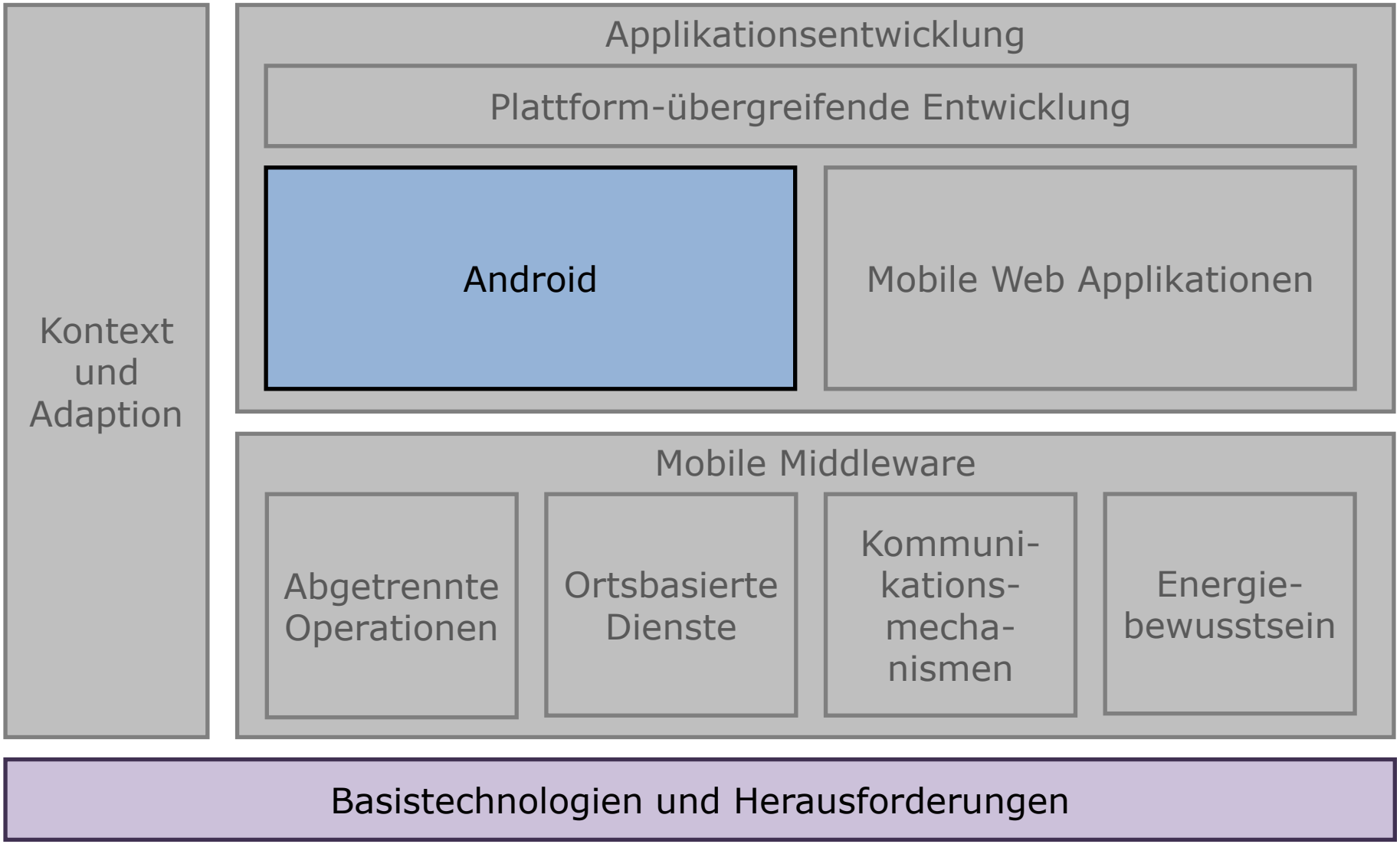
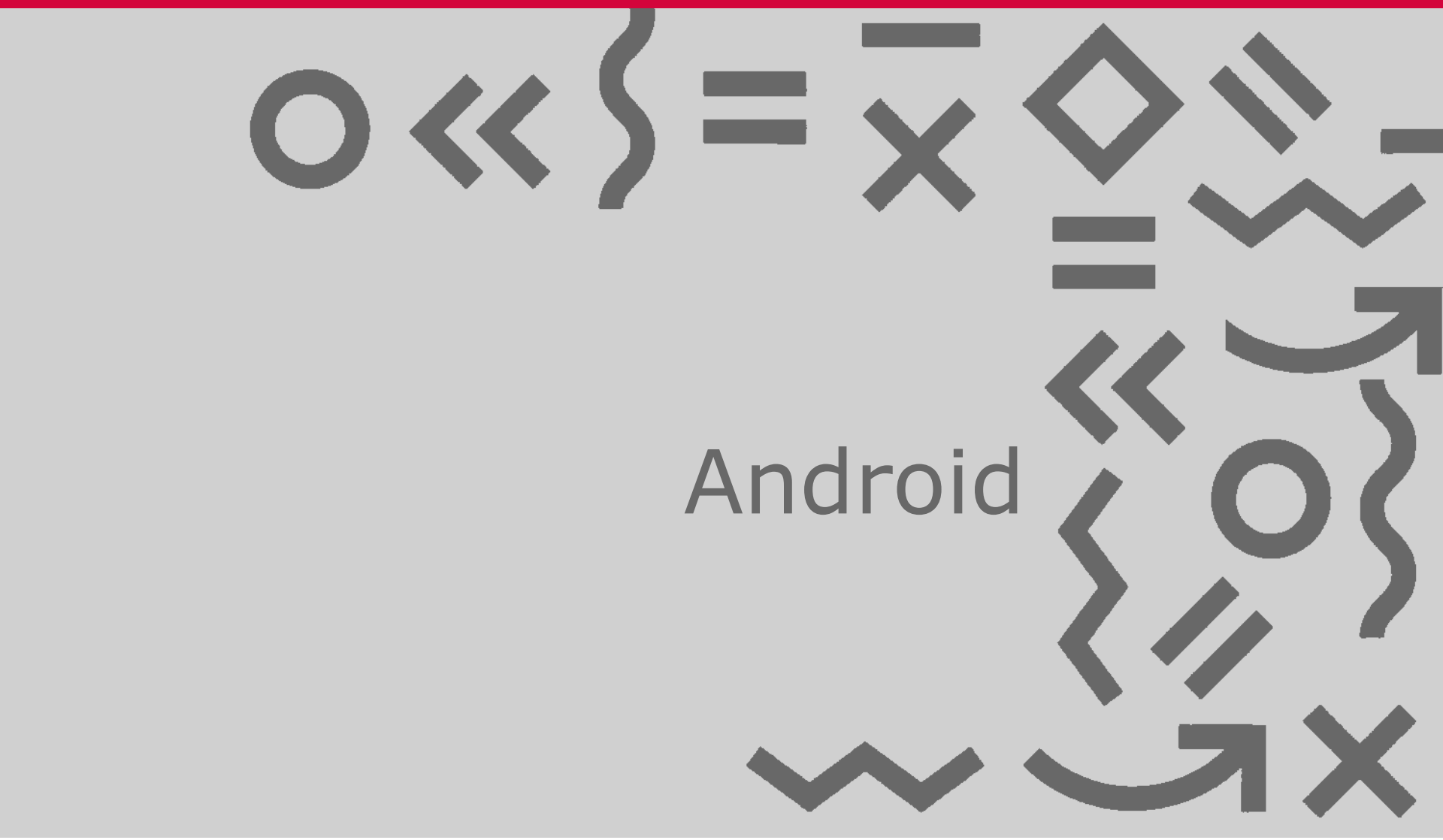
Web- und App-Programmierung

Android und iOS

Prof. Dr.-Ing. Tenshi Hara
fragen@lern.es

Aufbau der Lehrveranstaltung

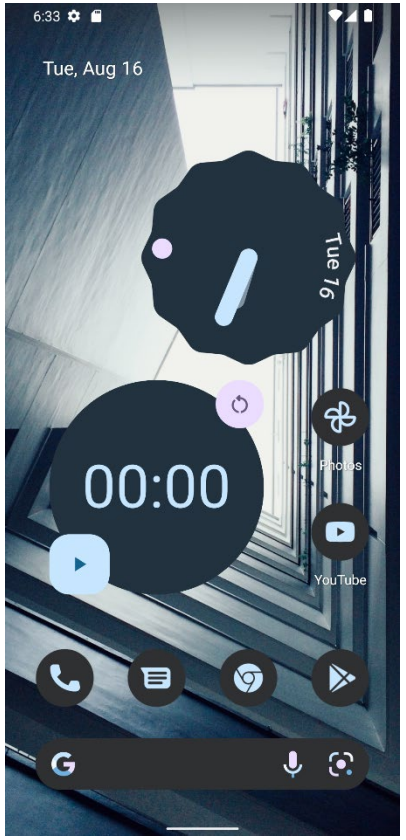




Android

Allgemeines

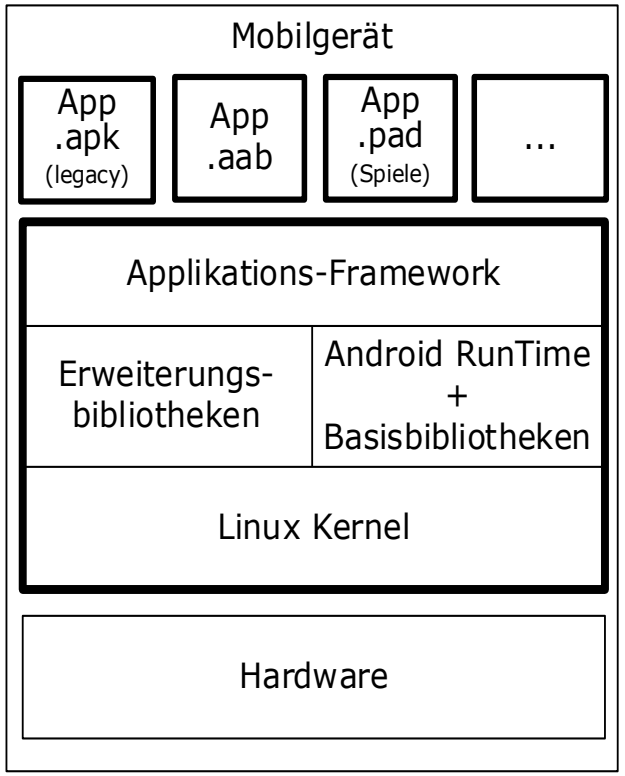
- Entwickelt von der Open Handset Alliance, getrieben von Google
- Zielplattform: Smartphones und Tablets
- Unterstützung heterogener Hardware
- weitere Versionen für IoT-Geräte, Autos, Wearables, Fernseher, Spielekonsolen und Set-Top-Boxen
- zugrunde liegendes Betriebssystem: Linux 3.x
- Open Source (Apache 2.0, GPL 2.0)
- oft mit vorinstallierter proprietärer Google Software (Google Maps, …)
- Programmierung von Apps in Kotlin und Java mittels Android Studio
- Android 1.0 (Beta) im November 2007; aktuell 16



[AOSP; 2022]

ARCHITEKTUR

- Framework mit wiederverwendbaren und austauschbaren Komponenten
- Bibliotheken
  - für viele gängige Medienformate
    (mindestens av1, mpeg4, h.264, mp3, aac, amr, jpg und png)
  - SQLite als relationale Datenbank
  - Schnittstellen für Google Maps
  - integrierte WebKit-Browser-Engine
  - Grafikoptimierung (2-D, 3-D OpenGL)
- Android RunTime
- Linux Kernel 3.x
  - Threading
  - Low-Level-Speicherverwaltung
  - Hardware-Treiber
  - Energieverwaltung



