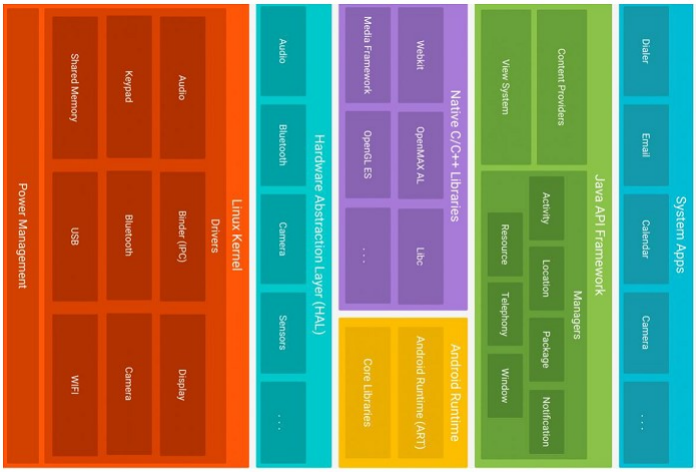
Android Einführung

Motivation: Marktanteil Android weltweit ~70%, schweizweit 44%. Single- vs Multiplatform (Codebase), Native/Hybrid App/Web App. Hybride und Web Apps erreichen nativen Look&Feel über visuelles Styling. Hybride Apps greifen über native Libraries auf Device Featuers zu. Beispiele zu CP Native: Flutter, Xamarin / CP Hybrid: Cordova, Ionic. Vorteile Android SDK: Voller Funktionsumfang, Keine Tools/Einschränkungen von Drittanbietern, Konzepte und Tools sind Basis vieler Frameworks.

Eigenschaft	SP Native	CP Native	CP Hybrid	CP Web
Performance	+++	+++ / ++	++	+
Natives Aussehen[1)]	+++	+++ / ++	++	+
Zugriff auf Gerätefunktionen[2)]	+++	+++ / ++	++	+
Portabilität von Code	+	++	+++	+++
Anzahl benötigter Technologien	+	++	+++	+++
Re-Use von existierendem Code	+	++	++	+++
Deployment	App Store	App Store	App Store	Webserver

Grundlagen, Begriffe

Android: Seit 2003, Google seit 2005. V1.0 in 2008. Linux-basiert. Entwickelt von Open Handset Alliance, unter Google-Leitung (Android Open Source Project). Lose miteinander gekoppelten Komponenten (Activities, Content Providers, Services und Broadcast Receiver). **Google** ist Gründer der OHA, Mitentwickler von Android und Anbieter wichtiger Services und Apps.



Fragmentierung beschreibt die verschiedenen aktuell verbreiteten Android-Versionen. Schuld daran sind Hersteller, die alte Geräte nicht mehr mit neuen Updates versorgen. **Google-Dienste** sind nicht zwingend, beispiel Huawei verwendet AOSP. Bieten oft komfortablere Alternativen zu Standard-Libraries. Wichtig: Google Play Store. Wird Code eines API Level verwendet, der höher ist als die minSdkVersion, muss das verwendete Device abgefragt und ein Fallback definiert werden. Um das zu vermeiden gibt es **Android Jetpack / AndroidX**. Erweitert die Android SDK, wird unabhängig von Android entwickelt. Eigene Versionierung. Verwendete Klassen müssen nur erben von AppCompatActivity statt Activity, AppCompatButton statt Button, etc etc.

Tooling

Android Studio wird von JetBrains zur Verfügung gestellt. Beinhaltet Android SDK und GUI-Wrapper für viele SDK Tools.

1. Setzen der JAVA_HOME Environment Variable auf korrektes Verzeichnis: `/usr/lib/jvm/jdk-17/bin/` (Huawei Ubuntu in `~/.zshrc` - check mit `echo $JAVA_HOME`).
2. Setting für verwendete Java SDK in Android Studio: Optionen -> Build, Execution, Deployment -> Build Tools -> Gradle.. Einstellung Gradle JDK auf "Android Studio default JDK Version 11.0.13".

Android SDK

- SDK-Manager: `/usr/bin/android/cmdline-tools/latest/bin/sdkmanager`
- Plattform Tools inkl. `adb` (Debug Bridge?)
- Platform SDKs `platforms`
- Emulator: `/usr/bin/android/emulator/emulator`
- Emulator Images: `system-images`
- Intel HAXM (Virtualisierung/Emulator Unterstützung)

Rückwärtskompatibilität

API Level identifiziert die Android API Version. Höhere Levels enthalten immer alle tieferen, aber ggf. als deprecated markiert. **Trade Off**: niedrig um alle Geräte zu erreichen, hoch um die neuen Funktionen nutzen zu können. Werte in Manifest bzw. Gradle:

`minSdkVersion` : ältere Geräte können meine App nicht nutzen. `maxSdkVersion` : Wird von Android ignoriert, von Google Play Store als Filter verwendet. Empfehlung: ignorieren. `targetSdkVersion` : gibt an, auf welche Version die App getestet ist und sicher stabil läuft. `compileSdkVersion` : gibt an, mit welcher API die App kompiliert wird/wurde. Ziel: `minSdk <= targetSdk <= compileSdk`

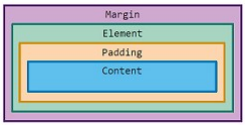
Wird Code eines API Level verwendet, der höher ist als die minSdkVersion, muss auf dem Gerät ein **Versionscheck** gemacht und ein Fallback definiert werden. Um das zu vermeiden, gibt es **Android Jetpack / AndroidX** (siehe W07).

