.

²Vgl. Keist, Benisch und Müller 2016, S. 110ff.

³Vgl. Vollmer 2017, S. 295.

⁴Vgl. Wissel, Liebel und Hans 2017, S. 64.

1.1 Motivation

Im Mai 2020 hat Microsoft mit dem Multi-platform App User Interface (.NET MAUI) einen Nachfolger für das Xamarin.Forms Framework angekündigt, der im Herbst 2021 zusammen mit der sechsten Hauptversion des .NET Frameworks veröffentlicht werden soll. Zum aktuellen Zeitpunkt ist bereits bekannt, dass der Umstieg grundlegende Änderungen mit sich bringt und Anwendungen, die mit Hilfe von Xamarin.Forms entwickelt wurden, angepasst werden müssen.⁵

Für Xamarin.Forms Entwickler wird es also unausweichlich sein, tiefgreifende Modifizierungen an bereits realisierten Anwendungen vorzunehmen, um in der Zukunft von Aktualisierungen zu profitieren. Unternehmen und einzelne Programmierer stehen vor der Entscheidung, ob ein Umstieg auf das leistungsfähige Flutter sinnvoller ist, als die Anpassungen für das neue noch nicht erprobte .NET MAUI, das federführend von einer Firma entwickelt wird, welche leichtfertig mit der Abhängigkeit von Entwicklern umgeht.

Ein automatisierter Umstieg auf das von Google entwickelte Framework Flutter würde also nicht nur die Anpassungen an .NET MAUI vermeiden, sondern die mobile Anwendung auf eine vermeintlich zukunftsichere Basis stellen. Denn obwohl Google in der Vergangenheit schon manche Projekte eingestellt hat, wie zum Beispiel Google Nexus oder Google Hangouts, ist damit bei Flutter aufgrund des Erfolges nicht zu rechnen. Nach offizieller Aussage von Tim Sneath, dem Produkt Manager des Frameworks, haben im Jahr 2020 mehr als zwei Millionen Entwickler Flutter verwendet und über 50.000 mobile Anwendungen programmiert.⁶ Neben der hohen Verbreitung des Frameworks, konnte das Portal Stackoverflow in seinen jährlichen Umfragen auch eine hohe Beliebtheit unter Softwareentwicklern in den Jahren 2019⁷ und 2020⁸ ermitteln. Im März 2021 hat Flutter darüber hinaus die zweite Hauptversion von Flutter veröffentlicht, welche zusätzlich Support für die Entwicklung von Webseiten zur Verfügung stellt.⁹

1.2 Ziel der Arbeit

Im Rahmen dieser Arbeit soll ein Source-To-Source Compiler zwischen den Frameworks Xamarin.Forms und Flutter realisiert werden, mit dessen Hilfe die folgende

⁵Vgl. Hunter 2020, Abgerufen am 28.10.2020.

⁶Vgl. Sneath 2020, Abgerufen am 28.10.2020.

⁷Vgl. Stack Exchange Inc. 2019, Abgerufen am 28.10.2020.

⁸Vgl. Stack Exchange Inc. 2020, Abgerufen am 28.10.2020.

⁹Vgl. Sells 2021, Abgerufen am 28.10.2020.

zentrale Forschungsfrage beantwortet werden soll: "Können Apps komplett automatisiert von Xamarin.Forms zu Flutter übersetzt werden, oder sind manuelle Arbeitsschritte erforderlich?"

1.3 Gliederung

Um diese Forschungsfrage beantworten zu können, wird in Kapitel 2 auf die theoretischen Grundlagen von Software-Übersetzern eingegangen. Anschließend wird in Kapitel 3 auf den Entwurf des in dieser Arbeit zu implementierenden Compiler eingegangen, bevor in Kapitel 4 die Unterschiede zwischen den Frameworks Xamarin.Forms und Flutter behandelt werden. Darauf aufbauend wird in Kapitel 6 der Source-To-Source Compiler realisiert und in dem darauf folgen Kapitel 7 getestet bevor in Kapitel 8 die Forschungsfrage beantwortet wird und ein Fazit gezogen wird.

2 Compiler

Programmiersprachen dienen als Verständigungsmittel zwischen Programmierern und Rechenanlagen wie z.B Smartphones. Diese Sprachen haben sich in der Vergangenheit dabei immer mehr an die Terminologie eines bestimmten Anwendungsgebietes angenähert. Durch diese Entwicklung eigneten sich Programmiersprachen direkt für die Dokumentation von entwickelten Algorithmen und Anwendungen, entfernten sich jedoch weiter von den Gegebenheiten des realen Rechners.¹⁰ Die Beziehung zwischen Softwareentwicklern und Rechenanlagen mit Hilfe von Programmiersprachen werden in Abbildung 2.1 dargestellt.

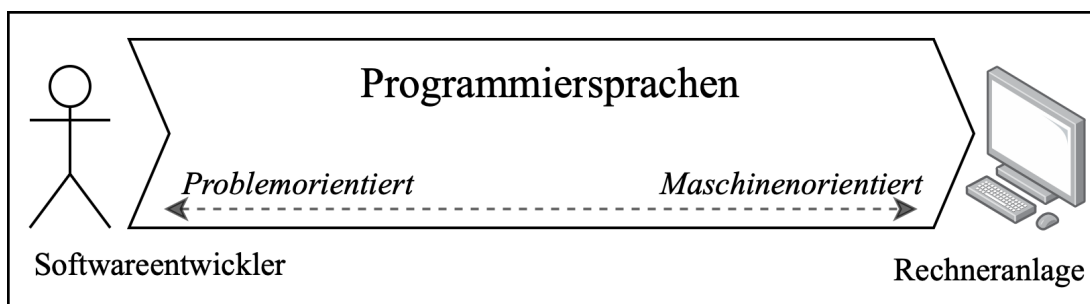


Abbildung 2.1: Programmiersprachen als Schnittstelle

Für die Ausführung einer in einer problemorientierten Programmiersprache geschriebenen Anwendung ist es notwendig, die Sprache in eine maschinenorientierte Form zu überführen.¹¹ Bereits im Jahre 1952 stellte Rutishauser fest, dass Computer in der Lage sind, diesen Übersetzungsvorgang selbst durchzuführen.¹² Durch die Möglichkeit zur automatischen Übersetzung von problemorientierten Programmiersprachen konnten Hochsprachen entwickelt werden, die menschenfreundliche Sprachelemente anstatt Maschineninstruktionen verwenden.¹³

¹⁰Vgl. Schneider 1975, S. 15.

¹¹Vgl. Schneider 1975, S. 15.

¹²Vgl. Rutishauser 1952, S. 312.

¹³Vgl. Wagenknecht und Hielscher 2014, S. 47.

2.1 Grundbegriffe

Diese historische Einführung zeigt, dass Software zur automatisierten Übersetzung schon seit der Mitte des letzten Jahrhunderts thematisiert wurde, so hat sich in der Wissenschaft eine einheitliche Definition ergeben. Ullman et al. beschreibt die sogenannten Compiler im Jahre 2008 wie folgt:¹⁴

Defintion 1: Compiler

Ein Compiler ist ein Programm, welches ein anderes Programm aus einer Quellsprache in ein gleichwertiges Programm einer Zielsprache übersetzen kann.

Aus dieser Definition lässt sich ein für diese Arbeit relevanter Fakt ableiten: Compiler sind nicht ausschließlich Übersetzer zwischen problemorientierten und maschinenorientierten Programmiersprachen. Sie sind ausschließlich für die Übersetzung von einer Quellsprache in eine Zielsprache verantwortlich. Auch wenn der Begriff Programm für jedermann geläufig ist, kann es passieren, dass von verschiedenen Repräsentationen gesprochen wird. So können alle drei der folgenden Begriffe als Programm bezeichnet werden: Der Quelltext, das ausführbare Programm und der laufende Prozess auf einem Computer. Für das weitere Verständnis dieser Arbeit ist mit dem Begriff Programm die ausführbare Anwendung auf den Smartphones des Anwenders gemeint.

Neben der Übersetzung von problem- zu maschinenorientierter Sprache gibt es ebenfalls Compiler, die andere Ziele verfolgen. Dazu gehören zum Beispiel die sogenannten Binärübersetzer, die den Binärcode eines Programmes für andere Rechner übersetzen, sodass er auf diesen ausgeführt werden kann.¹⁵ Ein Source-to-Source (S2S) Compiler, häufig auch als „Transpiler“ bezeichnet, ist ebenfalls eine besondere Ausprägung eines Compilers, die sich wie folgt definieren lässt.¹⁶

Defintion 2: Source-to-Source Compiler

Ein Source-to-Source-Compiler ist ein Compiler, bei dem sowohl die Quellsprache als auch die Zielsprache eine Hochsprache ist.

Der Begriff Hochsprache ist dabei ein Synonym für die bereits eingeführten problemnahen Sprachen wie zum Beispiel C++, Java, C# oder Dart und damit für den Menschen in einer lesbaren und änderbaren Form geschrieben sind.¹⁷

¹⁴Vgl. Ullman et al. 2008, S. 1.

¹⁵Vgl. Ullman et al. 2008, S. 27.

¹⁶Vgl. Rohit, Aditi und Hardikar 2015, S. 1629.

¹⁷Vgl. Eisenecker 2008, S. 9.

2.2 Compiler Struktur

Zur Übersetzung von Programmen bearbeiten Compiler zwei Teilaufgaben, die Analyse und die Synthese. Während der Analyse wird das Programm in seine Bestandteile zerlegt und mit einer grammatikalischen Struktur versehen. Diese wird anschließend verwendet, um eine Zwischendarstellung zu generieren. Dabei wird überprüft, ob das Programm syntaktisch und semantisch fehlerfrei ist oder ob der Programmierer Änderungen vornehmen muss.¹⁸ Der Begriff Syntax beschreibt den Aufbau eines Programmes, sie legt fest wie Sprachelemente aus anderen Sprachelementen zusammengesetzt sind. Im Gegensatz dazu beschreibt die Semantik die Bedeutung der Programmen und regelt die Bedeutung von Sprachelementen.¹⁹ Außerdem werden bei der Analyse Informationen über das Quellprogramm gesammelt und in der so genannten Symboltabelle abgelegt. Die Synthese konstruiert aus der Zwischendarstellung und den Informationen aus der Symboltabelle das gewünschte Zielprogramm. Der Teil des Compilers, der sich mit der Analyse befasst wird oft als Front-End bezeichnet, derjenige der für die Synthese zuständig ist als Back-End.²⁰

Der Vorgang des Kompilierens lässt sich basierend auf diesen zwei Teilaufgaben nach Ullman et al. in mehrere Phasen unterteilen, die in Abbildung 2.2 grafisch dargestellt sind und in diesem Abschnitt detailliert beschrieben werden.²¹

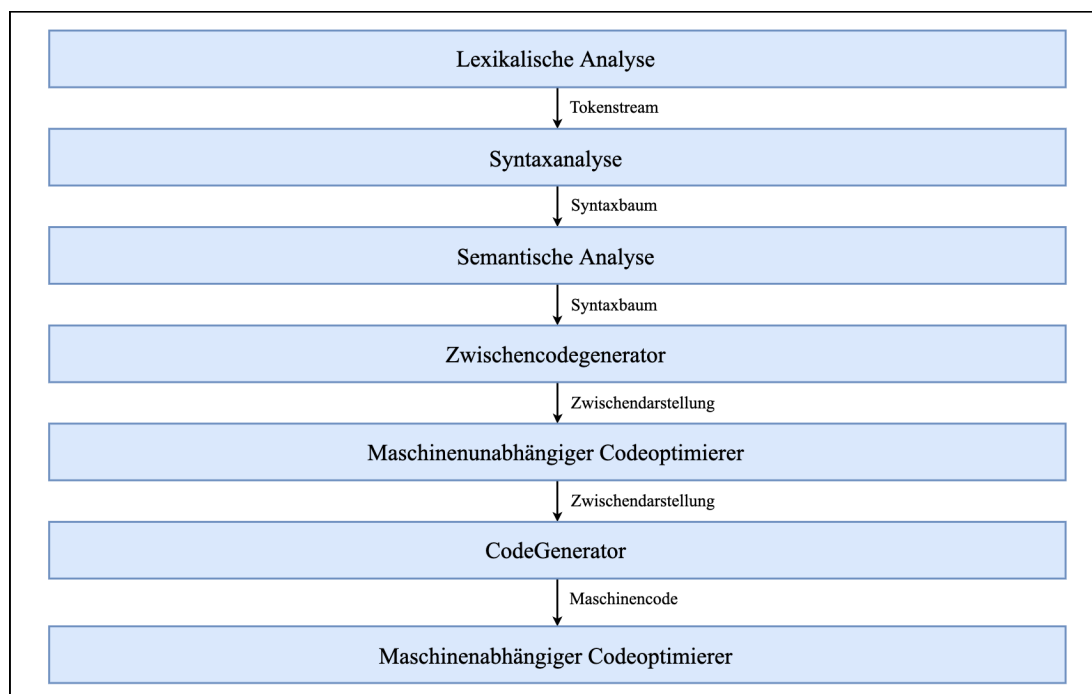


Abbildung 2.2: Phasen eines Compilers²²

¹⁸Vgl. Ullman et al. 2008, S. 6f.

¹⁹Vgl. Schneider 1975, S. 36.

²⁰Vgl. Ullman et al. 2008, S. 6f.

²¹Vgl. Ullman et al. 2008, S. 6.

²²Abbildung in Anlehnung an Ullman et al. 2008, S.6.

2.3 Lexikalische Analyse

Die erste Phase eines Compilers ist die lexikalische Analyse, die den Quelltext in Lexeme untergliedert. Ein Lexem ist die Folge von Zeichen im Quellprogramm, die als Instanz eines Tokens erkannt wurden. Dabei ist ein Token ein Paar aus Namen und einem optionalen Attributwert, wobei der Name zum Beispiel ein bestimmtes Schlüsselwort, oder eine Folge von Eingabezeichen sein kann und der Attributwert auf einen Eintrag in der Symboltabelle verweist.²³ In Tabelle 2.1 werden einige beispielhafte Tokens aufgeführt sowie die Information darüber, aus welchen Lexemen diese extrahiert werden.

| Token | Beschreibung | Lexem |
|------------|-----------------------|---------|
| if | Zeichen i,f | if |
| comparison | Vergleichsoperatoren | <= |
| id | Buchstaben | pi |
| number | Numerische Konstanten | 3.14159 |

Tabelle 2.1: Token-Beispiele²⁴

Der Teil eines Compilers, der die Lexikalische Analyse durchführt, wird als Lexer bezeichnet. Basierend auf der beschriebenen Arbeitsweise ist in 2.3 ein Beispiel dargestellt, das zeigt wie der Lexer aus einer Zeichenfolge mehrere Tokens mit den optionalen Attributwerten extrahiert.

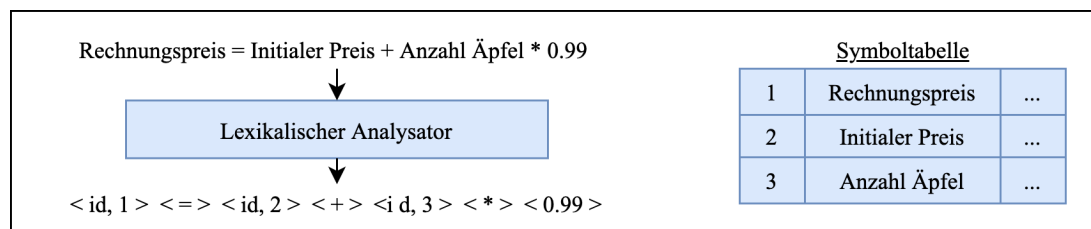


Abbildung 2.3: Lexer Beispiel²⁵

Der Lexer interagiert mit anderen Komponenten eines Compilers, dies wird in Abbildung 2.4 visualisiert. Klassischerweise wird der Lexer über den sogenannten Parser, welcher im nächsten Abschnitt eingeführt wird, zur Übermittlung von Tokens aufgefordert, dies wird in der Abbildung mit dem Aufruf "getNextToken" dargestellt.²⁶

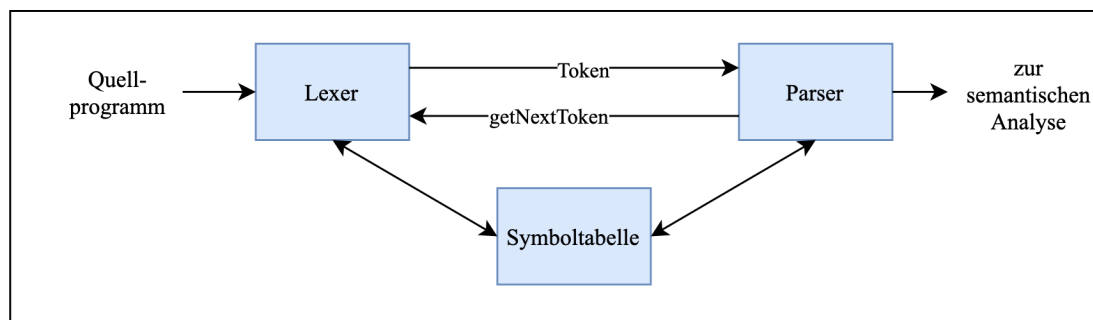
Da der Lexer derjenige Teil des Compilers ist, der den Quelltext liest, kann er neben der Identifikation von Lexemen auch weitere Aufgaben übernehmen. So eignet er sich ideal

²³Vgl. Ullman et al. 2008, S. 135 f.