Android RunTime

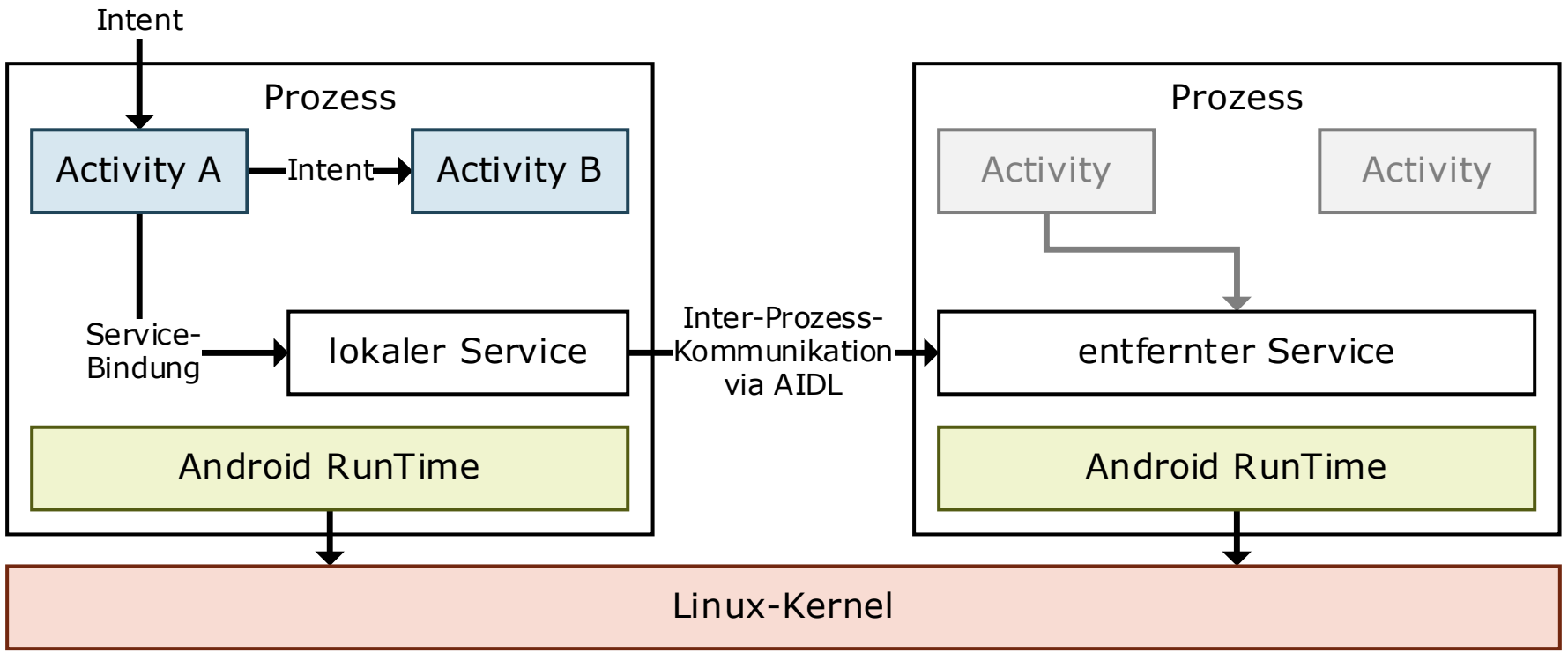
- Android RunTime (ART)
  - Standard-Laufzeitumgebung seit Android 5.0 (Lollipop)
  - Ahead-of-Time-Kompilierung (AOT)
    - beim Installieren entstehender Overhead (Speicher und Zeit)
    - bessere Effizienz und Leistung zur Laufzeit
  - verbesserte Garbage Collection und Debugging
  - optimiert für mobile Geräte
    - Speicherverwaltung
    - klare Prozesstrennung zwischen Applikationen (Sandboxing)
    - optimiert für viele parallel laufende Sandboxes

RenderScript und Vulcan

- hardware-beschleunigte Grafik via CPU und GPU möglich
- seit Android 3 verfügbar; seit Android 12 deprecated: RenderScript
  - für rechenintensive, parallel verarbeitende Prozesse
  - eigene Abstraktionsschicht für heterogene Arbeit auf Multicore-CPU und Multicore-GPU (viele Hersteller erlauben nur noch CPU)
- seit Android 7: Vulcan (via Library von Google)
  - nur für GPU-Aufgaben
  - nutzt GPU-Beschleunigung

Aufbau einer Android-App

- drei Hauptbestandteile: Activities, Services, Intents
- Android-Apps werden in getrennten Prozessen ausgeführt
  - Inter-Prozess-Kommunikation via AIDL-Schnittstellen
  - verwendete Komponenten müssen in Manifest deklariert werden



Intent

- Nachrichtenobjekt zur Veröffentlichung von Ereignissen oder zum Anfordern von Aktionen einer anderen Komponente
- enthält Aktionen und Daten
  bspw. `ACTION_VIEW content://contacts/people/1`
  → Anzeige von Informationen zur Person mit der Identifikation „1“
- drei fundamentale Anwendungsfälle
  - Starten einer neuen Instanz einer Activity
  - Starten eines Service
  - Ausliefern eines Broadcasts, welcher von allen Apps auf dem Gerät empfangen werden kann

Intent

zwei Intent-Typen

- explizit
  - Zielkomponente wird über Klassenname referenziert
  - Zielkomponente startet sofort
  - Beispiel: Starten einer neuen Activity in der App
- implizit
  - kein spezifischer Empfänger, sondern generell durchzuführende Aktion
  - Apps können Filter auf Intents in ihrem Manifest deklarieren
  - falls Intent-Filter mehrerer Apps zutreffen muss Nutzer entscheiden
  - Beispiel: (andere) App zur Anzeige einer Karte mit Lokation anfordern

Intent – Broadcasts

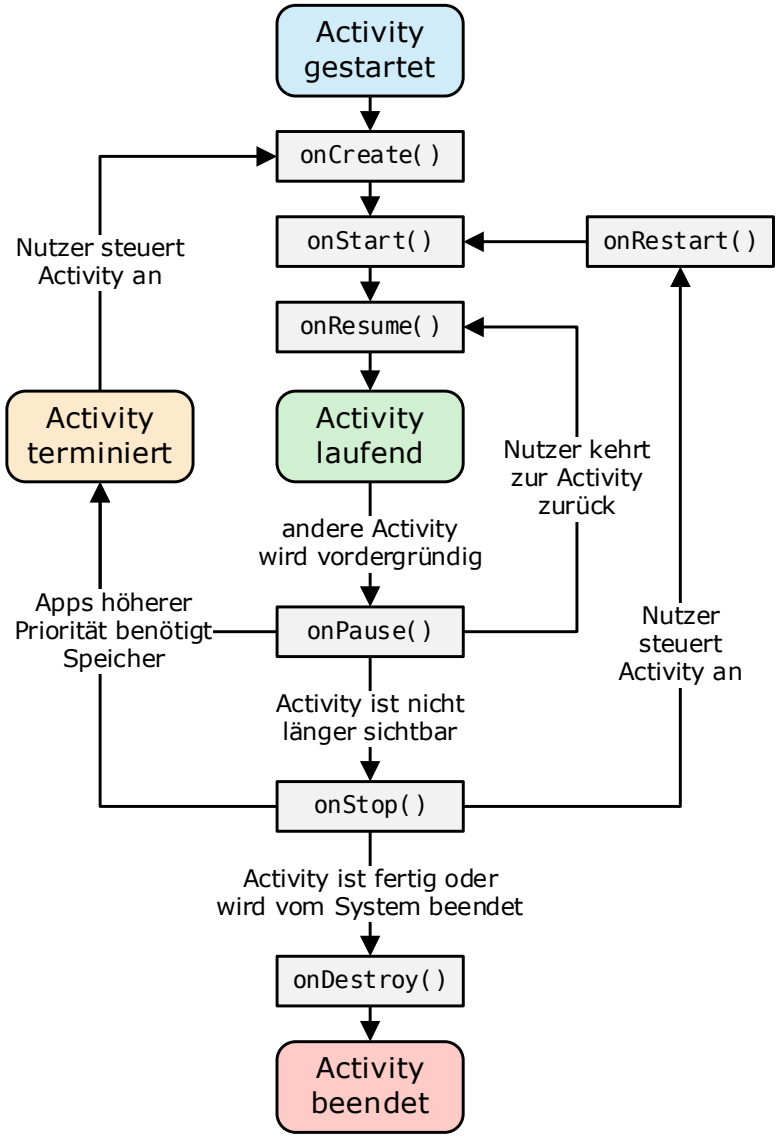
- Empfangen von mittels sendBroadcast() gesendeter Intents
- System- und eigene Broadcasts
- Android vermittelt Ereignisse an Apps (Batterie niedrig, Funk aus, …)
  bspw. `CONNECTIVITY_ACTION`, `AIRPLANE_MODE`
- bis Nougat: Deklaration von Broadcast-Empfängern im Manifest

```
<receiver android:name=".MeinBCEmpfaenger" android:exported="true">
 <intent-filter>
  <action android:name="android.intent.action.BOOT_COMPLETED"/>
  <action android:name="android.intent.action.INPUT_METHOD_CHANGED"/>
 </intent-filter>
</receiver>
```

- seit Nougat: `registerReceiver(BroadcastReceiver, IntentFilter)` muss aufgerufen werden, bspw. für `CONNECTIVITY_ACTION`
- seit Oreo: weitere Einschränkungen für im Manifest deklarierte Empfänger und Anbieter

Activity

- repräsentiert eine einzelne Anzeige (Screen) einer App
- Umsetzung der `Activity`-Klasse (Erweiterung um eigene Methoden)
- enthält Nutzerschnittstellenelement (Views), die auf Ereignisse reagieren
- Android hält Activity-Stapel vor (bspw. für „zurück“)
- Methoden einer Activity spiegeln den Lebenszyklus wieder
- vier grundlegende Zustände
  - laufend (Running)
  - pausiert (Paused)
  - angehalten (Stopped)
  - beendet (Destroyed)



FRAGMENTS

- modulare Sektion einer Activity
- hat eigenen Lebenszyklus und eigene Eingabeereignisse
- kann zur Laufzeit der Activity beliebig hinzugefügt/entfernt werden
- kann in unterschiedlichen Activitys wiederverwendet werden