Android GUI Programmierung

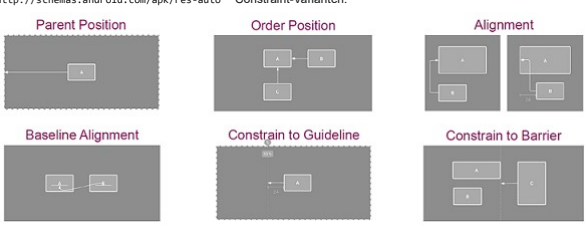
Zwei Arten zur Darstellung des GUI: Beschreibung im XML vs. Quellcode (Java oder Kotlin)

Views und View Groups (auch Layouts, Containers)

Stellen einen hierarchischen Baum dar, nach Composite Design Pattern. **View** ist Basisklasse aller GUI Elemente. Aufgaben: Darstellung und Event-Verarbeitung. **ViewGroup** dient der Anordnung von Kindern nach einem Muster. Ist strukturierend aber selber unsichtbar. Verschachtelung ist beliebig möglich, aber immer eine Performancefrage. **Einfache Layouts** sind LinearLayout, RelativeLayout, *ConstraintLayout*. **AdapterLayouts** sind ListView, GridView, *RecyclerView* (Google empfiehlt). Höhe und Breite müssen zwingend definiert sein. `layout_width` und `layout_height` (immer nur "ein Wunsch") mit entweder `wrap_content` oder `match parent` (kann über einen Screen hinausgehen). Jede Eigenschaft mit **Präfix "_layout" dient als Wunsch** an das Elternelement (`layout_width, layout_height, layout_margin, layout_weight`). `padding` wird auf Element selber gesetzt. Verschiedene Abmessungen pro Element: `getMeasuredWidth/Height()`, für "Wunsch", `getWidth/Height()` für reale Grösse.



LinearLayout: `android:orientation="vertical|horizontal"` , `android:layout_weight="1"` zur Aufteilung vom restlich verbleibenden Platz. **FrameLayout** wird für Overlay-Designs verwendet. XML-Reihenfolge oder `android:translationZ` bestimmt die Höhe auf Z-Achse. **RelativeLayout** ordnet Kinder relativ zueinander an. Viele Parameter wie `android:layout_alignParentTop="true", below="@id/x", toStartOf="@id/x", alignStart="@id/y"` (immer mit Layout-Prefix). **ConstraintLayout** (Jetpack) wurde speziell für komplexe Layouts mit flacher Hierarchie entworfen. Constraints definieren "Beziehungen zwischen Views". Minimum 1x horizontal und 1x vertical Constraint. Bevorzugt rein visuelles Design in der IDE. Automatische Umwandlung in ein Constraint Layout ist möglich. Namespace Import `xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"` Constraint-Varianten:



ScrollView hat nur ein Kind-Element und ergänzt eine vertikale Scrollbar. **HorizontalScrollView** für nur horizontal oder Jetpack **NestedScrollView** für beides. width/height=match_parent.

Adapter Layouts für Collections

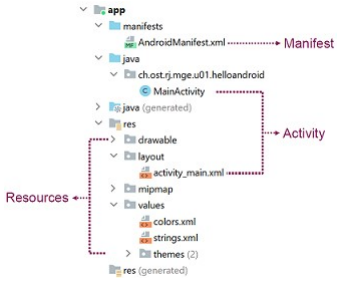
Anzahl der Elemente ist nicht bekannt, aber die Struktur. Collection von Elementen (Daten) muss dargestellt werden via Adapter. **Hint**: Leere Listen vermeiden, Platzhalter verwenden durch ein/ausblenden von Elementen. **View Recycling** lässt die View-Elemente beim Scrollen wiederverwendet werden. Spart Arbeitsspeicher bei den anzuzeigenden Elementen und Rechenzeit beim enerieren von Views. **Android Array Adapter** implementiert dies selber schon. Bietet einfache Vorlagen für Listitems. die ieweils mit String Arrays verwendet werden können. **Custom ArrayAdapter:** Dient der Darstellung von komplexeren Datenklassen `custom` auf dieselben Listitem-Vorlagen. Eigene Adapterklasse leitet von `ArrayAdapter<custom>` ab und überschreibt speziell die Methode `public View getView(int position, View view, ViewGroup parent); .` Diese kümmert sich um das Erzeugen und anschliessende Wiederverwenden von der nötigen Anzahl Views. Weiter werden von der `custom` -Klasse dann definiert, welche Felder in welche Textfelder der View abgefüllt werden. Der entsprechende Eintrag wird mit `Custom custom = getItem(pos);` abgeholt. **View Holder Pattern:** Optimieren von `findViewById` pro dargestelltem Element beim scrollen, Ziel Speichern der Objektreferenzen pro erzeugte View. Klasse ViewHolder beinhaltet nur die nötigen Referenzen. Nach Erzeugen der View wird das Objekt mit `view.setTag(viewHolder)` an die View geknüpft. Abfrage mit `(ViewHolder)view.getTag(); .`

Programmiersprache

Grundlegend Java, seit 2019 durch Kotlin abgelöst als von Google empfohlene Sprache zur Entwicklung. Kotlin ist interoperabel mit Java-Code.

Android Grundkonzepte

Apps bestehen aus lose gekoppelten, wiederverwendbaren Komponenten wie *Activities, Content Providers, Services und Broadcast Receivers, etc.* **Lebenszyklus**: vom OS verwaltet, kann App jederzeit terminieren. **Kommunikation** zwischen Komponenten/Apps evenfalls nur via OS.