²⁴Vgl. Ullman et al. 2008, S. 137.

²⁵Abbildung in Anlehnung an Ullman et al. 2008, S.10.

²⁶Vgl. Ullman et al. 2008, S. 135.

Abbildung 2.4: Interaktion zwischen Lexer und Parser²⁷

zum Streichen von Kommentaren im Quelltext und zum Entfernen von Leerstellen, wie Leerzeichen und Tabulatoren. Zudem kann er gefundene Fehler den entsprechenden Zeilennummern zuordnen und dem Entwickler während der Kompilierung so einen genauen Hinweis auf den Ort des Fehlers geben.²⁸ Häufig werden Lexer daher in zwei kaskadierende Prozesse unterteilt, einen für das Löschen von Kommentaren und Zusammenfassung von Leerraumzeichen und einen für die eigentliche lexikalische Analyse.²⁹

2.4 Syntaxanalyse

In der zweiten Phase, der Übersetzung, der Syntaxanalyse, werden durch den bereits erwähnten Parser auch syntaktischer Analysator genannt, die vom Lexer ausgegebenen Tokens in eine baumartige Zwischendarstellung überführt, die die grammatikalische Struktur der Tokens zeigt. Diese Darstellung wird basierend auf ihrem Aussehen häufig als Syntaxbaum bezeichnet. Die Knoten im Syntaxbaum stehen für eine Operation und die Kindknoten für die Argumente dieser Operation. Die Anordnung der Operationen stimmt mit üblichen arithmentischen Konventionen überein, wie zum Beispiel dem Vorrang der Multiplikation vor Addition.³⁰ Abbildung 2.5 zeigt die Erstellung eines Syntaxbaumes aus den Tokens der Abbildung 2.3. Anhand des Knotens <id, 1> ist jederzeit über die Symboltabelle bekannt, dass das Ergebnis der Rechnung an den Speicherort des Bezeichners Rechnungspreis abgelegt werden muss.³¹

²⁷Abbildung in Anlehnung an Ullman et al. 2008, S.135.

²⁸Vgl. Ullman et al. 2008, S. 135.

²⁹Vgl. Ullman et al. 2008, S. 136.

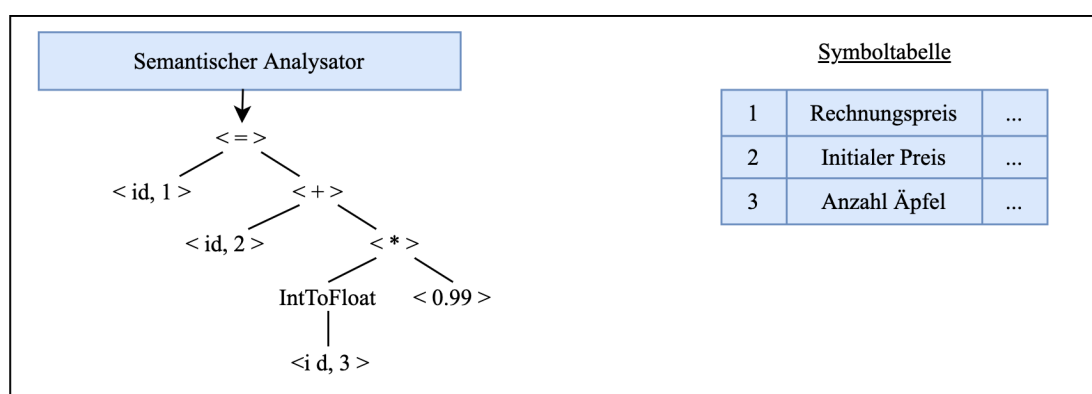
³⁰Vgl. Ullman et al. 2008, S. 9.

³¹Vgl. Ullman et al. 2008, S. 9.

Abbildung 2.5: Syntaxbaum³²

2.5 Semantische Analyse

Bei der semantischen Analyse wird der Syntaxbaum als Aufgliederung der Programmstruktur, zusammen mit den Informationen aus der Symboltabelle verwendet, um das Quellprogramm auf semantische Konsistenz mit der Sprachdefinition zu überprüfen.³³ Zudem werden hier Typinformationen gesammelt und zur späteren Verwendung im Syntaxbaum oder der Symboltabelle hinterlegt. Auch findet eine Typüberprüfung statt die analysiert, ob jeder Operator die passenden Operanden hat. So wird beispielsweise validiert, ob ein Index eine Ganzzahl ist. Es besteht die Möglichkeit, innerhalb des Baums Typkonvertierungen zu deponieren. So wurde in dem bisherigen Beispiel die Anzahl Äpfel als Ganzzahl behandelt und wird für die Berechnung des Preises in Abbildung 2.6 zu einer Fließkommazahl konvertiert.³⁴

Abbildung 2.6: Typüberprüfung³⁵

³²Abbildung in Anlehnung an Ullman et al. 2008, S.10.

³³Vgl. Wilhelm, Seidl und Hack 2012, S. 157.

³⁴Vgl. Ullman et al. 2008, S. 9ff.

³⁵Abbildung in Anlehnung an Ullman et al. 2008, S.10.

2.6 Zwischencodeerzeugung

Während der Übersetzung eines Programms kann der Compiler mehrere Zwischendarstellungen in unterschiedlichsten Formen, zum Beispiel wie die eines Syntaxbaums, erstellen. Nach der semantischen Analyse stellen viele Compiler eine maschinennahe Zwischendarstellung auf niedriger Abstraktionsebene her, die eigentlich für maschinenabhängige Aufgaben wie Befehlsauswahl geeignet ist. Eine Zwischendarstellung, die



Abbildung 2.7: Zwischendarstellungen³⁶

von Compiler zu Compiler in Auswahl oder Entwurf unterschiedlich ist, kann entweder eine tatsächliche Sprache sein, oder aus internen Datenstrukturen bestehen, die von den Phasen des Compilers gemeinsam verwendet werden. Auch wenn C eine Programmiersprache ist, wird sie häufig als eine Zwischenform verwendet, da sie flexibel ist, zu effizientem Maschinencode kompiliert werden kann und ihre Compiler weitgehend verfügbar sind.³⁷

2.7 Codeoptimierung

In dieser Phase wird der Code so optimiert, dass sich daraus ein besserer, das heißt schnellerer oder ressourcenschonender Zielcode ergibt. Der Umfang der Codeoptimierung schwankt dabei von Compiler zu Compiler erheblich.³⁸ Die Codeoptimierung, die ein Compiler vornimmt, ist im Laufe der Zeit wichtiger und komplexer geworden. Grund für die zunehmende Komplexität sind die immer komplexeren Prozessorarchitekturen, die mehr Gelegenheiten bieten, die Ausführung des Codes zu verbessern. Die gestiegene Bedeutung ergibt sich Beispielsweise aus der steigenden Anzahl an Kernen in modernen Computern und der Möglichkeit, Programme parallel auszuführen.³⁹

³⁶Abbildung in Anlehnung an Ullman et al. 2008, S.433.

³⁷Vgl. Ullman et al. 2008, S. 433.

³⁸Vgl. Ullman et al. 2008, S. 11f.

³⁹Vgl. Ullman et al. 2008, S. 20.

2.8 Codeerzeugung

Die Überführung aus der Zwischendarstellung in die Zielsprache nennt man Codeerzeugung. Hierbei muss die semantische Bedeutung des Quellprogramms erhalten und hochwertig dargestellt sein. Die größte Herausforderung ergibt sich aus der nicht komplett mathematischen Berechenbarkeit aller Prozesse bei der Überführung. Ein Beispiel wäre die Vergabe von Registern, die nicht effizient berechenbar sind. In der Praxis müssen heuristische Techniken ausreichen- die guten, aber nicht unbedingt optimalen Code liefern. Die Codeoptimierungs- und Codeerzeugungsphasen können mehrfach durchlaufen werden, bevor das Zielprogramm finalisiert ist.⁴⁰

2.9 Der .NET Compiler Roslyn

Für die Arbeit mit der Programmiersprache C# steht mit Roslyn ein Compiler zur Verfügung, der sich aus modularen Bibliotheken zusammensetzt. Durch die Referenzierung dieser Bibliotheken können Programme auf den Funktionsumfang von Roslyn zugreifen. So ist es möglich, den Compiler zu verwenden, ohne das Ziel zu haben, die Programmiersprache C# in plattformnahen Code zu übersetzen. Dabei stehen die Bibliotheken über den Packetmanager Nuget für die Einbindung in eigene Projekte zur Verfügung. Um diese Funktionalität zu gewährleisten, unterteilt Roslyn die Übersetzung in mehrere Phasen, welche wiederum einige der in diesem Kapitel beschriebenen Phasen zusammenfassen. Die erste Phase ist die Erstellung des Syntaxbaums, die zweite Phase ist die semantische Analyse gefolgt von der letzten Phase der Ausgabe der so genannten Intermediate Language als Zielsprache.⁴¹

⁴⁰Vgl. Ullman et al. 2008, S. 618f.

⁴¹Vgl. Albahari und Johannsen 2020, S. 1017.

3 Compiler Spezifikation

Zur Entwicklung eines möglichst effektiven Compilers ist es notwendig, die genauen Anforderungen zu ermitteln, um dann passende Softwaretechnische Lösungen zu erarbeiten.⁴² Im speziellen Falle besteht die Anforderung darin, vom Quellframework Xamarin.Forms in das Zielframework Flutter zu übersetzen, welche beide für die Entwicklung von plattformunabhängigen Smartphone-Apps verwendet werden können. Für eine genaue Spezifikation des zu realisieren Source-To-Source Compilers ist es notwendig, einen Überblick über das Compiler-Umfeld zu erhalten. Dieses wird in Abbildung 3.1 visualisiert.

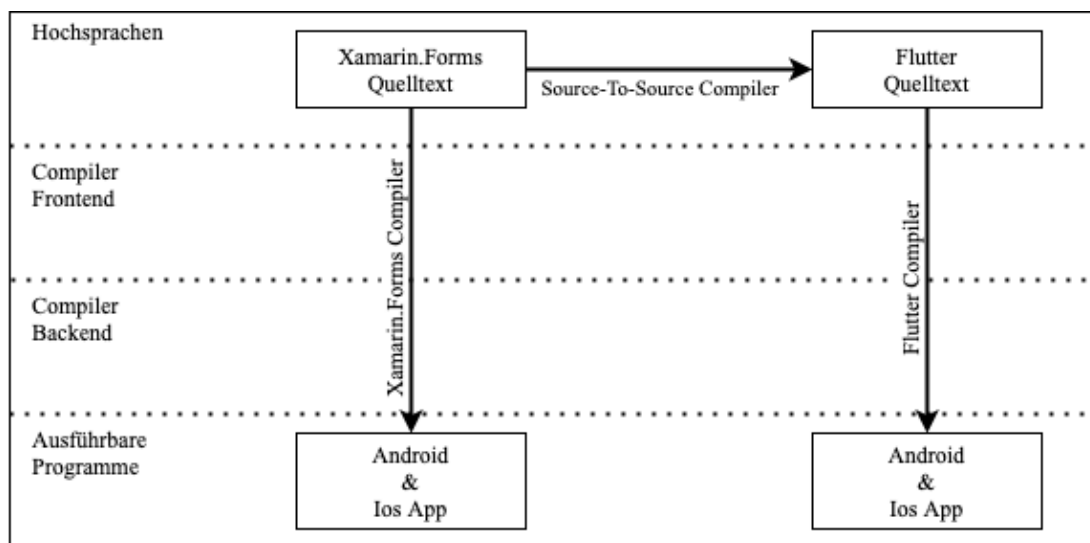


Abbildung 3.1: Umfeld des Source-To-Source Compilers

Wie auf der Abbildung erkennbar ist, durchlaufen sowohl Xamarin.Forms als auch Flutter bei der Übersetzung zu mobilen Anwendungen die in Kapitel 3.2 erläuterten Phasen, kurz dargestellt als Compiler Front- und Backend. Der Source-To-Source Compiler ist in der Abbildung horizontal dargestellt, was veranschaulichen soll, dass sich sowohl die Quelle, als auch das Ziel der Übersetzung auf einer Abstraktionsebene befinden. Auch bei dieser Übersetzung sind die Compilerphasen aus dem vorherigen Kapitel anzuwenden. So lässt sich die Abbildung 3.1, wie in 3.2 dargestellt, um ein Front- und Backend erweitern.

⁴²Vgl. Balzert 2011, S.6.

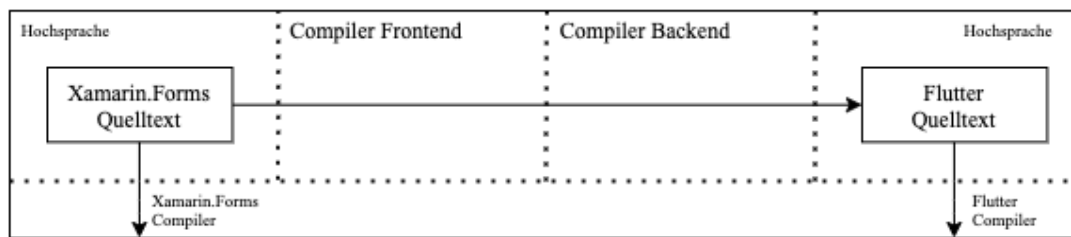


Abbildung 3.2: Source-To-Source Compiler Aufbau

Laut Definition von Compilern, erzeugen diese ein gleichwertiges Programm in einer Zielsprache. Sowohl Xamarin.Forms als auch Flutter stellen mit Hilfe ihrer Compiler gleichwertige Programme in Form von mobilen Apps dar. Da der Source-to-Source Compiler ebenfalls eine gleichwertige Darstellung erzeugt, ist anzunehmen, dass die übersetzte Ursprungs-App gleichwertig zu der übersetzten Flutter App ist.

3.1 Funktionseingrenzung

Zur Beantwortung der Forschungsfrage ist es ausreichend, dass der Prototyp einen begrenzten Funktionsumfang hat. Für eine zielführende Eingrenzung eignen sich die folgenden fünf Aspekte:

- **Framework Version:** Der in dieser Arbeit zu realisierende Prototyp soll ausschließlich das offiziell von Microsoft veröffentlichte Xamarin.Forms in der Version 5.0.0.2012 zu Flutter übersetzen.
- **Erweiterungen von Dritten:** Viele Firmen und einzelne Entwickler haben Erweiterungen für Xamarin.Forms programmiert. Aufgrund der großen Anzahl und stetigen Veränderung dieser Erweiterungen, werden sie in dieser Arbeit nicht weiter betrachtet.
- **Plattformspezifischer Quelltext:** Xamarin.Forms erlaubt die Verwendung von plattformspezifischem Quelltext, der in dieser Arbeit keine Beachtung finden wird, da eine gleichwertige Darstellung in Flutter nicht garantiert werden kann.
- **User Interface (UI):** Für die Entwicklung von Benutzeroberflächen kann die Programmiersprache C# verwendet werden, jedoch hat die Alternative Extensible Application Markup Language (XAML) für Entwickler Vorteile,⁴³ weswegen die Konstruktion von Benutzeroberflächen mit C# in dieser Arbeit nicht berücksichtigt wird.

⁴³Vgl. Microsoft Corporation 2017, Abgerufen am 21. März 2021.

- App-Styles: Für die visuelle Darstellung wird in dieser Arbeit ausschließlich das Design-System Material von Google unterstützt. Da die Übersetzung von Darstellungsoptionen sehr aufwendig ist, und für den in dieser Arbeit zu entwickelnden Prototypen nicht notwendig ist.