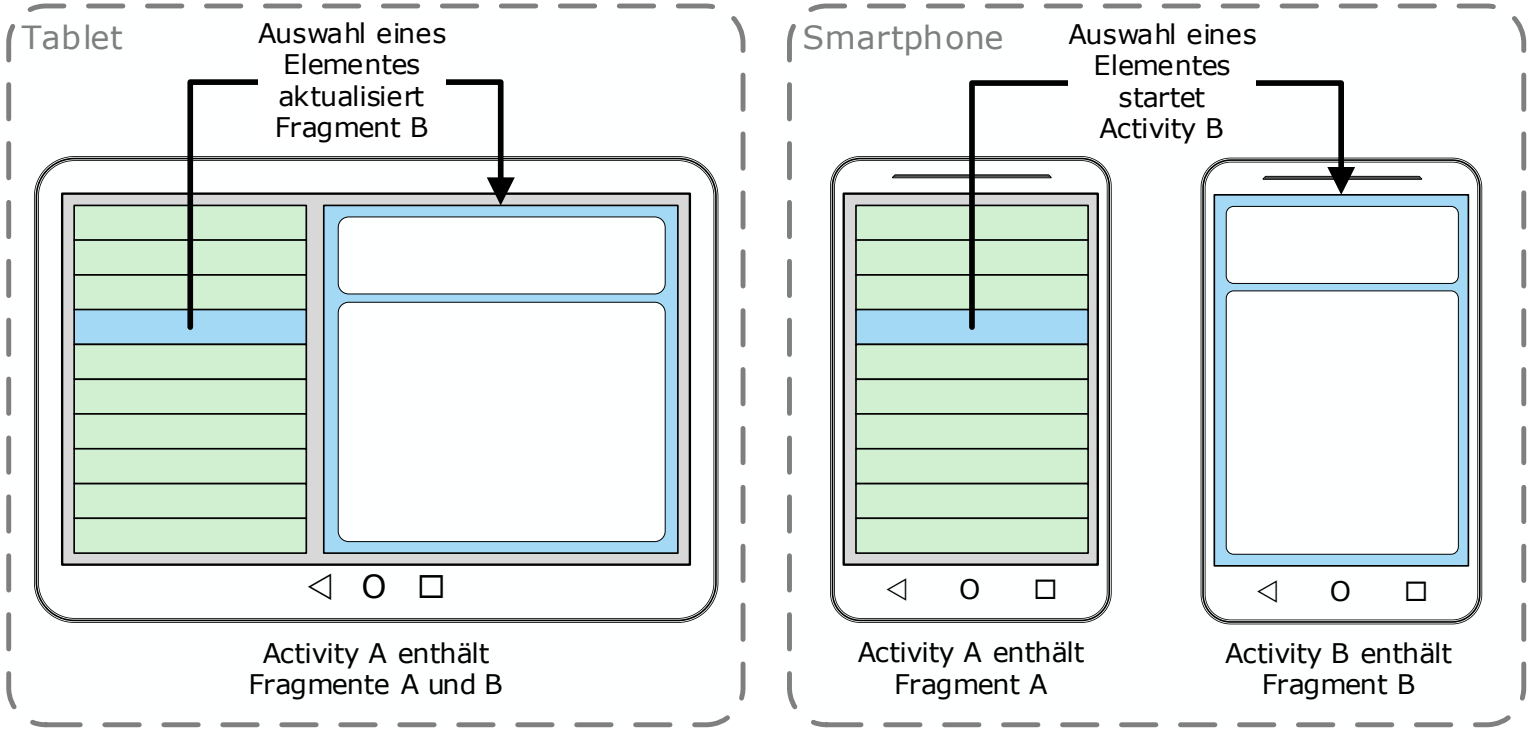
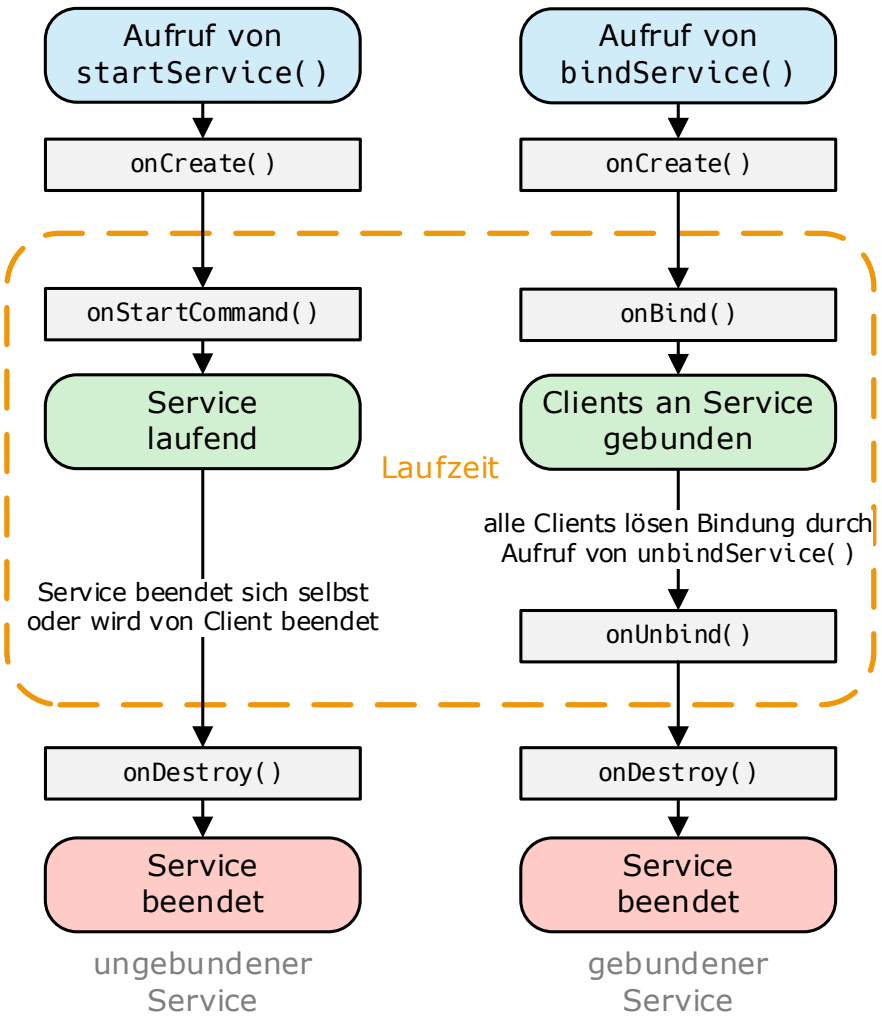


Image from http://developer.android.com

SERVICE

- Ausführung von Hintergrund-aktivitäten (`startService`)
- Offenlegung von Funktionalität ggü. anderen Apps (`bindService`)
- läuft im Prozess erzeugender App
- kein Thread
- lokal und entfernt nutzbar
- wenn verbunden, wird via offenliegender Schnittstelle kommuniziert
  - lokal: einfacher Java-Ruf
  - entfernt: Android Interface Definition Language (AIDL)



Manifest

- `AndroidManifest.xml` für jede App benötigt
- beschreibt Elemente einer App und wann diese erzeugt oder aktiviert werden
- enthält Liste der von der App benötigten und angebotenen Rechte
  - auf Basis dieser Liste wird Nutzer beim Installieren um Freigabe gebeten
  - nur vom Nutzer gewährte und im Manifest stehende Rechte sind nutzbar

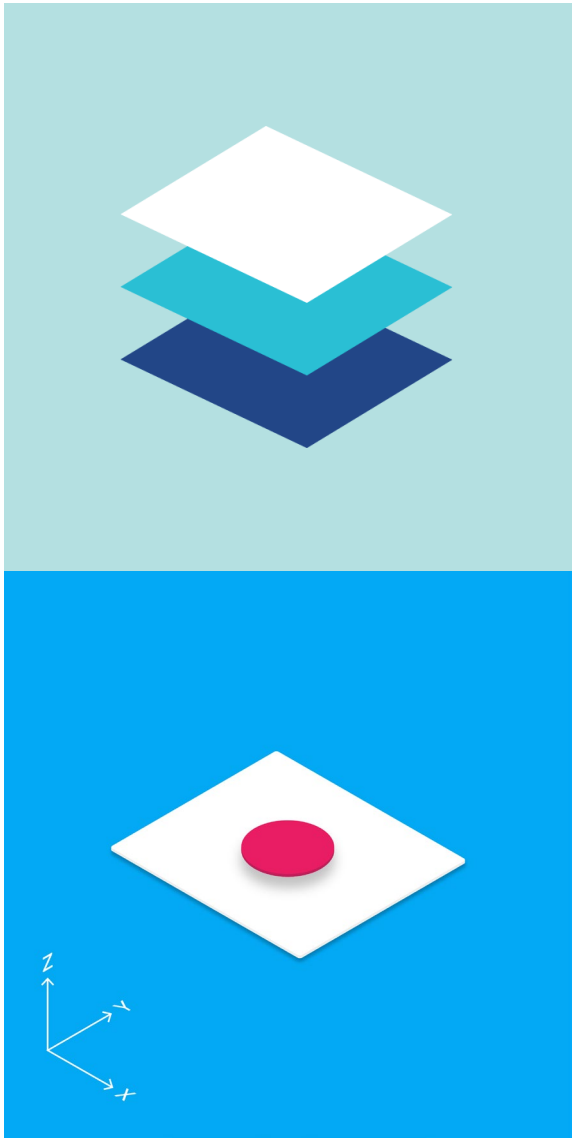
```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
      package="com.my_domain.app.helloactivity">
   <application android:label="@string/app_name">
      <activity android:name=".HelloActivity">
         <intent-filter>
            <action android:name="android.intent.action.MAIN"/>
            <category android:name="android.intent.category.LAUNCHER"/>
         </intent-filter>
      </activity>
   </application>
</manifest>
```

Paketformate der App-Typen

- Android Package (APK)
  - Legacy-Format für Apps, die bis Juli 2021 im Play Store bereitgestellt wurden
  - Standard-Format bei alternativen Stores wie F-Droid
- Android App Bundle (AAB)
  - seit August 2021 verpflichtendes Format im Play Store
  - Dynamic Delivery → kleinere Updates; On-Demand-Feature-Installation
- Play Asset Delivery (PAD), Play Feature Delivery (PFD)
  - ersetzt APK mit OBB-Assets im externen Speicher
  - erhöhte Sicherheit, da Zusatzressourcen durch Play Protect müssen
  - Adaptive Scalable Texture Compression
  - App und Zusatzressourcen müssen mit gleichem Schlüssel signiert werden (Upgrade auf APK Signature Scheme 3 mit Key Rotation)
  - für Spiele ab 150 MB verpflichtend

Material Design: Native Oberfläche von Android 5 bis 11

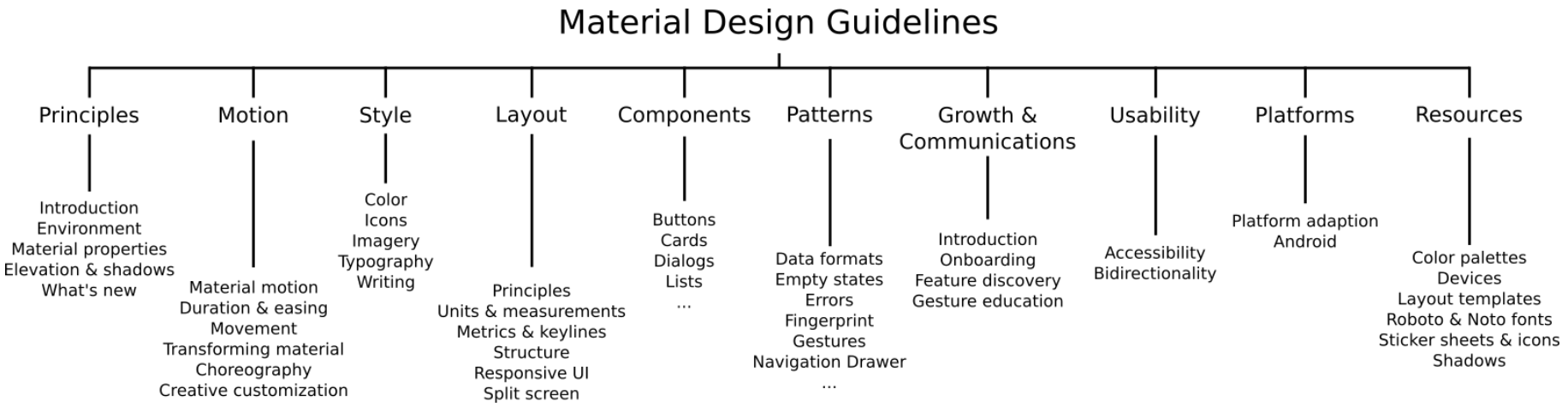
- seit 2014 Vorgabe von Google
  → https://material.io
- wurde mit der Einführung von Android 12 durch *Material You* abgelöst
- Material als Metapher (Stift und Papier)
- GUI-Elemente erben Papiercharakteristiken
- flaches Design mit Ebenen (z-Achse)
- z-Position wird durch Erhöhungen und Schatten dargestellt
- Erhöhung wird durch Nutzerinteraktion geändert (bspw. Schaltfläche betätigen)
- umfangreiche Nutzung von Bildern und Animationen