Activity

= *eine Aufgabe*. Besitzt eine graphische Oberfläche und verarbeitet Benutzereingaben. Main Activity wird beim App-Start ausgeführt. Muss **im Manifest registriert** werden. Bei Activity Start wird **XML verknüpft**: `onCreate () { setContentView( R.layout.activity_main ); }` . Ereignisse im XML File werden via **Listener** verarbeitet. **Zustände** und Callbacks bei Zustands-Wechseln. Methoden werden bei Bedarf überschrieben. **Zustände**: Created >> Started >> Paused >> Resumed >> Stopped >> Destroyed. **Callbacks-Methoden**: onCreate, onStart, onRestart, onResume *(UI reagiert auf Inputs)*, onPause, onStop, onDestroy. *Sind virtuell mit Standardimplementation*.

Typisch: **Datensicherung** bei `onPause()` oder `onStop()` . **Dienste** ein-/ausschalten bei `onResume/onPause` (oder: Lifecycle-aware components), Zustand des GUI erhalten bei `onSaveInstanceState/onRestoreInstanceState` (oder: ViewModel).

Event Handling

Basic: Listener reagieren auf Ereignisse im GUI, wenn registriert. Objektreferenzen abholen via findViewById(int). Je nach Event-Typ und View Item unterschiedliche Interfaces, die überschrieben werden können.

```
Button button = this.findViewById(R.id.button_example);
button.setOnClickListener(new View.OnClickListener() { @Override public void onClick(View view) {}});
```

Resources

Werden im Java Code über die **R-Klasse** angesprochen, die wird beim Build erzeugt und ist mit Namespaces strukturiert. Resource ID als `int` . Enthält Layouts, Bilder, Videos, ... **Value Resources** werden in einzelnen Files nach Typen gruppiert: Farbwerte, Dimensionen, Texte, Styles. **Qualifiers** im Dateinamen können verwendet werden, um spezifisch auf Endgerät verschiedene Informationen zu laden. Unterscheidung nach Sprachen, Auflösungen, Gerätetypen, API-Versionen etc..

Dimensionen

dp: density-independent pixel (für fast alles), **sp**: scale-independent pixel für schriften **px/pt**: pixel/punkte (nie), **in/mm**: inch / millimeter (auch nie..)

Manifest

Inhalt: alle Informationen die Android braucht, um die App installieren und darstellen zu können. d.h. App-ID/Name (`package="dev.kuendig.choirmate"` : eindeutige Id, definiert Namespace) Version *(aus build.gradle ergänzt)* (*versionName*: lesbar / *versionCode*: positiver Int) und Logo, min- und targetsdkVersion *(build.gradle)*, enthaltene Komponenten, Hard- und Softwareanforderungen, benötigte Berechtigungen.

Intents

Dienen zur Kommunikation zwischen **Komponenten**, wechseln zwischen Activities. **Expliziter** Intent: Aufruf einer bestimmten Komponente, über Typ identifiziert. Meist eigene App. **Impliziter** Intent: Zeige eine beliebige passende Komponente für die aktuelle Aktion, über Filter identifiziert. Meist fremde App. Registrieren auf implizite Intents im Manifest. Bei Verwendung immer erst prüfen, ob eine passende App vorhanden ist mit `bool hasReceiver = intent.resolveActivity(getPackageManager()) != null; .` Benötigt `<uses-permission android:name="android.permission.QUERY_ALL_PACKAGES" />` im Manifest.

Ziel des Intents definieren mit `intent.setData("Uri:Datei/webseite/telnr/...") , startActivity(Intent)`` Wenn der Intent ein Resultat zurückliefert: ``startActivityForResult(Intent)` . Übergeben von Daten via Extras (primitive Types, String und serialisierbare Objekte): `intent.putExtra("solution", 42);` Kommunikation mit anderen Komponenten möglich (W06).

Tasks / Back Stacks, Prozesse, Threads

Alle ausgeführten Activites werden in einem Back Stack bzw. Task verwaltet (Overview Screen zeigt die verschiedenen offenen Tasks). Activities innerhalb Task können mehrfach vorhanden sein oder auch zu verschiedenen Apps gehören. Acitivities können auch in neuen Tasks gestartet werden. Jede App / APK wird mit einem eigenen Linux-User installiert (Sandbox Prinzip). APK hat genau 1 eigenen **Prozess**, darin mind. den Main-**Thread** und evtl. weitere Threads. Blockieren des Main-Trheads führt zum Application Not Responding (**ANR**-) Screen. GUI-Aktualisierung nur aus Main-Thread möglich, langlaufende Operationen immer in anderen Thread (Runnable, (Coroutine?)) auslagern.

Optionen zur GUI-Aktualisierung: `Activity.runOnUiThread(Runnable)` , `View.post(runnable)` , `Handler` und `Looper`

Ergo **RecyclerView** (Jetpack): ViewRecycling integriert. ViewHolder Verwendung wird erzwungen. Weniger Overhead im eigenen Code. Ableitung von Basis `RecyclerView.Adapter<ViewHolder>` benötigt zwingend eigenen ViewHolder Typen bei Implementierung. Weiter ist Überschreiben von 3 Methoden nötig. `getItemCount()` implementiert, wie viele Objekte in der Liste vorhanden sind `onCreateViewHolder(ViewGroup parent, int vt)` erzeugt ViewHolder und generiert Layout, holt Controls ab. Kein Erzeugen der Views mehr. `onBindVewHolder(ViewHolder holder, int position)` füllt die Informationen aus den darzustellenden Listenelementen in den ViewHolder ab.

