HANSER

Leseprobe

zu

Programmieren lernen mit Kotlin

von Christian Kohls und Alexander Dobrynin

Print-ISBN: 978-3-446-47712-4
E-Book-ISBN: 978-3-446-47849-7
E-Pub-ISBN: 978-3-446-48005-6

Weitere Informationen und Bestellungen unter
https://www.hanser-kundencenter.de/fachbuch/artikel/9783446477124
sowie im Buchhandel

© Carl Hanser Verlag, München

Inhalt

Vorwort ... XVII

1 Einführung ... 1
1.1 Eine Sprache für viele Plattformen ... 2
1.2 Deshalb ist Kotlin so besonders ... 3
1.3 Darauf dürfen Sie sich freuen ... 4

Teil I: Konzeptioneller Aufbau von Computern und Software ... 7

2 Komponenten eines Computers ... 9
2.1 Beliebige Daten als binäre Zahlen ... 9
2.2 Wie Zahlen in Texte, Bilder und Animationen umgewandelt werden ... 12
2.3 Zahlen als ausführbarer Code ... 13

3 Zugriff auf den Speicher ... 15
3.1 Organisation des Speichers ... 16
3.2 Daten im Speicher und Datenverarbeitung im Prozessor ... 17
3.3 Heap und Stack ... 18
3.4 Programme als Code schreiben statt als Zahlenfolgen ... 18

4 Interpreter und Compiler ... 21
4.1 Virtuelle Maschinen, Bytecode und Maschinencode ... 22
4.2 Kotlin – eine Sprache, viele Plattformen ... 23

5 Syntax, Semantik und Pragmatik ... 25
5.1 Syntax ... 25
5.2 Semantik ... 26
5.3 Pragmatik ... 28

6 Eingabe – Verarbeitung – Ausgabe ... 31

7 Los geht's ... 33
7.1 Integrierte Entwicklungsumgebung ... 34
7.2 Projekt anlegen ... 36

Teil II: Grundlagen des Programmierens ... 39

8 Anweisungen und Ausdrücke ... 41
8.1 Ausdrücke ... 42
8.1.1 Literale ... 43
8.1.2 Operationen ... 44
8.1.3 Variablen und Funktionsaufrufe ... 46
8.2 Evaluation von Ausdrücken ... 47
8.2.1 Evaluieren von Operatoren ... 47
8.2.2 Evaluieren von Funktionen ... 48
8.2.3 Evaluieren von Variablen ... 49
8.3 Zusammenspiel von Werten und Typen ... 50
8.3.1 Typprüfungen durch den Compiler ... 51
8.3.2 Typen als Bausteine ... 52

9 Basis-Datentypen ... 55
9.1 Numerics ... 56
9.2 Characters und Strings ... 60
9.3 Booleans ... 61
9.4 Arrays ... 62
9.5 Unit ... 64
9.6 Any ... 67
9.7 Nothing ... 68
9.8 Zusammenfassung ... 69

10 Variablen ... 71
10.1 Deklaration, Zuweisung und Verwendung ... 72
10.2 Praxisbeispiel ... 75
10.2.1 Relevante Informationen extrahieren ... 75
10.2.2 Das Problem im Code lösen ... 76
10.2.3 Zusammenfassung ... 78

11 Kontrollstrukturen ... 79
11.1 Fallunterscheidungen mit if ... 79
11.1.1 if-Anweisung ... 79
11.1.2 if-Ausdruck ... 81

11.2 Pattern-Matching mit when ... 83
11.2.1 Interpretieren von Werten ... 85
11.2.2 Typüberprüfungen ... 86
11.2.3 Überprüfen von Wertebereichen ... 88
11.2.4 Abbilden von langen if-else-Blöcken ... 90
11.3 Wiederholung von Code mit while-Schleifen ... 92
11.3.1 Zählen, wie oft etwas passiert ... 93
11.3.2 Gameloop ... 94
11.4 Iterieren über Datenstrukturen mit for-Schleifen ... 96
11.4.1 Iteration mit Arrays ... 97
11.4.2 Iteration mit Ranges ... 98
11.4.3 Geht das alles nicht auch mit einer while-Schleife? ... 99
11.5 Zusammenfassung ... 100

12 Funktionen ... 101
12.1 Top-Level- und Member-Functions ... 101
12.2 Funktionsaufrufe (Applikation) ... 102
12.3 Syntax ... 103
12.4 Funktionsdefinition (Deklaration) ... 105
12.5 Funktionen als Abstraktion ... 106
12.6 Scoping ... 108
12.7 Rekursive Funktionen ... 110
12.7.1 Endlose Rekursion ... 110
12.7.2 Terminierende Rekursion ... 110
12.7.3 Rekursion vs. Iteration ... 112
12.7.4 Von Iteration zur Rekursion ... 113
12.8 Shadowing von Variablen ... 114
12.9 Inline-Funktionen ... 115
12.10 Pure Funktionen und Funktionen mit Seiteneffekt ... 116
12.10.1 Das Schlechte an Seiteneffekten ... 117
12.10.2 Ohne kommen wir aber auch nicht aus ... 120
12.10.3 Was denn nun? ... 121
12.11 Die Ideen hinter Funktionaler Programmierung ... 122
12.12 Lambdas ... 123
12.13 Closures ... 126
12.14 Funktionen höherer Ordnung ... 128
12.14.1 Funktionen, die Funktionen als Parameter akzeptieren ... 128
12.14.2 Funktionen, die Funktionen zurückgeben ... 130
12.15 Zusammenfassung ... 137
12.16 Das war’s ... 137

Teil III: Objektorientierte Programmierung **139**

13 Was sind Objekte? **141**

14 Klassen **145**

14.1 Eigene Klassen definieren 145
14.2 Konstruktoren 147
14.2.1 Aufgaben des Konstruktors 149
14.2.2 Primärer Konstruktor 149
14.2.3 Parameter im Konstruktor verwenden 150
14.2.4 Initialisierungsblöcke 150
14.2.5 Klassen ohne expliziten Konstruktor 151
14.2.6 Zusätzliche Eigenschaften festlegen 151
14.2.7 Klassen mit sekundären Konstruktoren 152
14.2.8 Default Arguments 153
14.2.9 Named Arguments 154
14.3 Funktionen und Methoden 155
14.3.1 Objekte als Parameter 155
14.3.2 Methoden: Funktionen auf Objekten ausführen 156
14.3.3 Von Funktionen zu Methoden 158
14.4 Datenkapselung 160
14.4.1 Setter und Getter 161
14.4.2 Berechnete Eigenschaften 163
14.4.3 Methoden in Eigenschaften umwandeln 163
14.4.4 Sichtbarkeitsmodifikatoren 165
14.5 Spezielle Klassen 167
14.5.1 Daten-Klassen 167
14.5.2 Enum-Klassen 172
14.5.3 Singuläre Objekte 176
14.5.4 Daten-Objekte 179
14.6 Verschachtelte Klassen 180
14.6.1 Statische Klassen 181
14.6.2 Innere Klassen 182
14.6.3 Lokale innere Klassen 184
14.6.4 Anonyme innere Objekte 184
14.7 Inline-Value-Klassen 185
14.8 Klassen und Objekte sind Abstraktionen 188
14.9 Zusammenfassung 189

15 Movie Maker – Ein Simulationsspiel ... 191
15.1 Überlegungen zur Klassenstruktur ... 192
15.1.1 Eigenschaften und Methoden von Movie ... 193
15.1.2 Eigenschaften und Methoden von Director ... 194
15.1.3 Eigenschaften und Methoden von Actor ... 195
15.1.4 Genre als Enum ... 195
15.1.5 Objektstruktur ... 196
15.2 Von der Skizze zum Programm ... 197
15.2.1 Movie-Maker-Projekt anlegen ... 197
15.2.2 Genre implementieren ... 198
15.2.3 Actor und Director implementieren ... 198
15.2.4 Erfahrungszuwachs bei Fertigstellung eines Films ... 200
15.3 Komplexe Objekte zusammensetzen ... 201
15.3.1 Skills als eine Einheit zusammenfassen ... 201
15.3.2 Begleit-Objekt für Skills ... 202
15.3.3 Objektkomposition und Objektaggregation ... 203
15.3.4 Zusammensetzung der Klasse Movie ... 205
15.3.5 Film produzieren ... 207
15.3.6 Ein Objekt für Spieldaten ... 208
15.3.7 Code zum Projekt ... 209