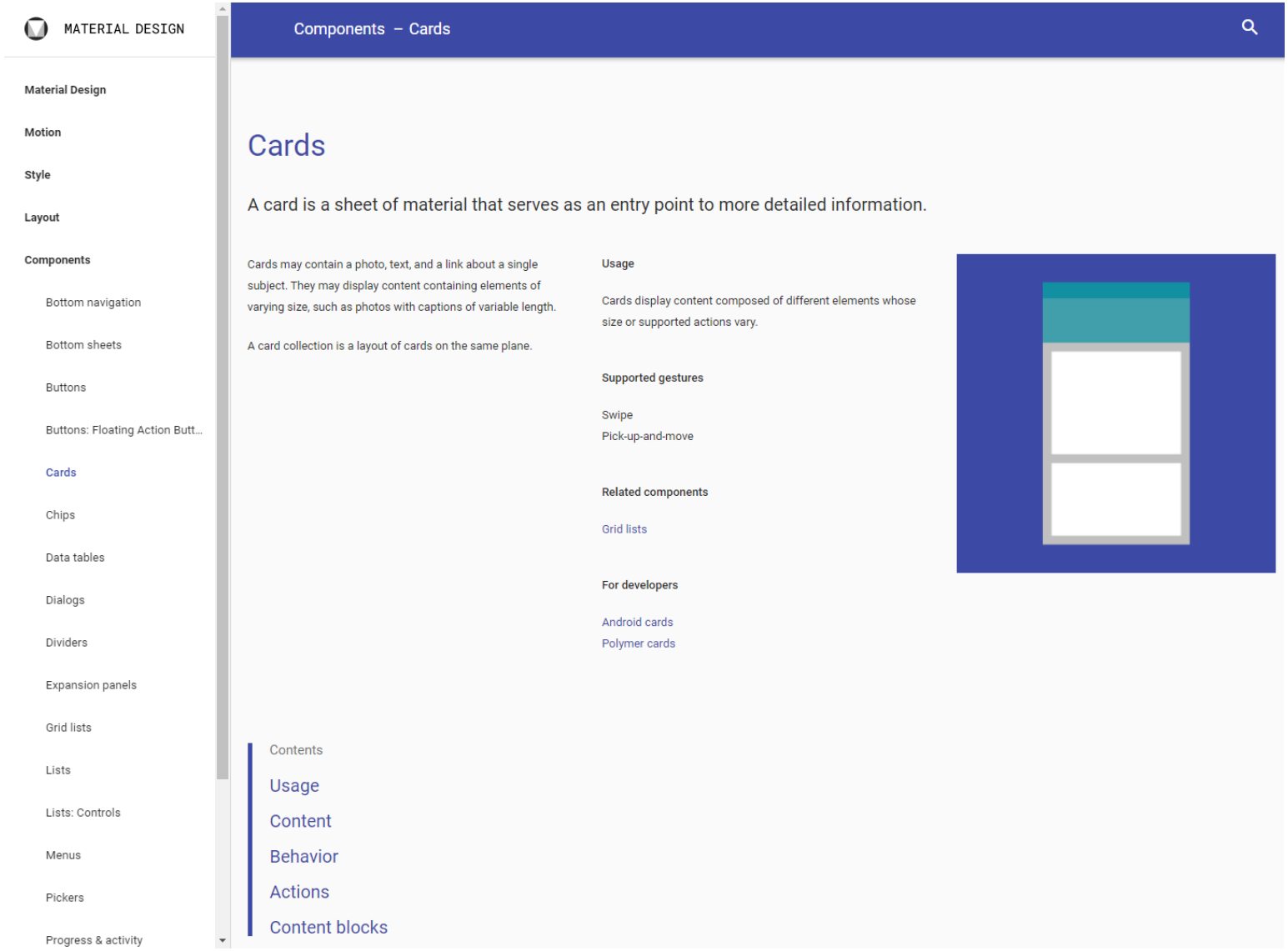
Material Design: Native Oberfläche von Android 5 bis 11

Material Design Styleguides

- unterteilt in Hauptkategorien
  - Principles – spezifizieren Grundlagen des Material Designs
  - Components – spezifizieren GUI-Elemente (Dialoge, Menüs, …)
- enthält auch Beispiele und Warnungen (Dos und Don'ts)



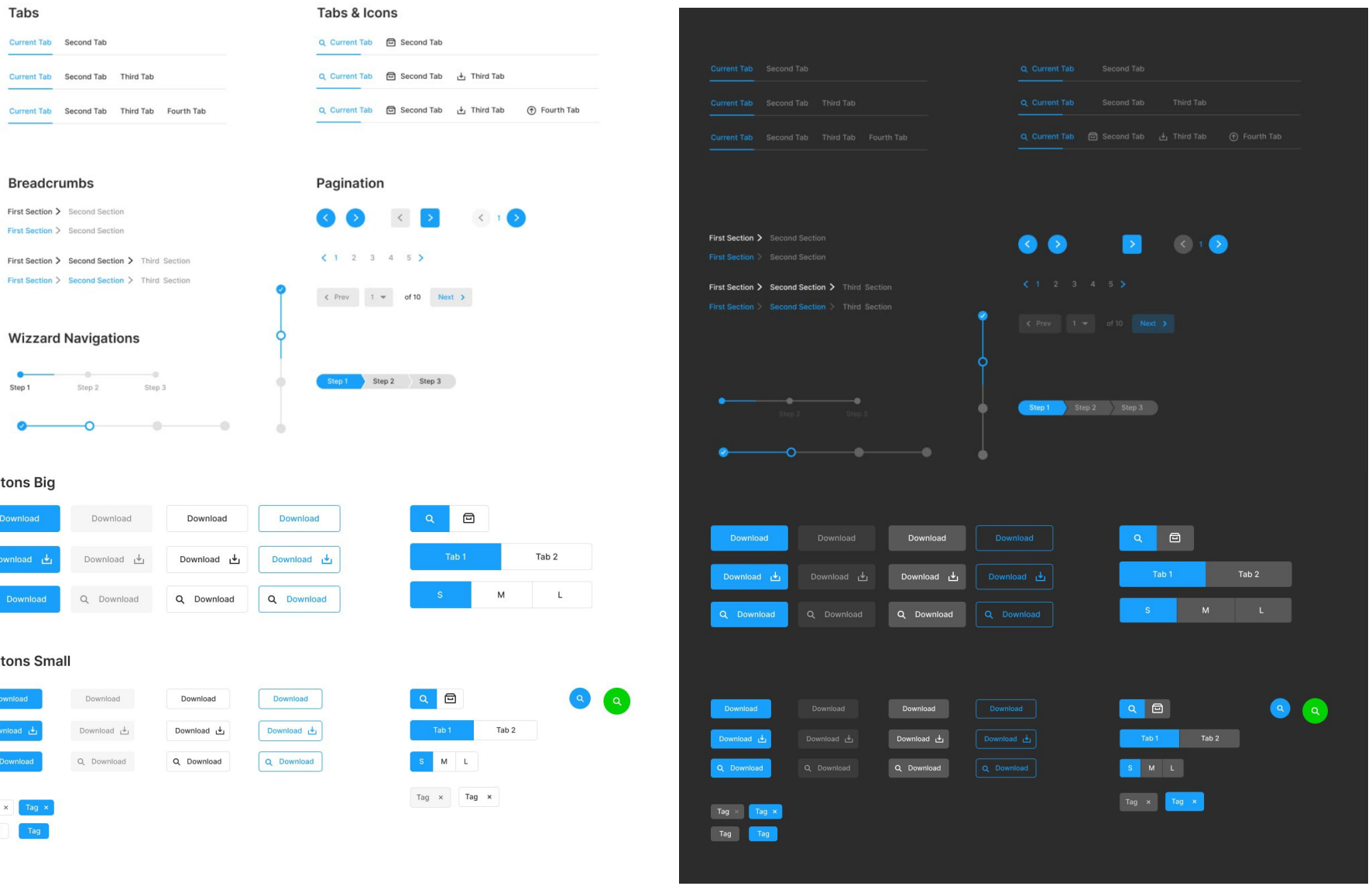
Material Design: Native Oberfläche von Android 5 bis 11



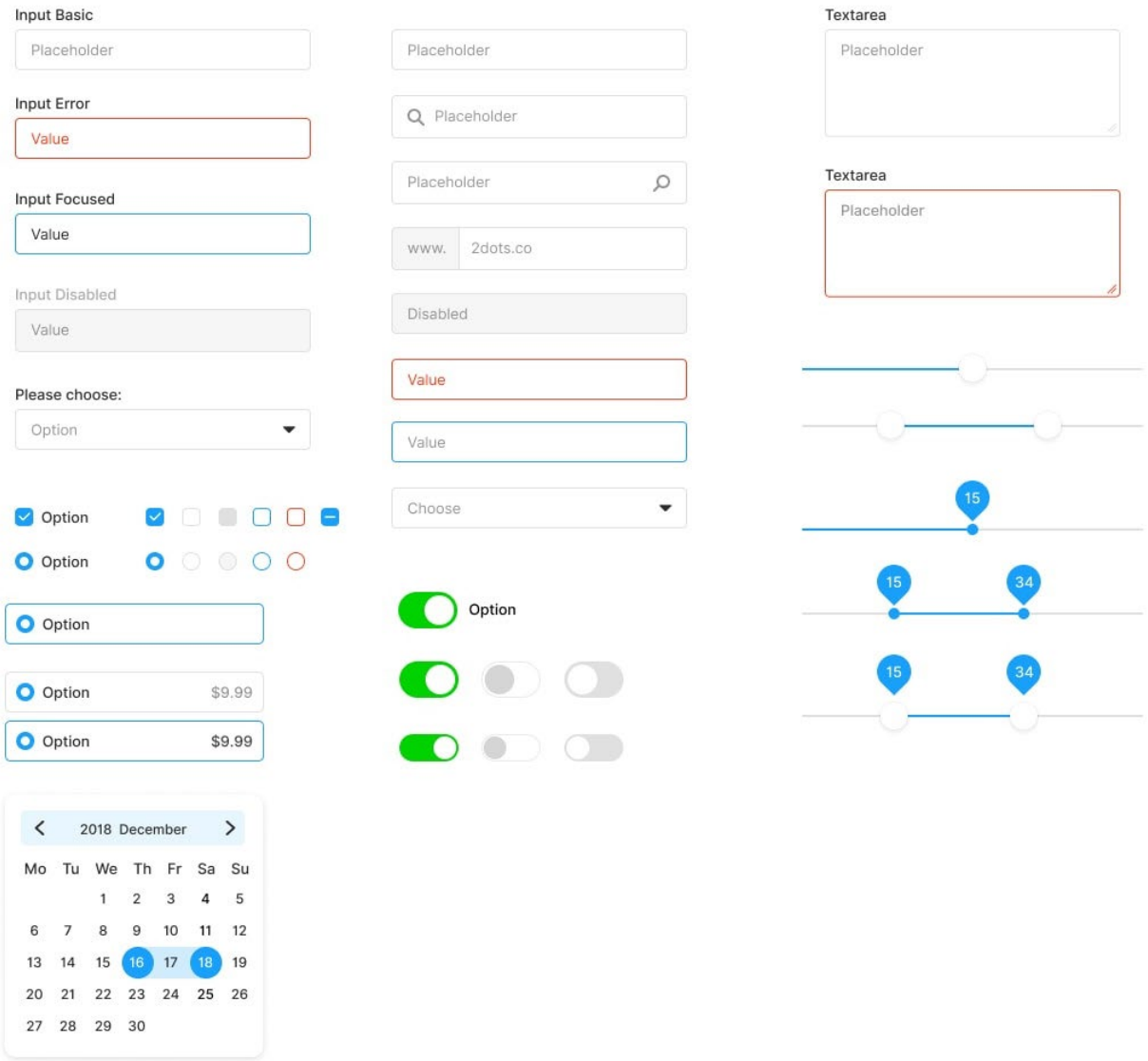
Material You: Native Oberfläche von Android 12 bis 15