Controls (Widgets)

Namespace `android.widget` . Sammelbegriff für visuelle Elemente. Basisklasse ist `View` (nicht Widget). **TextView**: viele Format Attribute, integrierte Bilder (`android:drawable[Start|End]`), Listener möglich. `beforeTextChanged, onTextChanged, afterTextChanged` sind mögl. Callbacks zum Handling von Events. Besser einfach halten.. **ImageView**: Bilder. Mögli. Parameter: `android:src, android:scaleType, android:tint` . **Button und ImageButton**: lösen Aktionen via Listener aus. Ableitung von TextView/ImgageView. StandardStyling je nach OS Version. **EditText**: Eingabefeld für Texte und Zahlen. Parameter `android:inputType` steuert Typ und angezeigte Tastatur, Korrekturoptionen, Darstellung, Mehrzeiligkeit. Kombination mit `android:inputType="param1|param2"` . `inputField.setError()` für Validierung, wird nach jeder Änderung zurückgesetzt. Fehlericon bei Bedarf anpassbar. **Weitere Controls**: Checkboxes, Picker, Floating Action Button, Radio Buttons, Switches, Seek Bar, Rating Bar, Spinner...

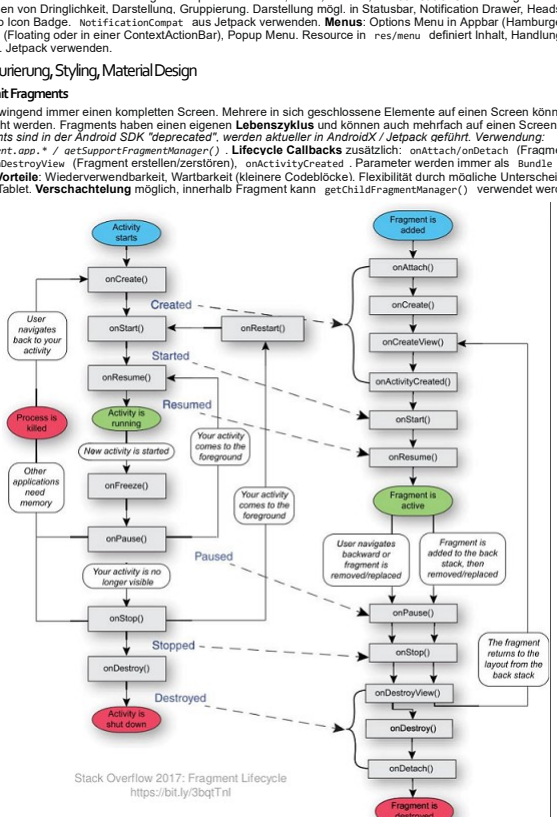
Controls ohne XML

Layout von Android vorgegeben, übergeben werden nur einzelne Parameter. Bsp: Fehlermeldungen. **Toasts:** Einfache Rückmeldung im Popup Fenster, keine Benutzerinteraktion. Position und Layout anpassbar. **Snackbars:** Jetpack-Variante f. Toast, Benutzerinteraktion möglich. **Dialoge:** Antwort von Benutzer zwingend. Anpassen von Titel, Inhalt, Buttons, ... **Notifications:** Mitteilungen ausserhalb aktiver Nutzung. Anpassen von Dringlichkeit, Darstellung, Gruppierung. Darstellung mögl. in Statusbar, Notification Drawer, Heads-Up Notif., Lock Screen, App Icon Badge. `NotificationCompat` aus Jetpack verwenden. **Menus**: Options Menu in Appbar (Hamburger Icon), Contextual Menu (Floating oder in einer ContextActionBar), Popup Menu. Resource in `res/menu` definiert Inhalt, Handlung der Auswahl innerhalb Activity. Jetpack verwenden.

Android Strukturierung, Styling, Material Design

Strukturierung mit Fragments

Activities füllen zwingend immer einen kompletten Screen. Mehrere in sich geschlossene Elemente auf einen Screen können mit Fragments erreicht werden. Fragments haben einen eigenen **Lebenszyklus** und können auch mehrfach auf einen Screen eingebunden werden. *Fragments sind in der Android SDK "deprecated", werden aktuell in AndroidX / Jetpack geführt. Verwendung:* `androidx.fragment.app.* / getSupportFragmentManager()` . **Lifecycle Callbacks** zusätzlich: `onAttach/onDetach` (Fragment an Activity), `onCreateView/onDestroyView` (Fragment erstellen/zerstören), `onActivityCreated` . Parameter werden immer als `Bundle` übergeben, nie als Konstruktor. **Vorteile**: Wiederverwendbarkeit, Wartbarkeit (kleinere Codeblöcke). Flexibilität durch möliche Unterscheidung Smartphone vs. Tablet. **Verschachtelung** möglich, innerhalb Fragment kann `getChildFragmentManager()` verwendet werden.



