



Leseprobe

Thomas Sillmann

Swift 3 im Detail

Einführung und Sprachreferenz

ISBN (Buch): 978-3-446-45072-1

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-45072-1>

sowie im Buchhandel.

# Inhalt

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Die Programmiersprache Swift</b>               | <b>1</b>  |
| 1.1      | Die Geschichte von Swift                          | 2         |
| 1.2      | Swift-Updates                                     | 3         |
| 1.3      | Voraussetzungen zur Nutzung von Swift             | 4         |
| 1.4      | Installation von Swift                            | 5         |
| 1.4.1    | macOS   | 6         |
| 1.4.2    | Linux   | 7         |
| 1.5      | Xcode   | 10        |
| 1.5.1    | Erstellen von Dateien und Projekten               | 11        |
| 1.5.2    | Der Aufbau von Xcode                              | 14        |
| 1.5.3    | Einstellungen                                     | 20        |
| 1.6      | Playgrounds                                       | 20        |
| 1.6.1    | Erstellen eines Playgrounds                       | 21        |
| 1.6.2    | Aufbau eines Playgrounds                          | 23        |
| 1.6.3    | Pages, Sources und Resources                      | 27        |
| 1.6.4    | Playground-Formatierungen                         | 29        |
| 1.6.5    | Swift Playgrounds-App für das iPad                | 38        |
| 1.7      | Weitere Code-Editoren zur Arbeit mit Swift        | 40        |
| 1.7.1    | Visual Studio Code                                | 40        |
| 1.7.2    | Syntra Small                                      | 42        |
| 1.7.3    | IBM Swift Sandbox                                 | 43        |
| 1.8      | Swift-Ressourcen und weiterführende Informationen | 44        |
| <b>2</b> | <b>Grundlagen der Programmierung</b>              | <b>47</b> |
| 2.1      | Grundlegendes                                     | 47        |
| 2.1.1    | Swift Standard Library                            | 47        |
| 2.1.2    | print   | 49        |
| 2.1.3    | Befehle und Semikolons                            | 49        |
| 2.1.4    | Operatoren  | 50        |
| 2.2      | Variablen und Konstanten                          | 52        |
| 2.2.1    | Erstellen von Variablen und Konstanten            | 52        |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 2.2.2    | Variablen und Konstanten in der Konsole ausgeben .....                              | 53        |
| 2.2.3    | Type Annotation und Type Inference .....  | 54        |
| 2.2.4    | Gleichzeitiges Erstellen und Deklarieren mehrerer Variablen<br>und Konstanten ..... | 55        |
| 2.2.5    | Namensrichtlinien .....   | 56        |
| 2.3      | Kommentare .....  | 57        |
| <b>3</b> | <b>Schleifen und Abfragen .....</b>   | <b>59</b> |
| 3.1      | Schleifen .....   | 59        |
| 3.1.1    | for-in .....  | 59        |
| 3.1.2    | while .....   | 61        |
| 3.1.3    | repeat-while .....  | 62        |
| 3.2      | Abfragen .....  | 63        |
| 3.2.1    | if .....  | 63        |
| 3.2.2    | switch .....  | 67        |
| 3.2.3    | guard .....   | 71        |
| 3.3      | Control Transfer Statements .....   | 73        |
| 3.3.1    | Anstoßen eines neuen Schleifendurchlaufs mit continue .....                         | 73        |
| 3.3.2    | Verlassen der kompletten Schleife mit break .....                                   | 73        |
| 3.3.3    | Weitere Control Transfer Statements .....   | 74        |
| 3.3.4    | Labeled Statements .....  | 74        |
| <b>4</b> | <b>Typen in Swift .....</b>   | <b>77</b> |
| 4.1      | Integer .....   | 79        |
| 4.2      | Fließkommazahlen .....  | 80        |
| 4.3      | Bool .....  | 81        |
| 4.4      | String .....  | 81        |
| 4.4.1    | Erstellen eines Strings .....   | 81        |
| 4.4.2    | Zusammenfügen von Strings .....   | 82        |
| 4.4.3    | Character auslesen .....  | 83        |
| 4.4.4    | Character mittels Index auslesen .....  | 84        |
| 4.4.5    | Character entfernen und hinzufügen .....  | 86        |
| 4.4.6    | Anzahl der Character zählen .....   | 87        |
| 4.4.7    | Präfix und Suffix prüfen .....  | 87        |
| 4.4.8    | String Interpolation .....  | 88        |
| 4.5      | Array .....   | 88        |
| 4.5.1    | Erstellen eines Arrays .....  | 89        |
| 4.5.2    | Zusammenfügen von Arrays .....  | 90        |
| 4.5.3    | Inhalte eines Arrays leeren .....   | 91        |
| 4.5.4    | Prüfen, ob ein Array leer ist .....   | 91        |
| 4.5.5    | Anzahl der Elemente eines Arrays zählen .....                                       | 92        |
| 4.5.6    | Zugriff auf die Elemente eines Arrays .....   | 92        |
| 4.5.7    | Neue Elemente zu einem Array hinzufügen .....                                       | 93        |
| 4.5.8    | Bestehende Elemente aus einem Array entfernen .....                                 | 93        |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 4.5.9    | Bestehende Elemente eines Arrays ersetzen                           | 94         |
| 4.5.10   | Alle Elemente eines Arrays auslesen und durchlaufen                 | 95         |
| 4.6      | Set   | 96         |
| 4.6.1    | Erstellen eines Sets  | 97         |
| 4.6.2    | Inhalte eines bestehenden Sets leeren                               | 98         |
| 4.6.3    | Prüfen, ob ein Set leer ist   | 98         |
| 4.6.4    | Anzahl der Elemente eines Sets zählen                               | 98         |
| 4.6.5    | Element zu einem Set hinzufügen                                     | 99         |
| 4.6.6    | Element aus einem Set entfernen                                     | 99         |
| 4.6.7    | Prüfen, ob ein bestimmtes Element in einem Set vorhanden ist        | 99         |
| 4.6.8    | Alle Elemente eines Sets auslesen und durchlaufen                   | 100        |
| 4.6.9    | Sets miteinander vergleichen  | 100        |
| 4.6.10   | Neue Sets aus bestehenden Sets erstellen                            | 103        |
| 4.7      | Dictionary  | 105        |
| 4.7.1    | Erstellen eines Dictionary  | 105        |
| 4.7.2    | Prüfen, ob ein Dictionary leer ist                                  | 106        |
| 4.7.3    | Anzahl der Schlüssel-Wert-Paare eines Dictionary zählen             | 107        |
| 4.7.4    | Wert zu einem Schlüssel eines Dictionary auslesen                   | 107        |
| 4.7.5    | Neues Schlüssel-Wert-Paar zu Dictionary hinzufügen                  | 108        |
| 4.7.6    | Bestehendes Schlüssel-Wert-Paar aus Dictionary entfernen            | 108        |
| 4.7.7    | Bestehendes Schlüssel-Wert-Paar aus Dictionary verändern            | 109        |
| 4.7.8    | Alle Schlüssel-Wert-Paare eines Dictionary auslesen und durchlaufen | 109        |
| 4.8      | Tuple   | 110        |
| 4.8.1    | Zugriff auf die einzelnen Elemente eines Tuple                      | 112        |
| 4.8.2    | Tuple und switch  | 112        |
| 4.9      | Optional  | 115        |
| 4.9.1    | Deklaration eines Optionals   | 116        |
| 4.9.2    | Zugriff auf den Wert eines Optionals                                | 117        |
| 4.9.3    | Optional Binding  | 119        |
| 4.9.4    | Implicitly Unwrapped Optional                                       | 120        |
| 4.9.5    | Optional Chaining   | 121        |
| 4.9.6    | Optional Chaining über mehrere Eigenschaften und Funktionen         | 126        |
| 4.10     | Any und AnyObject   | 130        |
| 4.11     | Type Alias  | 130        |
| 4.12     | Value Type versus Reference Type                                    | 131        |
| 4.12.1   | Reference Types auf Gleichheit prüfen                               | 133        |
| <b>5</b> | <b>Funktionen</b>   | <b>135</b> |
| 5.1      | Funktionen mit Parametern   | 136        |
| 5.1.1    | Argument Labels und Parameter Names                                 | 137        |
| 5.1.2    | Default Value für Parameter   | 140        |
| 5.1.3    | Variadic Parameter  | 141        |
| 5.1.4    | In-Out Parameter  | 142        |