Diese Eingrenzungen führen in Summe zu einer Vielzahl von nicht in Gänze übersetzbaren Xamarin.Forms Anwendungen. Durch Erweiterungen des Compilers könnte diese Limitierung in Zukunft aufgehoben werden. Im Rahmen dieser Arbeit wird eine mobile Xamarin.Forms Anwendung entworfen, die vollständig übersetzt werden kann, da sie keine der oben definierten Ausschlüsse verwendet.

3.2 Übersetzung von verschiedenen Dateien

Durch seinen modularen Aufbau, kann der im letzten Kapitel eingeführte Roslyn Compiler die Phasen bis zur semantischen Analyse im zu entwickelnden Prototypen übernehmen. Anschließend kann mithilfe des dabei typisierten Syntaxbaumes die Übersetzung in die Zielsprache durchgeführt werden. Die Übersetzung mit Roslyn hat Grenzen, die aus der Zusammensetzung von Xamarin.Forms Projekten resultiert. Wie in Abbildung 3.3 zu erkennen ist, setzen sich Xamarin.Forms Projektmappen aus verschiedenen Dateien zusammen, von denen ausschließlich die Klassen beinhaltenden Dateien mit der Endung ‚cs‘ analysiert werden können.

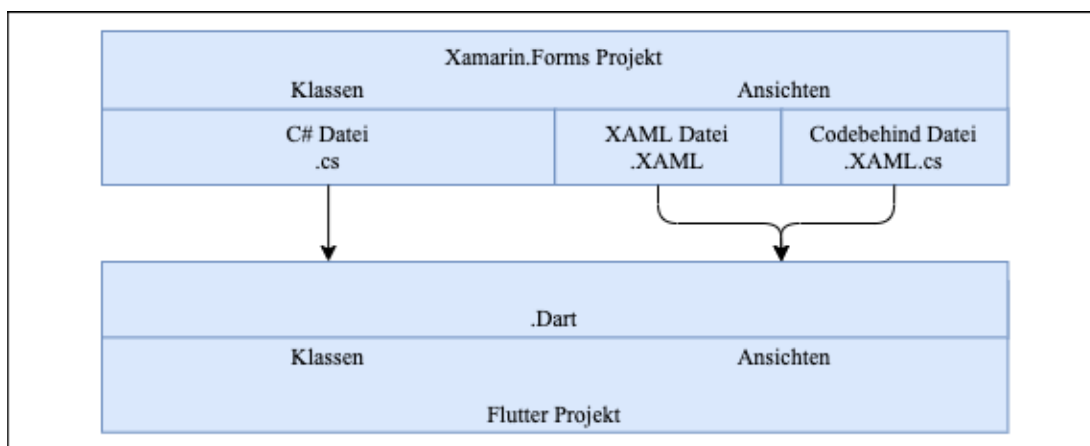


Abbildung 3.3: Compiler-Struktur

Neben den Klassen zeigt die Abbildung 3.3, dass auch Ansichten ein Teil von Xamarin.Forms Projekten sind. Diese bestehen aus ‚XAML‘ sowie ‚XAML.cs‘ Dateien. Alle Ausgangsdateien müssen zu Dart-Dateien kompiliert werden, um ein Flutter Projekt als Ziel zu ergeben. Die Zusammenführung von ‚XAML‘ und ‚XAML.cs‘ Dateien ist dabei notwendig, weil Flutter ohne sogenannte Codebehind Dateien auskommt.

3.3 Grafische Darstellung

Damit Unternehmen und Entwickler ihre bestehenden Xamarin.Forms Anwendungen übersetzen können, muss eine Möglichkeit für die Interaktion mit dem Source-To-Source Compiler existieren. Dieser Compiler ist zur einmaligen und nicht regelmäßigen Verwendung ausgelegt und braucht somit nicht in einer Entwicklungsumgebung integriert werden. Der Roslyn Compiler ist ausschließlich für das Betriebssystem Windows verfügbar, die zu entwickelnde Oberfläche muss dementsprechend auf Windows Computern lauffähig sein. Abbildung 3.4 zeigt einen Entwurf (engl. Mockup) der geplanten Graphical user interface (GUI).

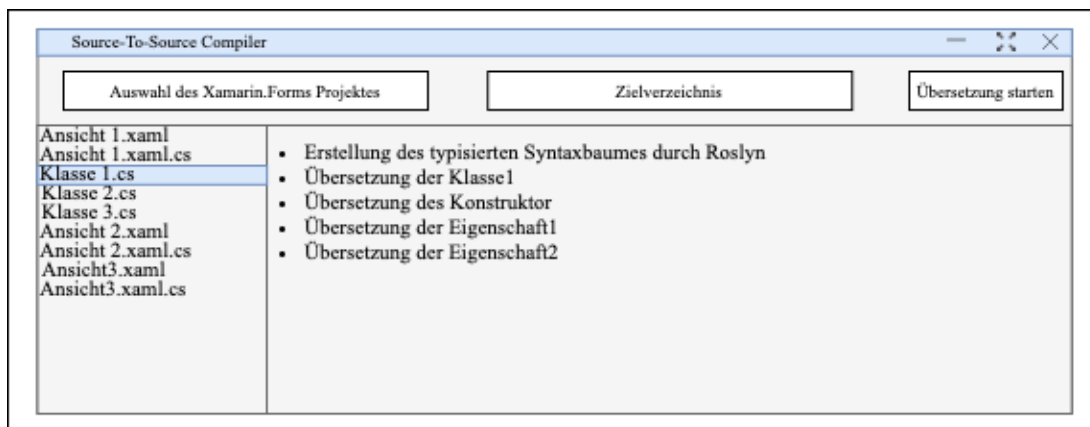


Abbildung 3.4: Mockup der grafischen Oberfläche

Im oberen Teil der GUI befindet sich eine Auswahl für das Quellprojekt und das Zielverzeichnis des Compilers. Der untere Teil der Ansicht zeigt die Ausgabe des Übersetzers, für die im linken Bereich alle bearbeiteten Dateien angezeigt werden. Bei der Auswahl einer Datei werden in dem Bereich daneben alle vorgenommen Übersetzungsschritte aufgeführt.

3.4 Quelltext Optimierung

Die Optimierung des Quelltextes ist, wie in Kapitel 2 beschrieben, eine Phase der Kompilierung. Im Gegensatz zu den dort beschriebenen Aspekten (Geschwindigkeit und Ressourcenschonung) sind für den Source-To-Source Compiler andere Faktoren wie der Austausch von Klassen und Methoden relevant, da diese Ressourcenoptimierung später bei der Übersetzung durch den Flutter Compiler stattfinden. Der Bedarf zum Austausch von Klassen und Methoden resultiert aus unterschiedlichen Arbeitsweisen der Frameworks, sodass eine einfache 1:1 Übersetzung nicht möglich ist. Um dies zu

visualisieren, wird folgend ein Quelltextbeispiel aus beiden Frameworks gezeigt, die die selbe Funktionalität abbilden.

```
1 var photo = await MediaPicker.PickPhotoAsync();
2
3 if(photo == null)
4 {
5     Console.WriteLine("No image selected.");
6 }
```

Quelltext 3.1: Bilderauswahl in Xamarin.Forms

```
1 final pickedFile = await picker.getImage(source: ImageSource.camera);
2
3 setState(() {
4     if (pickedFile != null) {
5         _image = File(pickedFile.path);
6     } else {
7         print('No image selected.');
```

Quelltext 3.2: Bilderauswahl in Dart

Beide Crossplatform Frameworks verwenden in diesem Beispiel unterschiedliche Klassen für die Auswahl eines Bildes aus der Smartphonegalerie. Daher ist es notwendig, beide Frameworks zu analysieren und die genauen Unterschiede zwischen den Arbeitsweisen zu verstehen. Zu diesem Zweck werden im nachfolgenden Kapitel sowohl die Frameworks als auch deren Programmiersprachen analysiert. Hieraus resultiert das Verständnis, inwiefern sich Benutzeroberflächen und Sprachen unterscheiden und wie diese übersetzt werden können.

Source-To-Source Compiler bilden eine Brücke zwischen zwei Hochsprachen. Der für die Beantwortung der Forschungsfrage geplante Compiler soll darüber hinaus auch die Arbeitsweisen des Quellprogramms in das Zielprogramm übersetzen. Das heißt, es soll versucht werden, ein frameworkbasierte App in die Form eines Zielframeworks zu überführen.

4 Technische Unterschiede zwischen Xamarin.Forms und Flutter

Die Unterschiede zwischen den Frameworks werden im folgenden genauer betrachtet. Für den technischen Vergleich dient Xamarin.Forms als Grundlage. Die Namen von Abschnitten und Unterabschnitten orientieren sich deshalb an dessen Terminologie. In den jeweiligen Gliederungspunkten wird anschließend genauer betrachtet, wie sich spezielle Arbeitsweisen oder Darstellungsoptionen in Flutter abbilden lassen.

4.1 Projektaufbau

Xamarin.Forms weißt eine andere Projektstruktur auf als Flutter, das nur mit einem Projekt arbeitet. Während das Flutter Projekt alle notwendigen Inhalte für iOS und Android inkludiert,⁴⁴ setzt sich die Projektmappe bei Xamarin.Forms aus mehreren Projekten zusammen. Es gibt für jede Plattform ein dediziertes Projekt, das den plattformspezifischen Code, Konfigurationen und Icons beinhaltet, sowie ein Projekt für den plattformunabhängigen Quelltext.⁴⁵ Icons und Konfigurationen werden bei Flutter in einem gleichen oder ähnlichen Format und nur in einem anderen Projekt hinterlegt und lassen sich folglich migrieren. In den Ausschlusskriterien in Kapitel 3 dieser Arbeit wurde bereits der plattformspezifische Quelltext von Xamarin.Forms für die Übersetzung exkludiert.

⁴⁴Vgl. Biessek 2019, S. 113.

⁴⁵Vgl. Petzold 2016, S. 25f.

4.2 Ansichten

Ansichten (engl. Views) sind visuelle Elemente, die in zwei Kategorien unterschieden werden können. Steuerelemente (engl. Controls) sind für die Sammlung von Benutzereingaben oder die Ausgabe von Daten verantwortlich und Layouts, beinhalten eine Sammlung von Ansichten und sind für ihre visuelle Anordnung auf der Benutzeroberfläche verantwortlich.⁴⁶

4.2.1 Layouts

Ähnlich wie die Ansichten lassen sich auch die Layouts in zwei Kategorien unterteilen. Den Ansichtsseiten (engl. Pages) sowie den generellen Layouts. Die Pages nehmen den gesamten Bildschirm ein und werden in Abbildung 4.1 dargestellt.⁴⁷

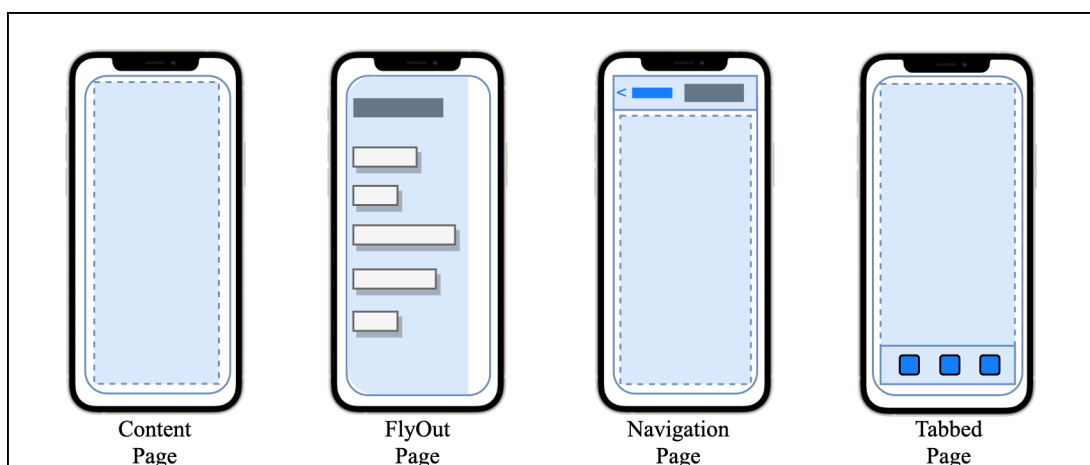


Abbildung 4.1: Xamarin.Forms Pages⁴⁸

„ContentPage“ ist ausschließlich für die Anzeige einer weiteren Ansicht verantwortlich. Die drei anderen Pages besitzen ein Navigationskonzept. „FlyOutPage“ teilt den Bildschirm in zwei Bereiche, ein Bereich dient der Navigation. Er enthält ein Menü das, wie im Namen enthalten, einfliegen kann. Der zweite Bereich zeigt eine Detailansicht, in welcher der Inhalt der angeforderten Seite geladen wird. „NavigationPage“ bietet eine Navigationsleiste, die einen Titel der aktuellen Seite und eine Navigationsschaltfläche beinhalten kann. „TabbedPage“ stellt die unterschiedlichen Seiten als Registerkarten dar.⁴⁹ Die Ansichtsseiten befinden sich in der Regel, innerhalb der XAML-Datei, auf der untersten Ebene, dem so genannten Wurzelknoten. Der Quelltext 4.1 zeigt dies exemplarisch für eine „TabbedPage“ dargestellt, angegeben.

⁴⁶Vgl. Ritscher 2020, Abgerufen am 21. März 2021.

⁴⁷Vgl. Microsoft Corporation 2016, Abgerufen am 21. März 2021.

⁴⁸Abbildung in Anlehnung an Microsoft Corporation 2016, Abgerufen am 21. März 2021.

⁴⁹Vgl. Microsoft Corporation 2016, Abgerufen am 21. März 2021.

```

1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
2 <TabbedPage xmlns="http://xamarin.com/schemas/2014/forms"
3           xmlns:x="http://schemas.microsoft.com/winfx/2009/xaml"
4           x:Class="MasterThesisSample.SampleTabbedPage">
5     <NavigationPage Title="Tab 1"/>
6     <NavigationPage Title="Tab 2"/>
7     <NavigationPage Title="Tab 3"/>
8 </TabbedPage>

```

Quelltext 4.1: Xamarin.Forms ‚TabbedPage‘ Definition⁵⁰

Es wird eine ‚TabbedPage‘ mit drei Registerkarten entworfen. Eine Kombination mehrerer Navigationskonzepte ist möglich, das Beispiel zeigt eine Navigationsleiste innerhalb der Registerkarten.

Die verfügbaren Eigenschaften der Ansichtsseiten unterscheiden sich je nach Einsatzszenario. Im folgenden Quelltext 4.2 wird dies exemplarisch an der Realisierung einer ‚FlyoutPage‘ deutlich. Anders als bei ‚TabbedPage‘, die aus einer Sammlung von Registerkarten besteht, finden sich im Quelltext die Eigenschaften ‚Flyout‘ und ‚Detail‘.

```

1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
2 <FlyoutPage xmlns="http://xamarin.com/schemas/2014/forms"
3           xmlns:x="http://schemas.microsoft.com/winfx/2009/xaml"
4           x:Class="MasterThesisSample.SampleFlyoutPage">
5     <FlyoutPage.Flyout>
6         <ContentPage>
7             <!-- FlyOut Menu -->
8         </ContentPage>
9     </FlyoutPage.Flyout>
10    <FlyoutPage.Detail>
11        <NavigationPage>
12            <!-- Place for the DetailPage -->
13        </NavigationPage>
14    </FlyoutPage.Detail>
15 </FlyoutPage>

```

Quelltext 4.2: Xamarin.Forms ‚FlyoutPage‘ Definition⁵¹

Im Unterschied zu Xamarin.Forms kann Flutter auf der Wurzelebene nur den Style der App, nicht aber ein Navigationskonzept definieren. Wie bereits in Kapitel 3 aufgeführt, wird in dieser Arbeit ausschließlich der Material Design Style unterstützt.⁵² Quelltext 4.3 zeigt die Realisierung einer MaterialDesign App in Flutter.

```

1 class MyApp extends StatelessWidget {
2     // This widget is the root of your application.

```

⁵²Vgl. Google LLC 2020d, Abgerufen am 21. März 2021.

```
3  @override
4  Widget build(BuildContext context) {
5      return MaterialApp(
6          title: 'Flutter Demo',
7          theme: ThemeData(
8              primarySwatch: Colors.blue,
9          ),
10         home: MyHomePage(title: 'Flutter Demo Home Page'),
11     );
12 }
13 }
```

Quelltext 4.3: Flutter ‚MaterialApp‘ Definition⁵³

Der Vergleich zwischen den Extensible Markup Language (XML) basierten XAML-Dateien und den bei Flutter verwendeten Dart-Dateien verdeutlicht die Unterschiede in den verwendeten Sprachen zur Benutzeroberflächenentwicklung.