Stack Overflow 2017: Fragment Lifecycle
https://bit.ly/3bqtTnl

Statische Einbindung: Verhalten wie Activities. Erlaubt keine/kaum Interaktion zwischen Activity und Fragment.

```
(MainActivity.java -(setContentView)-> activity_main.xml -(xml-fragment)-> outputFragment.java -(super(R.id....))->
fragment_output.xml)
```

Dynamische Einbindung: Platzhalter `FragmentContainerView` im XML. Activity verwendet Objekt `FragmentManager`. *Vorteile*: Austauschbar zur Laufzeit, Parameterübergabe möglich, reagieren auf Ereignisse im Fragment möglich. Ebenso sind Animationen möglich beim Austauschen, definition in XML Files `res/anim`. Add to Back Stack ist optional.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<androidx.constraintlayout.widget.ConstraintLayout
    ...
    <androidx.fragment.app.FragmentContainerView
        ...
        tools:layout="@layouts/fragment_infos" />
/>

Fragment Manager = getSupportFragmentMAnager()
Fragment Transaction = mgr.beginTransaction()
```

Kommunikation Activity >> Fragment

- Informationen können via Bundle-Objekt übergeben werden.
- Erstellen und übergeben von Bundle mit `OutputFragment.create()` (Java) bzw. `newInstance()` (Kotlin). Deshalb weil der Konstruktor-Parameter nicht neu ausgeführt wird, z.B. bei Rotation des Gerätes.
- Public Methoden auf dem Fragment können von der Activity aufgerufen werden.

Kommunikation Fragment >> Activity **nur** via Implementation von Callback-Interface (Dependency Inversion).

```
public interface OutputFragmentCallback { void onTextTapped(String text); }
public class MainActivity implements OutputFragmentCallback {
    @Override public void onTextTapped(String text) {
        // was passiert on tap?
    }
}
public class OutputFragment extends Fragment {
    private OutputFragmentCallback callback;
    @Override public void onAttach (Context context) {
        super.onAttach(context);
        try {
            callback = (OutputFragmentCallback) context;
        } catch (ClassCastException e) { /* exception handling */ }
    }
    @Override public void onViewCreated(View view, ... ) {
        textOutput = view.findViewById(R.id.output_text);
        textOutput.setOnClickListener(v => { callback.onTextTapped("..."); });
        return fragment;
    }
}
```

Styling mit Themes

Probleme von Attributen direkt auf XML Elementen: Code-Duplizierung, Inkonsistenzen und Unübersichtlichkeit. **Styles** sind Value-Resourcen in `res/values/styles.xml`, die Formatierungen wiederverwendbar machen. Qualifiers auch möglich. Werden vom Build System ausgewertet.

```
<style name="HeaderText">
    <item name="android:textSize">24sp</item>
    <item name="android:background">#ff9999</item>
    <item name="android:padding">8dp</item>
    <item name="android:layout_margin">8dp</item>
    <item name="android:gravity">center</item>
</style>
<style name="HeaderText.Big"> <!-- Vererbung möglich, beinhaltet auch alle Werte von HeaderText -->
    <item name="android:textSize">40sp</item> <!-- Variante 2: parent-Attribut setzen -->
</style>
<!-- Anwendung in Layout -->
<TextView
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:text="Element 1"
    style="@style/HeaderText" />
<TextView
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:text="Element 2"
    style="@style/HeaderText.Big"/> <!-- Kein Namespace! -->
```

Themes: Standard-Style kann für ganze App oder Activity festgelegt werden. Nur noch Abweichungen müssen als Style definiert werden. Theme in `res/values/styles.xml`, `parent` -Attribut definiert Abhängigkeit von allgemeinen Themes.

```
<resources>
    <style name="AppTheme" parent="…"> <!-- Parent definiert Grund-Theme -->
        <item name="android:textViewStyle">@style/MyText</item> <!-- Macht MyText Standard f. TextView -->
    </style>
    <style name="MyText">
        <item name="android:textSize">24sp</item>
        <item name="android:background">#ff9999</item>
        <item name="android:padding">8dp</item>
        <item name="android:layout_margin">8dp</item>
        <item name="android:gravity">center</item>
    </style>
</resources>
```

Einbindung vom Theme im Manifest in Application/Activity XML Node, oder via `setTheme()` in `onCreate()` Methode.

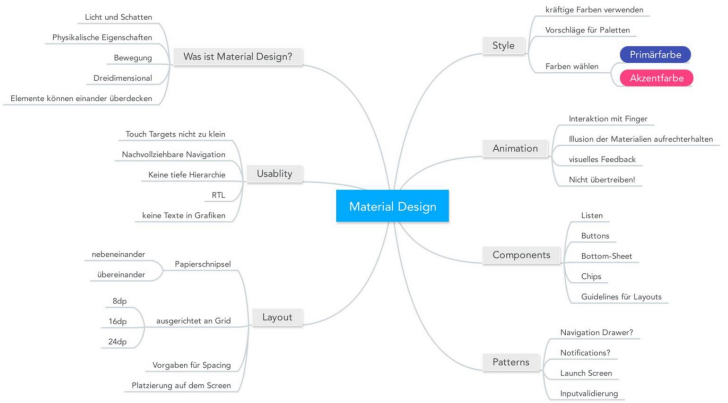
```
<application … android:theme="@style/AppTheme">
    <activity … android:theme="@style/AnotherAppTheme" />
</application>