- Anpassungen in den Farbpaletten (Pastelltöne)
- dynamische Farbpalette
- abgerundete Ecken
- vergrößerte Tap Targets
- neue (dynamische) Elementformen und –abstände

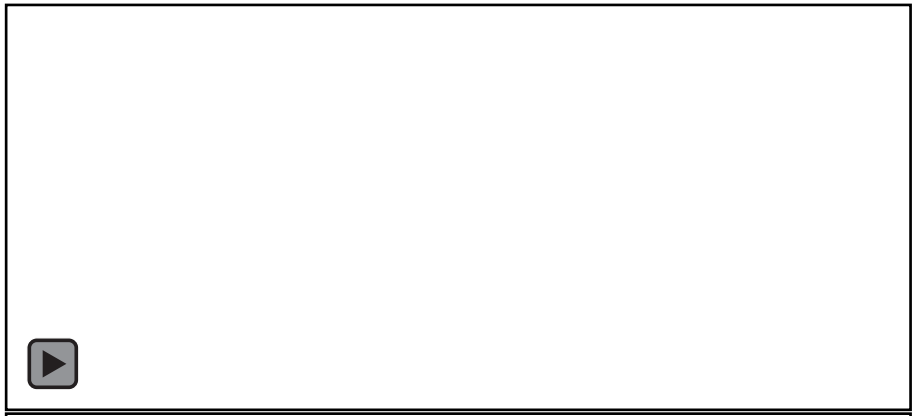
GUI-Elemente



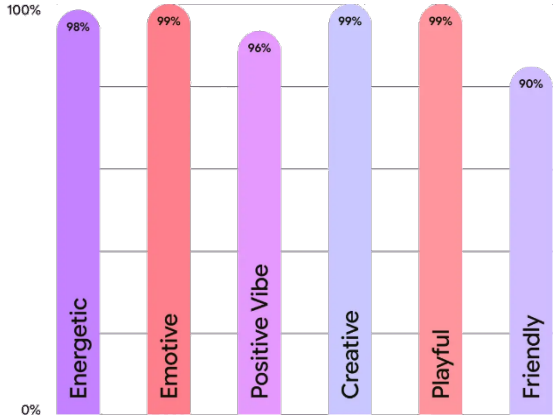
GUI-Elemente



Material 3 Expressive: Native Oberfläche ab Android 16



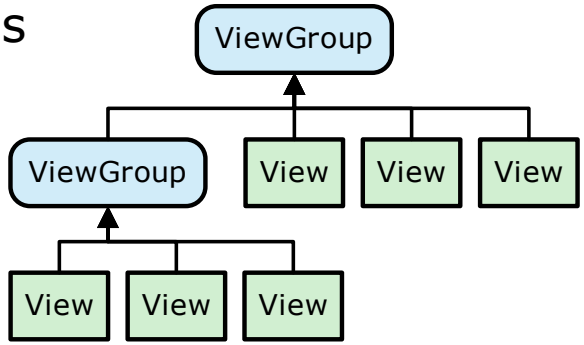
Expressive Attributes

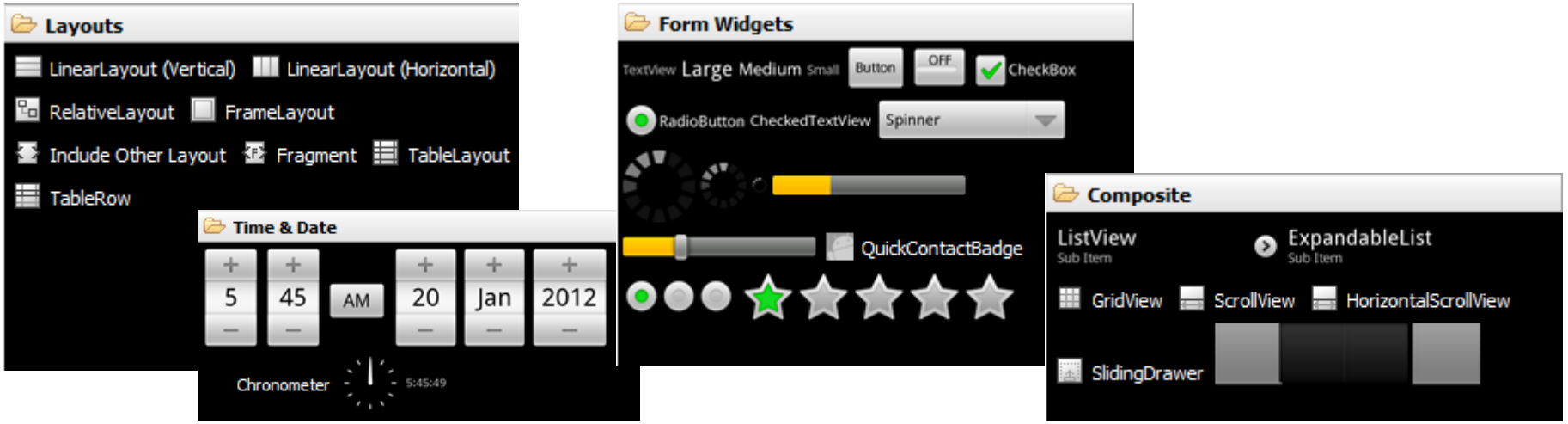


- verbesserte Kontraste
- erneut vergrößerte Tap Targets
- visuell deutlichere Animationen

GUI-Erzeugung

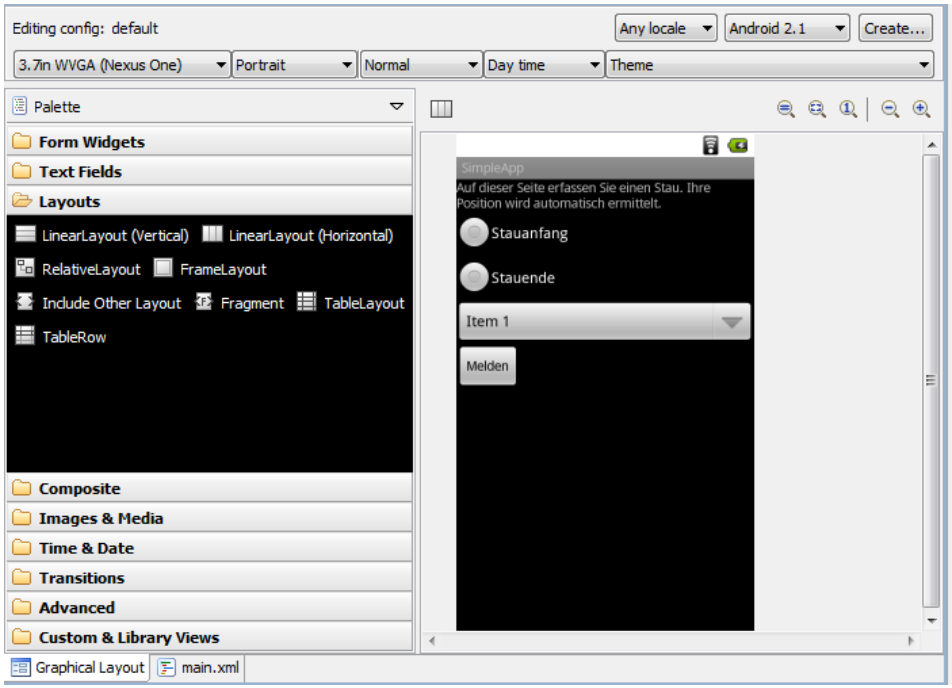
- GUI basiert auf Screens
  - enthalten Applikationslogik, Layout und Views
  - Activitys erzeugen und kontrollieren Screens (eine Activity je Screen)
- Views sind die sichtbaren Elemente der GUI (erben von `android.view.View`)
- Layouts arrangieren/gruppieren Views im Screen (erben von android.view.ViewGroup)