Die zentrale Idee hinter dem Flutter-Framework ist es, eine Benutzeroberfläche aus Widgets aufzubauen. Diese beschreiben das Aussehen der Anwendung basierend auf ihrem aktuellen Zustand. Sobald sich der Status ändert, kann das Framework den neuen mit dem alten vergleichen, um grafische Veränderungen möglichst effektiv vorzunehmen.⁵⁴ Damit in Flutter ein Navigationskonzept definiert werden kann, können verschiedene Widgets verwendet und verschachtelt werden, wie in Quelltext 4.4 beispielhaft für eine App mit Registerkarten visualisiert wird.

```
1      appBar: AppBar(
2          bottom: TabBar(
3              tabs: [ Tab(icon: Icon(Icons.directions_car)),
4                      Tab(icon: Icon(Icons.directions_transit)),
5                      Tab(icon: Icon(Icons.directions_bike)),
6              ],
7          ),
8      ),
9      body: TabBarView(
10         children: [ Icon(Icons.directions_car),
11                    Icon(Icons.directions_transit),
12                    Icon(Icons.directions_bike),
13         ],
14     ),
```

Quelltext 4.4: Flutter ‚Tab Layout‘ Definition⁵⁵

Die deutlichen Unterschiede bei der Auswahl eines Navigationkonzeptes können dadurch überbrückt werden, dass man zu jeder Xamarin.Forms Page das entsprechende

⁵⁴Vgl. Google LLC 2020h, Abgerufen am 21. März 2021.

Flutter Widget findet. Der Flutter-Widgetkatalog⁵⁶ und die Webseite "Flutter for Xamarin.Forms Developers"⁵⁷ wurde für die Recherche des Gegenstückes verwendet. Entsprechende Ergebnisse der Suche können in Tabelle 4.1 abgelesen werden.

| Xamarin.Forms Page | Flutter Widget |
|--------------------|-----------------------|
| ContentPage | |
| FlyOutPage | MasterDetailScaffold |
| NavigationPage | Scaffold |
| TabbedPage | TabBar und TabBarView |

Tabelle 4.1: Gegenüberstellung Pages

Gegenüberstellungen, in Tabellenform, von Xamarin.Forms Elementen und Flutter Widgets werden auch an anderer Stelle in diesem Kapitel der Übersichtlichkeit halber verwendet. Flutter Widgets die nicht im Text expliziert aufgeführt werden, sind den Xamarin.Forms Elementen bei Funktionalität und Aussehen nahezu identisch. Eine vollständige Referenztabelle die sich aus allen Einzelbetrachtungen zusammensetzt, befindet sich in 8.1.

Neben den Ansichtsseiten bietet Xamarin.Forms weitere Layouts, die Steuerelemente zu visuellen Strukturen zusammenstellen. Abbildung 4.2 stellt die gebräuchlichsten dieser Layouts vor.

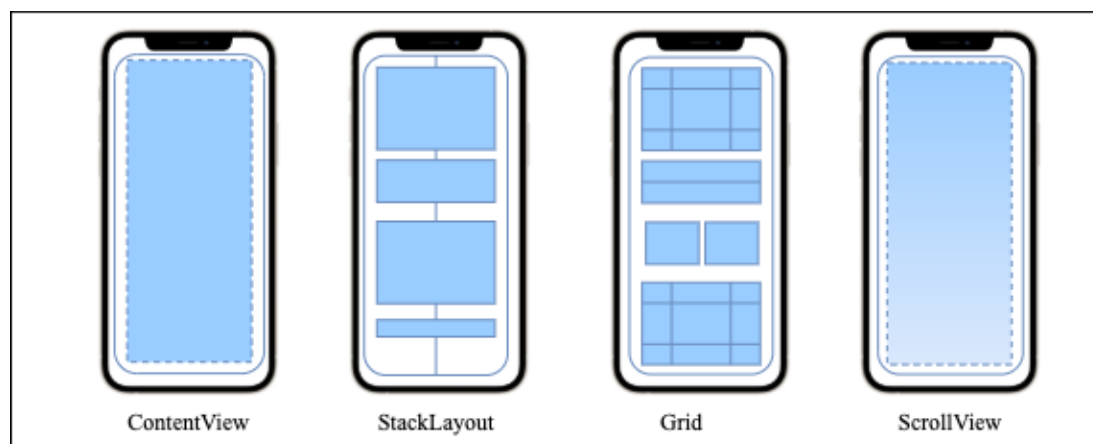


Abbildung 4.2: Xamarin.Forms Layouts⁵⁸

Die vorgestellten Layouts haben unterschiedliche visuellen Eigenschaften und dienen als Sprachelemente von XAML für den Entwurf von Benutzeroberflächen. ‚ContentView‘ enthält ein einzelnes untergeordnetes Ansichtselement und wird als Basisklasse für benutzerdefinierte Darstellungen verwendet. Das Gestaltungselement ‚StackLayout‘ legt untergeordnete Elemente in einem entweder horizontal oder vertikal angeordneten

⁵⁶Vgl. Google LLC 2020o, Abgerufen am 21. März 2021.

⁵⁷Vgl. Google LLC 2020d, Abgerufen am 21. März 2021.

⁵⁸Abbildung in Anlehnung an Microsoft Corporation 2018, Abgerufen am 21. März 2021.

Stapel ab. Ein ‚Grid‘ positioniert seine untergeordneten Elemente in einem Raster aus Zeilen und Spalten, es wird auch dafür verwendet Layouts und Steuerelemente aufeinander zu legen. Das ‚ScrollView‘ erlaubt das Verschieben von Bildschirmhalten und hat wie ein ‚ContentView‘ nur ein untergeordnetes Element. Neben diesen gängigen Layouts gibt es noch weniger verbreitete, zum Beispiel das ‚Frame‘, das einen Rahmen um ein visuelles Element zeichnet. Das ‚AbsolutLayout‘, platziert untergeordnete Elemente an bestimmten Positionen relativ zu ihrem übergeordneten Element und das ‚RelativeLayout‘ übernimmt die gleiche Aufgabe jedoch nur auf der Ebene des Layout und untergeordneter Elemente.⁵⁹

Basierend auf diesen verfügbaren Layouts werden in Tabelle 4.2 die es entsprechende Flutter Widgets entgegengesetzt.

| Xamarin.Forms Layout | Flutter Widget |
|-----------------------------|-----------------------|
| AbsolutLayout | Positioned |
| ContentView | StatelessWidget |
| Frame | BoxDecoration |
| Grid | GridView oder Stack |
| ScrollView | SingleChildScrollView |
| StackLayout | Row und Column |
| ReleativLayout | Positioned |

Tabelle 4.2: Gegenüberstellung Layouts

Widgets haben zum Teil erweiterte, oder abweichende Funktionalitäten, sodass Optimierungen durch den Compiler notwendig sind. Damit das Layout ‚Grid‘ in Xamarin.Forms die Möglichkeit für einen Bildlauf bekommt, weil der Inhalt zu groß für die Darstellung auf einer Seite ist, wird das ‚Grid‘ in einem ‚ScrollView‘ verschachtelt. Dagegen bietet das ‚GridView‘ Widget von Flutter die Option des Scrollens automatisch an, wenn der Inhalt den sichtbaren Bereich überschreitet.⁶⁰ Im Rahmen der Codeoptimierung muss das ‚ScrollView‘ in diesem Anwendungsfall entfernt werden.

4.2.2 Steuerelemente

Steuerelemente sind die sichtbaren Bausteine der Benutzeroberflächen, beispielsweise Schaltflächen, Beschriftungen und Textfelder. Microsoft kategorisiert die Steuerelemente innerhalb der Frameworkdokumentation anhand ihrer primären Verwendung.⁶¹

⁵⁹Vgl. Microsoft Corporation 2018, Abgerufen am 21. März 2021.

⁶⁰Vgl. Google LLC 2020e, Abgerufen am 21. März 2021.

⁶¹Vgl. Microsoft Corporation 2020e, Abgerufen am 21. März 2021.

Diese Einteilung wird folgend übernommen, obwohl eine klare Abgrenzung der Steuerelemente zu Kategorien nicht uneingeschränkt möglich ist, da einzelne zu mehreren Gruppierungen passen.

Steuerelemente für die Präsentation

Einige Steuerelemente sind ausschließlich für die Darstellung von Inhalten vorgesehen. In Xamarin.Forms gibt es die folgenden Darstellungssteuerelemente, für die eine Flutter Repräsentation notwendig ist. Das Steuerelement ‚BoxView‘ zeigt in Xamarin.Forms ein einfarbiges Rechteck an. Für die Darstellung von Texten wird auf ‚Label‘ zurückgegriffen. Bilder können mit Hilfe des ‚Image‘ Steuerelement angezeigt werden, wobei diese aus verschiedenen Quellen, wie dem Web oder aus den Ressourcen der App geladen werden können. Das Steuerelement ‚Map‘ kann für die Anzeige von Karten innerhalb der mobilen Anwendung verwendet werden. Um Web und HTML Inhalte innerhalb einer App visualisieren zu können steht das ‚WebView‘ Steuerelement bereit.⁶² Für die Steuerelemente kann nun eine Gegenüberstellung zwischen Xamarin.Forms Elementen und Flutter Widgets vorgenommen werden dies wird in Tabelle 4.3 dargestellt.

| Xamarin.Forms Steuerelement | Flutter Widget |
|------------------------------------|--------------------------|
| BoxView | SizedBox |
| Image | Image |
| Label | Text |
| Map | Leamaps oder Google Maps |
| WebView | webview_flutter |
| Ellipse | CustomPaint |
| Linie | CustomPaint |
| Path | CustomPaint |
| Polygon | CustomPaint |
| Polyline und Rectangle | CustomPaint |
| Rectangle | CustomPaint |

Tabelle 4.3: Gegenüberstellung Darstellungssteuerelemente

Zu zeichnende Elemente, wie die ‚Ellipse‘, ‚Linie‘, ‚Path‘, ‚Polygon‘, ‚Polyline‘ und ‚Rectangle‘ wurden nicht besonders aufgeführt, da diese bei Flutter auf die sogenannte Canvas der Benutzeroberfläche gezeichnet werden können.⁶³

⁶²Vgl. Microsoft Corporation 2018, Abgerufen am 21. März 2021.

⁶³Vgl. Google LLC 2020b, Abgerufen am 21. März 2021.

Ereignisauslösende Steuerelemente

Xamarin.Forms ist ein ereignisgesteuertes Framework. Die hier behandelten Steuerelemente stellen alle mindestens ein Ereignis zur Verfügung, das mithilfe der in Kapitel 3 erwähnten Codebehind Klassen abonniert werden kann. Sobald ein sogenanntes Event ausgelöst wird, übermittelt das Framework diese Information an den Empfänger. Die folgenden Steuerelemente werden bei Xamarin.Forms dieser Kategorie zugeordnet. ‚Buttons‘ sind rechteckige Objekte, die einen Text anzeigen und ein ‚clicked‘ Ereignis auslösen, nachdem sie von einem Anwender gedrückt wurden. Mit ‚ImageButton‘ steht ebenfalls eine Variante zur Verfügung, die ein Icon statt einem Text anzeigt. Bei einem ‚RadioButton‘ wird eine Option aus einer Reihe von Möglichkeiten ausgewählt und löst ein Ereignis aus, wenn sich die Benutzerauswahl ändert. Ein weiteres Steuerelement ist ‚RefreshView‘, das eine ‚PullToRefresh‘ Funktionalität für Layouts mit Bildlauf anbietet. Dabei wird durch das Herunterziehen des Seiteninhaltes der Wunsch zur Seitenaktualisierung übermittelt. Mithilfe der ‚SearchBar‘ haben Anwender die Möglichkeit Inhalte innerhalb der App zu suchen. Nach der Eingabe von Textzeichenfolgen kann per Schaltfläche, oder Tastaturtaste, ein Ereignis ausgelöst und der eingegeben Text an die Codebehind-Datei weitergeleitet werden. Tabelle 4.4 zeigt die ereignisauslösenden Steuerelementen von Xamarin.Forms und alternative Flutter Widgets.

| Xamarin.Forms Steuerelemente | Flutter Widget |
|-------------------------------------|-----------------------|
| Button | FlatButton |
| ImageButton | IconButton |
| RadioButton | RadioButton |
| RefreshView | pull_to_refresh |
| SearchBar | flutter_search_bar |
| SwipeView | flutter_slideable |

Tabelle 4.4: Gegenüberstellung ereignisauslösende Steuerelemente

Flutter Widgets verhalten sich nicht exakt gleich wie die Steuerelemente von Xamarin.Forms. Ein Beispiel ist die hier erwähnte SearchBar, die bei Flutter im Gegensatz zu Xamarin.Forms nicht frei platzierbar ist, sondern immer in der Navigationsleiste angezeigt wird.

Die Beziehung zwischen Steuerelementen und Codebehind mittels Ereignissen wird in den beiden folgenden Quelltextausschnitten demonstriert. Der erste Ausschnitt zeigt XML Quelltext, durch welchen ein Button dargestellt werden kann. Über die Eigenschaft clicked wird auf eine Methode in der XML.cs Datei verwiesen, die in dem zweiten Quelltextausschnitt abgebildet ist.

```

1 <Button Text="Click Me!"
2     Grid.Row="0"
3     Font="Large"
4     BorderWidth="1"
5     HorizontalOptions="End"
6     VerticalOptions="CenterAndExpand"
7     Clicked="Button_Clicked" />

```

Quelltext 4.5: Xamarin.Forms Button Initialisierung

```

1 private void Button_Clicked(object sender, EventArgs e)
2 {
3     //Button pressed
4 }

```

Quelltext 4.6: Xamarin.Forms Event Handler

Steuerelemente zur Textmanipulation

In Xamarin.Forms stehen die Arbeit mit Texten die Steuerelemente, 'Entry' für die Eingabe von einzelnen und 'Editor' von mehreren Textzeilen zur Verfügung. Tabelle 4.5 zeigt die Gegenüberstellung zu Flutter Widgets.

| Xamarin.Forms Page | Flutter Widget |
|--------------------|----------------|
| Entry | TextField |
| Editor | TextField |

Tabelle 4.5: Gegenüberstellung textmanipulierender Steuerelemente

Wie in der Übersicht erkenntlich besitzt Flutter ausschließlich das Widget 'TextField' das beide Funktionalitäten der Xamarin.Forms Steuerelemente bündelt. Standardmäßig bietet das 'TextField' Widget die Eingabemöglichkeit für eine Zeile ähnlich dem 'Entry' Steuerelement, kann aber durch das setzen einer Eigenschaft erweitern werden. Dies wird in Quelltext 4.7 dargestellt.

```

1 TextField(
2     keyboardType: TextInputType.multiline,
3     maxLines: null,
4 )

```

Quelltext 4.7: TextField mit mehreren Zeilen in Flutter

Steuerelemente zur Wertsetzung

Wersetzung bedeutet das Ergänzen von Steuerelementen mit Eingaben durch den Anwender der App. Die folgenden Steuerelemente bietet Xamarin.Forms in dieser Kategorie an. Das ‚CheckBox‘ Steuerelement ermöglicht dem Benutzer die Auswahl eines booleschen Wertes (wahr, falsch). Die gleiche Funktionalität, bei einem anderen visuellen Aussehen siehe Abbildung 4.3, bietet der ‚Switch‘.

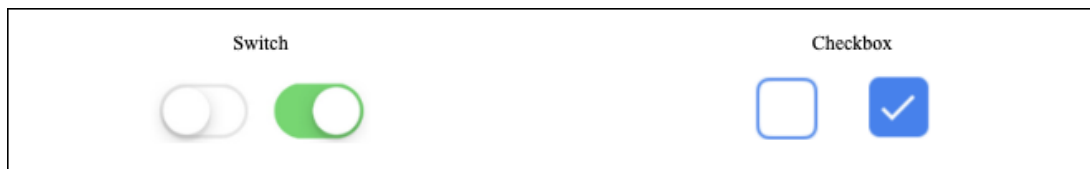


Abbildung 4.3: Darstellung von den Steuerelementen ‚Switch‘ und ‚Checkbox‘

Die beiden linken Darstellungen der jeweiligen Steuerelemente zeigen den Zustand mit dem booleschen Wert falsch, die rechten wahr.