@Override
protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
    setTheme(R.style.AnotherAppTheme); // ZWINGEND VOR setContentView
    setContentView(R.layout.activity_styling);
}
```

Hierarchie der verschiedenen Definitionen: **Attribute via Code** vor **Attribute via XML** vor **Style via XML** vor **Standard-Styles** vor **Theme** vor **TextAppearance (Material Design)**

Material Design

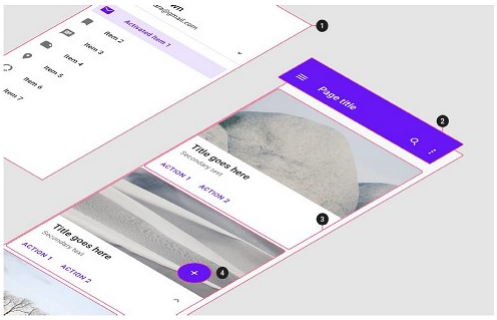
Einbinden: Android SDK mit `Theme.Material.*`, AndroidX mit `Theme.AppCompat.*`, beste Unterstützung mit **Material Components Library**: `Theme.MaterialComponents.*`

Design Language von Google. Hilfestellung für Designprozess. Beschreibt, wie einzelne Teile der Applikation aussehen und sich verhalten sollten. Teils Regeln, teils Empfehlungen und Beispiele. **Ziel**: konsistentes und benutzbares Look-and-Feel, möglichst systemweit. Beispiel von *Human-Interface Guidelines*.



Ideen: ***Material is the Metaphor***: Material ist immer 1dp dick, wie Papier. Material wirft Schatten. Material hat eine unendliche Auflösung -> SVG-Grafiken. Inhalt hat keine Dicke und ist Teil des Materials. ***Bold, graphic, intentional:*** * basiert auf prinzipien von Print-Medien bezgl. Hierarchie, Raster, Schriften, Farben, ... ***Motion provides Meaning***: Material kann sich verändern. Material kann sich bewegen. Bewegung bedeutet Aktion -> Zurückhaltend verwenden.

Farben: Primärfarbe in verschiedenen Abstufungen, optionale Sekundär-/Akzentfarbe. Tools existieren zur Farbwahl. Anpassen in Themes, `colorPrimary`, `colorPrimaryDark`, `colorAccent` etc., gilt für viele Controls. **Icons:** Library von Material Design zur freien Verwendung **Layouts:** 8dp Raster ist Basis für Ausrichtung **Components:** Material Design umfasst zusätzliche Software-Libraries mit GUI Elementen (Controls) **Text:** Vordefinierte Styles mit `style` oder `android:textApperance` Attribut auf `@style/TextAppearance.MaterialComponents.Headline3`.



Einbindung prüfen, wenn die IDE vorschlägt... Button z.b aus AndroidSDK, AndoridX, Material Design möglich.

Material You: Android 12+ als weiterentwicklung von Material Design, um wieder mehr Individualisierung in die Apps zu bringen. Mehr Farben, mehr Animationen, mehr *abgerundete Ecken*.

Android Berechtigungen, Persistenz, Hardwarezugriff

Berechtigungen

- Normale (*install-time*) Berechtigungen: im Android Manifest definiert. Wird während der Installation beim System angefragt und automatisch erteilt.
- Gefährliche (*run-time*) Berechtigungen: Werden zur Laufzeit beim User angefragt (Pop-Up Meldung).

Selektives Ablehnen von Berechtigungen erst seit API 23 (Android 6.0) möglich. Vorher wurden sämtliche Berechtigungen beim Installieren der App erteilt oder die App nicht installiert. **Einmaliges Erlauben** seit API 30 (Android 11.0), wie auch **automatisches Zurücksetzen** vom System. **Nachträchliches Entziehen** von Berechtigungen ist iederzeit möglich, vom User oder vom System. Check im Code also vor jeder Verwendung einer API nötig, sonst fliegt `SecurityException`. App wird beim **Anpassen von Berechtigungen** sofort beendet. **Best Practices:** Nur anfordern, was wirklich benötigt wird. Im Kontext der Verwendung anfordern. Transparente Erklärungen. Abbruch ermöglichen. Verweigerung berücksichtigen und Alternativen anbieten.

Manifest Definition

`uses-permission` im Manifest resultiert auch in einem Filter für den Google Play Store. Beispielsweise: App wird nur für Geräte mit Kamera angeboten. Um das auszuschalten das `uses-feature` verwenden, mit `android:required=false`.