| 5.2      | Funktionen mit Rückgabewert   | 143        |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 5.3      | Function Types                                | 145        |
| 5.3.1    | Funktionen als Variablen und Konstanten       | 146        |
| 5.4      | Verschachtelte Funktionen                     | 148        |
| 5.5      | Closures                                      | 148        |
| 5.5.1    | Closures als Parameter von Funktionen         | 150        |
| 5.5.2    | Trailing Closures                             | 153        |
| 5.5.3    | Autoclosures                                  | 154        |
| <b>6</b> | <b>Enumerations, Structures und Classes</b>   | <b>157</b> |
| 6.1      | Enumerations                                  | 157        |
| 6.1.1    | Enumerations und switch                       | 160        |
| 6.1.2    | Associated Values                             | 161        |
| 6.1.3    | Raw Values                                    | 163        |
| 6.2      | Structures                                    | 166        |
| 6.2.1    | Erstellen von Structures und Instanzen        | 166        |
| 6.2.2    | Eigenschaften und Funktionen                  | 167        |
| 6.3      | Classes                                       | 172        |
| 6.3.1    | Erstellen von Klassen und Instanzen           | 173        |
| 6.3.2    | Eigenschaften und Funktionen                  | 173        |
| 6.4      | Enumeration vs. Structure vs. Class           | 175        |
| 6.4.1    | Gemeinsamkeiten und Unterschiede              | 176        |
| 6.4.2    | Wann nimmt man was?                           | 177        |
| 6.5      | self  | 178        |
| <b>7</b> | <b>Eigenschaften und Funktionen von Typen</b> | <b>181</b> |
| 7.1      | Properties                                    | 181        |
| 7.1.1    | Stored Property                               | 182        |
| 7.1.2    | Lazy Stored Property                          | 184        |
| 7.1.3    | Computed Property                             | 188        |
| 7.1.4    | Read-Only Computed Property                   | 190        |
| 7.1.5    | Property Observer                             | 192        |
| 7.1.6    | Type Property                                 | 195        |
| 7.2      | Globale und lokale Variablen                  | 197        |
| 7.3      | Methoden                                      | 200        |
| 7.3.1    | Instance Methods                              | 201        |
| 7.3.2    | Type Methods                                  | 203        |
| 7.4      | Subscripts                                    | 204        |
| <b>8</b> | <b>Initialisierung</b>                        | <b>209</b> |
| 8.1      | Aufgabe der Initialisierung                   | 210        |
| 8.2      | Erstellen eigener Initializer                 | 211        |
| 8.3      | Initializer Delegation                        | 216        |
| 8.3.1    | Initializer Delegation bei Value Types        | 217        |
| 8.3.2    | Initializer Delegation bei Reference Types    | 218        |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 8.4       | Failable Initializer .....   | 220        |
| 8.5       | Required Initializer .....   | 223        |
| 8.6       | Deinitialisierung .....  | 224        |
| <b>9</b>  | <b>Vererbung .....</b>   | <b>227</b> |
| 9.1       | Überschreiben von Eigenschaften und Funktionen einer Klasse .....            | 230        |
| 9.2       | Überschreiben von Eigenschaften und Funktionen einer Klasse verhindern ..... | 233        |
| 9.3       | Zugriff auf die Superklasse .....  | 233        |
| 9.4       | Initialisierung und Vererbung .....  | 234        |
| 9.4.1     | Zwei-Phasen-Initialisierung .....  | 235        |
| 9.4.2     | Überschreiben von Initializern .....   | 241        |
| 9.4.3     | Vererbung von Initializern .....   | 244        |
| 9.4.4     | Required Initializer .....   | 244        |
| <b>10</b> | <b>Speicherverwaltung mit ARC .....</b>                                      | <b>247</b> |
| 10.1      | Strong Reference Cycles .....  | 250        |
| 10.1.1    | Weak References .....  | 252        |
| 10.1.2    | Unowned References .....   | 255        |
| 10.1.3    | Weak Reference vs. Unowned Reference .....                                   | 257        |
| <b>11</b> | <b>Weiterführende Sprachmerkmale von Swift .....</b>                         | <b>259</b> |
| 11.1      | Nested Types .....   | 259        |
| 11.2      | Extensions .....   | 261        |
| 11.2.1    | Computed Properties .....  | 261        |
| 11.2.2    | Methoden .....   | 262        |
| 11.2.3    | Initializer .....  | 263        |
| 11.2.4    | Subscripts .....   | 265        |
| 11.2.5    | Nested Types .....   | 265        |
| 11.3      | Protokolle .....   | 266        |
| 11.3.1    | Deklaration von Eigenschaften und Funktionen .....                           | 268        |
| 11.3.2    | Der Typ eines Protokolls .....   | 277        |
| 11.3.3    | Protokolle und Extensions .....  | 279        |
| 11.3.4    | Vererbung in Protokollen .....   | 284        |
| 11.3.5    | Class-only-Protokolle .....  | 285        |
| 11.3.6    | Optionale Eigenschaften und Funktionen .....                                 | 286        |
| 11.3.7    | Protocol Composition .....   | 289        |
| 11.3.8    | Delegation .....   | 290        |
| <b>12</b> | <b>Type Checking und Type Casting .....</b>                                  | <b>295</b> |
| 12.1      | Type Checking mit is .....   | 298        |
| 12.2      | Type Casting mit as .....  | 299        |
| <b>13</b> | <b>Error Handling .....</b>  | <b>303</b> |
| 13.1      | Deklaration und Feuern eines Fehlers .....                                   | 303        |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 13.2      | Reaktion auf einen Fehler  | 307        |
| 13.2.1    | Mögliche Fehler mittels do-catch auswerten                       | 308        |
| 13.2.2    | Mögliche Fehler in Optionals umwandeln                           | 311        |
| 13.2.3    | Mögliche Fehler weitergeben                                      | 311        |
| 13.2.4    | Mögliche Fehler ignorieren                                       | 313        |
| <b>14</b> | <b>Generics</b>  | <b>315</b> |
| 14.1      | Generic Functions  | 316        |
| 14.2      | Generic Types  | 319        |
| 14.3      | Type Constraints   | 322        |
| 14.4      | Associated Types   | 322        |
| <b>15</b> | <b>Dateien und Interfaces</b>                                    | <b>327</b> |
| 15.1      | Modules und Source Files   | 327        |
| 15.2      | Access Control   | 328        |
| 15.2.1    | Access Level   | 328        |
| 15.2.2    | Explizite und implizite Zuweisung eines Access Levels            | 332        |
| 15.2.3    | Besonderheiten   | 333        |
| <b>16</b> | <b>Cocoa, Objective-C und C</b>                                  | <b>339</b> |
| 16.1      | Interoperability   | 340        |
| 16.1.1    | Swift und Cocoa  | 340        |
| 16.1.2    | Swift und Objective-C  | 361        |
| 16.1.3    | Swift und C  | 374        |
| 16.2      | Mix and Match  | 377        |
| 16.2.1    | Mix and Match innerhalb eines App-Targets                        | 378        |
| 16.2.2    | Mix and Match innerhalb eines Framework-Targets                  | 380        |
| 16.3      | Migration  | 381        |
| <b>17</b> | <b>Objektorientierte vs. protokollorientierte Programmierung</b> | <b>383</b> |
| 17.1      | Objektorientierte Programmierung                                 | 384        |
| 17.1.1    | Praxis   | 385        |
| 17.1.2    | Vor- und Nachteile   | 388        |
| 17.2      | Protokollorientierte Programmierung                              | 389        |
| 17.2.1    | Praxis   | 389        |
| 17.2.2    | Vor- und Nachteile   | 392        |
| 17.3      | Fazit  | 393        |
| <b>18</b> | <b>Weitere Sprachmerkmale und Profi-Wissen</b>                   | <b>395</b> |
| 18.1      | Zahlenlitterale  | 395        |
| 18.2      | Fortgeschrittene Operatoren                                      | 396        |
| 18.2.1    | Ternary Conditional Operator                                     | 396        |
| 18.2.2    | Nil-Coalescing Operator  | 398        |