Teil IV: Vererbung und Polymorphie ... 211

16 Vererbung ... 213
16.1 Vererbungsbeziehung ... 214
16.2 Klassenhierarchien ... 216
16.3 Eigenschaften und Methoden vererben ... 217
16.4 Zusammenfassung ... 219

17 Polymorphie ... 221
17.1 Überschreiben von Methoden ... 222
17.1.1 Eine Methode unterschiedlich überschreiben ... 222
17.1.2 Dynamische Bindung ... 223
17.1.3 Überschreiben eigener Methoden ... 224
17.1.4 Überladen von Methoden ... 226
17.2 Typen und Klassen ... 227
17.2.1 Obertypen und Untertypen ... 228
17.2.2 Generalisierung und Spezialisierung ... 229
17.2.3 Typkompatibilität ... 231
17.2.4 Upcast und Downcast ... 234
17.2.5 Vorsicht bei der Typinferenz ... 235
17.2.6 Smart Casts ... 236

18 Abstrakte Klassen und Schnittstellen 237
18.1 Abstrakte Klassen 237
18.2 Schnittstellen 239
18.2.1 Schnittstellen definieren 240
18.2.2 Schnittstellen implementieren 240
18.2.3 Schnittstellen für polymorphes Verhalten 241
18.2.4 Standardverhalten für Interfaces 244
18.2.5 SAM-Interfaces 245
18.2.6 Mehrere Interfaces implementieren 249
18.3 Alles sind Typen 250
18.4 Zusammenfassung 252

Teil V: Robustheit 253

19 Nullfähigkeit 255
19.1 Nullfähige Typen 255
19.1.1 Typen nullfähig machen 256
19.1.2 Optional ist ein eigener Typ 256
19.2 Sicherer Zugriff auf nullfähige Typen 257
19.2.1 Überprüfen auf null 258
19.2.2 Safe Calls 258
19.2.3 Verkettung von Safe Calls 259
19.3 Nullfähige Typen auflösen 260
19.3.1 Überprüfen mit if-else 260
19.3.2 Der Elvis-Operator rockt 261
19.3.3 Erzwungenes Auflösen 261

20 Exceptions 263
20.1 Sowohl Konzept als auch eine Klasse 263
20.2 Beispiele für Exceptions 264
20.2.1 ArrayIndexOutOfBoundsException 264
20.2.2 ArithmeticException 265
20.3 Exceptions aus der Java-Bibliothek 266
20.4 Exceptions auffangen und behandeln 267
20.4.1 Schreiben in eine Datei 267
20.4.2 Metapher: Balancieren über ein Drahtseil 268
20.5 Exceptions werfen 270

20.6 Exceptions umwandeln ... 271
20.6.1 Von Exception zu Optional ... 272
20.6.2 Von Optional zu Exception ... 273
20.6.3 Exceptions vs. Optionals ... 273
20.7 Exceptions weiter werfen ... 274
20.8 Sinn und Zweck von Exceptions ... 277

21 Movie Maker als Konsolenspiel umsetzen ... 279
21.1 Die Gameloop ... 279
21.2 Einen neuen Film produzieren ... 281
21.3 Statistik anzeigen ... 284

22 Entwurfsmuster ... 285
22.1 Das Strategiemuster ... 286
22.1.1 Im Code verstreute Fallunterscheidungen mit when ... 286
22.1.2 Probleme des aktuellen Ansatzes ... 288
22.1.3 Unterschiedliche Strategien für die Ausgabe ... 289
22.1.4 Nutzen der Strategie ... 292
22.2 Das Dekorierermuster ... 292
22.2.1 Probleme des gewählten Ansatzes ... 294
22.2.2 Dekorierer für Komponenten ... 295
22.2.3 Umsetzung des Dekorierers ... 297
22.2.4 Nutzen des Dekorierers ... 299
22.3 Weitere Entwurfsmuster ... 300

23 Debugger ... 301

Teil VI: Datensammlungen und Collections ... 305

24 Überblick ... 307
24.1 Pair und Triple ... 309
24.1.1 Verwendung ... 309
24.1.2 Syntaktischer Zucker ... 310
24.1.3 Destructuring ... 310
24.1.4 Einsatzgebiete ... 310
24.2 Arrays ... 311
24.2.1 Direkter Datenzugriff ... 311
24.2.2 Arrays mit null-Referenzen ... 312
24.2.3 Arrays mit primitiven Daten ... 314
24.2.4 Arrays vs. Listen ... 314

24.3 Listen 315
24.3.1 Unveränderliche Listen 315
24.3.2 Veränderliche Listen 316
24.3.3 List und MutableList sind verwandte Schnittstellen 316
24.4 Sets 317
24.4.1 Sets verwenden 317
24.4.2 Mengen-Operationen 318
24.5 Maps 319
24.5.1 Maps erzeugen 319
24.5.2 Arbeiten mit Maps 320
24.5.3 Maps durchlaufen 321

25 Funktionen höherer Ordnung für Datensammlungen 325
25.1 Unterschiedliche Verarbeitung von Listen 325
25.1.1 Imperative Verarbeitung von Listen 325
25.1.2 Funktionale Verarbeitung von Listen 327
25.1.3 Funktionen als kombinierbare Arbeitsanleitungen 328
25.1.4 Aufbau von Funktionen höherer Ordnung am Beispiel von map 329
25.2 Hilfreiche Funktionen für Datensammlungen 331
25.3 Anwendungsbeispiele für Funktionen höherer Ordnung 333
25.4 Sequenzen 339
25.4.1 Eager Evaluation – viel zu fleißig 340
25.4.2 Lazy Evaluation – Daten bei Bedarf verarbeiten 340
25.4.3 Sequenzen verändern die Reihenfolge 342
25.4.4 Fleißig oder faul – was ist besser? 343

26 Invarianz, Kovarianz und Kontravarianz 345
26.1 Typsicherheit durch Typ-Parameter 345
26.1.1 Invarianz 346
26.1.2 Die Grenzen von Invarianz 347
26.1.3 Kovarianz 347
26.1.4 Kontravarianz 349
26.2 Invarianz, Kovarianz und Kontravarianz im Vergleich 351

27 Listen selbst implementieren 355
27.1 Was ist eine Liste? 355
27.1.1 Unterschiedliche Listen als konkrete Formen 356
27.1.2 Eine Schnittstelle für alle möglichen Listen 356
27.1.3 Typ-Parameter selbst definieren (Generics) 357
27.1.4 Verschiedene Implementierungen derselben Schnittstelle 358
27.2 Implementierung der SimpleList durch Delegation 359

27.3 Implementierung der SimpleList mit Arrays 360
27.3.1 Datenstruktur 360
27.3.2 Direkte Abbildung der Listen-Operationen auf ein Array 360
27.3.3 Listen-Operationen mit aufwendiger Laufzeit bei Arrays 361

28 Verkettete Listen 365

28.1 Basisstruktur der verketteten Liste 366
28.2 Implementierung der verketteten Liste 368
28.3 Umsetzung der Funktionen 368
28.3.1 Einfügen am Anfang einer verketteten Liste 368
28.3.2 Zugriff auf das erste Element der verketteten Liste 370
28.3.3 Zugriff auf das letzte Element der verketteten Liste 370
28.3.4 Allgemeines Schema zum Durchlaufen einer verketteten Liste 372
28.3.5 Elemente der verketteten Liste zählen 372
28.3.6 Zugriff auf das n-te Element 373
28.3.7 Die verbleibenden Methoden implementieren 373
28.4 Über alle Listenelemente iterieren 374
28.4.1 Die Schnittstelle Iterable 375
28.4.2 Iterator implementieren 375
28.4.3 Iterator verwenden 376
28.4.4 Interne Iteration 377

29 Testen und Optimieren 379

29.1 Korrektheit von Programmen 379
29.2 Testfälle in JUnit schreiben 380
29.2.1 Assertions 381
29.2.2 Implementierung der Liste testen 381
29.3 Teste zuerst 382
29.4 Klasseninvariante 384
29.4.1 Alternative Implementierung von size() für die verkettete Liste 384
29.4.2 Gewährleistung eines gültigen Zustands 385

30 Optimierung und Laufzeiteffizienz 387

30.1 Laufzeit empirisch ermitteln 387
30.2 Laufzeit theoretisch einschätzen 388
30.3 Die O-Notation 389
30.4 Praktische Beispiele für die O-Notation 390