```
<uses-permission android:name="android.permission.CAMERA" />
<uses-permission android:name="android.permission.CAMERA" android:maxSdkVersion="28" />
<!-- Obergrenze API: neuer wird die Berechtigung nicht mehr benötigt? -->
<uses-feature android:name="android.hardware.location" android:required="false" />
```

Im Code

Abfrage `if (shouldShowRequestPermissionRationale(permission)) { .. mehr info anzeigen .. }` wird beim ersten Anfordern der Berechtigungen ausgeführt. Liefert auch `true` nach erstmaliger Verweigerung. `onRequestPermissionResult(...)` wird aufgerufen, sobald der User eine Option gewählt hat. `requestPermissions(..., CALLBACK_CODE)` kann definieren, woher im Code die Anfrage kommt. Lehnt der User die Anfrage wiederholt ab, gilt es automatisch als "Nicht mehr Fragen". Dem User wird keine Anfrage mehr angezeigt.

Persistenz

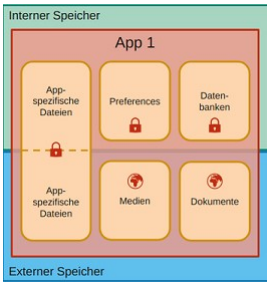
Varianten/Mechanismen

App-Intern: **App-Spezifische Dateien:** Beliebige App-interne Daten, eigene Dateiformate, Domänenobjekte als JSON. Werden beim Deinstallieren der App gelöscht. Geschützt vor fremdem Zugriff. Zugriff via File API und Methoden auf Context: `getFilesDir`, `getCacheDir`, `getExternalFilesDir`, `getExternalCacheDir` **Preferences:** Key-Value Paare, einfache Werte. Bsp: Benutzereinstellungen. SharedPreferences API **Datenbanken**: strukturierte Daten, Bsp: umfangreiche Domänenobjekte. Varianten SQLite direkt oder Abstraktion via OR Mapper RoomDb, basierend auf Java Annotations. *App-übergreifend:* **Medien:** Bilder, Dokumente, Musik und Videos. Ohne UI-Dialog, benötigt ggf. Berechtigungen. Bleiben bei Deinstallation erhalten. Ab API 29 nur noch für das Lesen fremder Daten Berechtigungen nötig, vorher auch für eigene. Schreiben in fremde Ordner nicht möglich. Zugriff via `MediaStore` Content Provider. **Dokumente:** Beliebige Dateiformate (pdf, zip, etc), Mit UI-Dialog (delegiert an andere App - wo speichern?), keine Berechtigungen benötigt. Bleiben bei Deinstallation erhalten. Zugriff via Storage Access Framework, Kombination aus Intents und CPs.

Content Providers (Server) und Resolvers (Client): Datenquelle für andere Apps. SQL ähnliche, standardisierte Schnittstelle. Diverse Provider von Android implementiert: Kalender, Kontakte, Medien, Dokumente, Wörterbuch.. Methoden für CRUD Operationen, Cursor zur Iteration über Ergebnisse. Berechtigung nötig für Zugriff.

Verschiedene Speicherorte

Intern (flash): meist app-spezifische Daten, geschützter Speicherbereich pro App. `/data/data/{App-id}` Extern (sdcard oder emuliert auf flash): grössere Datein, mit anderen Apps geteilt. `/sdcard/Android/data/{App-id}` Öffentliche Daten: `/sdcard/Download`, `/sdcard/Movies`, `/sdcard/Music`, `/sdcard/Pictures`



Debugging-Tools: Device File Explorer, Database Inspector. Export aller Daten einer App auch möglich, via cli-Befehle. `adb backup -noapk <APPID> & java -jar abe.jar unpack backup.ab backup.tar`

Hardwarezugriff

Sensor Framework soll für alle möglichen Sensoren die gleiche Bedienung bieten. `Sensor Manager` ist Einstiegspunkt zur Verwendung von Sensordaten. `Sensor` repräsentiert Hardwaresensor. `SensorEvent` enthält aktuelle Werte, `SensorEventListener` verwenden für Callbacks.

Verzögerung beeinflusst den Energieverbrauch: Festlegen mit verschiedenen Werten `SensorManager.SENSOR DELAY XX` Werte aufsteigend sind Fastest, Game, UI, Normal. **Genauigkeit** löst Callback aus bei Änderungen: `SENSOR_STATUS_ACCURACY_XX` : high, medium, low, unreliable.