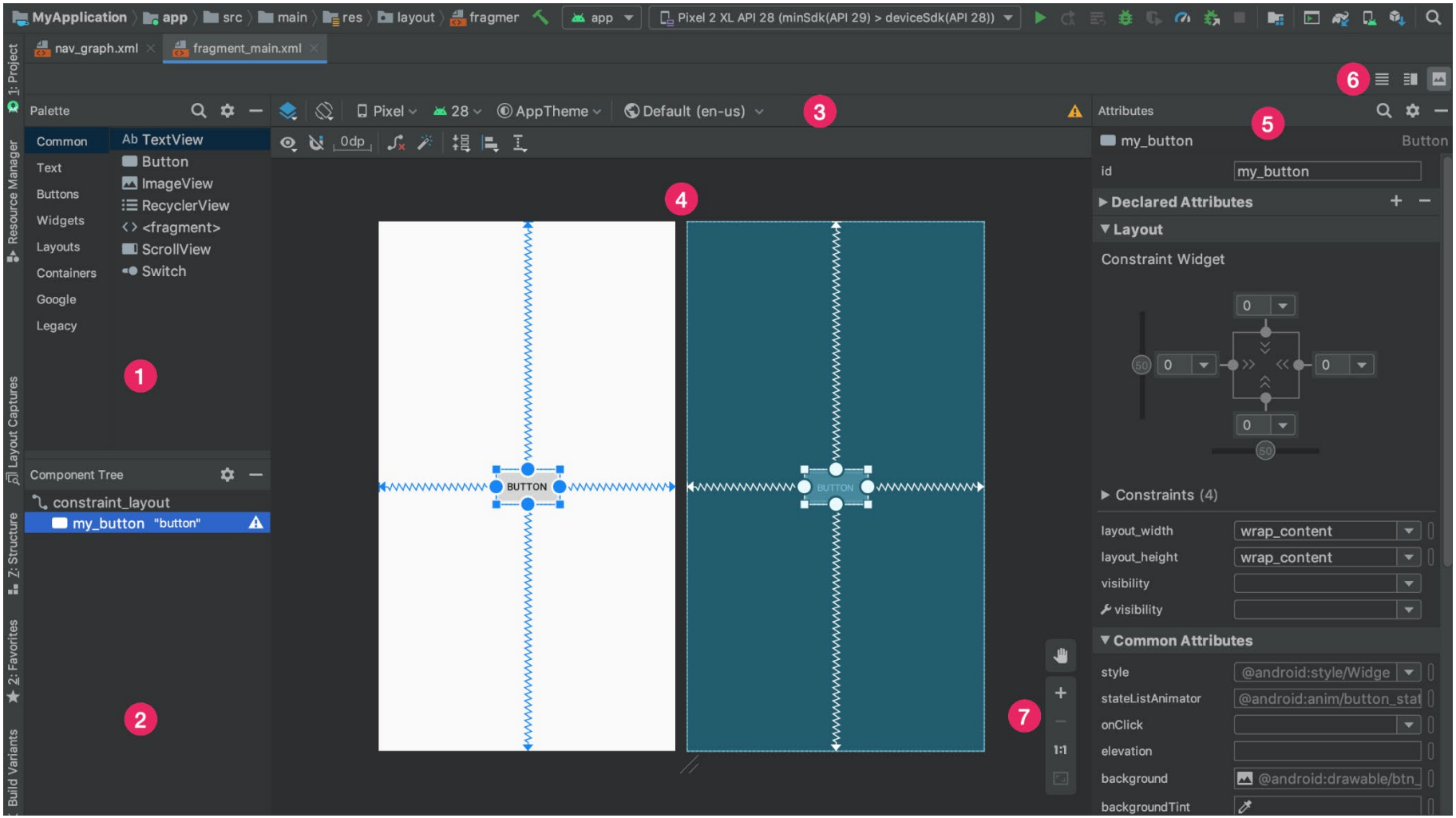
GUI-Erzeugung mit XML

- auf XML basierende GUI-Beschreibung
- alternativ: Erzeugung der GUI im Kode
- Unterstützung von Touch-Interaktionen
- ereignisbasierte Verarbeitung von Interaktionen (bspw. `view.setOnClickListener(callback)`)




```xml
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<LinearLayout
  xmlns:android="http://schemas.android.com"
  android:orientation="vertical"
  android:layout_width="fill_parent"
  android:layout_height="fill_parent">
  <TextView
    android:layout_width="fill_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:text="Auf dieser Seite ..." />
  <RadioGroup
    android:id="@+id/position"
    android:layout_width="fill_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:orientation="vertical">
    <RadioButton
      android:id="@+id/stauAnfang"
      android:layout_width="wrap_content"
      android:layout_height="wrap_content"
      android:text="Stauanfang" />
    <RadioButton
      android:id="@+id/stauEnde"
      android:layout_width="wrap_content"
      android:layout_height="wrap_content"
      android:text="StauEnde" />
  </RadioGroup>
  <!-- weitere Elemente... -->
</LinearLayout>
```

GUI-Erzeugung mit Android Studio Layout Editor



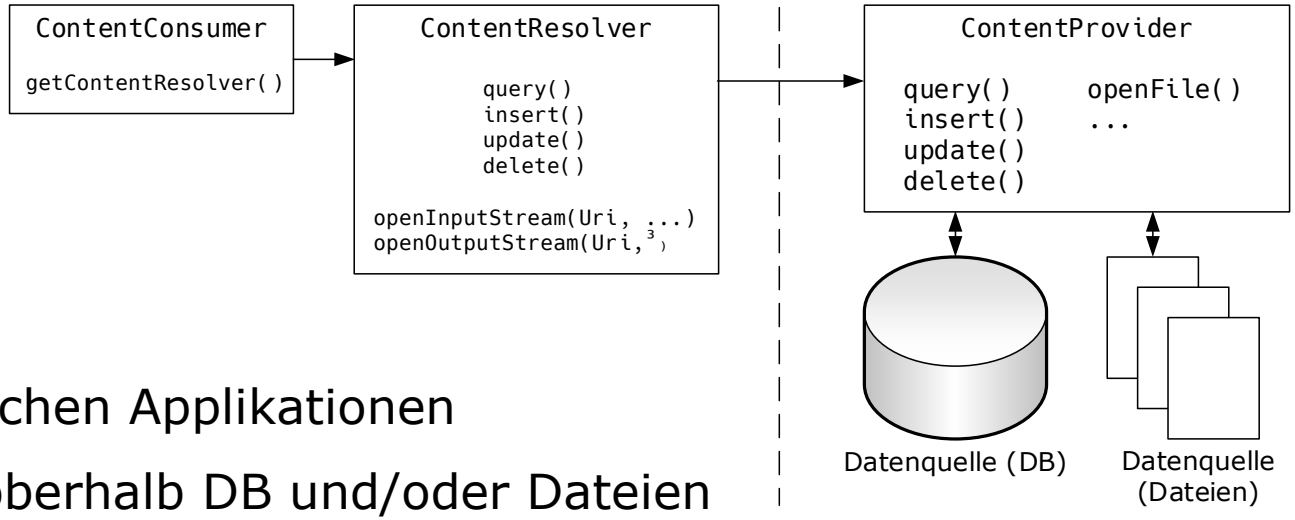
Netzwerkkommunikation

- `Android.net.ConnectivityManager`
  - überwacht Verbindungszustand
  - sendet Broadcast-Intent sobald sich Zustand ändert
  - stellt Methoden zum Zugriff auf Netzwerkzustand bereit
    - `getActiveNetworkInfo()`
    - `getAllNetworkInfo()`
    - `getNetworkInfo(int networkType)`
- `Java.net.*`-API können genutzt werden
  - werden als Teil der Android-Plattform vorgehalten
  - `HTTPClient` als Basis für HTTP-Verbindungen
- alternative Bibliotheken auch verwendbar (bspw. Google Volley)

Persistenter Speicher

- SQLite
  - lokale Datenbank mit SQL- und Transaktionsunterstützung in einzelner Datei
  - Ausgangsklasse: `android.database.sqlite.SQLiteDatabase`
  - Abfragen mittels `SQLiteDatabase.query()`
- gemeinsame Voreinstellungen
  - Ausgangsklasse: `android.content.SharedPreferences`
  - speichert primitive Daten in Schlüssel/Wert-Paaren
- interner Speicher für private Daten in Dateien (getrennt nach App-Id)
- (virtueller) externer Speicher für gemeinsame Daten in gemeinschaftlich zugreifbaren Dateien

PERSISTENTER SPEICHER – CONTENTPROVIDER



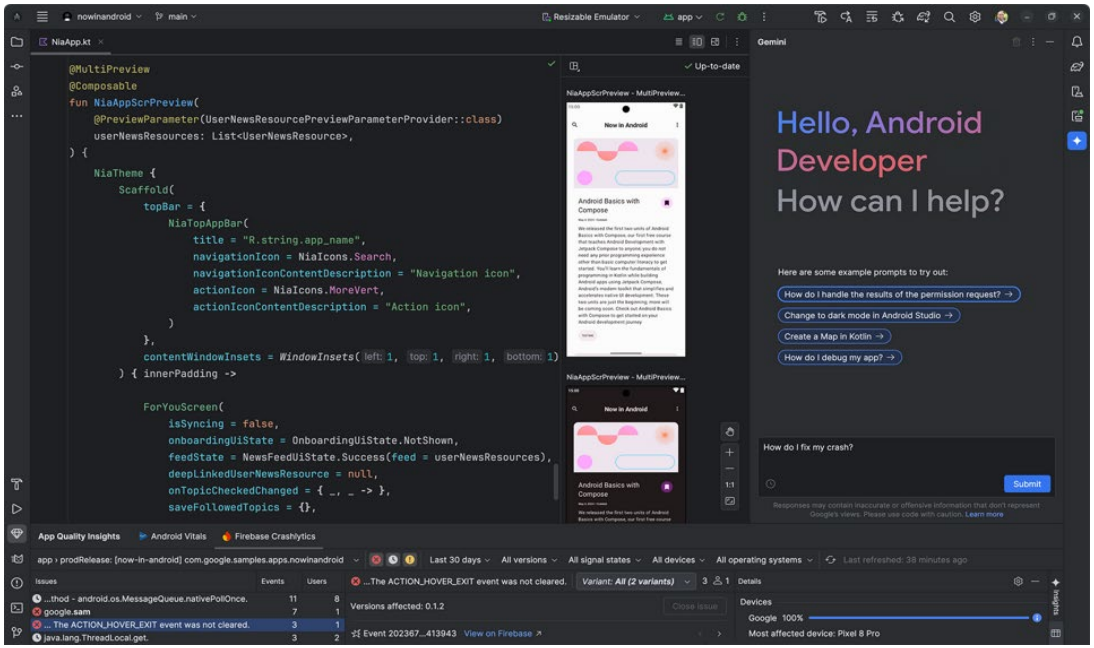
Teilen von Daten zwischen Applikationen

- Abstraktionsebene oberhalb DB und/oder Dateien (Interface-Klasse `android.content.ContentProvider`)
- Inhalt wie auf Web-Server organisiert – URIs für Zugriff (bspw. content://de.ba-dresden.beispielprovider/bilder/uri-beispiel)
- implementiert Standardmenge von Methoden für lesenden und schreibenden Datenzugriff durch andere Apps
- `ContentProvider`-Implementierung für gängige Datentypen (Kalender, Kontakte, …)
- Zugriff via `ContentResolver`

Entwicklungswerkzeuge

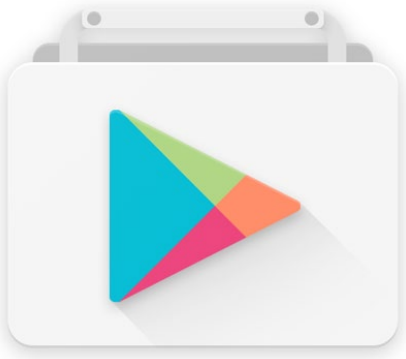
Android Studio

- basiert auf IntelliJ IDE
- Projektverwaltung
- Geräteemulator
- Debugger



früher: Eclipse (geht immer noch)