31 Unveränderliche verkettete Liste ... 391
31.1 Datenstruktur für die unveränderliche Liste ... 392
31.1.1 Fallunterscheidung durch dynamische Bindung ... 393
31.1.2 Explizite Fallunterscheidung innerhalb der Funktion ... 394
31.1.3 Neue Listen erzeugen statt Liste verändern ... 394
31.1.4 Hilfsfunktionen über Companion-Objekt bereitstellen ... 396
31.2 Rekursive Implementierungen ... 397
31.2.1 map und fold als rekursive Implementierung ... 397
31.2.2 forEach und Endrekursion ... 397

Teil VII: Android ... 399

32 Android Studio ... 401
32.1 Erstellen eines Projekts ... 402
32.2 Aufbau von Android Studio ... 404
32.3 Funktionsweise einer Android-App ... 405
32.3.1 MainActivity ... 406
32.3.2 Context ... 407
32.3.3 Manifest und Gradle-Skripte ... 408
32.4 Projektstruktur einer Android-App ... 408
32.5 Theming ... 409
32.6 Preview ... 411

33 Jetpack Compose ... 413
33.1 Deklarative UI-Entwicklung ... 413
33.2 Composable-Functions ... 416
33.3 Layout ... 418
33.4 State-Management ... 420
33.4.1 MutableState ... 422
33.4.2 Die remember-Funktion ... 423
33.4.3 State-Hoisting ... 425
33.5 Modifier ... 427
33.6 App-Architektur ... 430
33.6.1 UI-Layer ... 430
33.6.2 Data-Layer ... 432
33.6.3 Unidirectional-Data-Flow ... 433
33.6.4 Lokaler State ... 434
33.6.5 Observable-Types ... 435
33.7 Composition und Recomposition ... 435
33.7.1 Composition-Phase ... 436

33.7.2 Layout-Phase ... 436
33.7.3 Drawing-Phase ... 438
33.8 Persistenz ... 439

34 Entwicklung der Movie-Maker-App ... 443
34.1 Setup ... 444
34.2 ViewModel und DataStore ... 445
34.3 Start-Screen ... 446
34.3.1 Scaffold ... 447
34.3.2 Budget-Screen ... 448
34.3.3 Top-Bar ... 450
34.4 Produce-Movie-Screen ... 451
34.4.1 TitleTextfield ... 452
34.4.2 Actor-Pager ... 454
34.4.3 Budget-Slider ... 459
34.4.4 State-Hoisting ... 461
34.4.5 Produce-Movie-Button ... 462
34.5 Movie-Produced-Screen ... 464
34.6 Movie-Production-Error-Screen ... 469
34.7 Navigation ... 470

Teil VIII: Nebenläufigkeit ... 475

35 Grundlagen ... 477
35.1 Threads ... 481
35.1.1 Nicht-determinierter Ablauf ... 482
35.1.2 Schwergewichtige Threads ... 483
35.2 Koroutinen (Coroutines) ... 483
35.2.1 Koroutine vs. Subroutine ... 484
35.2.2 Coroutines vs. Threads ... 485
35.3 Zusammenfassung der Konzepte ... 487

36 Coroutines verwenden ... 489
36.1 Nebenläufige Begrüßung ... 490
36.1.1 Koroutine im Global Scope starten ... 490
36.1.2 Mehrere Koroutinen nebenläufig starten ... 491
36.1.3 Künstliche Wartezeit einbauen mit sleep ... 492
36.1.4 Informationen über den aktuellen Thread ... 493
36.2 Blockieren und Unterbrechen ... 493
36.2.1 Mehrere Koroutinen innerhalb von runBlocking starten ... 494
36.2.2 Zusammenspiel von Threads ... 496

36.3 Arbeit auf Threads verteilen ... 496
36.4 Jobs ... 499
36.5 Nebenläufigkeit auf dem main-Thread ... 500
36.5.1 Zusammenspiel von blockierenden und unterbrechenden Abschnitten 501
36.5.2 Abwechselnde Ausführung ... 502
36.6 Strukturierte Nebenläufigkeit mit Coroutine Scopes ... 503
36.7 runBlocking für main ... 505
36.8 Suspending Functions ... 506
36.8.1 Unterbrechen und Fortsetzen – Behind the scenes ... 506
36.8.2 Eigene Suspending Functions schreiben ... 506
36.8.3 Async ... 508
36.8.4 Strukturierte Nebenläufigkeit mit Async ... 509
36.8.5 Auslagern langläufiger Berechnungen ... 510
36.9 Dispatcher ... 511
36.9.1 Dispatcher festlegen ... 511
36.9.2 Wichtige Dispatcher für Android ... 512

37 Wettlaufbedingungen ... 515
37.1 Beispiel: Bankkonto ... 515
37.1.1 Auftreten einer Wettlaufbedingung ... 517
37.1.2 Unplanbare Wechsel zwischen Threads ... 517
37.2 Vermeidung von Wettlaufbedingungen ... 518
37.2.1 Threadsichere Datenstrukturen ... 518
37.2.2 Thread-Confinement ... 519
37.2.3 Kritische Abschnitte ... 522

38 Deadlocks ... 525

39 Aktoren ... 529

40 Da geht noch mehr ... 533
40.1 Infix-Notation ... 533
40.2 Operatoren überladen ... 534
40.3 Scope-Funktionen ... 536
40.3.1 apply-Funktion ... 536
40.3.2 let-Funktion ... 537
40.3.3 also-Funktion ... 538
40.3.4 Unterschiede der Scope-Funktionen ... 538
40.3.5 with-Funktion ... 539
40.4 Extension Functions ... 539
40.5 Weitere Informationsquellen ... 540

Stichwortverzeichnis ... 543

Vorwort

Kotlin ist inzwischen als Programmiersprache etabliert. Der Großteil aller professionellen Apps im Google-Play-Store ist in Kotlin entwickelt, und Studien von Google zeigen, dass Kotlin-Code robuster läuft. Zudem ist die Entwicklung im Vergleich zu Java sehr viel produktiver, sodass Kotlin schon aus ökonomischer Sicht viele Vorteile bietet. Vor allem aber: Kotlin macht Spaß und führt zu eleganterem Code.

Mit diesem Buch können Sie ohne Vorkenntnisse in die Programmierung einsteigen. Dabei werden Sie verschiedene Ansätze kennenlernen und praktisch anwenden. Nach der Lektüre des Buches können Sie kleinere Softwareprojekte entwickeln, also zum Beispiel eigene Ideen umsetzen, Aufgaben und Problemstellungen verstehen und lösen sowie Softwarespezifikationen in lauffähige Programme überführen. Sie können einfache Algorithmen selbst entwickeln und Standardalgorithmen und Datenstrukturen umsetzen. Sie können Apps für Android-Systeme entwickeln oder Programme für Server und Desktop-Rechner schreiben.

Die Welt des Programmcodes ist unsichtbar. Wir haben festgestellt, dass einige Konzepte besonders schwer zu begreifen sind und dass oft falsche Vorstellungen existieren. Es wurde daher großer Wert darauf gelegt, möglichst viele Konzepte mit Metaphern, praktischen Anwendungsbeispielen und Bildern zu veranschaulichen. Dabei bauen wir auf unseren langjährigen Erfahrungen in der Programmierausbildung auf. Am Ende des Buches können Sie Apps mit einer grafischen Benutzerschnittstelle entwickeln und aus unsichtbarem Code eine visuell ansprechende App entwickeln.

Dieses Buch richtet sich vor allem an Einsteiger und Anfänger. Es werden keine Vorkenntnisse vorausgesetzt. Gleichzeitig denken wir, dass auch fortgeschrittene Entwickler und Umsteiger von anderen Programmiersprachen von diesem Buch profitieren werden.

Hilfestellung bei der Umsetzung von Kotlin-Programmen bietet inzwischen auch der Online-Dienst *ChatGPT*. Sie können ChatGPT bitten, Algorithmen zu schreiben, Code zu überprüfen, Fehler zu finden und Codeabschnitte zu erklären. Das funktioniert oft sehr gut, aber nicht selten erfindet ChatGPT Lösungen, die zwar richtig aussehen, aber leider falsch sind. Daher raten wir zu einem vorsichtigen Umgang mit diesem Werkzeug. Zur Unterstützung beim Lernen ist ChatGPT sicherlich geeignet. Einzelne Codeabschnitte oder Konzepte können Sie sich von diesem Chatbot ausführlich erklären lassen. Bei einfachen Algorithmen funktioniert dies gut. Bei komplexeren Programmen kommt ChatGPT aber noch durcheinander, liefert unvollständige und eben auch falsche Lösungen.