|   |            |
|---|------------|
| 18.2.3 Unary Minus- und Unary Plus-Operatoren ..... | 399        |
| 18.2.4 Bitweise Operatoren .....                    | 399        |
| 18.2.5 Operator Methods .....                       | 403        |
| 18.2.6 Eigene Operatoren erstellen .....            | 409        |
| 18.3 Option Sets .....                              | 411        |
| 18.4 Closures .....                                 | 416        |
| 18.4.1 Escaping Closures .....                      | 416        |
| 18.4.2 Closure Capture List .....                   | 419        |
| 18.5 Recursive Enumerations .....                   | 422        |
| 18.6 Optionals im Detail .....                      | 424        |
| 18.7 Generic Where Clause .....                     | 426        |
| 18.8 Dynamic Method Lookup .....                    | 426        |
| 18.9 Weitere Objective-C-Makros .....               | 427        |
| 18.9.1 NS_SWIFT_NAME .....                          | 428        |
| 18.9.2 NS_SWIFT_UNAVAILABLE .....                   | 428        |
| <b>Index .....</b>                                  | <b>429</b> |

# 2

# Grundlagen der Programmierung

In diesem Kapitel möchte ich Ihnen eine Einführung in die Grundlagen der Programmierung mit Swift geben. Es gibt Ihnen einen ersten Einblick in die Swift Standard Library, zeigt das Erstellen und Verwenden von Variablen und Konstanten und wie Sie Ihren Quellcode mithilfe von Kommentaren dokumentieren.

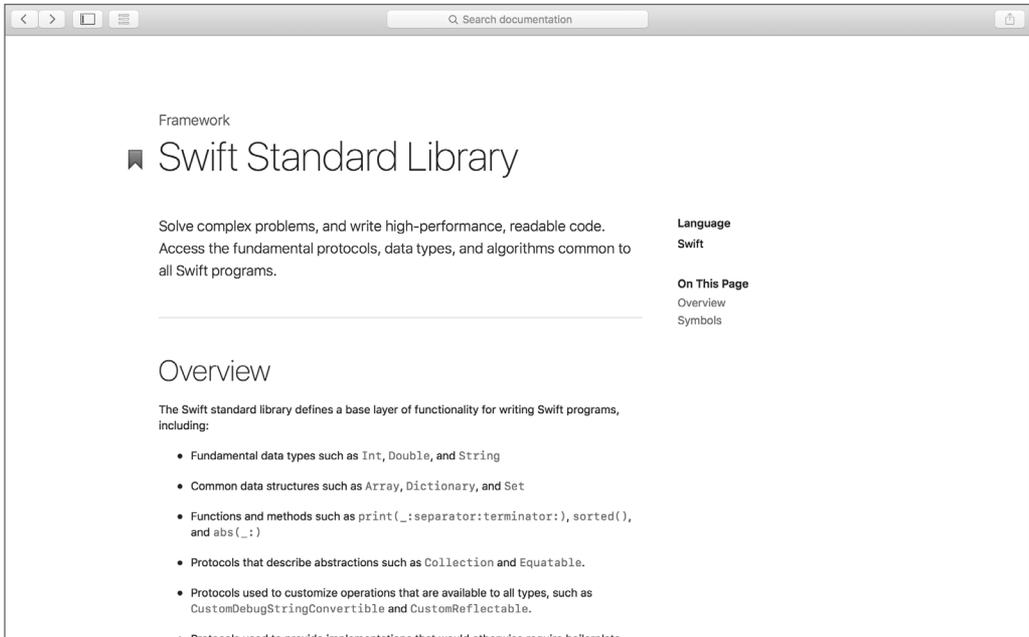
Wenn Sie dabei sind, Swift zu lernen, empfehle ich Ihnen, die Inhalte der verschiedenen Abschnitte sowie der folgenden Kapitel beispielsweise in einem Playground zu erproben und auszuprobieren, um so möglichst schnell ein Gefühl für die Sprache zu bekommen und selbst aktiv Code zu schreiben.

## ■ 2.1 Grundlegendes

### 2.1.1 Swift Standard Library

Die Swift Standard Library enthält ein umfangreiches Set an verschiedensten Klassen und Funktionen (siehe Bild 2.1). Sie ist Teil der Programmiersprache Swift, sodass alles, was Teil der Standard Library ist, auch in jedem Swift-Programm verwendet werden kann.

Dabei werden wir vielen sogenannten *Typen* der Swift Standard Library begegnen (was ein Typ genau ist und wie man selbst welche deklariert, folgt im Laufe dieses Kapitels). Dazu gehören beispielsweise die Typen `Int`, `Double`, `Character`, `String`, `Array` oder `Dictionary`. Tabelle 2.1 gibt einen kurzen Überblick über einige der wichtigsten und grundlegendsten Typen für die Programmierung mit Swift, an passender Stelle im Buch werden diese auch noch tiefergehend beschrieben.



**Bild 2.1** Die Swift Standard Library enthält ein umfangreiches Set an Funktionen, die uns bei der Programmierung mit Swift immer zur Verfügung stehen.

**Tabelle 2.1** Auswahl grundlegender Typen der Swift Standard Library

| Fundamental Type    | Beschreibung   | Beispiele                               |
|---------------------|--|---|
| <code>Int</code>    | Ein <code>Integer (Int)</code> stellt eine Ganzzahl dar.   | 19<br>99                                |
| <code>Float</code>  | Bei <code>Float</code> handelt es sich um eine Fließkommazahl  | 19.99<br>49.94                          |
| <code>Double</code> | Auch bei <code>Double</code> handelt es sich um eine Fließkommazahl, allerdings ist der Wertebereich von <code>Double</code> deutlich größer als der von <code>Float</code> ; entsprechend belegt ein <code>Double</code> auch mehr Speicherplatz im System als ein <code>Float</code> . | 99.19<br>94.49                          |
| <code>Bool</code>   | Bei <code>Bool</code> handelt es sich um einen sogenannten Wahrheitswert, dieser kann somit entweder wahr oder falsch ( <code>true</code> oder <code>false</code> ) sein.  | <code>true</code><br><code>false</code> |
| <code>String</code> | Ein <code>String</code> repräsentiert eine Zeichenkette.   | "Mein Name ist<br>Thomas Sillmann."     |

| Fundamental Type | Beschreibung  | Beispiele  |
|------------------|---|--|
| Array            | In einem Array können mehrere Werte und Objekte abgelegt werden. Das Array erlaubt dann den Zugriff auf die Werte und Objekte, die es hält. Ein Array kann dabei beliebige Typen von Werten und Objekten beinhalten.  | ["Erster Wert des Arrays", "Zweiter Wert des Arrays"]                          |
| Dictionary       | Ein Dictionary hält mehrere Werte und Objekte ähnlich wie ein Array, allerdings ist jeder Wert und jedes Objekt einem einzigartigen Schlüssel innerhalb des Dictionaries zugeordnet. Anhand dieses Schlüssels können dann gezielt Werte ausgelesen, abgefragt und verändert werden. | ["Schlüssel 1": "Wert für Schlüssel 1", "Schlüssel 2": "Wert für Schlüssel 2"] |

Sie müssen zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht mehr über die genannten Typen wissen, weitere Informationen zu ihnen folgen im Laufe dieses Buches an passender Stelle.