Ein ‚Slider‘ bieten den Anwendern die Option einen Wert aus einem kontinuierlichen Bereich ein ‚Stepper‘ aus einem Bereich von inkrementellen Werten auszuwählen. Eine Datumsauswahl wird durch das ‚DatePicker‘ Steuerelement ermöglicht, die Zeitauswahl mit ‚TimePicker‘. Die Tabelle 4.6 zeigt die gewohnte Gegenüberstellung von Xamarin.Forms Steuerlementen zu Flutter Widgets.

| Xamarin.Forms Page | Flutter Widget |
|--------------------|------------------------|
| CheckBox | Checkbox |
| Switch | Switch |
| Slider | Slider |
| Stepper | number_inc_dec |
| DatePicker | TextField mit Funktion |
| TimePicker | TextField mit Funktion |

Tabelle 4.6: Gegenüberstellung wertsetzender Steuerelemente

Für die Steuerelemente ‚DatePicker‘ und ‚TimePicker‘ steht kein entsprechendes Widget zur Verfügung. Durch ‚TextField‘ und mithilfe einer Fingergeste wird eine Funktion aufgerufen, die den Auswahldialog für Datum und Uhrzeit öffnet und anschließend die Auswahl in das Textfeld einträgt. Quelltext 4.8 zeigt diese Funktion in Dart am Beispiel einer Zeitauswahl.

```

1 GestureDetector(
2     onTap: () async {
3         TimeOfDay picked = await showTimePicker(
4             context: context,
5             initialTime: TimeOfDay.now(),
6             builder: (BuildContext context, Widget child) {
7                 return MediaQuery(
8                     data: MediaQuery.of(context)
9                     .copyWith(alwaysUse24HourFormat: true),
10                    child: child,
11                );
12            },));
13    },
14    child: Text("SetTime",textAlign: TextAlign.center,)
15 );

```

Quelltext 4.8: Verwendung von Timepickern in Flutter

Die gesetzten Werte können bei Xamarin.Forms aus den Codebehind Klassen abgefragt werden um den Status eines Steuerelementes zu ermitteln. Das Abrufen von Informationen in Flutter wird von spezialisierten Widgets beispielsweise dem ‚TextEditingController‘ durchgeführt.

Aktivitätsandeutende Steuerelemente

In mobilen Anwendungen kann es aufgrund der limitierten Hardware Ressourcen und begrenzten Netzwerkanbindung zu zeitaufwendigen Aktionen kommen. Zur Visualisierung dieser Ladezeit stehen in Xamarin.Forms die folgenden Steuerelemente zur Verfügung. Der ‚ActivityIndicator‘ zeigt durch eine Animation, dass eine langwierige Aktivität ausgeführt wird, die ‚ProgressBar‘ kann mittels Ladebalken auch den Fortschritt darstellen. Die Tabelle 4.7 zeigt die adäquat Flutter Widgets.

| Xamarin.Forms Page | Flutter Widget |
|--------------------|---------------------------|
| ActivityIndicator | CircularProgressIndicator |
| ProgressBar | LinearProgressIndicator |

Tabelle 4.7: Gegenüberstellung aktivitätsandeutender Steuerelemente

Sammlunganzeigende Steuerelemente

Xamarin.Forms stellt für die Darstellung von Datensammlungen Steuerelemente zur Verfügung. ‚CarouselView‘ zeigt eine blätterbare Liste von Datenelementen an. ‚Indica-

torView‘ stellt mithilfe von Indikatoren die Anzahl der Elemente in einer ‚CarouselView‘ dar. ‚Picker‘ bietet die Möglichkeit eine Auswahl aus einer Sammlung zu entnehmen und anschließend in einem Textfeld auszugeben. Die Tabelle 4.8 zeigt die entsprechenden Flutter Widgets an.

| Xamarin.Forms Page | Flutter Widget |
|---------------------------|--------------------------|
| CarouselView | carousel_slider |
| IndicatorView | carousel_slider |
| Picker | flutter_material_pickers |
| TableView | Table |

Tabelle 4.8: Gegenüberstellung sammlungsanzeigender Steuerelemente

Listen

Listen sind Steuerelemente und dienen ebenfalls der Anzeige und Interaktion von Sammlungen. Aufgrund der langsamen Ladezeiten von ‚ListView‘ hat Microsoft im Jahre 2019 mit ‚CollectionView‘ ein zweites optimiertes Steuerelement für die Anzeige von Listen zur Verfügung gestellt. ‚SwipeView‘ erlaubt einzelne Reihen zur Seite zu schieben und darunter liegende Schaltflächen sichtbar zu machen. Tabelle 4.9 zeigt die Listen und Ihre Gegenstücke aus dem Flutter Framework.

| Xamarin.Forms Page | Flutter Widget |
|---------------------------|-----------------------|
| List | List |
| CollectionView | List |
| SwipeView | flutter_slideable |

Tabelle 4.9: Gegenüberstellung Listen

Die Xamarin.Forms ‚ListView‘ ermittelt anhand einer Vorlage, wie eine Zeile dargestellt werden muss. Jede Reihe die durch den Benutzer ausgewählt wird, löst ein Ereignis aus. Um dieses Verhalten in Flutter abzubilden, wird die Geste des Widgets in der Liste bereitgestellt.

Damit sich die ListView im Falle von Änderung in der angezeigten Sammlung automatisch aktualisiert, ist es notwendig die Daten in einer ‚ObservableCollection‘ vorzuhalten, da somit die Benutzeroberfläche über Änderungen informiert wird. Eine Möglichkeit, die ‚ListView‘ in Flutter zu aktualisieren, besteht darin, eine neue Instanz des Widget zu erstellen und die Daten aus der alten in die neue Liste zu kopieren.

Dieser Ansatz ist zwar einfach umsetzbar, aber für große Datensätze nicht zu empfehlen. Eine effektive Änderung für dynamische oder umfangreiche Listen ist mit dem `ListView.Builder` möglich.

4.3 Gesten

Für die Interaktion mit der Benutzeroberfläche werden Gesten verwendet. Die Steuerelemente von Xamarin.Forms stellen Ereignisse für die häufig verwendeten Interaktionen bereit wie im Unterpunkt Ereignisauslösende Steuerelemente aufgeführt. Alternativ kann die Klasse `GestureRecognizer` verwendet werden, um seltenere Benutzerinteraktionen auf Ansichten zu erkennen beispielsweise der click auf eine Steuerelement für die Darstellung.⁶⁴ In Flutter gibt es zwei ähnliche Möglichkeiten: Wird die Ereigniserkennung durch das Flutter-Widget z.B. den `ElevatedButton` unterstützt kann eine Funktion übergeben werden, indem eine Geste behandelt wird. Ist keine Ereigniserkennung durch das Widget unterstützt kann es in einem `GestureDetector` verschachtelt werden wie dies im Rahmen des `Timepickers` in Quelltext 4.8 dargestellt wurde.⁶⁵

4.4 Animation

Gut gestaltete Animationen machen eine Benutzeroberfläche intuitiver, tragen zum eleganten Erscheinungsbild einer ausgefeilten App bei und verbessern das Benutzererlebnis.⁶⁶ Xamarin.Forms enthält eine eigene Animationsinfrastruktur, die für die Erstellung einfacher Bildsequenzen unkompliziert ist, aber auch vielseitig genug, um komplexe Varianten zu erstellen. Die Klassen zielen auf verschiedene Eigenschaften von visuellen Elementen ab, wobei eine typische Animation eine Eigenschaft schrittweise, von einem Wert zu einem anderen, über einen bestimmten Zeitraum ändert.⁶⁷ Flutter stehen vielen Animationen, insbesondere für Material-Widgets, zur Verfügung. Sie mit den in ihrer Design-Spezifikation definierten Standard-Bewegungseffekten geliefert, wobei diese Effekte anpassbar sind.⁶⁸

⁶⁴Vgl. Microsoft Corporation 2020h, Abgerufen am 21. März 2021.

⁶⁵Vgl. Google LLC 2020k, Abgerufen am 21. März 2021.

⁶⁶Vgl. Google LLC 2020g, Abgerufen am 21. März 2021.

⁶⁷Vgl. Microsoft Corporation 2020d, Abgerufen am 21. März 2021.

⁶⁸Vgl. Google LLC 2020g, Abgerufen am 21. März 2021.

4.5 Navigation

Die Navigation innerhalb der Anwendung hängt bei Xamarin.Forms hauptsächlich von der verwendeten Ansichtsseite und ihrem Navigationkonzept ab. So bietet die `NavigationPage` eine hierarchische Navigation, bei der der Benutzer durch die Seiten vorwärts und rückwärts navigieren kann.⁶⁹ Flutter hat eine ähnliche Implementierung, die einen `Navigator` und Routen verwendet. Route sind Abstraktionen für die Seiten einer App, und ein `Navigator` ist ein Widget, das Routen verwaltet. Der `Navigator` arbeitet ähnlich wie die Xamarin.Forms `NavigationPage`, indem er Seiten aufrufen kann abhängig davon ob man zu einer Ansicht hin oder von ihr zurück navigieren möchte.⁷⁰

Neben der internen Navigation innerhalb einer Anwendung ist es auch möglich zwischen verschiedenen Apps zu navigieren. Dafür greift Xamarin Forms auf ein bestimmtes URI-Schema zurück. Mit dem Befehl `Launcher.OpenAsync("mailto:///")` kann so z.B. das Standard E-Mail-Programm des Gerätes geöffnet und werden verwendet.⁷¹ In Flutter kann für diese Funktionalität mithilfe des Plugins `url_launcher` Anwendungen hinzugefügt werden.⁷²

4.6 Lebenszyklus

Durch das Navigieren zu anderen Anwendungen ändert sich der Status von im Vordergrund zu im Hintergrund. Der aktuelle Zustand einer App bestimmt, was sie zu jedem Zeitpunkt tun kann und was nicht. Zum Beispiel hat eine Vordergrund-App die Aufmerksamkeit des Benutzers, also hat sie Vorrang bei dem Zugriff auf Systemressourcen, einschließlich der CPU. Im Gegensatz dazu muss eine Hintergrund-App so wenig wie möglich arbeiten, am besten gar nichts, da sie sich außerhalb des Bildschirms befindet. Wenn eine App ihren Zustand wechselt, müssen sie ihr Verhalten entsprechend anpassen.⁷³

Xamarin.Forms bietet für die Arbeit mit dem Lebenszyklus der App die folgenden drei Methoden `OnStart`, `OnResume` und `OnSleep` an die aufgerufen werden wenn sich der Status der Anwendung verändert.⁷⁴ Bei Flutter kann auf die `didChangeAppLifecycle`

⁶⁹Vgl. Microsoft Corporation 2020i, Abgerufen am 21. März 2021.

⁷⁰Vgl. Google LLC 2020i, Abgerufen am 21. März 2021.

⁷¹Vgl. Microsoft Corporation 2020c, Abgerufen am 21. März 2021.

⁷²Vgl. Google LLC 2020l, Abgerufen am 21. März 2021.

⁷³Vgl. Apple Inc. 2020, Abgerufen am 21. März 2021.

⁷⁴Vgl. Microsoft Corporation 2020f, Abgerufen am 21. März 2021.

cleState ‘ Methode zurückgegriffen werden, die bei Änderungsereignissen ausgelöst wird und die drei Lebenszyklen beinhaltet.⁷⁵

4.7 Erweiterungen

Erweiterungen sind Programmergänzungen, die auch von externen Entwicklern beigetragen werden können. Sie dienen der Reduzierung des Entwicklungsaufwandes, da nicht jede Funktionalität eigens implementiert werden muss. Im .NET-Ökosystem können Xamarin.Forms-Projekte auf das Paketverwaltungssystem Nuget zurückgreifen, um Erweiterungen zu einer App hinzuzufügen.⁷⁶ Bei Flutter wird für diesen Fall mit der pubspec.yaml Datei eine Referenz auf das ausgewählte Plugin gesetzt. Dabei unterscheidet Flutter zwischen Paketen, welches Erweiterungen sind die in Dart geschrieben wurden und Plugins dabei handelt es sich um eine Erweiterung die Plattformfunktionalität verfügbar macht. Plugins können für Android (mit Kotlin oder Java) oder für iOS (mit Swift oder Objective-C) geschrieben sein.⁷⁷ In Quelltext 4.9 wird ein Ausschnitt der pubspec.yaml Datei gezeigt, in welcher das in Abschnitt 4.5 erwähnte Plugin für das öffnen von anderen Anwendungen mit Hilfe von URL's als Abhängigkeit geladen wird.

```
1 dependencies:  
2   url_launcher: '>=5.4.0 <6.0.0'
```

Quelltext 4.9: Erweiterungen in Flutter⁷⁸

In dem Beispiel muss das Plugin eine mindeste Version von 5.4 haben darf jedoch die Version 6 nicht überschreiten.

4.8 Bilder

Bilder können in Apps das Benutzererlebnis verbessern und helfen eine Aktion zu veranschaulichen oder komplexe Botschaften verdeutlichen.⁷⁹ In iOS und Android können Bilder in verschiedenen Auflösungen bereit gestellt werden, das Betriebssystem wählt während der Laufzeit das beste Bild basierend auf den Eigenschaften des Smartphonedisplays. Xamarin.Forms verwendet die Application programming interfaces (APIs) der nativen Plattformen zum Laden lokaler Bilder und unterstützt daher die

⁷⁵Vgl. Google LLC 2020c, Abgerufen am 21. März 2021.

⁷⁶Vgl. Microsoft Corporation 2020a, Abgerufen am 21. März 2021.

⁷⁷Vgl. Google LLC 2020n, Abgerufen am 21. März 2021.

⁷⁹Vgl. Google LLC 2020f, Abgerufen am 21. März 2021.

plattformspezifischen Funktionalitäten, wenn die Dateinamen korrekt sind und sich im Projekt befinden.⁸⁰ Zur Verwendung nativer Bilddateien müssen die Bilder in Xamarin.Forms zu jedem Anwendungsprojekt hinzugefügt werden und vom gemeinsamen Xamarin.Forms-Code referenziert werden.

Flutter verwendet Im Gegensatz zu Xamarin.Forms keine nativen API sondern verwendet ein einfaches dichte-basiertes Format, ähnlich dem von iOS. Für die Anzeige von Bildern verwendet Flutter sogenannte logische Pixel, die im Grunde dasselbe sind wie geräteunabhängige Pixel. Mithilfe der sogenannte `devicePixelRatio` kann das Verhältnis von physikalischen Pixeln zu einem einzelnen logischen Pixel ermittelt werden. Bei Flutter können sich alle Bilder in einem beliebigen Ordner befinden da Flutter keine vordefinierte Ordnerstruktur hat.⁸¹

4.9 Schriftsatz

Ein Schriftsatz wird verwendet um das Design und den Inhalt so klar und effizient wie möglich darzustellen. In Xamarin.Forms mussten Schriften bis zum Jahre 2020 in jedem nativen Projekt referenziert werden. Seit der Version 4.5 können Fonts (deutsch Schriftart) jedoch auch zwischen den Plattformen geteilt werden und befinden sich daher innerhalb des geteilten Projektes.⁸² In Flutter werden die Schriftdateien ähnlich wie in der neueren Version von Xamarin.Forms in einem Ordner abgelegt.⁸³ Eine Verwendung eines bestimmten Schriftsatzes wird in 4.10 dargestellt.

```
1 @override
2 Widget build(BuildContext context) {
3   return Scaffold(
4     appBar: AppBar(
5       title: Text("Sample App"),
6     ),
7     body: Center(
8       child: Text(
9         'This is a custom font text',
10        style: TextStyle(fontFamily: 'MyCustomFont'),
11      ),
12    ),
13  );
14 }
```

Quelltext 4.10: Flutter Font definition

⁸⁰Vgl. Microsoft Corporation 2020b, Abgerufen am 21. März 2021.

⁸¹Vgl. Google LLC 2020a, Abgerufen am 21. März 2021.

⁸²Vgl. Versluis 2020, Abgerufen am 21. März 2021.

⁸³Vgl. Google LLC 2020m, Abgerufen am 21. März 2021.