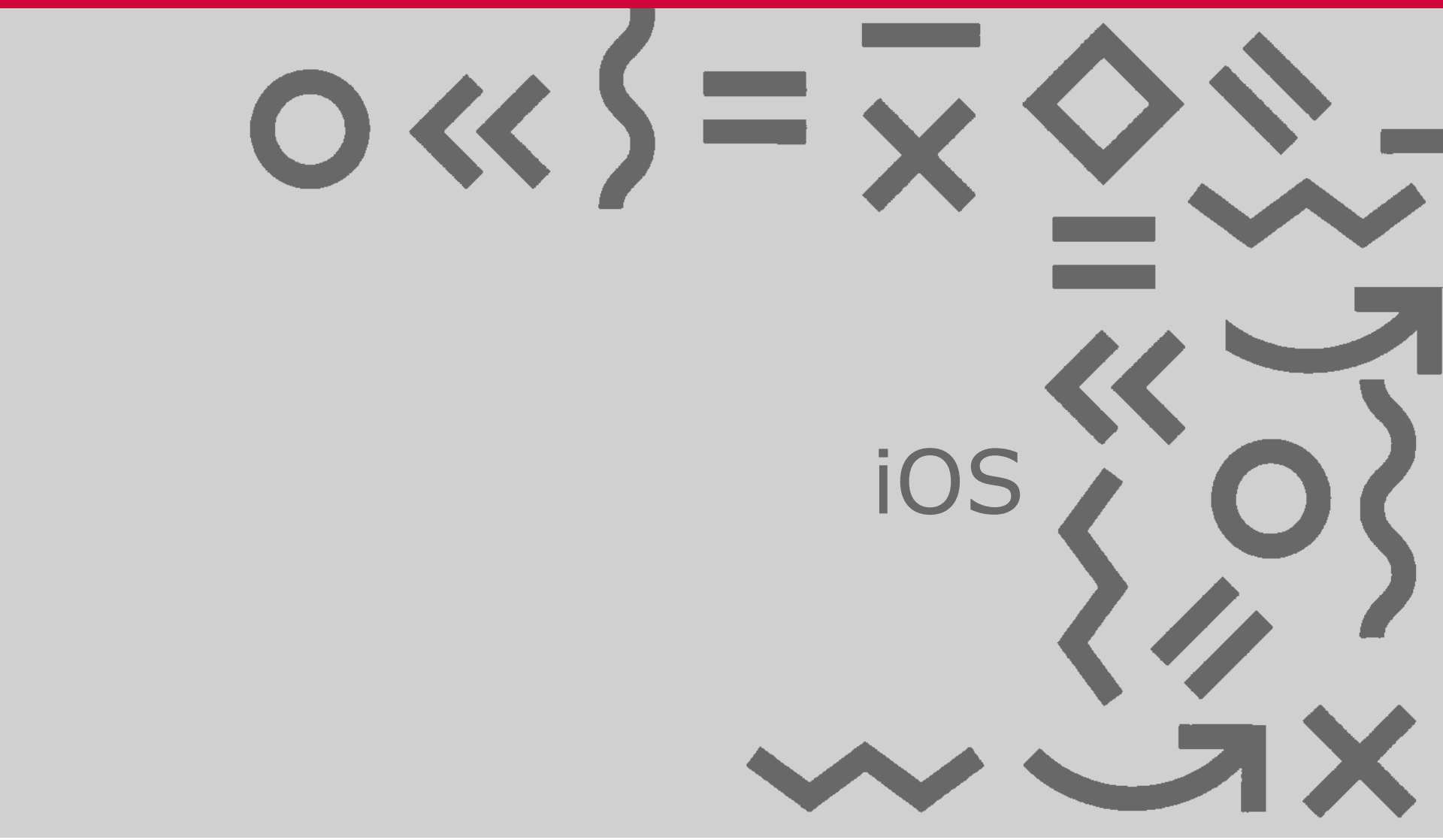
Bereitstellung und Bezug von Apps



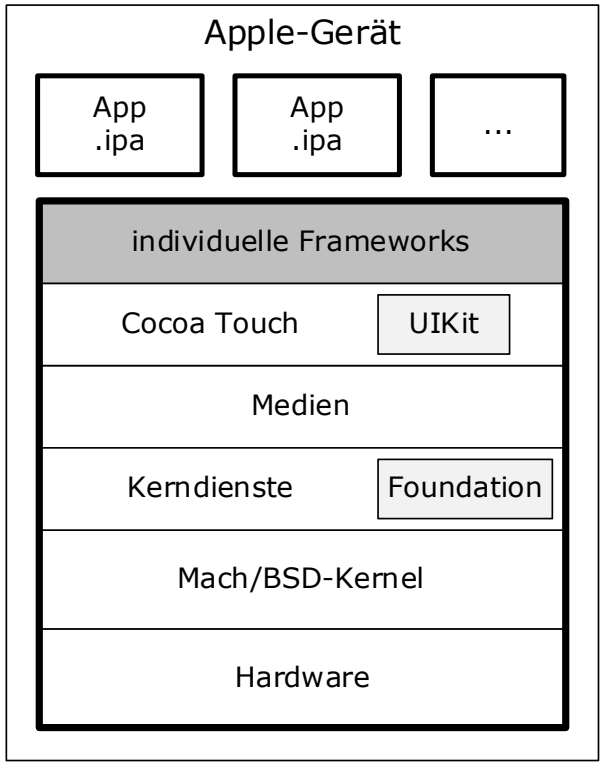
- Bereitstellung von Apps
  - im Google Play Store (verifiziert)
  - als APK auf Webseiten, … („unbekannte Quelle“)
- Entwicklung verursacht nur Selbstkosten
- Bereitstellung im Play Store erfordert einmalige Registrierung als Entwickler (25 USD)
- Entwickler können Preis für App-Bezug festlegen; Google behält 30% des Umsatzes als Provision ein
- provisonsfreie Bereitstellung nur außerhalb des Play Stores (s.o.)

Sonstiges

- spezielle Eingabemethoden für Sehbehinderte:
  https://support.google.com/accessibility/android/answer/9728765
- Android wird oft mit unerwünschte Software (Bloatware) ausgeliefert; muss teilweise mühsam entfernt werden:
  https://github.com/0x192/universal-android-debloater
- Austauschbarkeit auch bei Kernkomponenten, z.B. Nutzung von Here Maps anstatt Google Maps API/SDK:
  https://developer.here.com/products/here-sdk


iOS

ARCHITEKTUR



- Cocoa Touch: Objective-C-APIs für untere Ebenen (bspw. Multi-Touch, Kamera, Accelerometer)
  → was am häufigsten verwendet wird
- Medien: OpenGL ES, Core Audio, OpenAL, PDF, PNG, JPG, TIFF, Quartz 2D
  → auf Performance optimiert
- Kerndienste: Adressbuch, SQLite, Netzwerk, Lokation, Threading
- Kernel: BSD und Mach 3.0, Dateisystem, Energieverwaltung, Sicherheit
  → sehr begrenzter Zugriff für Entwickler

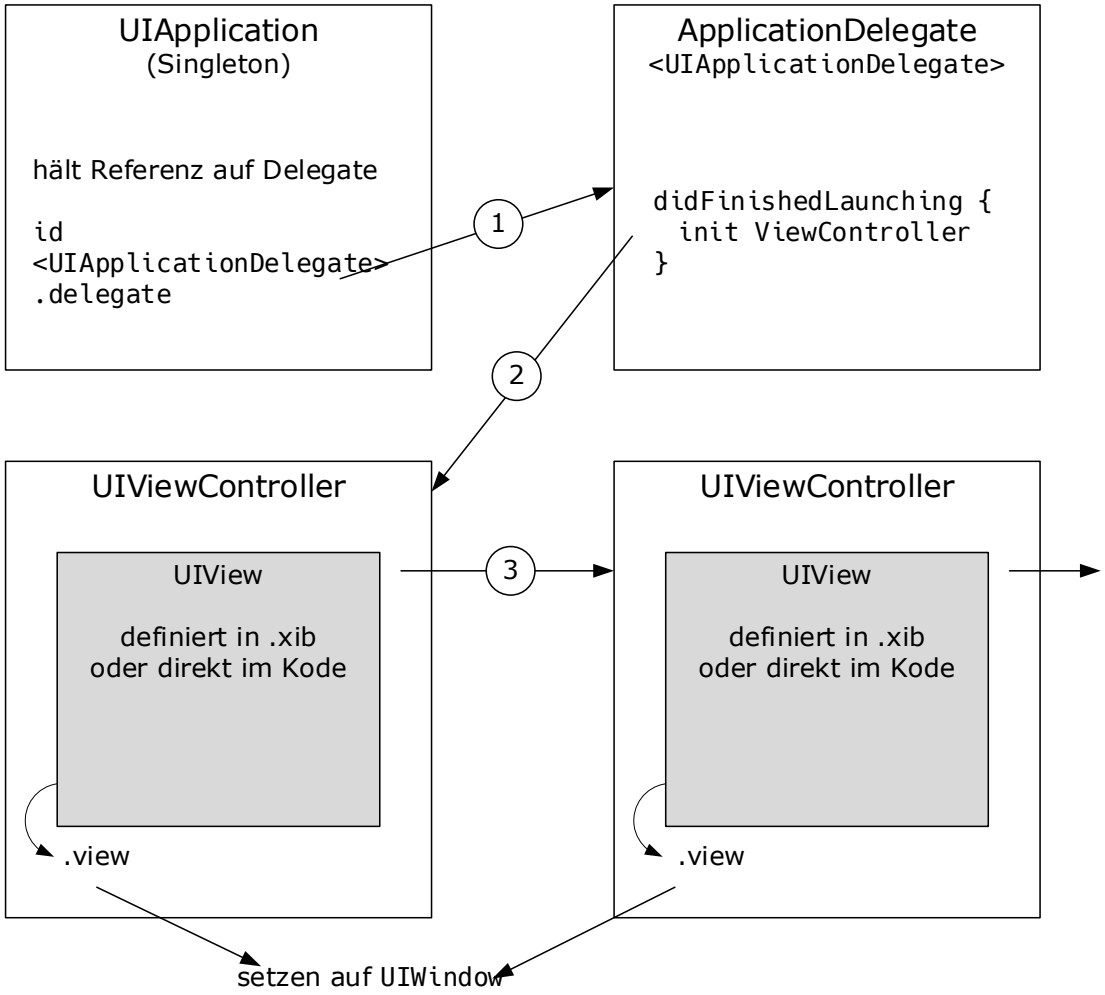
Objective-C vs. Swift

- Swift (Apple-eigene Sprache)
  - ersetzt Objective-C als Standardsprache für iOS-Entwicklung
  - durch Expressivität von Skriptsprache (JavaScript, Ruby) beeinflusst
  - leichtgewichtige Syntax
  - Typsicherheit und Typgeneralisierung (Generics)
  - keine Unterscheidung zw. Interface- und Implementierungsklassen
  - keine Pointer → Speichersicherheit
  - Playground → Just-in-Time-Evaluation von Kode
- Swift-, Objective-C- und C-Kode kann in einem Projekt vermischt werden

Anatomie einer iOS-Applikation

- Cocoa-Touch-Framework
  - Foundation – Basisklassen für Apps (NS-Präfix)
    - Datentypen und -strukturen (NSStrings, NSArray, …)
    - Dienste und Funktionskapsellung (Datum, Kalender, Timer, …)
  - UIKit – Objekte mit GUI-Bezug („Views“)
- alle Applikationen basieren auf drei Entwurfsmustern
  - Model-View-Controller – allgemeine App-Struktur
  - Delegation – erledigt Informationstransfer zwischen Objekten
  - Target-Action – übersetzt Nutzerinteraktionen in Laufzeitkontrollkode

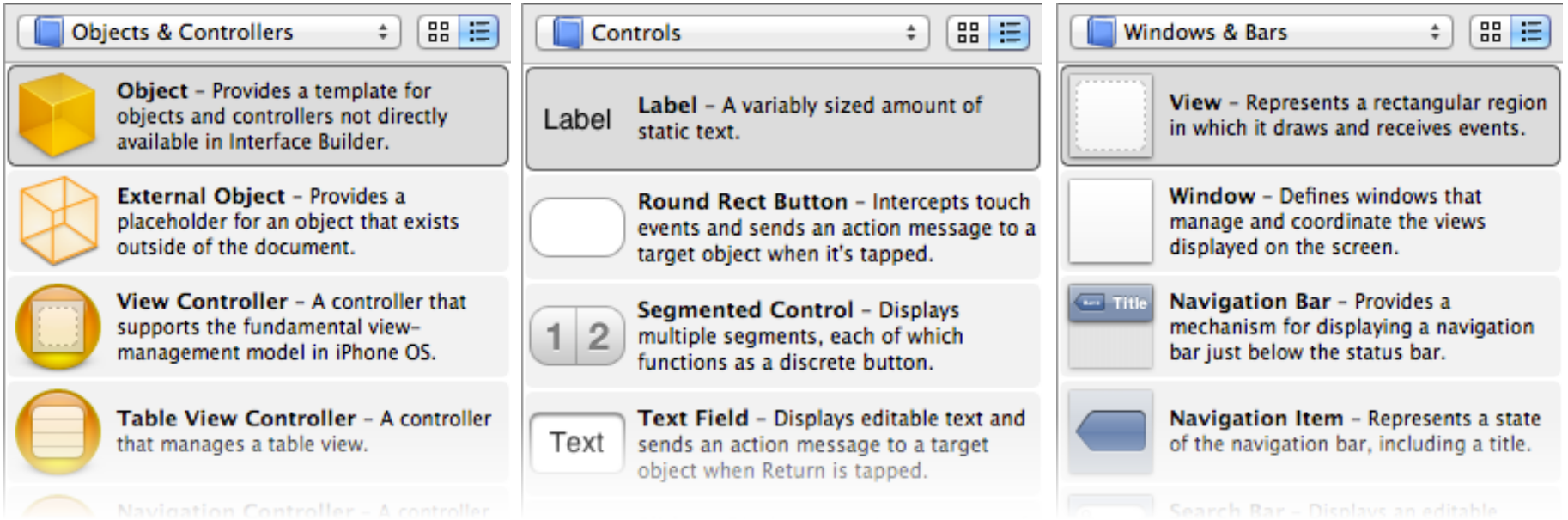
Anatomie einer iOS-Applikation



- ähnlich zu Activitys unter Android: ein Screen pro ViewController
- ApplicationDelegate handhabt grundlegende Aufrufe im Applikations-lebenszyklus und initiiert ViewController für ersten View