## 2.1.2 print

Im Laufe dieses Buches werden Sie sehr viele Elemente und Funktionen der Swift Standard Library kennenlernen. Eine der dabei von mir am häufigsten verwendeten Befehle nennt sich `print(_:separator:terminator:)` und dient dazu, Text in der Konsole auszugeben. Ein Beispiel zeigt Listing 2.1. Wo immer diese Funktion zum Einsatz kommt, werde ich in den zugehörigen Listings auch die jeweilige Ausgabe (oder im Falle mehrere Befehle auch alle jeweiligen Ausgaben) am Ende als Kommentare mit aufführen.

### Listing 2.1 Einfache Konsolenausgabe mittels print

```
print("Das ist eine Konsolenausgabe")
// Das ist eine Konsolenausgabe
```

Darüber hinaus werde ich der Einfachheit halber, wo immer diese Funktion verwendet wird, auf diese im Fließtext mit `print` verweisen und mir die eigentlich korrekte Bezeichnung aus Platzgründen sparen.

## 2.1.3 Befehle und Semikolons

Bei der Entwicklung mit Swift schreibt man verschiedene aufeinanderfolgende Befehle, um damit am Ende ein funktionsfähiges Programm umzusetzen. Pro Zeile wird dabei genau ein Befehl geschrieben, beispielsweise um eine Variable zu erstellen oder einen Text auf der Konsole auszugeben. Jeder neue Befehl folgt in einer neuen Zeile (siehe Listing 2.2).

### Listing 2.2 Schreiben eines Befehls pro Zeile

```
print("Das ist ein erster Befehl.")
print("Anschließend folgt ein zweiter.")
```

```
print("Und zum Abschluss ...")  
print("... noch ein vierter!")
```

In vielen anderen Programmiersprachen muss jeder Befehl mit einem Semikolon ; abgeschlossen werden. In Swift ist das ebenfalls möglich, aber kein Muss (wie das Listing von eben gezeigt hat). Sie können den Code aus Listing 2.2 also auch so wie in Listing 2.3 gezeigt umsetzen und am Ende eines jeden Befehls ein Semikolon setzen.

**Listing 2.3** Schreiben eines Befehls mit abschließendem optionalen Semikolon

```
print("Das ist ein erster Befehl.");  
print("Anschließend folgt ein zweiter.");  
print("Und zum Abschluss...");  
print("...noch ein vierter!");
```

Ein Semikolon zum Abschluss ist nur dann Pflicht und zwingend notwendig, wenn Sie *mehrere* Befehle in einer Zeile schreiben möchten (siehe Listing 2.4).

**Listing 2.4** Schreiben mehrerer Befehle in einer einzigen Zeile

```
print("Erster Befehl ..."); print("... direkt gefolgt vom zweiten!")
```

Der letzte Befehl innerhalb der Zeile muss wiederum nicht zwingend mit einem Semikolon abgeschlossen werden, kann es aber optional.



### Semikolon – ja oder nein?

Womöglich fragen Sie sich nach diesem Abschnitt, was nun die bessere Lösung ist; Befehle mit einem Semikolon abschließen oder nicht? Und sollten in Swift mehrere Befehle in eine einzige Zeile geschrieben werden?

Ob und wie Sie letztlich das Semikolon in Swift auf die gezeigte Art und Weise verwenden, ist zunächst einmal voll und ganz Ihnen überlassen. Ich allerdings orientiere mich bei der Arbeit mit Swift an Apples Vorgehen aus der offiziellen Dokumentation, und dort wird prinzipiell **kein** Semikolon bei der Programmierung mit Swift eingesetzt (auch mehrere Befehle pro Zeile finden sich dort nicht). Wenn Sie also nicht gerade ein extremer Fan von Semikolons sind, dann würde ich Ihnen empfehlen, es genauso zu handhaben und einen Befehl pro Zeile zu schreiben – ohne abschließendes Semikolon.

## 2.1.4 Operatoren

Operatoren dienen dazu, im Code Befehle (wie beispielsweise Zuweisungen oder Berechnungen) durchzuführen. Da sich Operatoren durch viele Bereiche der Programmiersprache ziehen, möchte ich Ihnen gleich an dieser Stelle eine Übersicht der in Swift verfügbaren Operatoren geben (siehe Tabelle 2.2). An den Stellen im Buch, an denen diese Operatoren konkret zum Einsatz kommen, erhalten Sie weitere Erläuterungen und Ergänzungen dazu.

**Tabelle 2.2** Operatoren in Swift

| Operator       | Art                 | Funktion   |
|----------------|---------------------|--|
| =              | Zuweisungsoperator  | Weist den Wert auf der rechten Seite des Operators dem Objekt auf der linken Seite zu.   |
| ==             | Vergleichsoperator  | Prüft, ob der Wert links vom Operator mit dem rechts vom Operator identisch ist.   |
| !=             | Vergleichsoperator  | Prüft, ob der Wert links vom Operator mit dem rechts vom Operator nicht identisch ist.   |
| <              | Vergleichsoperator  | Prüft, ob der Wert links vom Operator kleiner dem rechts vom Operator ist.   |
| <=             | Vergleichsoperator  | Prüft, ob der Wert links vom Operator kleiner oder gleich dem rechts vom Operator ist.   |
| >              | Vergleichsoperator  | Prüft, ob der Wert links vom Operator größer dem rechts vom Operator ist.  |
| >=             | Vergleichsoperator  | Prüft, ob der Wert links vom Operator größer oder gleich dem rechts vom Operator ist.  |
| +              | Berechnungsoperator | Dient zur Durchführung von Additionen.   |
| -              | Berechnungsoperator | Dient zur Durchführung von Subtraktionen.  |
| *              | Berechnungsoperator | Dient zur Durchführung von Multiplikationen.   |
| /              | Berechnungsoperator | Dient zur Durchführung von Divisionen.   |
| %              | Berechnungsoperator | Dient zur Berechnung des Rests bei einer Division.   |
| +=             | Berechnungsoperator | Erhöht den Wert links vom Operator um den Wert rechts vom Operator.  |
| --             | Berechnungsoperator | Verringert den Wert links vom Operator um den Wert rechts vom Operator.  |
| &&             | Logischer Operator  | Verknüpft zwei Bedingungen mittels UND; ist eine von ihnen <code>false</code> , ist auch das Ergebnis <code>false</code> .   |
|                | Logischer Operator  | Verknüpft zwei Bedingungen mittels ODER; ist eine von beiden <code>true</code> , ist auch das Ergebnis <code>true</code> .   |
| !              | Logischer Operator  | Kehrt einen Wahrheitswert um ( <code>true</code> wird <code>false</code> , <code>false</code> wird <code>true</code> ).  |
| ...            | Range-Operator      | Erstellt eine Wertereihe, die mit dem Wert links vom Operator beginnt und mit einschließlich dem Wert rechts vom Operator endet. Dabei darf der Wert links vom Operator nicht größer sein als der rechts vom Operator. |
| .. <b>&lt;</b> | Range-Operator      | Erstellt eine Wertereihe, die mit dem Wert links vom Operator beginnt und mit ausschließlich dem Wert rechts vom Operator endet. Dabei darf der Wert links vom Operator nicht größer sein als der rechts vom Operator. |
| ??             | Nil-Operator        | Prüft den optionalen Wert links vom Operator. Ist dieser <code>nil</code> , wird der Wert rechts vom Operator zurückgegeben, andernfalls wird der Wert links entpackt und zurückgegeben.                               |

## ■ 2.2 Variablen und Konstanten

Mithilfe von Variablen und Konstanten speichern Sie Werte zwischen, die Sie dann auslesen und weiterverarbeiten können. Einer Konstanten kann nur einmalig ein Wert zugewiesen werden, dieser ist anschließend nicht mehr veränderbar. Der Versuch, den Wert einer Konstanten anschließend zu ändern, endet in einem Compiler-Fehler. Im Gegensatz dazu kann der einer Variablen zugewiesene Wert jederzeit geändert werden.