4.10 Interaktion mit der Hardware

Android und iOS nutzen einzigartige Betriebssystem- und Plattform-API, auf die Xamarin.Forms Entwickler zugreifen können. Mit der Erweiterung Xamarin.Essential bietet Microsoft eine plattformübergreifende API, auf die von gemeinsamem Code aus zugegriffen werden kann und direkt auf der Plattform ausgeführt wird. Der Dart-Code, aus dem eine Flutter-App besteht, wird nativ auf dem Gerät ausgeführt, zum Beispiel eine Netzwerkanfrage in Dart würde im direkten Dart-Kontext(Umfeld) ausgeführt, wobei das von der Plattform bereitgestellte Software development kit (SDK) umgangen wird. Es werden in diesem Fall also nicht die Android- oder iOS-API genutzt. Das bedeutet, wenn zum Beispiel eine Netzwerkanfrage in Dart durchgeführt wird diese direkt im Dart-Kontext ausgeführt wird. Es werden also nicht die Android- oder iOS-API genutzt. Das bedeutet aber nicht, dass Flutter-Apps nicht mit diesen nativen API oder mit Ihrem nativen Code interagieren können. Flutter bietet sogenannte Plattformkanäle, die mit dem ViewController oder der Activity, die Ihre Flutter-Ansicht hostet, kommunizieren und Daten austauschen. Plattformkanäle sind im Wesentlichen ein asynchroner Messaging-Mechanismus, der den Dart-Code mit dem Host-ViewController oder der Activity und dem iOS- oder Android-Framework, auf dem er läuft, verbindet. Sie können Plattformkanäle verwenden, um eine Methode auf der nativen Seite auszuführen oder um z. B. einige Daten von den Sensoren des Geräts abzurufen.⁸⁴

4.11 Speicherung von Daten

Ein wesentlicher Bestandteil jeder mobilen Anwendung ist die Fähigkeit, Daten zu persistieren. Manchmal handelt es sich dabei um große Datenmengen, die eine Datenbank erfordern, oft sind es aber auch kleinere Daten wie Einstellungen und Präferenzen, die zwischen den Starts der Anwendung gespeichert werden müssen. Die eingeführte Xamarin.Essentials Erweiterung stellt Entwicklern das Settingsplugin bereit, welches die Speicherung von Einstellungen in einem Schlüsselwertspeicher erlaubt.⁸⁵ In Flutter wird für die Speicherung von Schlüssel-Wertpaaren auf die gleichen plattformspezifischen API zugegriffen wie bei Xamarin Forms diese werden ebenfalls mithilfe eines Plugins angesprochen.⁸⁶ Die Verwendung des gleichen Plugins ist ein wichtiger Faktor, da auf die von Anwendern gespeicherten Schlüsselwert Paaren, auch nach einem Framework Wechsel zu Flutter, zurückgegriffen werden kann.

⁸⁴Vgl. Google LLC 2020r, Abgerufen am 21. März 2021.

⁸⁵Vgl. Microsoft Corporation 2019, Abgerufen am 21. März 2021.

⁸⁶Vgl. Google LLC 2020j, Abgerufen am 21. März 2021.

Für die Speicherung in einer Datenbank können Xamarin.Forms Entwickler auf verschiedene Lösungen zurückgreifen zum einen SQLite die am häufigsten verwendete Datenbank-Engine der Welt⁸⁷, oder Realm einer Datenbank optimiert für mobile Endgeräte.⁸⁸ Beide Datenbanken stehen auch als Plugin für Flutter zur Verfügung, wobei SQLite ausgereift ist,⁸⁹ während Realm erst am 5 November 2020 support für Flutter angekündigt hat und noch nicht offiziell zur Verfügung steht.⁹⁰

⁸⁷Vgl. SQLite Consortium 2020, Abgerufen am 21. März 2021.

⁸⁸Vgl. MongoDB Inc. 2020, Abgerufen am 21. März 2021.

⁸⁹Vgl. Tekartik 2020, Abgerufen am 21. März 2021.

⁹⁰Vgl. Ward 2020, Abgerufen am 21. März 2021.

5 Unterschiede zwischen C# und Dart

Neben den in Kapitel 4 behandelten Unterschieden zwischen den Frameworks werden in diesem Kapitel nun die Unterschiede zwischen den Hochsprachen C# zu Dart behandelt. Die beiden Sprachen haben einen ähnlichen Stil, Syntax und haben sogar gemeinsame Bibliotheksnamen.⁹¹ Potenziell haben alle der hier behandelten Aspekte einen Einfluss auf die mobilen Anwendungen.

5.1 In Dart war alles Null

In Dart ist waren bis zum März 2021 alle Variablen potentiell null, das bedeutet das kein Wert verfügbar ist. Das galt auch für die aus C# als Wertetyp bezeichneten Datentypen wie Integer, Bool und Char. Dies führte dazu, dass bei der Arbeit mit Wertetypen wie Integer eine Null- Prüfung durchgeführt werden sollte. Quelltext 5.1 zeigt die potentielle Prüfung von Null in Dart.⁹²

```
1 // no need for ? sign to signal nullable.
2 int myVariable = null;
3
4 // Null checking
5 if (myVariable != null)
6
7 // These work the same way as C#.
8 myVariable = myVariable ?? 0; // Assigns 0 if null
9
10 // Short circuits also work.
11 myVariable?.toString();
```

Quelltext 5.1: Alles kann in Dart Null sein⁹³

⁹¹Vgl. Pedley 2019, Abgerufen am 21. März 2021.

⁹²In Anlehnung an Pedley 2019, Abgerufen am 21. März 2021.

5.2 Generics

Generics wurden in .NET als Typparameter eingeführt, wodurch Klassen und Methoden entworfen werden können, bei denen ein Typ erst verzögert werden kann, bis die Klasse oder Methode vom Clientcode deklariert und instanziiert wird. So kann indem z. B. ein generischen Typparameter „T“ verwendet wird, eine einzelne Klasse geschrieben werden, die von unterschiedlichen Methoden verwendet wird, ohne dass Kosten und Risiken durch die Umwandlungen zur Laufzeit anfallen.⁹⁴

Generics werden in Dart sehr ähnlich behandelt wie in C# , mit der Ausnahme, dass Sie eine generische Klasse ohne die Type-Beschränkung übergeben können.⁹⁵ Quelltext 5.2 zeigt die Implementation einer generischen State-Klasse in Dart.

```
1 class State<Type>
2 {
3     Type getValue() => null;
4 }
5 void processState(State state) {
6     dynamic value = state.getValue();
7 }
8 void processStateWithType(State<String> state) {
9     String value = state.getValue();
10 }
```

Quelltext 5.2: Generics in Dart⁹⁶

5.3 Delegates

In .Net ist Ein Delegate ist ein Typ, der Verweise auf Methoden mit einer bestimmten Parameterliste und dem Rückgabetyt darstellt. Nach der Instanziierung eines Delegates können die Instanz mit einer beliebigen Methode verknüpft werden, die eine kompatible Signatur und einen kompatiblen Rückgabetyt aufweisen. Diese können die Methode über die Delegatinstanz aufrufen. Delegates werden dazu verwendet, um Methoden als Argumente an anderen Methoden zu übergeben. Da Ereignishandler ebenfalls Methoden sind können diese durch Delegates aufgerufen werden. Benutzerdefinierte Methoden können also durch Steuerelemente diese Methode aufrufen, wenn ein bestimmtes Ereignis wie ein klick auf einen Button eintritt.⁹⁷

⁹⁴Vgl. Microsoft Corporation 2015b, Abgerufen am 21. März 2021.

⁹⁵Vgl. Cheng 2019, S. 98.

⁹⁷Vgl. Microsoft Corporation 2015a, Abgerufen am 21. März 2021.

In Dart kann der Typ `Typedef` verwendet werden, um eine Methodensignatur zu definieren und eine Instanz davon in einer Variablen zu halten.⁹⁸ Dies wird in Quelltext 5.3 dargestellt.

```
1 class State<Type>
2 {
3   Type getValue() => null;
4 }
5 void processState(State state) {
6   dynamic value = state.getValue();
7 }
8 void processStateWithType(State<String> state) {
9   String value = state.getValue();
10 }
```

Quelltext 5.3: Delegates in Dart⁹⁹

5.4 Das New Keyword

Dart kann herausfinden, wann Sie ein neues Element definieren, daher müssen Sie nicht `new` sagen, wenn Sie das nicht wollen.

```
1 class State<Type>
2 {
3   Type getValue() => null;
4 }
5 void processState(State state) {
6   dynamic value = state.getValue();
7 }
8 void processStateWithType(State<String> state) {
9   String value = state.getValue();
10 }
```

Quelltext 5.4: Optionales "New" Keyword in Dart¹⁰⁰

5.5 Listen und Dictionaries

C# und .Net haben Sammlungen (Collection) Klassen die alle Auftretenden Probleme des Hinzufügen und entfernen von Elementen aus Arrays behandeln. Diese werden als Listen (Eng. List) bezeichnet.¹⁰¹ Dart hat ebenfalls Listen die unter dem gleichen

⁹⁸Vgl. Pedley 2019, Abgerufen am 21. März 2021.

¹⁰¹Vgl. Stellman und Greene 2021, S. 413.

Namen zur Verfügung stehen und die gleichen Funktionalitäten abbilden.¹⁰² Listen sind Listen, und Dictionaries sind Maps.

```
1 var list = new List();  
2 var dictionary = new Map<String, String>();
```

Quelltext 5.5: Listen und Maps in Dart¹⁰³

5.6 Zugriffsmodifizierer

Alle Typen und Typmember verfügen in beiden Sprachen über eine Zugriffsebene. Diese Zugriffsebene steuert, ob sie von anderem Code in Ihrer Assembly oder anderen Assemblies verwendet werden können. Dabei wird in C# mit Mithilfe der Zugriffsmodifizieren (public, private, protected, internal, protected internal, private protected) der Zugriff auf einen Typ oder Member festlegen. In Dart gibt es die Schlüsselwörter public, protected und private nicht. Wenn ein Bezeichner mit einem Unterstrich (_) beginnt, ist er für seine Bibliothek privat dies wird in 5.6 als Quelltext dargestellt.

```
1 class _PrivateClass {  
2     String _privateField;  
3 }  
4  
5 class PublicClass {  
6     String publicField;  
7 }
```

Quelltext 5.6: Private und Public Definitionen in Dart¹⁰⁴

Da ein Unterstrich ein valides Zeichen bei der Typ und Typmemberdefinition ist, ist daher bei der Übersetzung darauf zu achten, dass existierende Unterstriche entfernt werden müssen da dies ansonsten potentiell zu fehlerhaften Übersetzungen führen kann. Außerdem kann es durch die Verwendung von Zugriffsmodifizieren wie "protected internal" vorkommen, dass es keine entsprechende Dart Implementierung existiert. Folglich führt dies potentiell zu falschen Zugriffsbeschränkungen bei der Übersetzung von Bibliotheken.

¹⁰²Vgl. Meiller 2020, S. 12f.

5.7 Vererbung

Die Vererbung ist, zusammen mit der Kapselung und der Polymorphie, eines der drei primären Charakteristika des objektorientierten Programmierens. Die Vererbung ermöglicht die Erstellung neuer Klassen, die in anderen Klassen definiertes Verhalten wieder verwenden, erweitern und ändern. Die Klasse, deren Member vererbt werden, wird Basisklasse genannt, und die Klasse, die diese Member erbt, wird abgeleitete Klasse genannt. Eine abgeleitete Klasse kann nur eine direkte Basisklasse haben.¹⁰⁵

Eine Schnittstelle definiert einen Vertrag. Jede class oder struct, die diesen Vertrag implementiert, muss eine Implementierung der in der Schnittstelle definierten Member bereitstellen. Ab C# 8.0 kann eine Schnittstelle eine Standardimplementierung für Member definieren.¹⁰⁶

Dart hat keine Schnittstellen, Sie haben abstrakte Klassen. Sie implementieren abstrakte Klassen. Wenn Sie erben wollen, erweitern Sie Klassen.

```
1 class BaseClass {  
2     void myFunction() {}  
3 }  
4  
5 class MyClass extends BaseClass {  
6     void myOtherFunction() {  
7         // do something  
8     }  
9  
10    // every function is overridable in Dart.  
11    @override  
12    void myFunction() {  
13        // do something  
14    }  
15 }
```

Quelltext 5.7: Vererbung in Dart¹⁰⁷

Sie können eine Klasse erweitern und mehrere Klassen implementieren. Dart unterstützt auch Mixin's. Ein Mixin ist wie das Anhängen einer Klasse und das Hinzufügen ihrer Funktionalität zu der Klasse, ohne tatsächlich von ihr zu erben. Dies ist auch ähnlich wie die Schnittstellenimplementierungen von C# 8.0.

```
1 class MyMixin {  
2     void sayHello() => print('Hello!');  
3 }
```

¹⁰⁵Vgl. vererbung Google LLC 2020j, Abgerufen am 21. März 2021.

¹⁰⁶Vgl. interface (C# -Referenz) Google LLC 2020j, Abgerufen am 21. März 2021.

```
4
5 class MyClass with MyMixin
6 {
7 }
```

Quelltext 5.8: Mixin's in Dart¹⁰⁸

5.8 Namespaces

Namespaces werden häufig in C# -Programmen auf zwei verschiedene Arten verwendet. Erstens: Die .NET-Klassen verwenden Namespaces, um ihre zahlreichen Klassen zu organisieren. Zweitens: Eigene Namespaces zu deklarieren kann Ihnen dabei helfen, den Umfang der Klassen- und Methodennamen in größeren Programmierprojekten zu steuern. Die meisten C# -Anwendungen beginnen mit einem Abschnitt von using-Anweisungen. Dieser Abschnitt enthält die von der Anwendung häufig verwendeten Namespaces und erspart dem Programmierer die Angabe eines vollqualifizierten Namens bei jedem Verwenden einer enthaltenen Methode.¹⁰⁹

Dart hat keine Namespaces. Stattdessen importieren Sie Pakete oder Dateien als solche. Dadurch haben Sie Zugriff auf alle Klassen und Funktionen innerhalb der Datei. Aber wenn es einen Namenskonflikt gibt oder Sie die Dinge etwas lesbarer machen wollen, können Sie sie benennen.

```
1 // Import a core dart library
2 import 'dart:async';
3
4 // Import a package
5 import 'package:flutter/material.dart';
6
7 // Import another file in your application
8 import 'myfilename.dart' as filename;
```

Quelltext 5.9: Importieren von Paketen in Dart¹¹⁰

5.9 Bibliotheken

Klassenbibliotheken sind das Konzept der freigegebenen Bibliothek für .NET. Sie können damit nützliche Funktionalität auf Module verteilen, die von mehreren Anwendun-

¹⁰⁹Vgl. Verwenden von Namespaces (C# -Programmierhandbuch) Google LLC 2020j, Abgerufen am 21. März 2021.

gen verwendet werden können. Sie können auch verwendet werden, um Funktionalität zu laden, die beim Start der Anwendung nicht benötigt wird bzw. nicht bekannt ist. Klassenbibliotheken werden mithilfe des .NET Assembly-Dateiformats beschrieben.¹¹¹

Dart verfügt über eine Vielzahl von Kernbibliotheken, die für viele alltägliche Programmieraufgaben wie das Arbeiten mit Objektsammlungen, das Durchführen von Berechnungen und das Kodieren/Dekodieren von Daten unerlässlich sind. Zusätzliche APIs sind in von der Community bereitgestellten Paketen verfügbar. Dieses Konzept ist dem aus .NET bekannten Bibliothek Konzept sehr ähnlich. Neben dem Konzept sind auch die Inhalte in einigen Bibliotheken sehr ähnlich. So ähnelt die Bibliothek `dart:async` sehr dem .Net Namespace `System.Threading`. Außerdem ist `dart:Math` sehr ähnlich wie `System.Math` und `dart.io` zu `System.IO`. Darüber hinaus können Sie Funktionen direkt in Dateien haben, ohne eine Klasse oder einen Namespace. Das ist fantastisch, wenn Sie funktionaler programmieren wollen. z. B. können Sie dies in eine Datei ganz allein stellen, nichts anderes wird benötigt.

5.10 Asynchrone Benutzeroberfläche und Parallelität

Die Verwendung von asynchronen Methoden für lang laufende Aufgaben, wie das Herunterladen von Daten, trägt dazu bei, dass die Benutzeroberfläche reaktionsfähig bleibt, während die Nichtverwendung dieser Methoden oder die unsachgemäße Verwendung dazu führen kann, dass die Benutzeroberfläche Ihrer App nicht mehr auf Benutzereingaben reagiert, bis die lang laufende Aufgabe abgeschlossen ist. Für beide in dieser Arbeit behandelten Frameworks gilt, dass arbeitsaufwendige Aufgaben nicht auf in dem Thread durchgeführt werden sollten, die für die Benutzeroberfläche zuständig ist, um ein Einfrieren dieser zu verhindern. In Flutter werden die asynchronen Möglichkeiten, die die Sprache Dart bietet, auch `async` und `await` genannt, um asynchrone Arbeiten auszuführen. Dies ist dem Vorgehen in C# sehr ähnlich und ist der Lösung in Xamarin.Forms sehr ähnlich, die ebenfalls die Schlüsselwörter `async` und `await` verwendet.