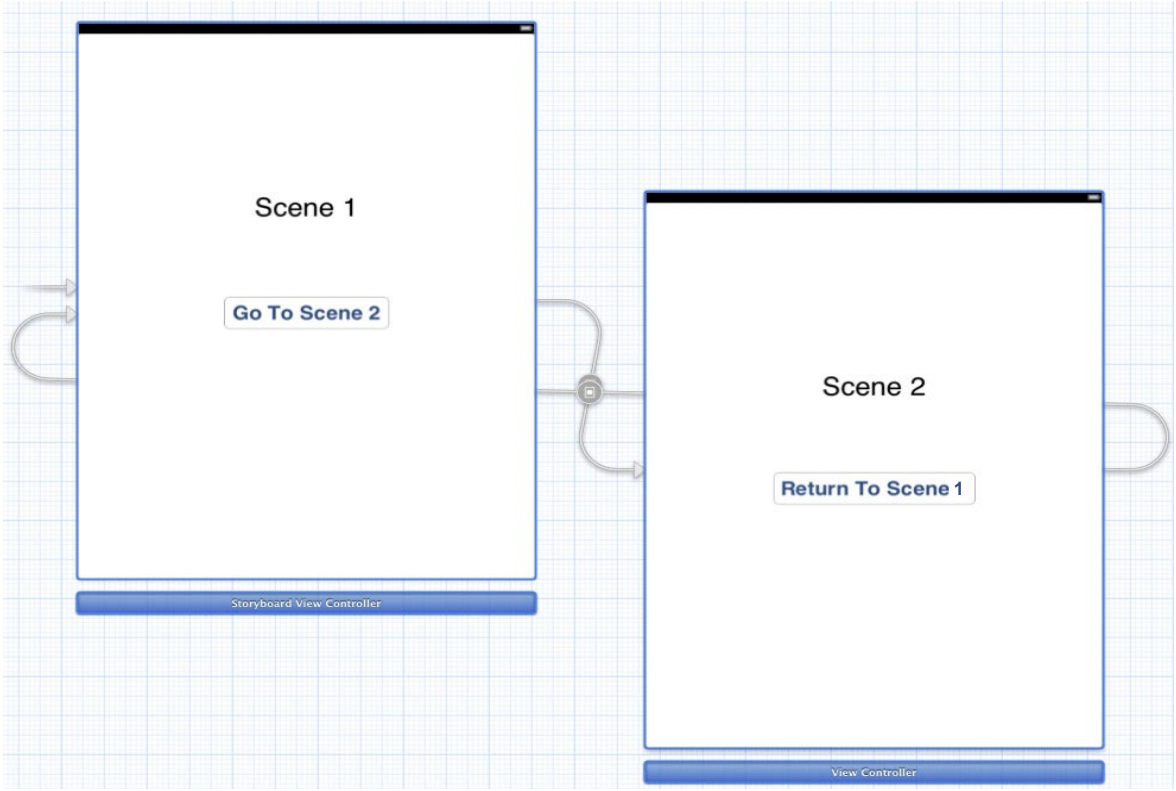
Erzeugung der iOS-GUI

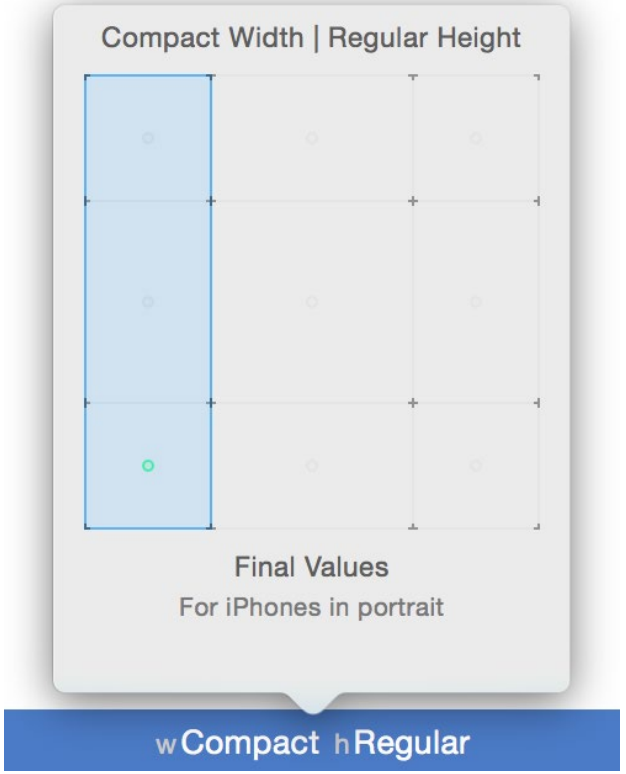
- basierend auf Interface Builder
  - .xib-Dateien beschreiben View-Hierarchien (Binärdatei: .nib)
  - i.d.R. eine .xib je Screen
  - Erzeugung/Änderung mittels Interface Builder, nicht direkt in .xib/xml
- `UIKit`-Klasse enthält vordefinierte Views, ViewController und Controls



Erzeugung der iOS-GUI – Storyboards

- graphische Bearbeitung einzelner Screen-Inhaltsplatzhalter (Scene)
- Übergang zwischen Scenes beschreibt Transition zwischen Inhalten
- erlaubt Definition eines Workflows (Storyboard) für wechselnde Layouts (Orientierung oder iPhone vs. iPad vs. iPod)



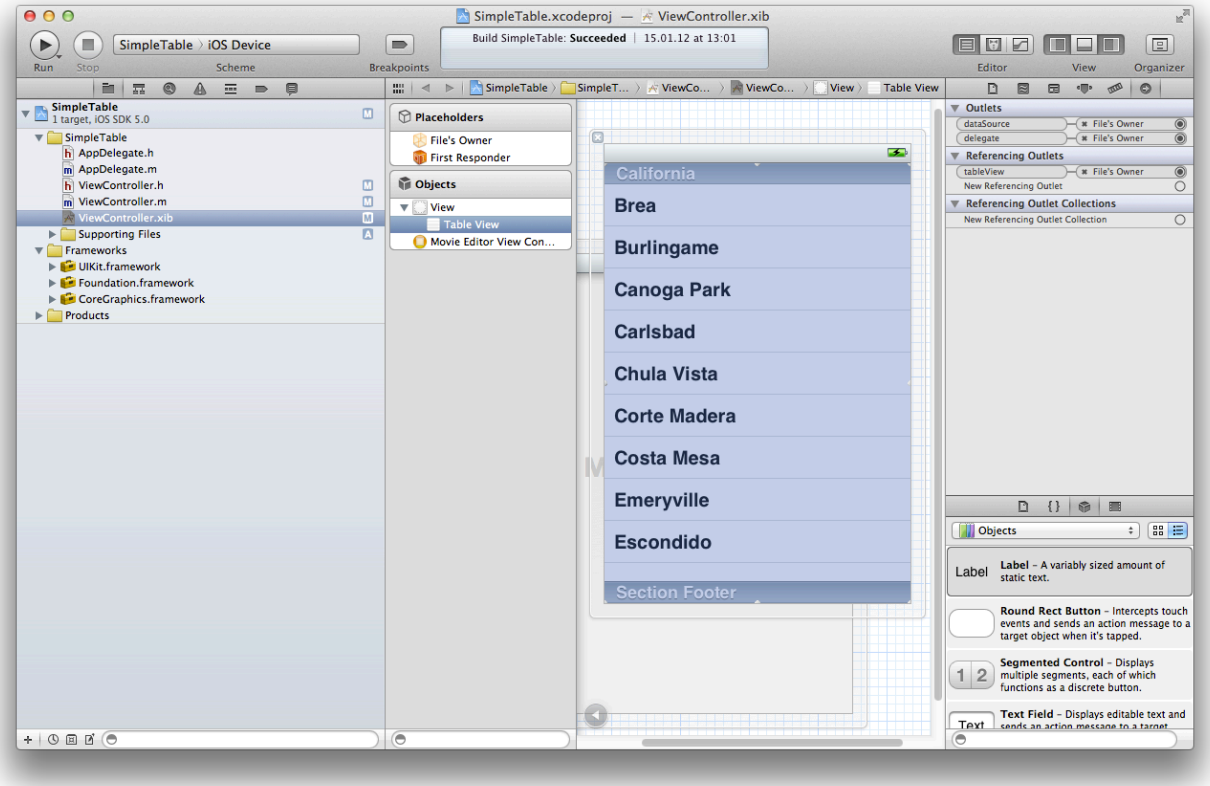


Persistenter Speicher in iOS

- Schlüssel/Wert-basierter Speicher
  - simpler mit Dateien synchronisierter Hash (`NSUserDefaults`)
  - automatisch vom System synchronisiert
  - in Sandbox der jeweiligen App gespeichert
- Framework Core Data
  - Abstraktionsebene zum persistenten Speichern von Objekten
  - kann auf SQLite oder Datei (Sandbox oder global) abgebildet werden
- iCloud
  - Schlüssel/Wert-basierter Speicher in iCloud
  - Datenobjekte erben von `UIDocument`; können daher einfach in iCloud synchronisiert werden

Entwicklungsumgebung für iOS: XCode

- IDE für Mac- und iOS-Entwicklung
- Projektverwaltung
- Kodeeditierer
- Compiler
  (zum Gerät oder
  in den Simulator)
- Debugger
  (vom Gerät oder
  aus dem Simulator)
- Repository-Verwaltung
- Performance-Tuning



Zusammenfassung und Aufgaben

PLATTFORMVERGLEICH

	Android	iOS
Anbieter	Google, Inc.	Apple, Inc.
aktuelle Version	16 / API 36	18.6 / 26.0B4
Geräte-Hardware	diverse Hersteller und Gerätetypen	nur Apple-Geräte (iPod, iPhone, iPad, Apple TV)
Betriebssystem	Linux-Kernel	Mach/BSD-Kernel
Laufzeitumgebung	Android RunTime (ART)	nativer Kode auf Mach/BSD-Kernel
Programmier-sprache	Kotlin, Java	Swift, Objective-C
Open Source	Apache 2.0, GPL 2, manches proprietär	nein
Entwickler-beschränkungen	keine	Apple-Hardware und OS notwendig
Entwickler-programm	einmalig 25 USD	generell: 99 USD/a, Enterprise: 299 USD/a

Aufgaben

- Recherchieren/Suchen Sie Informationen zu *Dalvik*. Diskutieren Sie dann mit Ihren Kommilitonen die Unterschiede zwischen Dalvik und ART.
  - Weshalb war die Umstellung sinnvoll?
  - Welche Vorteile und Nachteile ergeben sich für Endanwender?
  - Welche Vorteile und Nachteile ergeben sich für Entwickler?
- Erstellen Sie eine Demo-App für Android mit üblichen GUI-Elementen. Beachten Sie die Hinweise auf https://material.io !
- Ergänzen Sie Ihre Demo-App um die Speicherung eingegebener Daten. Demonstrieren Sie die Speicherung sowohl in Dateien als auch in Datenbanken.

Referenzen

https://developer.android.com

https://developer.android.com/guide/components/aidl.html

https://material.io

https://developer.apple.com/

https://developer.apple.com/ios/human-interface-guidelines