### 2.2.1 Erstellen von Variablen und Konstanten

Eine Variable wird in Swift mittels des Schlüsselworts `var` deklariert, eine Konstante mittels `let`. Nach dem jeweiligen Schlüsselwort folgt der gewünschte Name für die Variable beziehungsweise Konstante. Dieser beginnt in Swift typischerweise mit einem Kleinbuchstaben, setzt sich der Name aus mehreren verschiedenen Wörtern zusammen, so beginnt man jedes folgende Wort typischerweise mit einem Großbuchstaben.

Listing 2.5 zeigt ein Beispiel dazu. Dort wird je eine Variable und eine Konstante deklariert und dieser direkt ein Wert (in diesem Fall ein String) zugewiesen. Die Zuweisung erfolgt mithilfe des Zuweisungsoperators `=`.

#### Listing 2.5 Erstellen von Variablen und Konstanten

```
var aVariable = "Eine Variable"
let aConstant = "Eine Konstante"
```

Um nach der Deklaration auf die Werte von Variablen und Konstanten zuzugreifen, nutzt man einfach den vergebenen Variablen- beziehungsweise Konstantennamen. So wird in Listing 2.6 auf die zuvor erstellte Variable `aVariable` zugegriffen und ihr ein neuer Wert zugewiesen.

#### Listing 2.6 Zugriff auf eine erstellte Variable

```
aVariable = "Ein neuer String"
```

Die Zuweisung eines Werts zu einer Variablen würde bei der zuvor deklarierten Konstanten `aConstant` nicht funktionieren, da Konstanten wie beschrieben nur einmalig ein Wert zugewiesen werden kann und dieser anschließend unveränderlich ist. Ein Versuch, den Wert einer Konstanten im Nachhinein zu ändern, führt immer zu einem Compiler-Fehler (siehe Listing 2.7).

#### Listing 2.7 Fehler beim Versuch des Änderns einer Konstanten

```
aConstant = "Eine neue Konstante"
// Compiler-Fehler: aConstant kann nicht verändert werden.
```



### Wann Variable, wann Konstante?

Möglicherweise denken Sie nach dem Lesen dieses Abschnitts, dass es sinnvoll ist, sicherheitshalber lieber immer eine Variable statt eine Konstante zu erstellen, da Sie diese im Zweifelsfall noch verändern können. Das sollten Sie aber per se keinesfalls tun.

Denn diese Medaille hat noch eine zweite Seite: Sobald Sie beispielsweise einen neuen Wert erstellen, der innerhalb Ihres Programms unveränderlich sein soll (beispielsweise weil er eine grundlegende und essenzielle Information enthält), dann können Sie genau dieses gewünschte Verhalten damit sicherstellen, diesen Wert mittels `let` als Konstante zu deklarieren. Wenn Sie dann fälschlicherweise an einer Stelle in Ihrem Projekt nun doch versuchen, genau diesen Wert zu ändern, dann macht Sie der Compiler direkt auf dieses Problem aufmerksam. Und genau für solche Zwecke – für Werte, die einmal gesetzt und anschließend nicht mehr verändert werden sollen – sind Konstanten da.

Das geht sogar so weit, dass in Swift generell der Grundsatz gilt: Wenn ein Wert nicht geändert werden muss oder soll, dann deklarieren Sie ihn als Konstante! Erstellen Sie daher im Zweifelsfall lieber eine unveränderliche Konstante als eine Variable in Swift. Sollte sich das später doch als möglicher Fehler herausstellen, ist es immer noch ein Leichtes, die Deklaration von einer Konstanten hin zu einer Variablen zu verändern.

## 2.2.2 Variablen und Konstanten in der Konsole ausgeben

Um den Wert von Variablen und Konstanten auf der Konsole auszugeben (beispielsweise bei der Suche nach Fehlern im Code) steht in Swift die Funktion `print` zur Verfügung. Typischerweise wird `print` ein String übergeben, der anschließend in der Konsole ausgegeben wird (siehe dazu auch den vorherigen Abschnitt 2.1.2, „`print`“). Sie können innerhalb dieses Strings aber auch eine Variable oder Konstante als eine Art Platzhalter übergeben, deren Wert dann in den String der `print`-Funktion eingefügt und ausgegeben wird. Um eine Variable oder Konstante auf die genannte Art und Weise in einen String einzubinden, müssen Sie sie innerhalb des Strings besonders kennzeichnen. Dazu nutzen Sie den folgenden Code:

```
\(<VARIABLE ODER KONSTANTE>)
```

In Listing 2.8 sehen Sie einmal ein Beispiel dazu, wie die Werte von Variablen und Konstanten mittels `print` ausgegeben werden können. Dazu werden die im vorherigen Abschnitt erstellte Variable `aVariable` und die Konstante `aConstant` verwendet.

### Listing 2.8 Ausgabe der Werte von Variablen und Konstanten mittels `print`

```
print("aVariable hat folgenden Wert: \(aVariable)")
print("aConstant hat folgenden Wert: \(aConstant)")
// aVariable hat folgenden Wert: Ein neuer String
// aConstant hat folgenden Wert: Eine Konstante
```

Das gezeigte Vorgehen wird auch als *String Interpolation* bezeichnet; mehr dazu erfahren Sie in Kapitel 4, „Typen in Swift“.

### 2.2.3 Type Annotation und Type Inference

Variablen und Konstanten in Swift sind immer einem ganz bestimmten Typ zugewiesen. Eine Variable ist beispielsweise also entweder eine Zahl *oder* ein String. Handelt es sich bei ihr um eine Zahl, dann können ihr auch nur Zahlen und keine Strings zugewiesen werden, umgekehrt gilt genau das Gleiche. Dieses Verhalten wird als *Typsicherheit* bezeichnet, da man sich darauf verlassen kann, dass eine Variable oder Konstante immer nur einen Wert passend zu ihrem Typ besitzt.

Wenn Sie eine neue Variable oder Konstante erstellen, können Sie direkt angeben, von welchem Typ diese Variable beziehungsweise Konstante ist. Dazu fügen Sie nach dem Namen der Variablen oder Konstanten einen Doppelpunkt, gefolgt vom gewünschten Typ, ein. In Listing 2.9 sehen Sie ein Beispiel dazu.