In dieser überarbeiteten Auflage haben wir einige neue Sprachkonzepte aufgenommen und vor allem das Kapitel zur Android-App-Entwicklung vollständig überarbeitet. In der ersten

Auflage wurden die Layouts noch mit XML-Dateien beschrieben. In der nun vorliegenden Auflage geschieht die Entwicklung vollständig mit *Jetpack Compose*. Dieses Framework hat sich inzwischen für die Entwicklung von Android-Apps durchgesetzt.

Alle Codebeispiele und zusätzliche Übungsaufgaben finden Sie im Download-Portal von Hanser-Plus: Geben Sie auf

plus.hanser-fachbuch.de

diesen Zugangscode ein:

`plus-rn34m-tL9pr`

Unserem Ko-Autor der ersten Auflage, Florian Leonhard, möchten wir besonders danken für die gemeinsame Entwicklung und Umsetzung des Buchkonzepts. Für den fachlichen Austausch möchten wir uns bei unseren Teamkollegen an der TH Köln bedanken. Insbesondere bei David Petersen, der wesentliche Inspirationen zu diesem Buch beigetragen hat. Für intensives Feedback und fachlichen Austausch danken wir Anja Bertels, Dominik Deimel und Dennis Dubbert. Kotlin macht Spaß und mit euch zusammen besonders viel.

Und nun wünschen wir auch Ihnen viel Spaß beim Coden und Entwickeln!

Christian Kohls, Alexander Dobrynin Im Juli 2023

TEIL II

Grundlagen des Programmierens

In diesem Teil lernen Sie die Grundlagen des Programmierens kennen. Dafür schauen wir uns zuerst an, wie wir Anweisungen und Ausdrücke für den Computer formulieren können. Danach gehen wir auf Werte und Typen ein. Das ist mit die kleinste Einheit, die wir beim Programmieren haben.

Typen tauchen in sehr vielen Situationen auf. Die Standardbibliothek von Kotlin hat eine Menge Basis-Datentypen, die wir uns ebenfalls anschauen. Hier gehen wir insbesondere auf die Wertebereiche von Typen ein. Das ist entscheidend, damit der Compiler uns beim Programmieren bestmöglich assistieren kann.

Danach lernen wir Variablen kennen, womit wir alle Werte und Ausdrücke in unserem Programm binden können. Dadurch können wir auch im späteren Verlauf des Programms auf bereits ausgerechnete Werte zugreifen.

Damit unser Programm dynamisch auf bestimmte Ereignisse reagieren kann, lernen wir verschiedene Kontrollstrukturen kennen. Wir schauen uns an, wie wir das Programm dazu bringen, je nach Bedingung unterschiedliche Codepfade auszuführen. Mit Schleifen schauen wir uns einen Mechanismus an, um Code wiederholt auszuführen.

Zuletzt beschäftigen wir uns mit Funktionen. Funktionen werden uns allerdings schon direkt im ersten Grundlagenkapitel begegnen, da sie so essentiell und allgegenwärtig sind. Im letzten Kapitel dieses Grundlagenteils gehen wir sehr detailliert auf alle Eigenschaften von

Funktionen ein. Hier werden wir alle zuvor gelernten Konzepte wie Ausdrücke, Variablen, Typen, Kontrollstrukturen usw. anwenden und kombinieren.

Alles, was Sie in diesem Grundlagenteil lernen, ist nicht nur für das Programmieren mit Kotlin relevant. Mit ein wenig Übung und dem hier gelernten Wissen können Sie viele andere Programmiersprachen lernen. Die Grundlagen sind im Kern immer die Gleichen. In den Details gibt es je nach Programmiersprache ein paar Unterschiede, die Sie aber ohne Probleme verstehen können.

8 Anweisungen und Ausdrücke

Wenn wir Programme schreiben, formulieren wir eine Menge **Anweisungen** und **Ausdrücke**. Beides können wir als Kommandos oder Befehle an den Computer verstehen. Damit teilen wir dem Computer mit, was er machen soll. Anweisungen und Ausdrücke formulieren wir in einer Programmiersprache. Das ist eine Sprache, die wir Menschen erlernen können, um mit dem Computer zu sprechen. Computer verstehen Programmiersprachen allerdings nicht direkt. Dazwischen befinden sich sogenannte Compiler, die den von uns geschriebenen Programmcode für den Computer übersetzen. Der Compiler hilft uns noch an ganz anderen Stellen beim Programmieren. Das werden wir im Laufe des Kapitels zu schätzen wissen.

Anweisungen und Ausdrücke sind zwei unterschiedliche syntaktische Kategorien. Je nachdem, was wir vorhaben, bedienen wir uns aus der einen oder anderen Kategorie. Anweisungen sind beispielsweise Zuweisungen von Werten an Variablen oder Deklarationen von Funktionen. Ausdrücke sind beispielsweise Berechnungen oder Funktionsaufrufe. Im Laufe des Buchs werden wir viele unterschiedliche Anweisungen und Ausdrücke kennenlernen. Wir werden auch sehen, dass manche Anweisungen als Ausdrücke formuliert werden können und vice versa. Das machen wir, weil Ausdrücke manchmal simpler und gleichzeitig präziser als Anweisungen sind.

Anweisungen werden wir frühestens in Kapitel 10, „Variablen“, kennenlernen. Ausdrücke können wir allerdings jetzt schon schreiben. Daher schauen wir uns zuerst Ausdrücke und die zwei damit einhergehenden Begriffe *Werte* und *Typen* an. Ausdrücke, Werte und Typen sehen in jeder Programmiersprache etwas anders aus. Die zugrunde liegenden Konzepte sind allerdings immer ähnlich. So fällt es einem auch einfacher, eine neue Programmiersprache zu erlernen, wenn man die grundlegenden Konzepte von Programmiersprachen und Softwareentwicklung verstanden kann.

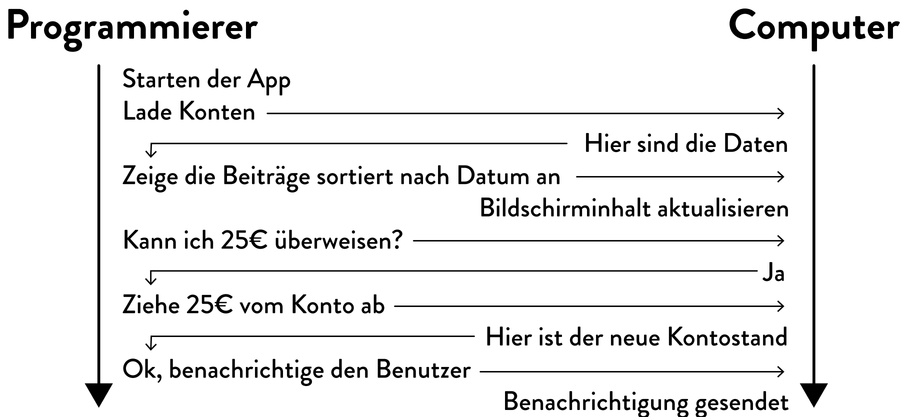
Der für uns wichtigste Unterschied zwischen Anweisung und Ausdruck ist, dass ein **Ausdruck** zu einem **Wert ausgewertet wird** und einen **Typ hat**. Ausdrücke, Werte und Typen hängen so stark miteinander zusammen, dass sie sich nur schwierig isoliert erklären lassen. Deshalb beschäftigt sich dieses Kapitel hauptsächlich nur mit diesen drei Begriffen. Am Ende des Kapitels werden Sie verstehen

- was ein Ausdruck ist,
- wie ein Ausdruck zu einem Wert ausgewertet wird und
- was der Typ eines Ausdrucks ist und was das für eine Bedeutung hat.