Um die Vorteile von mehreren Prozessorkernen nutzen zu können, reicht dieses Konzept jedoch nicht aus, in Flutter müssen potentielle Hintergrund-Thread manuell verwaltet werden, ähnlich wie bei `async` und `await` ist das vorgehen vergleichbar mit dem Vorgehen in C#. So steht für den Start von rechenintensive Arbeiten sogenannte `Isolate` zur Verfügung, dies ähnlich arbeiten wie `Tasks` in C#. Dabei sind `Isolates` sind

¹¹¹Vgl. .NET-Klassenbibliotheken Google LLC 2020j, Abgerufen am 21. März 2021.

separate Ausführungsthreads, die sich keinen Speicher mit dem Hauptspeicherheap der Ausführung teilen. Dies ist ein Unterschied zu ‚Tasks‘. Das bedeutet, dass Sie vom Haupt-Thread aus nicht auf Variablen zugreifen oder Ihre Benutzeroberfläche durch den Aufruf von ‚setState()‘ aktualisieren können.

5.11 Netzwerkaufrufe

Um Netzwerkaufrufe durchzuführen, um Daten von einem Server abzurufen oder Benutzereingaben des Anwenders zu übermitteln, wird in Xamarin.Forms die Klasse `HttpClient` verwendet. Für die Arbeit in Flutter wird dafür das `http`-Paket verwendet, welches von einem Großteil der Netzwerkfunktionalitäten abstrahiert und es einfach macht, Netzwerkaufrufe zu tätigen. Um eine Netzwerkanfrage zu stellen, ist es wichtig, die vorher eingeführten Schlüsselwörter ‚`async`‘ und ‚`await`‘ zu verwenden, damit die Benutzeroberfläche auch während der Anfrage reaktionsfähig bleibt. Ein Netzwerkanfrage in Flutter wird in 5.10 dargestellt.

```
1 import 'dart:convert';
2
3 import 'package:flutter/material.dart';
4 import 'package:http/http.dart' as http;
5 [...]
6 loadData() async {
7   String dataURL = "https://jsonplaceholder.typicode.com/posts";
8   http.Response response = await http.get(dataURL);
9   setState(() {
10     widgets = jsonDecode(response.body);
11   });
12 }
13 }
```

Quelltext 5.10: Flutter Network request

5.12 Async/Await

Das aufgabenbasierte asynchrone Programmiermodell stellt eine Abstraktion über asynchronen Code bereit. Der Quelltext kann dabei in gewohnter Weise als eine Folge von Anweisungen geschrieben werden und auch so gelesen werden, als ob jede Anweisung abgeschlossen wäre, bevor die nächste Anweisung beginnt. Der Compiler führt eine Reihe von Transformationen durch, da möglicherweise einige dieser Anweisungen

gestartet werden und eine Task zurückgeben, die die derzeit ausgeführte Arbeit darstellt. Ziel dieser Syntax ist es: Code zu aktivieren, der sich wie eine Folge von Anweisungen liest, aber in einer deutlich komplizierteren Reihenfolge ausgeführt wird, die auf einer externen Ressourcenzuordnung und dem Abschluss von Aufgaben basiert. Vergleichbar ist dies mit der Art und Weise, wie Menschen Anweisungen für Prozesse erteilen, die asynchrone Aufgaben enthalten.¹¹²

Die asynchrone Programmierung in Dart ist ebenfalls sehr ähnlich zu C#. Sie verwenden die Future-Klasse anstelle von Task. Die `async`- und `await`-Schlüsselwörter sind die gleichen, der einzige kleine Unterschied ist die Platzierung des `async`-Schlüsselworts, das nach dem Methodennamen steht, statt davor.

```
1 void main() async {  
2   var result = await myFunction();  
3 }  
4  
5 Future<String> myFunction() {  
6   // Similar to Task.FromResult  
7   return Future.value('Hello');  
8 }
```

Quelltext 5.11: Async und Await in Dart¹¹³

5.13 Events

Ein Ereignis ist eine Meldung, die von einem Objekt gesendet wird, um das Auftreten einer Aktion zu signalisieren. Die Aktion kann durch Benutzerinteraktionen wie das Klicken auf eine Schaltfläche verursacht werden, oder sie kann durch eine andere Programmlogik, z. B. das Ändern eines Eigenschaftswerts, ausgelöst werden. Das Objekt, von dem das Ereignis ausgelöst wird, wird als Ereignissender bezeichnet. Dem Ereignissender ist nicht bekannt, welches Objekt oder welche Methode die ausgelösten Ereignisse empfangen (behandeln) wird. Das Ereignis ist in der Regel ein Member des Ereignissenders. Beispielsweise ist das Click-Ereignis ein Member der Klasse `Button`, und das `PropertyChanged`-Ereignis ist ein Member der Klasse, von der die `INotifyPropertyChanged`-Schnittstelle implementiert wird.¹¹⁴

Anstelle eines Ereignisses in C# mit Delegaten, die dann alle aufgerufen werden, wenn ein Ereignis ausgelöst wird, arbeitet Dart in Streams. Ein Stream ist ähnlich wie ein Ereignis, aber Sie öffnen ihn, hören ihn an und schließen ihn.

¹¹²Vgl. MICROSOFT Async await Google LLC 2020j, Abgerufen am 21. März 2021.

¹¹⁴Vgl. MICROSOFT Events Google LLC 2020j, Abgerufen am 21. März 2021.

Der Vorteil dieses Ansatzes ist, dass Sie viele Dinge tun können, wie z. B. Werte transformieren oder Ereignisse für eine bestimmte Zeitspanne anhalten und vieles mehr.

```
1 StreamController streamController = new StreamController.broadcast();
2
3 void main() {
4     streamController.stream.listen((args) => {
5         // do something
6     });
7
8     streamController.add("hello");
9
10    streamController.close();
```

Quelltext 5.12: Events in Dart¹¹⁵

6 Realisierung

6.1 Umgebung

Für die Realisierung und Verwendung des Compilers ist es notwendig verschiedene Softwarekomponenten erforderlich, die an dieser Stelle mit Ihrer Funktion definiert werden sollen.

- Windows 10:¹¹⁶ Windows wird als Plattform für den Übersetzer zwangsläufig benötigt, da der Roslyn Compiler ausschließlich für dieses Betriebssystem zur Verfügung steht.
- Visual Studio 2019¹¹⁷: Die Entwicklungsumgebung für die Entwicklung des Übersetzers. Mit Hilfe von Visual Studio kann ein Projekt angelegt werden, welches den Roslyn Compiler verwenden kann. Darüber hinaus kann mit Visual Studio eine Xamarin.Forms Anwendung entwickelt werden, die für die spätere Qualitätssicherung des Übersetzers essentiell ist.
- Build tools for Visual Studio:¹¹⁸ Beinhaltet MSBuild als teil der Build-Tool, das hilft, den Prozess der Erstellung eines Softwareprodukts zu automatisieren, einschließlich der Kompilierung des Quellcodes, der Paketierung, des Testens, der Bereitstellung und der Erstellung von Dokumentationen. Mit MSBuild ist es möglich, Visual Studio-Projekte und -Lösungen zu erstellen, ohne dass die Visual Studio IDE installiert ist.
- Android Studio¹¹⁹ oder Visual Studio Code¹²⁰: Dabei handelt es sich um die Entwicklungsumgebungen für die Entwicklung von Flutter. Für beide Umgebungen steht jeweils eine Erweiterung für die Programmiersprache Dart und das

¹¹⁶Windows 10 ist über <https://www.microsoft.com/de-de/software-download/windows10ISO> zum download verfügbar.

¹¹⁷Visual Studio 2019 ist über <https://visualstudio.microsoft.com/de/downloads/> zum download verfügbar.

¹¹⁸Build tools for Visual Studio ist über <https://visualstudio.microsoft.com/de/downloads/> zum download verfügbar.

¹¹⁹Android Studio ist über <https://developer.android.com/studio> zum download verfügbar.

¹²⁰Visual Studio Code ist über <https://code.visualstudio.com/> zum download verfügbar.

Flutter Framework bereit, die für die Arbeit mit Flutter Apps notwendig sind. Im Rahmen dieser Arbeit ist eine dieser Umgebungen notwendig um die übersetzte Anwendung auszuführen.

- Flutter SDK: ¹²¹ Das Flutter Software Development Kit (SDK) enthält die Pakete und Kommandozeilen-Tools, die Sie für die plattformübergreifende Entwicklung von Flutter-Apps benötigt werden.

In der Zukunft könnte der Source to Source Compiler auch eine Web-Oberfläche bekommen, diese hätte die zwei folgenden essentielle Vorteile im Gegensatz zu der aktuellen Implementierung. Reduktion des Installationsaufwandes - durch den Betrieb über eine Webseite könnte die Installation von der Anzeige entkoppelt werden. Natürlich wäre eine Client-Server Struktur auch ohne eine Webseite erreichbar, jedoch haben Webseiten darüber hinaus den zusätzlichen Vorteil, dass sie Plattform-unabhängig zur Verfügung stehen, was es zum Beispiel für Xamarin.Forms Entwicklern mit einem Mac OSX Computer erlauben würde ebenfalls von dem Compiler zu profitieren, ohne sich eine Windows Installation vornehmen zu müssen

6.2 Projekterstellung

Mit Hilfe von Roslyn konnte der Name des Projektes extrahiert werden. Dieser Name kann anschließend verwendet werden um ein neues Flutter Projekt zu initialisieren.

Wie der Quelltext zeigt, wird dafür ein neues Projekt mit Hilfe der Kommandozeile angelegt. Damit das Ergebnis nicht von vorherigen Übersetzungsvorgängen beeinträchtigt wird, auch im Vorhinein überprüft, ob das Zielverzeichnis existiert und leer ist.

6.3 Grafische Benutzeroberfläche

Die grafische Benutzeroberfläche wurde mit dem Windows Presentation Foundation (WPF) Framework realisiert. Da die Benutzeroberfläche nur auf Windows Computern lauffähig sein muss, auf denen die notwendige Software installiert ist.

¹²¹Die Flutter SDK ist über <https://flutter.dev/docs/get-started/install/windows> zum download verfügbar.

7 Qualitätssicherung

Nach der erfolgreichen Implementierung des Übersetzers soll mit Hilfe einer zu testenden mobilen Anwendung überprüft werden, ob der Compiler so arbeitet wie zu erwarten ist.

7.1 Testfälle

Um den Compiler zu Testen ist es notwendig anhand vorher definierter Testfälle zu überprüfen, ob der Compiler die Xamarin.Forms App so übersetzt, wie es zu erwarten ist. Zu diesem Zweck werden in diesem Abschnitt Testfälle definiert die sich aus den ermittelten Unterschieden zwischen beiden Frameworks, sowie der Programmiersprachen ergeben.

Tabelle 7.1 zeigt die Testfälle für die Metadaten der mobilen Anwendung.

7.2 Testobjekt

Anhand dieser Testfälle kann anschließend ein Xamarin.Forms Projekt erstellt werden, anhand welcher der Source-To-Source Compiler getestet werden kann. Im folgenden werden die Funktionalitäten der mobilen Anwendung dargelegt und mit Hilfe von iOS Screenshots dargestellt, die entsprechenden Android Screenshots werden der Vollständigkeitsannahme in Anhang III: Android Screenshots dargestellt.

Bei der Anwendung sind in einem ersten Schritt die Metadaten der Anwendung relevant. Dazu gehören der Name der Anwendung sowie das Anwendungsicon - außerdem sollten die SDK Version der mobilen Anwendung nicht modifiziert werden. Nach dem Start der Anwendung wird eine Menustruktur angezeigt, über den verschiedene Bereiche

| ID | Komponente | Beschreibung |
|----|------------------------------------|--|
| 1 | App-Icon | Prüfen ob das App-Icon übernommen wurde |
| 2 | App-Name | Prüfen ob das App-Name übernommen wurde |
| 3 | SDK Versionen | Prüfen ob die SDK Versionen übernommen wurden |
| 4 | Seitenname | In der Navigationsleiste wird der Name der aktuellen Seite angezeigt |
| 5 | Navigation | Mit Hilfe des Menüs kann navigiert werden |
| 6 | Zurück Navigation | Über die Navigationsleiste kann zurück Navigiert werden |
| 7 | Gyroscope auswerten | Die Werte werden in der App angezeigt. |
| 8 | Accelerometer auswerten | Die Werte werden in der App angezeigt. |
| 9 | Compass auswerten | Die Werte werden in der App angezeigt. |
| 10 | Magnetometer auswerten | Die Werte werden in der App angezeigt. |
| 11 | Sensor nicht verfügbar | Wenn ein Sensor nicht verfügbar ist, wird ein Fehler angezeigt |
| 12 | Steuerelemente wurden ausgetauscht | Alle Steuerelemente werden angezeigt |
| 13 | Ereignisse funktionieren | Steuerelemente reagieren wie gewohnt |
| 14 | Bild aus Ressourcen laden | Ein Bild aus den Ressourcen wird in der App angezeigt |
| 15 | Bild aus dem Web laden | Ein Bild aus dem Internet wird in der App |

Tabelle 7.1: Testfälle der Test App

der Anwendung angesteuert werden können. In Abbildung 7.1 werden Screenshots der mobilen Anwendung gezeigt.

Über dieses Menu kann der Anwender zu verschiedenen Seiten navigieren, die folgend kurz erläutert werden sollen. Die in Abbildung 7.2 zeigt die Seite mit den verfügbaren Steuerelementen von Xamarin.Forms, wie sie auch in Kapitel 3 beschrieben wurden. Dazu gehören Ansichten für die Präsentation, für Interaktionen, zum setzen von Werten, für die Manipulation von Texten und für die Anzeige von aktuellen Interaktionen.

Die folgende Option Sensoren öffnet eine Ansicht, auf der die aktuellen Werte von den Smartphone-Sensoren ausgegeben werden. Diese Sensoren werden von vielen mobilen



Abbildung 7.1: Test Objekt Screenshots I



Abbildung 7.2: Test Objekt Screenshots II

Anwendungen verwendet. Dazu gehören der Beschleunigungssensor, der Compass, das Gyroscope und das Magnetometer. Anhand dieser Seite, soll sichergestellt werden, dass der Compiler auch die Funktionalität dieser Sensoren Abbilden kann.



Abbildung 7.3: Test Objekt Screenshots III

Ebenfalls werden in dem Testprojekt eine Liste und ein Carousel abgebildet, da es sich bei diesen um häufig verwendete Elemente handelt - die in vielen mobilen Anwendungen verwendet wird.



Abbildung 7.4: Test Objekt Screenshots IV

7.3 Testablauf

7.4 Testauswertung

8 Fazit und Ausblick

Flutter immernoch eine Abhängigkeit

8.1 Ausblick

Die Installation der notwendigen Software i

Literaturverzeichnis

Gedruckte Quellen

- Albahari, Joseph und Eric Johannsen (2020). *C# in a Nutshell. The Definitive Reference*. Sebastopol: O'Reilly Media Inc.
- Balzert, Helmut (2011). *Lehrbuch der Softwaretechnik. Entwurf, Implementierung, Installation und Betrieb*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Biessek, Allesandro (2019). *Flutter for Beginners. An introductory guide to building cross-platform mobile application with Flutter and Dart 2*. Birmingham: Packt Publishing Ltd.
- Cheng, Fu (2019). *Flutter Recipes. Mobile Development Solutions for iOS and Android*. Sandringham: Apress.
- Eisenecker, Ulrich (2008). *C++: der Einstieg in die Programmierung. Strukturiert und prozedural programmieren*. Witten: W3L.
- Joorabchi, Mona Erfani (Apr. 2016). „Mobile App Development: Challenges and Opportunities for Automated Support“. Diss. Vancouver: University of British Columbia.
- Keist, Nikolai-Kevin, Sebastian Benisch und Christian Müller (2016). „Software Engineering für Mobile Anwendungen. Konzepte und betriebliche Einsatzszenarien“. In: *Mobile Anwendungen in Unternehmen*. Hrsg. von Thomas Barton, Christian Müller und Christian Seel, S. 91–120.
- Meiller, Dieter (2020). *Moderne App-Entwicklung mit Dart und Flutter. Eine umfassende Einführung*. Oldenbourg: Walter de Gruyter.
- Petzold, Charles (2016). *Creating mobile Apps with Xamarin.Forms. Cross.platform C# programming for iOS, Android and Windows*. 1. Aufl. Redmond: Microsoft Press.
- Rohit, Kulkarni, Chavan Aditi und Abhinav Hardikar (2015). „Transpiler and it's Advantages“. In: *International Journal of Computer Science and Information Technologies* 6.2.
- Rutishauser, Heinz (1952). „Automatische Rechenplanfertigung bei programmgesteuerten Rechenmaschinen“. In: *Journal of Applied Mathematics and Physics (ZAMP)* 3, S. 312–313.