#### Listing 2.9 Typzuweisung bei der Erstellung von Variablen und Konstanten

```
var aString: String
let anInteger: Int
```

Hier wird festgelegt, dass die Variable `aString` vom Typ `String` ist und die Konstante `anInteger` vom Typ `Int` (sowohl bei `String` als auch bei `Int` handelt es sich um automatisch bei der Programmierung mit Swift zur Verfügung stehende Typen aus der Swift Standard Library). Möchte man diesen beiden nun einen Wert zuweisen, so ist darauf zu achten, dass `aString` nur eine Zeichenkette entgegennehmen kann, während man `anInteger` nur eine Ganzzahl zuweisen kann (siehe Listing 2.10). Der Versuch, ihnen einen Wert eines anderen Typs zuzuweisen, hätte einen Compiler-Fehler zur Folge.

#### Listing 2.10 Wertzuweisung passend zu den Typen von Variablen und Konstanten

```
aString = "Ein mittels Type Annotation erstellter String"
anInteger = 19
```

Das gezeigte Vorgehen der direkten Typzuweisung beim Erstellen einer Variablen oder Konstanten wird als *Type Annotation* bezeichnet. Sollte diese nicht angewendet werden und – wie in den vorherigen Listings dieses Abschnitts zu sehen war – einer neuen Variablen oder Konstanten stattdessen direkt ein Wert zugewiesen werden, dann tritt die sogenannte *Type Inference* in Kraft. Fehlt nämlich eine konkrete Typzuweisung mittels Type Annotation, dann ermittelt Swift selbst, welchen Typ die Variable oder Konstante besitzen soll, sobald ihr ein Wert zugewiesen wird. Betrachten wir dazu einmal in Listing 2.11 die Erstellung einer neuen Konstanten und Variablen mittels Type Inference.

#### Listing 2.11 Erstellen neuer Variablen mittels Type Inference

```
let myName = "Thomas Sillmann"
var myAge = 28
// myName ist vom Typ String
// myAge ist vom Typ Int
```

Auch wenn es im Listing selbst nicht explizit angegeben ist, legt Swift automatisch sowohl für die Konstante `myName` als auch für die Variable `myAge` einen Typ fest, ausgehend von dem zugewiesenen Wert. So entspricht `myName` nun dem Typ `String` und `myAge` dem Typ `Int`.

Wann sollten Sie nun welches der beiden Verfahren einsetzen? Wann ist die explizite Typzuweisung mittels Type Annotation notwendig und in welchen Fällen kann man Swift den Typ selbst mittels Type Inference ermitteln lassen?

Generell ist der Einsatz von Type Annotation in zwei Situation zwingend notwendig:

1. Wenn Sie einer neuen Variable oder Konstanten bei deren Deklaration noch keinen Wert zuweisen, müssen Sie in jedem Fall den gewünschten Typ für diese Variable oder Konstante angeben (so wie in Listing 2.9); andernfalls kommt es zu einem Compiler-Fehler.
2. Wenn der mittels Type Inference von Swift ermittelte Typ bei der Erstellung einer Variablen oder Konstanten nicht dem gewünschten Typ entspricht, muss ebenfalls explizit der korrekte Typ mittels Type Annotation angegeben werden.

Den zweiten Punkt möchte ich zum besseren Verständnis noch einmal anhand eines Beispiels erläutern. Dazu wird in Listing 2.12 eine neue Variable namens `aDouble` erstellt und ihr der Zahlenwert `99` zugewiesen. Wie der Name der Variablen andeutet, soll diese im Code als `Double` (also als Fließkommazahl) verwendet werden können.

**Listing 2.12** Erstellen einer neuen Variablen mit dem gewünschten Typ `Double`

```
Var aDouble = 99
// aDouble entspricht dem Typ Int
```

Zwar ist der gezeigte Code korrekt, allerdings handelt es sich bei `aDouble` nun nicht um eine Variable vom gewünschten Typ `Double`, sondern um eine vom Typ `Int`. Denn Swift vermutet hinter der zugewiesenen Ganzzahl `99` nun einmal keine Fließkommazahl, auch wenn `99` natürlich nichtsdestoweniger ein valider Wert für eine Fließkommazahl wäre. Der Versuch, `aDouble` nun im Nachhinein einen Wert wie `19.99` zuzuweisen, würde ebenfalls in einem Compiler-Fehler enden. Daher ist es in so einem Fall zwingend notwendig, den gewünschten Typ ebenfalls explizit mittels Type Annotation anzugeben, wie in Listing 2.13 zu sehen.

**Listing 2.13** Erstellen einer neuen `Double`-Variablen mittels Type Annotation

```
var aDouble: Double = 99
```

Damit ist trotz der Zuweisung einer Ganzzahl die Variable `aDouble` vom Typ `Double` und sie kann somit auch mit Fließkommazahlen umgehen.

## 2.2.4 Gleichzeitiges Erstellen und Deklarieren mehrerer Variablen und Konstanten

Sie haben in Swift die Möglichkeit, sowohl mehrere Variablen und Konstanten direkt in einem Befehl zu erstellen und ihnen dabei auf Wunsch auch bereits Werte zuzuweisen. Dazu beginnen Sie den entsprechenden Befehl entweder mit dem Schlüsselwort `var` (für zu erstellende Variablen) oder `let` (für zu erstellende Konstanten) und benennen dann kommasepariert alle neu zu erstellenden Variablen beziehungsweise Konstanten. Dabei können

Sie entweder allen oder einzelnen Elementen direkt nach dem Namen auf die bekannte Art und Weise einen Wert zuweisen oder einen festen Typ mittels Type Annotation definieren. In Listing 2.14 sehen Sie einige Beispiele dazu, wie dieses Prinzip praktisch angewendet werden kann.

**Listing 2.14** Gleichzeitiges Erstellen und Deklarieren mehrerer Variablen und Konstanten

```
var firstValue: Int, secondValue: Double, thirdValue: String
var firstString, secondString, thirdString: String
let firstInt = 19, secondInt = 99
let numericValue = 19, numericString = "99"
```

Besonders interessant ist dabei auch die zweite Zeile `var firstString, secondString, thirdString: String`, in der nur eine einzige Type Annotation ganz am Ende erfolgt. Dadurch wird allen in diesem Befehl neu erstellten Variablen der am Ende explizit definierte Typ `String` zugewiesen, womit man sich die wiederholende Schreibarbeit spart, möchte man mehrere neue Variablen oder Konstanten auf einmal von ein und demselben Typ definieren.

## 2.2.5 Namensrichtlinien

Bei der Benennung von Variablen und Konstanten in Swift haben Sie – gerade im Vergleich mit anderen Programmiersprachen – sehr viele Freiheiten. So können beispielsweise Sonderzeichen wie Pi  $\pi$  oder sogar Emojis für Variablen- und Konstantennamen verwendet werden (siehe Listing 2.15).

**Listing 2.15** Verwendung von Sonderzeichen und Emojis als Variablen- und Konstantennamen

```
let  $\pi$  = 3.14159
let 🐸 = "Frog"
```

Dennoch sind einige Dinge nicht erlaubt und führen direkt zu einem Compiler-Fehler. Beispielsweise müssen Sie auf jegliche Leerzeichen in einem Variablen- oder Konstantennamen verzichten, ebenso wie auf mathematische Operatoren oder Pfeile. Auch dürfen Variablen- oder Konstantennamen nicht mit einer Ziffer beginnen, ansonsten sind Ziffern im Namen aber erlaubt.



### Im Zweifel lieber drauf verzichten

So schön die genannten Möglichkeiten und Freiheiten bei der Benennung von Variablen und Konstanten auch sind, sollte man sich durchaus überlegen, ob und wann sie tatsächlich angebracht sind. Gerade Sonderzeichen und Emojis sind womöglich eher ungeeignet für den eigenen Code, auch wenn diese Möglichkeit – wie wir gesehen haben – in Swift ja durchaus zur Verfügung steht. Wenn es keinen konkreten oder sinnvollen Grund für die Verwendung dieser Sonderzeichen gibt, sollten Sie im Zweifelsfall lieber darauf verzichten und stattdessen mit den bekannten alphanumerischen Zeichen bei der Benennung von Variablen und Konstanten arbeiten.