8.1 Ausdrücke

Wenn man Programmcode betrachtet und versucht, den Code in immer kleinere, aber dennoch sinnvolle Stücke zu unterteilen, gelangt man schnell zu Ausdrücken. Sie können sich Ausdrücke wie *Anfragen an den Computer* vorstellen. Der Computer verspricht, Ihnen für jede Anfrage *eine Antwort* zu geben. Auf diese Antwort können Sie aufbauen und beispielsweise die nächste Anfrage stellen. Dadurch entsteht eine Art Konversation mit dem Computer. Mit der Formulierung gezielter Sätze gelangen Sie zum Ziel. Natürlich müssen Sie hierbei eine Sprache sprechen, die der Computer versteht. Der Computer antwortet in der gleichen Sprache, die Sie daher beherrschen müssen.

Schauen wir uns das mal am Beispiel einer Überweisung in einer Banking-App an. Dabei definieren wir eine Menge von Pseudo-Ausdrücken, die so in der Art notwendig sind, um 25 € zu überweisen. Ein Pseudo-Ausdruck ist dabei noch in natürlicher bzw. alltäglicher Sprache formuliert. Wenn Sie einer Programmiersprache mächtig sind – also spätestens am Ende dieses Buches – sind Sie in der Lage, solche Pseudo-Ausdrücke direkt als Programmcode abzubilden:



Alle Ausdrücke sind als Anfragen an den Computer formuliert. Der Computer reagiert auf die Anfragen und kann, wenn dies gewollt ist, mit einem Ergebnis antworten. Auf Basis des Ergebnisses können wir die nächste Anfrage formulieren. In diesem Beispiel fragen wir an, ob genug Geld da ist, um 25 € zu überweisen. Wenn ja, veranlassen wir die Überweisung. Ist die Überweisung erledigt, veranlassen wir eine Benachrichtigung.

Natürlich ist das noch kein Programmieren. Dafür fehlen noch zu viele Details und konkrete Aktionen. Sie sollen nur schon einmal ein Gefühl dafür bekommen, dass wir Programme als eine Menge von Anweisungen und Ausdrücken verstehen können, die logisch miteinander zusammenhängen.

Schauen wir uns jetzt also ein paar Ausdrücke in Kotlin an. Wir übernehmen die Rolle des Computers und werten jeden Ausdruck zu einem Ergebnis aus. Das Ergebnis ist immer ein **Wert**. Ein Wert hat immer einen **Typ**. Was das genau bedeutet, werden wir im Laufe des Kapitels ergründen. Halten wir diese Erkenntnisse als Definition fest.

14 Klassen

Bislang haben wir die relevanten Daten über Gläser in einzelnen Variablen gespeichert:

```
fun main() {
    var contentGlass1 = 40
    val capacityGlass1 = 150

    var contentGlass2 = 90
    val capacityGlass2 = 200
}
```

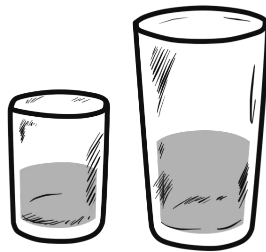
Das ist aus zwei Gründen unübersichtlich. Zum einen gehören Variablen wie `contentGlass1` und `capacityGlass1` zusammen, denn sie beziehen sich beide auf das erste Glas. Genauso gehören `contentGlass2` und `capacityGlass2` zusammen. Zum anderen haben wir sehr ähnliche Variablennamen, sodass man schnell durcheinander kommen kann. Eine bessere Lösung ist es daher, einen eigenen Datentypen zu definieren, der die zusammengehörenden Werte als ein Ganzes zusammenfasst. Genau das können wir mit Klassen erreichen.

14.1 Eigene Klassen definieren

Eine Klasse beschreibt die allgemeine Struktur des Datentyps. Für jedes Glas wollen wir festlegen:

- aktueller Inhalt
- maximale Kapazität

Stellen Sie sich eine Klasse zunächst wie ein Formular vor, das man ausfüllen kann. Diese Formularvorlage gilt für alle Gläser dieser Welt:



Dabei abstrahieren wir von den konkreten Werten. Wir sagen nicht mehr, was der aktuelle und maximale Inhalt ist. Es wird nur noch festgelegt, dass es diese beiden Werte geben soll. Zudem können wir festlegen, dass beide Werte vom Typ `Int` sind. Der Inhalt soll sich verändern können, der maximale Inhalt nicht. In Kotlin kann man eine solche Klassenstruktur wie folgt festlegen:

```
class Glass {
    var content: Int = 0
    var capacity: Int = 0
}
```

Definition *Klassen und Objekte*

Eine Klasse in Kotlin definiert die allgemeine Struktur für Objekte dieser Klasse. Sie definiert einen neuen Datentyp. Objekte sind spezifische Exemplare einer Klasse. Man bezeichnet sie auch häufig als Instanzen einer Klasse. Während eine Klasse die allgemeine Struktur festlegt, speichert ein Objekt konkrete Werte für diese Struktur.

Alle Gläser dieser Welt gehören der Klasse `Glass` an. Die Klasse `Glass` besitzt die zwei Eigenschaften `content` und `capacity`. Um ein konkretes `Glass` abzubilden, müssen wir ein Objekt der Klasse `Glass` erzeugen und spezifische Werte festlegen.

Das geschieht so:

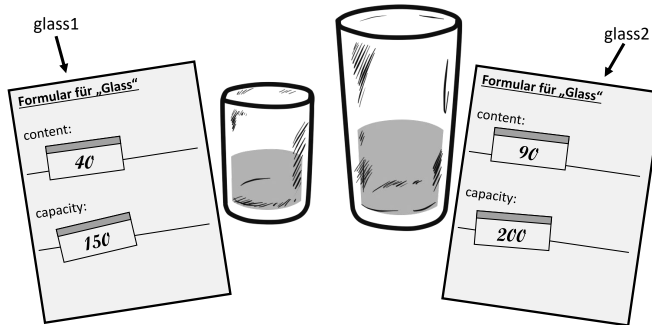
```
fun main() {
    val glass1 = Glass()
    glass1.content = 40
    glass1.capacity = 150

    val glass2 = Glass()
    glass2.content = 90
    glass2.capacity = 200
}
```

Ein Objekt einer Klasse muss man also zunächst erzeugen und kann dann spezifische Werte festlegen. Das Erzeugen geschieht, indem Sie den Klassennamen verwenden und dahinter die runden Klammern schreiben, also z. B. `Glass()`. Das ähnelt einem Funktionsaufruf. Tatsächlich rufen wir hier einen *Konstruktor* der Klasse auf, der das Objekt erzeugt. Wir

werden gleich sehen, dass wir diesem Konstruktor auch Werte mitgeben können, um das Objekt bereits beim Erstellen mit gültigen Werten zu belegen.

Das Belegen mit spezifischen Werten kann man sich wie das Ausfüllen eines Formulars vorstellen:



Bisher mussten die beiden Daten einzeln gespeichert werden. Nun werden sie zu einer Einheit zusammengefasst. In diesem Beispiel haben wir beide Eigenschaften mit `var` als veränderliche Eigenschaften festgelegt, damit wir die konkreten Werte noch setzen können.

`glass1` und `glass2` sind zwar konstante Werte, d. h. sie referenzieren immer dasselbe Glas bzw. das Objekt, das ein Glas repräsentiert. Doch während `glass1` konstant dasselbe Glas ist, kann sich der Zustand dieses Objekts durchaus verändern. Der Inhalt kann sich z. B. verändern, denn wir haben bei der Klassendefinition festgelegt, dass die Eigenschaft `content` eine veränderliche Variable ist.

Der Zugriff auf die einzelnen Eigenschaften eines Objekts erfolgt über den Namen der Objektvariablen (z. B. `glass1`), gefolgt von einem Punkt und dann dem Namen der Eigenschaft, auf die zugegriffen werden soll (z. B. `content`). Diese Syntax nennt man Punktnotation.

Definition *Punktnotation*

Die Punktnotation erlaubt den Zugriff auf einzelne Mitgliedselemente eines Objekts. Dabei wird hinter der Referenz auf ein Objekt (z. B. über eine Variable) der Name des Mitgliedselements geschrieben. Da es sich dabei wiederum um ein Objekt handeln kann, ist in einem Ausdruck auch eine Verkettung mehrerer Zugriffe möglich, z. B. `glass1.content.toFloat()`

14.2 Konstruktoren

In der Regel ist es so, dass einige Eigenschaften sofort beim Erzeugen des Objekts festgelegt werden sollen. Offensichtlich führt dies zu einer ganzen Menge Code, denn für jede Eigenschaftszuweisung benötigen Sie eine weitere Zeile. Deshalb gibt es eine Abkürzung: Man kann nämlich festlegen, was beim Konstruieren eines Objekts geschehen soll. Dies geschieht durch eine sogenannte *Konstruktor-Funktion*. Schauen wir uns erst einmal die für

Kotlin übliche Schreibweise an, die bei der Klassendefinition gleich einen Konstruktor mit festlegt. Dies vereinfacht die Klassendefinition und auch das Erzeugen von Objekten.