- Schneider, Hans-Jürgen (1975). *Compiler. Aufbau und Arbeitsweise*. Berlin: Walter de Gruyter.
- Stellman, Andrew und Jennifer Greene (2021). *Head First C#. A Learner's Guide to Real-World Programming with C# and .NET Core*. englisch. Sebastopol: O'Reilly.
- Ullman, Jeffrey D. et al. (2008). *Compiler. Prinzipien, Techniken und Werkzeuge*. 2. Aufl. München: Pearson Studium.
- Vollmer, Guy (2017). *Mobile App Engineering. Eine systematische Einführung - von den Requirements zum Go Live*. 1. Aufl. Heidelberg: dpunkt.
- Wagenknecht, Christian und Michael Hielscher (2014). *Formale Sprachen, abstrakte Automaten und Compiler. Lehr- und Arbeitsbuch für Grundstudium*. 2. Aufl. Wiesbaden: Springer.
- Wilhelm, Reinhard, Helmut Seidl und Sebastian Hack (2012). *Übersetzerbau. Syntaktische und semantische Analyse*. Bd. 2.
- Wissel, Andreas, Christian Liebel und Thorsten Hans (2017). „Frameworks und Tools für Cross-Plattform-Programmierung“. In: *iX – Magazin für professionelle Informationstechnik* 2.

Online Quellen

- Apple Inc. (2020). *Managing Your App's Life Cycle*. URL: https://developer.apple.com/documentation/uikit/app_and_environment/managing_your_app_s_life_cycle (besucht am 27.02.2021).
- Google LLC (2020a). *Adding assets and images*. URL: <https://flutter.dev/docs/development/ui/assets-and-images> (besucht am 27.02.2021).
- (2020b). *Canvas class*. URL: <https://api.flutter.dev/flutter/dart-ui/Canvas-class.html> (besucht am 27.02.2021).
- (2020c). *didChangeAppLifecycleState method*. URL: <https://api.flutter.dev/flutter/widgets/WidgetsBindingObserver/didChangeAppLifecycleState.html> (besucht am 27.02.2021).
- (2020d). *Flutter for Xamarin.Forms developers*. URL: <https://flutter.dev/docs/get-started/flutter-for/xamarin-forms-devs> (besucht am 27.02.2021).
- (2020e). *GridView class*. URL: <https://api.flutter.dev/flutter/widgets/GridView-class.html> (besucht am 27.02.2021).

- Google LLC (2020f). *Imagery*. URL: <https://material.io/design/communication/imagery.html> (besucht am 27.02.2021).
- (2020g). *Introduction to animations*. URL: <https://flutter.dev/docs/development/ui/animations> (besucht am 27.02.2021).
 - (2020h). *Introduction to widgets*. URL: <https://flutter.dev/docs/development/ui/widgets-intro> (besucht am 27.02.2021).
 - (2020i). *Navigate with named routes*. URL: <https://flutter.dev/docs/cookbook/navigation/named-routes> (besucht am 27.02.2021).
 - (2020j). *Shared preferences plugin*. URL: https://pub.dev/packages/shared_preferences (besucht am 27.02.2021).
 - (2020k). *Taps, drags, and other gestures*. URL: <https://flutter.dev/docs/development/ui/advanced/gestures> (besucht am 27.02.2021).
 - (2020l). *url_launcher*. URL: https://pub.dev/packages/url_launcher (besucht am 27.02.2021).
 - (2020m). *Use a custom font*. URL: <https://flutter.dev/docs/cookbook/design/fonts> (besucht am 27.02.2021).
 - (2020n). *Using packages*. URL: <https://flutter.dev/docs/development/packages-and-plugins/using-packages> (besucht am 27.02.2021).
 - (2020o). *Widget catalog*. URL: <https://flutter.dev/docs/development/ui/widgets> (besucht am 27.02.2021).
 - (2020p). *Work with tabs*. URL: <https://flutter.dev/docs/cookbook/design/tabs> (besucht am 27.02.2021).
 - (2020q). *Write your first Flutter app, part 1*. URL: <https://flutter.dev/docs/get-started/codelab> (besucht am 27.02.2021).
 - (2020r). *Writing custom platform-specific code*. URL: <https://flutter.dev/docs/development/platform-integration/platform-channels> (besucht am 27.02.2021).
- Hunter, Scott (2020). *Introducing .NET Multi-platform App UI*. URL: <https://devblogs.microsoft.com/dotnet/introducing-net-multi-platform-app-ui/> (besucht am 27.02.2021).
- Microsoft Corporation (2015a). *Delegaten (C#-Programmierhandbuch)*. URL: <https://docs.microsoft.com/de-de/dotnet/csharp/programming-guide/delegates/> (besucht am 27.02.2021).

- Microsoft Corporation (2015b). *Generics C# – Programmierhandbuch*. URL: <https://docs.microsoft.com/de-de/dotnet/csharp/programming-guide/generics/> (besucht am 27.02.2021).
- (2016). *Xamarin.Forms Pages*. URL: <https://docs.microsoft.com/de-de/xamarin/xamarin-forms/user-interface/controls/pages> (besucht am 27.02.2021).
 - (2017). *Grundlagen zu XAML*. URL: <https://docs.microsoft.com/de-de/xamarin/xamarin-forms/xaml/xaml-basics/> (besucht am 27.02.2021).
 - (2018). *Xamarin.Forms Layouts*. URL: <https://docs.microsoft.com/de-de/xamarin/xamarin-forms/user-interface/controls/layouts> (besucht am 27.02.2021).
 - (2019). *Xamarin.Essentials Einstellungen*. URL: <https://docs.microsoft.com/de-de/xamarin/essentials/preferences> (besucht am 27.02.2021).
 - (2020a). *An introduction to NuGet*. URL: <https://docs.microsoft.com/de-de/nuget/what-is-nuget> (besucht am 27.02.2021).
 - (2020b). *Images in Xamarin.Forms*. URL: <https://docs.microsoft.com/de-de/xamarin/xamarin-forms/user-interface/images?tabs=macos> (besucht am 27.02.2021).
 - (2020c). *Launcher Class*. URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/api/xamarin.essentials.launcher?view=xamarin-essentials> (besucht am 27.02.2021).
 - (2020d). *Simple Animations in Xamarin.Forms*. URL: <https://docs.microsoft.com/de-de/xamarin/xamarin-forms/user-interface/animation/simple> (besucht am 27.02.2021).
 - (2020e). *Xamarin.Forms Ansichten*. URL: <https://docs.microsoft.com/de-de/xamarin/xamarin-forms/user-interface/controls/views> (besucht am 27.02.2021).
 - (2020f). *Xamarin.Forms App Lifecycle*. URL: <https://docs.microsoft.com/de-de/xamarin/xamarin-forms/app-fundamentals/app-lifecycle> (besucht am 27.02.2021).
 - (2020g). *Xamarin.Forms FlyoutPage*. URL: <https://docs.microsoft.com/de-de/xamarin/xamarin-forms/app-fundamentals/navigation/flyoutpage> (besucht am 27.02.2021).
 - (2020h). *Xamarin.Forms gestures*. URL: <https://docs.microsoft.com/de-de/xamarin/xamarin-forms/app-fundamentals/gestures/> (besucht am 27.02.2021).

- Microsoft Corporation (2020i). *Xamarin.Forms Navigation*. URL: <https://docs.microsoft.com/de-de/xamarin/xamarin-forms/app-fundamentals/navigation/> (besucht am 27.02.2021).
- (2020j). *Xamarin.Forms TabbedPage*. URL: <https://docs.microsoft.com/de-de/xamarin/xamarin-forms/app-fundamentals/navigation/tabbed-page> (besucht am 27.02.2021).
- MongoDB Inc. (2020). *Realm Mobile Database*. URL: <https://www.mongodb.com/realm/mobile/database> (besucht am 27.02.2021).
- Pedley, Adam (2019). *Moving From C# To Dart: Quick Start*. URL: <https://buildflutter.com/moving-from-csharp-to-dart-quick-start/> (besucht am 27.02.2021).
- Ritscher, Walt (2020). *Arranging Views with Xamarin.Forms Layout*. URL: <https://bit.ly/34ulgpU> (besucht am 27.02.2021).
- Sells, Chris (2021). *What's New in Flutter 2*. URL: <https://medium.com/flutter/whats-new-in-flutter-2-0-fe8e95ecc65> (besucht am 27.02.2021).
- Sneath, Tim (2020). *Flutter Spring 2020 Update*. URL: <https://medium.com/flutter/flutter-spring-2020-update-f723d898d7af> (besucht am 27.02.2021).
- SQLite Consortium (2020). *About SQLite*. URL: <https://www.sqlite.org/about.html> (besucht am 27.02.2021).
- Stack Exchange Inc. (2019). *Developer Survey Results 2019*. URL: <https://insights.stackoverflow.com/survey/2019> (besucht am 27.02.2021).
- (2020). *Developer Survey Results 2020*. URL: <https://insights.stackoverflow.com/survey/2020> (besucht am 27.02.2021).
- Tekartik (2020). *sqflite*. URL: <https://pub.dev/packages/sqflite> (besucht am 27.02.2021).
- Versluis, Gerald (2020). *Embedded Fonts: Custom Fonts in Xamarin.Forms*. URL: <https://devblogs.microsoft.com/xamarin/embedded-fonts-xamarin-forms/> (besucht am 27.02.2021).
- Ward, Ian (2020). *Realm Mobile Database*. URL: <https://github.com/realm/realm-object-server/issues/55> (besucht am 27.02.2021).

Anhang I: Gegenüberstellung von visuellen Elementen

| Xamarin.Forms Element | Flutter Widget |
|------------------------|---|
| ContentPage | |
| FlyOutPage | MasterDetailScaffold |
| NavigationPage | Scaffold |
| TabbedPage | TabBar und TabBarView |
| AbsolutLayout | Positioned |
| ContentView | StatelessWidget |
| Frame | BoxDecoration |
| Grid | GridView oder Stack für das Stapeln von Elementen |
| ScrollView | SingleChildScrollView |
| StackLayout | Row und Column |
| ReleativLayout | Positioned |
| BoxView | SizedBox |
| Image | Image |
| Label | Text |
| Map | Leamaps oder Google Maps |
| WebView | webview_flutter |
| Ellipse | CustomPaint |
| Linie | CustomPaint |
| Path | CustomPaint |
| Polygon | CustomPaint |
| Polyline und Rectangle | CustomPaint |
| Rectangle | CustomPaint |
| Button | FlatButton |
| ImageButton | IconButton |
| RadioButton | RadioButton |
| RefreshView | pull_to_refresh |

| | |
|-------------------|-----------------------------|
| SearchBar | flutter_search_bar |
| SwipeView | flutter_slideable |
| Entry | TextField |
| Editor | TextField |
| CheckBox | Checkbox |
| Switch | Switch |
| Slider | Slider |
| Stepper | number_inc_dec |
| DatePicker | TextField mit Funktion |
| TimePicker | TextField mit Funktion |
| ActivityIndicator | CircularProgressIndicator |
| ProgressBar | LinearProgressIndicator |
| CarouselView | carousel_slider |
| IndicatorView | carousel_slider |
| Picker | TextView mit Funktionalität |
| TableView | Table |
| List | List |
| CollectionView | List |
| SwipeView | flutter_slideable |

Tabelle 1: Gegenüberstellung von visuellen Elementen

Anhang II: Testfälle für den Compiler

| ID | Beschreibung | Status |
|----|--|--------|
| 1 | Das Icon der Anwendung wird sowohl für Android als auch für iOS übernommen | ✓ |
| 2 | Der Name der Anwendung wird sowohl für Android als auch für iOS übernommen | ✓ |
| 3 | FlyOutPage wird zu MasterDetailScaffold übersetzt | ✓ |
| 4 | NavigationPage wird zu Scaffold übersetzt | ✓ |
| 5 | TabbedPage wird zu TabBar und TabBarView übersetzt | ✓ |
| 6 | AbsolutLayout wird zu Positioned übersetzt | ✓ |
| 7 | ContentView wird zu StatelessWidget übersetzt | ✓ |
| 8 | Frame wird zu BoxDecoration übersetzt | ✓ |
| 9 | Grid wird zu GridView übersetzt | ✓ |
| 10 | ScrollView wird zu SingleChildScrollView übersetzt | ✓ |
| 11 | StackLayout wird zu Row und Column übersetzt | ✓ |
| 12 | RelativLayout wird zu Positioned übersetzt | ✓ |
| 13 | BoxView wird zu SizedBox übersetzt | ✓ |
| 14 | Image wird zu Image übersetzt | ✓ |
| 15 | Label wird zu Text übersetzt | ✓ |
| 16 | Map wird zu Leamaps oder Google Maps übersetzt | ✓ |
| 17 | WebView wird zu webview_flutter übersetzt | ✓ |
| 18 | Ellipse wird zu CustomPaint übersetzt | ✓ |
| 19 | Linie wird zu CustomPaint übersetzt | ✓ |
| 20 | Path wird zu CustomPaint übersetzt | ✓ |
| 21 | Polygon wird zu CustomPaint übersetzt | ✓ |
| 22 | Polyline wird zu CustomPaint übersetzt | ✓ |
| 22 | Rectangle wird zu CustomPaint übersetzt | ✓ |
| 23 | Rectangle wird zu CustomPaint übersetzt | ✓ |
| 24 | Button wird zu Flatbutton übersetzt | ✓ |

| | | |
|----|--|---|
| 25 | ImageButton wird zu IconButton übersetzt | ✓ |
| 26 | RadioButton wird zu RadioButton übersetzt | ✓ |
| 27 | RefreshView wird zu pull_to_refresh übersetzt | ✓ |
| 28 | SearchBar wird zu flutter_search_bar übersetzt | ✓ |
| 29 | SwipeView wird zu flutter_slideable übersetzt | ✓ |
| 30 | Entry wird zu TextField übersetzt | ✓ |
| 31 | Editor wird zu TextField übersetzt | ✓ |
| 32 | CheckBox wird zu Checkbox übersetzt | ✓ |
| 33 | Switch wird zu Switch übersetzt | ✓ |
| 34 | Slider wird zu Slider übersetzt | ✓ |
| 35 | Stepper wird zu number_inc_dec übersetzt | ✓ |
| 36 | DatePicker wird zu TextField mit Funktion übersetzt | ✓ |
| 37 | TimePicker wird zu TextField mit Funktion übersetzt | ✓ |
| 38 | ActivityIndicator wird zu CircularProgressIndicator übersetzt | ✓ |
| 39 | ProgressBar wird zu LinearProgressIndicator übersetzt | ✓ |
| 40 | CarouselView wird zu carousel_slider übersetzt | ✓ |
| 41 | IndicatorView wird zu carousel_slider übersetzt | ✓ |
| 42 | Picker wird zu TextView mit Funktionalität übersetzt | ✓ |
| 43 | TableView wird zu Table übersetzt | ✓ |
| 44 | List wird zu List übersetzt | ✓ |
| 45 | CollectionView wird zu List übersetzt | ✓ |
| 46 | SwipeView wird zu flutter_slideable übersetzt | ✓ |
| 47 | Die Flutter App lässt sich mit Hilfe des Flutter Compilers zu mobilen Anwendungen übersetzen | ✓ |

Tabelle 1: Testfälle für den Compiler

| ID | Beschreibung | Status |
|----|---|--------|
| 1 | Das Xamarin.forms Projekt wird über seine Projektmappe ausgewählt | ✓ |
| 2 | Für das Flutter-Projekt muss ein Zielordner angegeben werden | ✓ |
| 2 | Wenn beide Auswahlen getroffen wurden kann die Übersetzung gestartet werden | ✓ |
| 3 | Nach der Übersetzung werden alle übersetzten Dateien angezeigt | ✓ |

| | | |
|---|--|---|
| 4 | Bei einem click auf die Dateien werden die durchgeführten Schritte angezeigt | ✓ |
|---|--|---|

Tabelle 2: Testfälle für die grafische Benutzeroberfläche

Anhang III: Android Screenshots



Abbildung 1: Test Objekt Screenshots I



Abbildung 2: Test Objekt Screenshots II



Abbildung 3: Test Objekt Screenshots III



Abbildung 4: Test Objekt Screenshots IV

Eidesstattliche Erklärung

Studierender: Julian Pasqué

Matrikelnummer: 902953

Hiermit erkläre ich, dass ich diese Arbeit selbstständig abgefasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Die Arbeit wurde bisher keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

.....

Ort, Abgabedatum

.....

Unterschrift (Vor- und Zuname)