## ■ 2.3 Kommentare

Kommentare sind ein beliebtes und zugleich sehr wichtiges Mittel in der Programmierung zur Dokumentation des eigenen Quellcodes. Kommentare werden vom Compiler ignoriert und nicht ausgeführt, was bedeutet, dass alles, was Sie innerhalb von Kommentaren schreiben, keinen Einfluss auf die Funktionalität Ihrer Anwendung hat. Typischerweise geben Sie mit Kommentaren Aufschluss über die Funktionsweise bestimmter Befehle oder die Aufgabe von deklarierten Variablen und Konstanten.

In Swift gibt es zwei Arten von Kommentaren: solche, die genau für eine Zeile gelten und solche, die sich über beliebig viele Zeilen erstrecken.

Ein einfacher einzelzeiliger Kommentar wird mit zwei Slashes `//` eingeleitet, direkt im Anschluss beginnt der Kommentar. Alles, was also hinter den beiden Slashes steht, wird vom Compiler ignoriert und dient einzig und allein dazu, den Quellcode zu dokumentieren. In Listing 2.16 sehen Sie ein einfaches Beispiel dazu.

### Listing 2.16 Ein einzelzeiliger Kommentar

```
// Ein Kommentar
```

Solch ein Kommentar kann sowohl am Anfang als auch am Ende einer Zeile stehen (am Ende bedeutet dabei nach dem letzten Befehl innerhalb dieser Zeile). Auch dazu sehen Sie ein kleines Beispiel in Listing 2.17.

### Listing 2.17 Ein einzelzeiliger Kommentar nach einem Befehl

```
print("Hier wird noch Code ausgeführt...") // ... dann folgt ein Kommentar!
```

Manchmal benötigt aber ein sinnvoller Kommentar mehr Platz als nur eine einzige Zeile, und hier kommen die mehrzeiligen Kommentare ins Spiel. Diese beginnen mit einem `/*` und enden mit einem `*/`. Alles, was sich dazwischen – auch über mehrere Zeilen hinweg – befindet, gehört zum Kommentar (siehe Listing 2.18).

### Listing 2.18 Ein mehrzeiliger Kommentar

```
/* Der Kommentar beginnt in der ersten Zeile ...  
... erstreckt sich über die zweite ...  
... und endet schließlich in der dritten! */
```

Dabei können mehrzeilige Kommentar in Swift sogar verschachtelt werden, ein mehrzeiliger Kommentar kann also einen weiteren mehrzeiligen Kommentar enthalten. Wie so etwas aussehen kann, zeigt Listing 2.19.

### Listing 2.19 Verschachtelte Kommentare

```
/* Hier beginnt der erste Kommentar ...  
/* ... und hier der zweite ...  
... der in dieser Zeile bereits wieder endet ... */  
... sowie auch abschließend der erste Kommentar. */
```

# Index

## Symbole

- ^ 402
- & 401
- << 413
- | 402
- ~ 400
- 0b 395
- 0o 395
- 0x 395
- @autoreleasepool 358
- @available 360
- #available 359
- @escaping 416
- #keyPath 355, 370
- \_Nonnull 363
- \_Nullable 363
- \_Null\_unspecified 363
- @objc 287, 349, 370, 380
- #selector 368
- .swift 327

## A

- Abfrage 63
- Access Control 328
- Access Level 328
  - Explizite Zuweisung 332
  - Implizite Zuweisung 332
- alloc 365
- Any 130, 298, 371
- AnyObject 130, 298, 348
- API Availability 359
- Apple 339
- ARC 224, 247
- Argument Label 137
- Array 49, 88
  - mutable 91
  - Shorthand Syntax 89
- as 299
- as! 299
- as? 299

- associatedtype 323
- Associated Type 322
- Associated Values 161
- Automatic Bridging 341
- Automatic Reference Counting 224, 247
- autoreleasepool
  - Funktion 358
- Autorelease Pool 358

## B

- Basisklasse 230
- Binäres Zahlensystem 399
- Binary Operator 404
- Bitmaske 413
- Bitwise Left Shift Operator 413
- Bitwise Operator 399
  - AND 401
  - NOT 400
  - OR 402
  - XOR 402
- Block 365
- Bool 48, 81
- break 69, 73
- Bridging 341

## C

- C 374, 400
  - Programmiersprache 339
- Category 367
- Character 83
- Chris Lattner 2
- class 285, 371
- Class 172
- Class Factory Method 365
- Class-Protocol 285
- Closure 148
  - Autoclosure 154
  - Default Value 149
  - Function Type 150

- Implicit Return 152
- Shorthand Argument Name 152
- Trailing Closure 153
- Closure Capture List 420
- Cocoa 339 f.
- Compound Assignment Operator 405
- Computed Variable 198
- Context 352
- continue 73
- Control Transfer Statement 73
- convenience 274
  - Schlüsselwort 220
- Convenience Initializer 366
- Core Foundation 343

## D

- Datentyp
  - primitiver 374
- Debug Area
  - Xcode 19
- Default Initializer 209
- deinit 224
- Deinitialisierung 224
- Delegate 290
- Delegation 278, 290, 344
- Design Pattern 290, 344
- Dictionary 49, 105
  - Shorthand Syntax 105
- do-catch 308
- Double 48, 80
- Downcasting 297
- dynamic 351
- Dynamic Method Lookup 426

## E

- Editor Area
  - Xcode 16 f.
- Enumeration 375
  - Recursive Enumeration 422
- Equivalence Operator 407
- Error 303, 357
- Error Handling 303, 357
- Escaping Closure 416
- extension 261, 280
- Extension 261, 279, 367
  - Computed Property 261
  - Initializer 263
  - Methode 262
  - Nested Type 265
  - Subscript 265

## F

- Failable Initializer 366
- fallthrough 69

- fileprivate 329, 331
- File-private Access 329, 331
- final 233, 275
- Fließkommazahl 48
- Float 48, 80
- for 61
- for-in 59
- Forced Unwrapping 117
- Foundation 189, 328, 341, 343, 351
- Foundation-Framework 287
- Framework 327
- func 135
- Function Type 145, 365
- Funktion 135
  - globale 200
  - lokale 200
  - Name 137
  - verschachtelte 148

## G

- Ganzzahl 48
- Generic 315, 367
- Generic Function 316
- Generic Type 319
- Generic Where Clause 426

## I

- IBM Swift Sandbox 43
- id 371
- if 63
- Implicit Return 152
- Implicitly Assigned Raw Value 165
- Implicitly Unwrapped Optional 120
- import 287, 327
- Index 84
- indirect 422
- infix 410
- init! 223
- init? 221
- Initialisierung 167, 209, 234
- Initialization Parameters 213
- Initializer 209, 234, 365
  - Convenience Initializer 218
  - Default Initializer 209
  - Deinitializer 224
  - Designated Initializer 218
  - Failable Initializer 220
  - Memberwise Initializer 210, 337
  - Required Initializer 223, 244, 336
- Initializer Delegation 216
  - Reference Type 218
  - Value Type 217
- inout 405
- Installation 5
  - Linux 7

- macOS 6
- Instance Methods 201
- Instanz 166
- Int 48, 80
  - Binär 395
  - Dezimal 395
  - Hexadezimal 395
  - Oktal 395
- Int8 79
- Int16 79
- Int32 79
- Int64 79
- Integer 79
  - Wertebereich 79
- internal 329, 331
- Internal Access 329, 331
- Interoperability 339f.
- Interval Matching 70
- Introspection 357
- iOS 178, 189, 340, 360
- iOSApplicationExtension 360
- is 298, 357