Die geänderte Klassendefinition für die Klasse `Glass` mit einem Konstruktor sieht so aus:

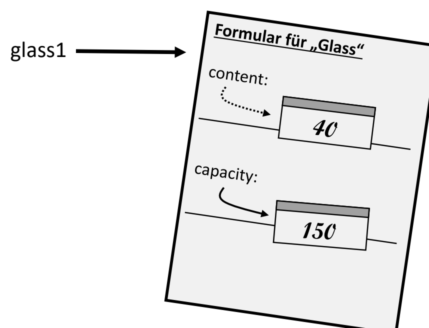
```
class Glass(var content: Int, val capacity: Int)
```

Das war's schon! Kotlin macht uns die Definition von Klassen sehr einfach. Wir haben mit einer einzigen Zeile Code die gesamte Struktur der Klasse festgelegt, bestehend aus den Eigenschaften `content` und `capacity`. Wir sind sogar noch einen Schritt weitergegangen, denn für die Eigenschaft `capacity` haben wir nun auch festgelegt, dass sich der Wert niemals ändern darf (`val`). Die maximale Füllmenge eines Glases bleibt konstant. Die aktuelle Füllmenge kann sich dagegen ändern. Gleichzeitig haben wir durch diese Klassendefinition den primären Konstruktor festgelegt, der die Werte für die Eigenschaften automatisch festlegt. Weil wir nun einen Konstruktor mit Parametern haben, müssen beim Erzeugen eines `Glass`-Objekts auch die Werte für die Eigenschaften gleich festgelegt werden:

```
fun main() {
    val glass1 = Glass(40, 150)
    val glass2 = Glass(90, 200)
}
```

Eben gerade haben wir gesehen, wie durch die Punktnotation einzelne Eigenschaften verändert werden. Dies entsprach dem Ausfüllen eines Formulars für Gläser. Beim Konstruktoraufruf werden gleich beim Erzeugen des Objekts alle erforderlichen Werte gesetzt. Dadurch ist das erzeugte Objekt sofort in einem gültigen Zustand.

Während der Inhalt `content` weiterhin veränderlich bleibt, soll die Eigenschaft `capacity` dagegen unveränderlich sein. Man könnte sagen: Maximaler Inhalt ist ein fest aufgeklebter Zettel, der nie wieder gelöst werden kann. Der (aktuelle) Inhalt des Glases ist dagegen mit einem Sticky Note aufs Formular gesetzt – diesen kann man austauschen, so wie wir es von Variablen gewohnt sind. Tatsächlich setzt sich jedes `Glass`-Objekt aus zwei Objekten zusammen: einem variablen `Int`-Objekt für den (aktuellen) Inhalt und einem unveränderlichen `Int`-Objekt für den maximalen Inhalt:



33 Jetpack Compose

Jetpack Compose (abgekürzt nur Compose) ist das von Android empfohlene Toolkit, um native UI-Anwendungen zu entwickeln. Compose wurde auf der Entwicklerkonferenz „Google I/O“ im Mai 2019 vorgestellt. Im Juli 2021 wurde die erste stabile Version 1.0 veröffentlicht. Seitdem ist es stabil genug, um damit produktive Android-Apps zu entwickeln.

Compose ist kein einzelnes Framework, sondern ein Toolkit, das sich aus sieben unterschiedlichen Projekten zusammensetzt. Jedes Projekt wird einzeln entwickelt und zum Teil auch unabhängig von den anderen Projekten veröffentlicht. Selbstverständlich arbeiten alle Projekte zusammen, um die hoch angesetzten Ziele und Versprechungen von Jetpack Compose zu erreichen. In der folgenden Tabelle sind die zunächst wichtigsten Projekte mit einer kurzen Beschreibung und der aktuellen Version beschrieben[1] (Stand Juli 2023):

Projekt	Beschreibung	Version
compose.compiler	Compiler, der die Entwicklung von *Composable-Functions* möglich macht und sämtliche Optimierungen durchführt.	1.4.8
compose.material3	Liefert Material-Design-3-Komponenten für die Entwicklung der UI (so heißen die UI-Elemente von Android).	1.1.1
compose.runtime	Laufzeitumgebung für das Programmiermodell und State-Management von Compose.	1.4.3
compose.ui	Fundamentale Komponenten, um mit einem Gerät zu interagieren. Betrifft u. a. Layout, Rendering usw.	1.4.3

33.1 Deklarative UI-Entwicklung

Jetpack Compose ist ein deklaratives UI-Framework. Das heißt, man beschreibt, *was* die finale UI ist, aber man selbst liefert keine Schritt-für-Schritt-Anweisung, *wie* Compose diese UI darstellen soll.

Das Beschreiben der UI machen wir direkt im Code. Hierfür rufen wir sogenannte *Composable-Functions*, abgekürzt *Composables* auf, die ein entsprechendes UI-Element

[1] Für weitere Infos: *https://developer.android.com/jetpack/androidx/releases/compose*.

repräsentieren. Dadurch ergibt sich vor allem ein entscheidender Vorteil: Wir können selbst bei der UI-Entwicklung alle Features von Kotlin verwenden. Wenn wir also beispielsweise mehrere Text-Elemente anzeigen möchten, können wir eine Schleife verwenden, die pro Iteration ein Text-Element erzeugt. Wenn wir UI-Elemente unter einer bestimmten Bedingung anzeigen wollen, können wir eine if-Anweisung verwenden. Wenn wir zwischen mehreren UI-Elementen aufgrund von bestimmten Parametern wechseln bzw. wählen wollen, können wir eine when-Anweisung verwenden.

In Compose besteht die UI aus zwei Einheiten: UI-Elemente und State (Zustand).

- Ein UI-Element ist ein grafisches Element, welches wir auf dem Bildschirm sehen und womit wir ggf. interagieren können. Beispiele hierfür sind Texte, Buttons, Bilder, Icons etc. Alle UI-Elemente werden zunächst durch Funktionen repräsentiert. Das sind allerdings keine gewöhnliche Funktionen, sondern Composable-Functions.
- Als State bezeichnen wir jeden Wert, der von der UI zur Darstellung genutzt wird und sich im Laufe der Zeit ändern kann. Beispiele für State sind der Name eines eingeloggten Benutzers, die Chatnachrichten in einer App, der aktuelle Kontostand etc.

Somit ist die UI die visuelle Repräsentation von State. Deshalb bezeichnet Jetpack Compose seine Composables auch als Funktionen, die State in UI überführen. Denn diese Funktionen akzeptieren einen State als Argument und zeigen diesen State grafisch an. Der initiale Prozess zum Anzeigen (engl. *rendern*) von UI nennt sich *Composition*.

Definition *UI* = *UI-Element* + *State*

Eine UI ist die visuelle Repräsentation von State. State sind alle Daten, die für die Anzeige der UI genutzt werden und sich im Laufe der Zeit ändern können.

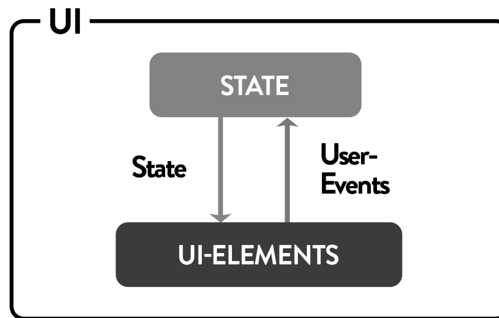
State kontrolliert also die UI. Doch wie sieht die Kommunikation in die andere Richtung aus? Was passiert, wenn mit der UI interagiert wird, wodurch sich der State ändern soll? Wie kann z. B. das Anklicken eines Buttons den Programmzustand und damit den State für die UI ändern? Das passiert über sogenannte *User-Events*.

Die UI sendet bestimmte Events, die z. B. mitteilen, dass sich der an die UI gebundene State ändern muss. Das passiert beispielsweise dann, wenn der Benutzer auf einen Button drückt oder eine Texteingabe in einem Textfeld macht. Bei Letzterem bemerkt das Textfeld, dass Interaktionen stattfinden. Als Reaktion darauf meldet das Textfeld: Der neue Text ist jetzt *XYZ*! Wenn wir nicht auf dieses Event reagieren, dann zeigt das Textfeld nach wie vor den „alten“ Text an, obwohl wir neuen Text eingeben. Das mag falsch klingen, allerdings macht die UI das Richtige: Sie repräsentiert den State. Und da wir den State nicht aktualisieren, sehen wir den veralteten Text.

Definition *User-Events*

User-Events beschreiben die Kommunikation von UI zu State. Ein Event führt zu der Ausführung eines von uns festgelegten Code-Blocks. Dieser Code kann auf den aktuellen State zugreifen und diesen auch verändern. In den meisten Fällen sorgen User-Events dafür, dass wir den State aktualisieren, wodurch sich die UI wiederum ebenfalls aktualisiert.

Das Spannende ist jetzt die Frage, wie mit State-Änderungen umgegangen wird. Änderungen am State erfordern, dass die UI neu gezeichnet und aktualisiert werden muss. In Compose geht dies automatisch, wenn der State in Variablen gespeichert wird, die von Compose beobachtet werden können. Wir werden noch sehen, wie das funktioniert. Wenn sich solch eine Variable ändert, dann wird Compose benachrichtigt und aktualisiert die betroffenen UI-Elemente automatisch. Die neu gezeichnete UI zeigt nun den neuen State an. Somit haben wir einen Kreislauf, der in der folgenden Abbildung visualisiert wird. Dieser Prozess nennt sich *Recomposition*. Dadurch sind UI und State immer synchron.



Das eliminiert eine ganze Kategorie von Fehlern: Synchronisation von UI-Änderungen. Da die UI-Elemente vom State abhängen und sich automatisch aktualisieren, ist es nicht mehr erforderlich, die einzelnen UI-Elemente per Hand zu aktualisieren. Wenn Sie z. B. einen Schieberegler bewegen und dann vergessen, die Anzeige des Datenwerts zu aktualisieren, dann befindet sich die UI in einem widersprüchlichen Zustand. Durch die enge Bindung der UI-Elemente an einen gemeinsam genutzten State wird dies verhindert: Sowohl die Anzeige des Werts als auch die Einstellung des Schiebereglers nutzen denselben State. Wenn sich dieser ändert, dann ändert sich auch die Darstellung der UI. Je mehr Daten und UI-Elemente eingesetzt werden, desto schneller können sich Fehler einschleichen, wenn man nicht direkt den State und die UI miteinander verbindet.

Es ist nicht unüblich, dass ein Großteil des UI-Codes lediglich für State-Aktualisierungen zuständig ist. Compose löst dieses Problem von Grund auf, indem Daten immer an UI gebunden werden. Wenn sich die Daten ändern, ändert sich die UI. Das passiert alles ganz automatisch. Dieser Mechanismus ist der Kern hinter der deklarativen UI-Entwicklung mit Jetpack Compose.

Fassen wir mal die wichtigsten Punkte über die Funktionsweise von Jetpack Compose zusammen:

Jetpack Compose:

- Alle UI-Elemente werden durch Composable-Functions repräsentiert.
- Wir übergeben State an diese Funktionen, und der jeweilige State wird gerendert.
- Wenn sich der State ändert, ändert sich die UI (Recomposition).
- Wenn die UI Interaktionen erfährt, sendet die UI User-Events, auf die wir reagieren können. Diese Events aktualisieren den State, wodurch die UI wiederum aktualisiert wird.

33.2 Composable-Functions

Eine Composable-Function beschreibt und rendert ein UI-Element. Damit sind Composable-Functions die zentralen Bausteine (engl. *building blocks*) einer UI in Compose. Das heißt, dass jede Ansicht (View), jeder Screen usw. wiederum aus einer Menge von Composable-Functions besteht. Da es für uns Entwickler sehr einfach ist, Composable-Functions selbst zu definieren, ist es Best Practice, größere Views bzw. Screens in kleine Views aufzuteilen und als eigene (womöglich sogar generalisierte) Composable-Functions zu definieren. Wir werden später sehen, wie einfach und naheliegend das ist.

Bevor wir unsere erste Composable-Function definieren, müssen wir noch ein paar wichtige Eigenschaften kennen:

- Eine Composable-Function ist zunächst eine normale Funktion, die allerdings mit der `@Composable`-Annotation versehen ist. Diese Annotation ist notwendig, damit der Compose Compiler weiß, dass diese Funktion Teil der *Compose Phasen* ist. Dadurch bekommt die Funktion Zugriff auf die *Compose Runtime*. Was das bedeutet und welche Implikationen das hat, werden Sie in Abschnitt 33.7, „Composition und Recomposition“, erfahren.
- Eine Composable-Function kann wiederum nur innerhalb einer Composable-Function aufgerufen werden. Die `@Composable`-Annotation ist quasi wie ein Context, der beim Aufruf benötigt und implizit weitergereicht wird.
- Eine Composable-Function bekommt den State als Parameter übergeben und repräsentiert diesen State als UI. Da der State einer App kompliziert sein kann, ist es manchmal notwendig, diesen in eine für die UI verständliche Form zu bringen.
- Eine Composable-Function gibt nichts zurück. Stattdessen sorgt sie zusammen mit der Compose Runtime dafür, dass eine View-Hierarchie aufgebaut und anschließend alle UI-Elemente gezeichnet werden. Mehr dazu in Abschnitt 33.7, „Composition und Recomposition“.
- Eine Composable-Function sollte nicht von globalen Variablen oder zufälligen Werten abhängig sein. Jede Abhängigkeit sollte als Parameter übergeben werden, damit für jeden Input (State) der gleiche Output (UI) produziert wird. Demnach sind sie pure Funktionen und damit deterministisch.
- Eine Composable-Function folgt zwar der *Camel-Case*-Notation, allerdings wird, laut Konvention, der erste Buchstabe groß geschrieben.
- Da eine Composable-Function viele Parameter haben kann und die meisten davon sogar Default-Argumente haben, gilt es als Best Practice, dass wir Named-Arguments verwenden. Das macht die Aufrufe von Composable-Functions viel leserlicher.

Beispiele für existierende Composable-Functions sind `Text`, `Button`, `Image`, `Icon`, `Slider`, `AlertDialog` usw. Diese ganzen UI-Elemente kommen aus dem Projekt *compose.material3*.

Wie bereits erwähnt, können wir auch selbst Composable-Functions schreiben, die wiederum existierende Composable-Functions verwenden. Das macht auch Sinn, denn wenn wir die UI eines Screens beschreiben möchten, dann besteht der Screen zum einen aus verschiedenen UI-Elementen, und zum anderen ist der Screen selbst ein UI-Element, welches wiederum Teil einer anderen View-Hierarchie sein kann.

Stichwortverzeichnis

abstract 237, 240
Android 399
– Activity 402, 405, 431
– Activity Lifecycle 405
– Android Studio 401, 404, 444
– App-ID 403
– Application-Context 407
– AVD Manager 405
– Box 418
– Column 418
– @Composable Annotation 416
– Composable-Function 413, 416, 441
– Composables → Composable-Function
– Compose Phasen 416
– Compose Runtime 416, 421, 436
– Composition 414, 435
– Composition-Phase 436
– Context 407, 441
– Data-Layer 432, 433, 441, 444
– Datenbank 439
– dp 428
– Drawing-Phase 438
– Emulator 405
– Flow 435
– Gradle 408, 409
– Jetpack Compose 413
– Key-Value-Store → Preferences DataStore
– Layout 418
– Layout-Knoten 436
– Layout-Phase 436
– Lebenszyklus 431, 439, 441
– LiveData 435
– Logcat 405
– Manifest 408, 409
– Modifier 428, 436
– MutableState 422, 431
– NavHost-Composable 470
– NavHostController 470
– Navigation 470
– Observable-Types 421, 434, 435, 441
– onCreate-Methode 406
– Persistenz 439
– Preferences DataStore 439, 445
– Preview 411, 425, 426
– Proto DataStore 439
– Recomposition 415, 420, 434, 435
– remember-Funktion 423
– Ressourcen 409
– Row 418
– setContent-Methode 406, 418
– State 414, 421, 434, 441
– Stateful-Composable 425
– State-Hoisting 425, 453, 461
– Stateless-Composable 425
– State-Variable 422
– Theme 406, 409
– UI 414
– UI-Element 406, 414, 436
– UI-Layer 430, 433, 444
– Unidirectional-Data-Flow 434
– User-Events 414, 423, 426, 434
– ViewModel 430, 433, 445
Anweisung 21, 41, 43, 73
Anweisungsblock 80, 84, 100, 104
any 335
Attribut → Eigenschaft
Ausdruck 41, 43, 53
– Auswerten → Evaluation
– Evaluation 47
– Reduktion 45
Ausnahme → Exception
Ausnahmebehandlung 263