## K

- Kategorie 367
- Key-Path 351, 369
- Key-Value Observing 351, 369
- Key-Value Pairs 105
- Klasse 172
  - abstrakte 387
- Klassenprotokoll 285
- Konstante 52
  - lokale 199
- KVO 351

## L

- Labeled Statement 75
- lazy 185, 199, 357
- Lazy Initialization 356
- let 52
- Lightweight Generic Parameterization 367
- Linux 4
- Localization 358

## M

- macOS 4, 178, 189, 340, 360
- macOSApplicationExtension 360
- Makro 427
- Mehrfachvererbung 285
- Memberwise Initializer 170, 174, 210, 337
- Methode 170, 200, 362
  - Instanzmethode 201
  - Typmethode 204

- Migration 339
- Mix and Match 339, 377
  - App-Target 378
  - Framework-Target 380
- Module 327
- Mutable-Klassen 342
- mutating 203, 263, 271

## N

- Navigator Area
  - Playground 26
  - Xcode 16
- Nested Functions 148
- Nested Type 259, 265
- nil 107, 116, 299
- Nil-Coalescing Operator 398
- nonnull 363, 371
- NS\_ASSUME\_NONNULL\_BEGIN 364
- NS\_ASSUME\_NONNULL\_END 364
- NS\_ENUM 375
- NS\_EXTENSIBLE\_STRING\_ENUM 376
- NS\_STRING\_ENUM 375
- NS\_SWIFT\_NAME 428
- NS\_SWIFT\_UNAVAILABLE 428
- NSError 357
- NSKeyValueObservingOptions 352
- NSObject 351
- null\_unspecified 363
- Nullability 363
- nullable 363, 371

## O

- Objective-C 339f.
- Objective-C Bridging Header 378
- Objekt 385
- Objektorientierte Programmierung 383f.
- Observer 351
- Observing-Options 352
- OOP 383f.
- open 330f.
- Open Access 330f.
- Operator 396
  - logischer 66
- Operator Method 403
- Option Set 411
- optional 287
- Optional 115, 165, 363, 424
  - entpacken 116f.
- Optional Binding 119, 289
- Optional Chaining 121, 347
- override 230

**P**

Page  
 – Playground 27  
 Parameter 136  
 – Default Value 140  
 – In-Out Parameter 142  
 – Variadic Parameter 141  
 Parameter Name 137  
 Placeholder Type 317  
 Playground 20  
 – Aufbau 23  
 – Dateien hinzufügen 27  
 – Erstellen 21  
 – Formatierungen 29  
 – Navigator Area 26  
 – Page 27  
 – Utilities Area 27  
 postfix 406, 410  
 Postfix-Operator 406  
 prefix 406, 410  
 Prefix-Operator 406  
 Primitive Type 374  
 private 328, 331  
 Private Access 328, 331  
 Product Module Name 378  
 Product Name 378  
 Programmierparadigma 383  
 Programmierung  
 – objektorientierte 383  
 – protokollorientierte 383  
 Project Navigator  
 – Xcode 16  
 Property 170, 181, 361  
 – Computed Property 188  
 – Instance Property 195  
 – Lazy Stored Property 184  
 – Read-Only Computed Property 190  
 – Stored Property 182  
 – Type Property 195  
 Property Default Value 215  
 Property Observer 192  
 protocol 267  
 Protocol Composition 289, 391  
 Protokoll 266, 389  
 – Class-only 285  
 – Initializer 274  
 – Methode 270  
 – Property 268  
 – Subscript 273  
 – Typ 277  
 – Vererbung 284  
 Protokollorientierte Programmierung 383, 389  
 public 330 f.  
 Public Access 330 f.  
 Punktnotation 78

**Q**

Quick Look 24

**R**

RawRepresentable 377  
 Raw Value 163  
 – Implicitly Assigned Raw Value 165  
 Read-Only Computed Property 190  
 Recursive Enumeration 422  
 Reference Type 131, 172  
 REPL 4  
 required 223, 244, 275  
 Required Initializer 223  
 Resources  
 – Ordner, Playground 28  
 return 144  
 Rückgabewert 143

**S**

Schleife 59  
 Schlüssel-Wert-Paar 105  
 Selector 348, 368  
 self 169, 178, 201, 204  
 Set 96  
 Shorthand Argument Names 152  
 Signed Integer 79  
 Singleton 355  
 Sources  
 – Ordner, Playground 28  
 Source File 327  
 Speicheradresse 352  
 Speicherverwaltung 247  
 sqrt() 189  
 static 195, 203, 403  
 Stored Constant 199  
 Stored Variable 198  
 String 48, 81  
 String Immutability 82  
 String Interpolation 54, 88  
 String Mutability 82  
 Strong Reference 252  
 Strong Reference Cycle 250, 419  
 struct 166  
 Structure 166, 376  
 Subklasse 229  
 subscript  
 – Schlüsselwort 204  
 Subscript 85, 204  
 Subscript Overloading 208  
 super 233  
 Superklasse 229  
 Swift 1  
 Swift.org 1, 44  
 Swift Playgrounds 4

- App 38
- iPad-App 20
- Swift Standard Library 47, 341f.
- Swift Type Compatibility 371
- switch 67
  - Compound Case 70
  - Explicit Fallthrough 69
  - Implicit Fallthrough 69
- Syntra Small 42

## T

- Target-Action 348
- Ternary Conditional Operator 396
- throw 305
- throws 304, 371
- try 307f.
- try! 313
- try? 311
- Tuple 96, 110
- tvOS 178, 189, 340, 360
- tvOSApplicationExtension 360
- Two-Phase Initialization 235
- Typ
  - Platzhalter 317
- Type Alias 130
- Type Annotation 54, 342
- Type Cast Operator 299
- Type Casting 130, 299
- Type Check Operator 298
- Type Checking 296, 298, 357
- Type Constraint 322
- Type Inference 54
- Type Method 203
- Type Parameter 319
- Type Property 195
- typedef 375
- Typmethode 204
- Typsicherheit 54, 89, 105

## U

- UIButton
  - Klasse 348
- UIKit 328, 347f.
- UInt 80
- UInt8 79, 400
- UInt16 79
- UInt32 79
- UInt64 79
- UITableView
  - Klasse 347
- UITableViewDataSource
  - Protokoll 347
- UITableViewDelegate
  - Protokoll 347
- Unary Minus Operator 399

- Unary Plus Operator 399
- unowned 255
- Unowned Reference 255, 257
- Unsigned Integer 79
- Utilities Area
  - Playground 27
  - Xcode 17

## V

- Value Binding 113, 309
- Value Type 131, 172
- var 52
- Variable 52
  - globale 197
  - lokale 197
- Variables View
  - Xcode 19
- Vererbung 284, 384
- Visual Studio Code 40
- Void 146

## W

- Wahrheitswert 48, 81
- watchOS 178, 189, 340, 360
- watchOSApplicationExtension 360
- weak 252
- Weak Reference 252, 257
- where 115, 310, 426
- while 61
- Worldwide Developers Conference 2
- WWDC 2, 389

## X

- Xcode 10, 339
  - Debug Area 19
  - Editor Area 16f.
  - Einstellungen 20
  - Konsole 19
  - Navigator Area 16
  - Project Navigator 16
  - Toolbar 15
  - Utilities Area 17
  - Variables View 19
- Xcode-Generated Header 379

## Z

- Zahlenliteral 395
- Zahlensystem
  - binäres 399
- Zeichenkette 48, 81
- Zwei-Phasen-Initialisierung 235