Backing Field 161
Basis-Datentypen 55
– Any 67
– Array 62, 307, 311, 360
– Boolean 45, 61
– Byte 56
– Char 60
– Double 44, 57
– Float 57
– Int 44, 56
– Integer 56
– Konvertierungsfunktionen 58
– Long 56
– Nothing 68, 392
– Short 56
– String 44, 60
– UByte 57
– UInt 57
– ULong 57
– Unit 64
– Unsigned Integers 57
– UShort 57
break 93, 95, 280

Camel-Case-Notation 76, 416
class 146
Collection 305
Compiler 22, 51
– Type-Checker 51
– Typprüfung 51, 87, 234
Compilezeit 55, 234, 256
component-Methoden 171
continue 93
copy-Methode 170, 309
Coroutine 439, 440, 483
– async 508
– Blockieren 493
– Coroutine Builder 490, 494, 508
– Coroutine Context 511
– Coroutine Scope 441, 503
– delay 494
– Dispatcher 511
– Global Scope 490
– Job 499
– launch 490
– runBlocking 494
– Suspending Function 441, 494, 506
– Unterbrechen 494

Datenkapselung 160
Datensammlung 305, 331
Datenstruktur 92, 96
Debugger 301
– Haltepunkt 301
Default Arguments 119, 153, 410, 416
Delegation 292, 359
Destructuring 171, 310
do-while 92, 100

Eigenschaft 146, 151, 189, 193, 217
– Berechnete Eigenschaft 163
Einstiegspunkt 21, 35, 66
Entwurfsmuster 285, 300
– Beobachter 422
– Dekorierer 292, 429, 464
– Strategie 286, 464
equals-Methode 168, 169
Exception 263
– throw 270
– try-catch 267

Fallunterscheidung 79, 100
filter 331, 335
flatMap 338
flatten 338
Fließkommazahl 44, 57
Flow 439, 441
fold 332, 334
fun 103
Funktion 48, 53, 103
– Aufruf 46, 102
– Closure 126
  – Freie Variablen 126
  – Gebundene Variablen 127
– Definition 105
– Deklaration → Definition
– Extension-Function 441, 539
– Freie Funktionen → Top-Level-Function
– Funktionen höherer Ordnung 128, 130, 325, 333
  – Currying 132
  – Eta-Reduction 134
  – Funktionsreferenz 134
  – Partielle Anwendung 132
– Funktionsargument 46, 102
– Funktionsblock 104
– Funktionskörper 103, 117
– Funktionsliteral → Lambda
– Funktionsparameter 102, 103, 155
– Funktionssignatur 104
– Infix-Funktion 534
– Inline-Funktion 115, 186
– Lambda 123, 130, 247
– Member-Function 102

– Pure Funktionen 116
– Rückgabewert 103
– Scope-Funktionen 536
– Seiteneffekt 117
– Top-Level-Function 102
Funktionale Programmierung 122

Ganzzahl 44, 56
Generics → Typ-Parameter
groupBy 336
Gültigkeitsbereich → Scope

hashCode-Methode 169
Heap 18, 186

IDE 33, 34
if 81, 100
Import-Anweisung 46
Instanz 157, 177
Interface 184, 239, 252
Interpreter 21
Iteration 92, 96, 112, 328, 374
Iterator 375

JUnit 380

Klasse 141, 145, 146, 189, 227
– Abstrakte Klasse 237, 252
– Daten-Kasse 167, 179
– Daten-Objekte (data object) 179
– Enum-Klasse 83, 84, 90, 172, 195
– Inline-Klasse 185
– Innere Klasse 182
– Lokale Klasse 184
– Sealed-Klasse 392, 529
– Statische Klasse 181
– Verschachtelte Klasse 180
Klasseninvariante 384
Kommentar 28
Konsole 23, 26, 31, 34
Konstante 203
Konstruktor 147, 189, 219
– Initialisierung 150, 162, 209
– Parameter 150
– Primär 149
– Sekundär 152
Koroutine → Coroutine

Laufzeit 55, 387
Liste 315
– List 307
– Unveränderliche Liste 315
– Veränderliche Liste 316
– Verkettete Liste 113, 355, 365, 391
Literal 43, 53, 58

map 334
Map (Datenstruktur) 307, 319
Methode 101, 155, 156, 189, 193, 217
– Getter 162
– Setter 161
Mitglied 157

Named Arguments 154, 309, 410, 416
Nebenläufigkeit 475, 478, 503
– Aktor 529
– Atomare Operation 517
– Deadlock 525
– Kritische Abschnitte 522
– Race Condition 515
– Thread-Confinement 519
null 255
Nullfähigkeit 255, 272
– Elvis-Operator 260, 441
– Force Unwrapping 261
– Null-Checks 258
– Safe Call 258

Oberklasse 214, 220, 229
Obertyp 67, 229
object 177
Objekt 141, 146, 189
– Aggregation 203
– Anonymes Objekt 184, 375
– Basis-Datentypen als Objekte 143
– Companion-Objekt 178, 202, 208, 396
– Komposition 203
– object 177
– Objekte in der Programmierung 142
– Objekte in der Welt 142
– Singuläres Objekt 176, 179, 392
Objektorientierung 141
O-Notation 389
open 214, 220, 224, 237
Operation 44
Operator 44, 47, 53
– Arithmetische Operatoren 59
– Boolesche Operatoren 61
– Operator-Overloading 59, 534
Optionals → Nullfähigkeit

Pair 307, 309
Pattern-Matching 83, 175
Polymorphie 221, 223, 241

Pragmatik 28
Präzedenz 45, 47
Primitive Werte 55
Pseudocode 42
Punktnotation 147, 189, 428

Range 89, 98, 100
– Closed-Ended-Range (..) 98
– Open-Ended-Range (..<) 98
reduce 332
Rekursion 110, 397
– Endlosrekursion 110
– Endrekursion 398
– Rekursive Funktion 111
return 104

SAM-Interface 245, 247, 252
SAM-Umwandlung 248
Schleife 92, 100
– Endlosschleife 94, 110
– Iterieren über Datenstrukturen 96, 100
Schnittstelle 184, 239, 252, 356, 375
Scope 108, 149
Semantik 26
Sequenz 340
– Eager Evaluation 340
– Lazy Evaluation 340
Set 307, 317
Sichtbarkeitsmodifikatoren 165, 189
– internal 165
– private 165, 166
– protected 166
– public 165
Singleton 177, 189, 209, 410
Smart Cast 236, 258
sortedBy 335
Sprungmarke 281
Stack 18
Stack-Trace 264
Standardwerte → Default Arguments
String Templates 65
super 220, 226, 250
Syntaktischer Zucker 125
Syntax 26

Testen 380
this 159
Thread 481, 483
TODO-Funktion 68
toString-Methode 170
Triple 307, 309
Tupel → Pair
Typ 44, 50, 53, 145, 227, 250
Typecast 87, 234, 236
Typhierarchie 68
Typkompatibilität 231
Typ-Parameter 64, 346, 357, 367
Typsystem 52
– Statische Typisierung 55, 234
– Typinferenz 72, 235

Überladen 226
Überschreiben 220, 222, 224
UML 193
Unterklasse 214, 220, 229
Untertyp 68, 229

Variable 46, 49, 53, 71
– Deklaration 73, 78
– Shadowing 114
– Unveränderliche Variable 72, 73, 75, 78, 203
– Veränderliche Variable 72, 73, 75, 78
– Zuweisung 73, 78
Varianz 64, 308, 345
– Invarianz 346, 360
– Kontravarianz 349
– Kovarianz 347, 392
Vererbung 213, 220, 227

Wert 44, 47, 50
when 83, 100, 172
while 92, 100

Zahlensystem 10
– Binärsystem 10
– Dezimalsystem 10