```
// Bei Sensor auf Änderungen registrieren
String service = Context.SENSOR_SERVICE;
int type = Sensor.TYPE_LIGHT;
int delay = SensorManager.SENSOR_DELAY_NORMAL;
SensorManager mgr = (SensorManager)getSystemService(service);
Sensor sensor = mgr.getDefaultSensor(type);
mgr.registerListener(this, sensor, delay);
// Implementierung von SensorEventListener
@Override
public void onSensorChanged(SensorEvent sensorEvent) {
    float lux = sensorEvent.values[0]; // Inhalt abhängig von Sensortyp
    Log.d(null, lux + " lux");
}
@Override
public void onAccuracyChanged(Sensor sensor, int i) {
}
```

Sensortypen, möglich sind Hardware vs. Software (basiert auf Berechnung aus anderen Hardware-Sensoren): *Accelerometer, Ambient_Temperature, Gravity, Gyroscope, Light, Linear_Acceleration, Magnetic_Field, Orientation, Pressure, Proximity, Relative_Humidity, Rotation_Vector, Temperature*

Vibration: Für haptisches Feedback. Klasse `Vibrator`. Ab API 26 sind Effekte möglich, API 29 bringt vordefinierte Effekte. Keine AndroidX Alternative vorhanden, API Checks zwingend! Berechtigung `VIBRATE` nötig.

Connectivity: Fokus Mobilfunk / WiFi. REST-Calls mit verschiedenen Varianten möglich, Berechtigung `INTERNET` zwingend. **V1** mit `HttpsURLConnection` ist Teil der Android SDK, API 1. **V2** mit `OkHttp` ist effiziente Alternative, ab API 21. 3rd Party Library. **V3** `Retrofit` bietet erweiterte Funktionalität auf OkHttp basierend, wie Konverter zur Serialisierung und die Definition von Endpunkten und Datenobjekten. 3rd Party Library. `Call.execute()` vs. `Call.enqueue()` für Background-Kommunikation. Netzwerkkommunikation ist auf Main-Thread nicht erlaubt. Verbindung (WLAN/Mobile) muss nicht selber definiert werden. Android wählt aus (Geschwindigkeit, Signalqualität, Vermeiden von Roaming). Kann jedoch abgefragt werden über Klasse `ConnectivityManager`. Berechtigun `ACCESS_NETWORK_STATE`. **Statusänderungen** werde via Broadcasts übermittelt.

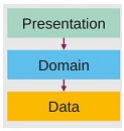
Positionsbestimmung: Aggregation von verschiedenen Datenquellen: GPS, verbundene Mobilfunkzelle, verbundenes Wifi. Ohne Google-Dienste: `LocationManager`, mit Google-Dienste: `Fused Location Provider`. Berechtigungen `ACCESS_COARSE_LOCATION`, `ACCESS_FINE_LOCATION`, `ACCESS_BACKGROUND_LOCATION`. API: Aggregierung verschiedener Datenquellen und abonnieren von Positionsupdates.

Kamera: App via Intent (empfohlen, weniger Komplexität), Camera-API, Camera2-API, CameraX-API (mehr Möglichkeiten und Kontrolle)

Android Architektur und Fortgeschrittenes

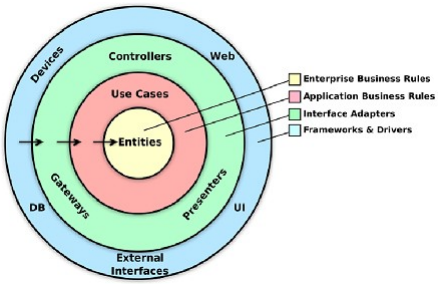
Software-Architektur

Zerlegung grösserer Systeme in Teile verbessert Wartbarkeit und Verständlichkeit. **Schichten** gruppieren zusammengehörige Konzepte. Keine Zyklen wenn Abhängigkeiten nur nach unten zeigen. Presentation-Schicht beinhaltet Darstellung und Benutzerinteraktion, stark an UI-Tools gebunden. Domain-Schicht beinhaltet Businesslogik und Domänenklassen. Keine UI Funktionalität, einfach zu testen. Wenig externe Abhängigkeiten. Datenschicht dient der Speicherung, Bereitstellung von Daten. Auch Persistenz oder Datenhaltung genannt. **Variationen**: Mehr als 3 Schichten, zusätzlich vertikale Zerlegung nach Feature, Presentation Patterns (MVC, MVP, MVVM)



Feature 1

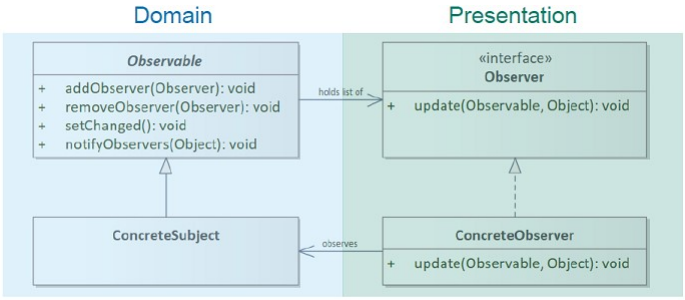
Fundament der Software soll nicht Daten sein, sondern Domäne. In der neueren (Clean Code-) **Ringarchitektur** ist auch die Datenbank in der äussersten Schicht, ändert also potenziell oft. Je weiter innen, desto stabiler. "Technische Details" sind aussen. Domäne bildet den Kern.



Ziele in MGE: UI Code gruppieren, von restlichem Code trennen und bestmöglich testbar machen.

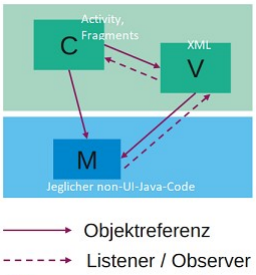
Observer Pattern

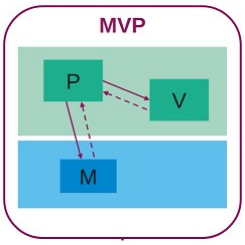
Dient der "Rückmeldung" von Domain zu Presentation bei Änderungen an den Daten. **Subject/Observable**: Das Ding, das ändern kann, also innerhalb der Domäne. Bietet `Attach()/Detach()` -Funktionen. Eine `Notify()` Funktion führt `Update()` auf allen registrierten **Observern** (GUI-Elementen) aus. Ergo: Observer kennt Subiect. umgekehrt nicht. *Wichtig*: Anmelden wenn die App sichtbar ist (`onResume`), abmelden wenn die App im Hintergrund ist (`onPause`). Ansonsten werden unnötige Ressourcen verschwendet, GUI aktualisiert das nicht sichtbar ist.

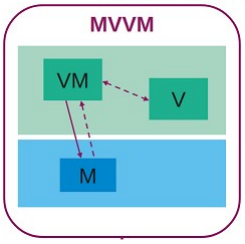


Grundlegend "manuelle" Implementation für jedes Objekt, komplex und aufwändig. Wer observiert Wen? An-/Abmelden korrekt überall? Vereinfachte, allgemeine Implementation nötig...

Grundlagen Architektur







Model View Controller: Basis (lose) für Android. Kritik: Controller (Activity/Fragments) wird schnell extrem umfangreich und schwierig zu testen wegen Referenzen auf UI. **Model View Presenter:** Keine Verbindung zwischen View und Model. **Model View ViewModel:** Siehe Woche 7.

Android: Application

Wird im AndroidManifest als `<application>` - Knoten definiert. Instanz wird beim Start der App erstellt - lebt solange die App läuft. Aufbau nach Standard oder selber definiert als abgeleitete Klasse. Kann verwendet werden für einmalige Initialisierungen, erzeugen von Singleton Objekten, Zugriff / Halten von globalen Objekten etc. Hat verschiedene Lifecycle-Methoden wie `onCreate`, `onTerminate` (wird NIE aufgerufen), `onConfigurationChanged(newConfig)` bei Änderungen der System-Konfig wie Sprache, Rotation des Geräts, `onLowMemory` bei Speicherknappheit, Hinweis auf mögliche Terminierung der App, `onTrimMemory(level)` in geeigneten Momente für Aufräumaktion, Parameter gibt Hinweis auf Auslöser.

```
<application android:name=".MyApplication"> <!-- Unsere Activities etc..  --> </application>
```

`Application.ActivityLifecycleCallbacks` ist ein Interface, dass implementiert werden kann um von allen Activities die Lifecycle-Events zentral verwalten zu können. Bietet überschreibbare Methoden wie `onActivityCreated()` mit der auslösenden Activity im Parameter. Gut für zentrales Logging etc.

```
public class MyApplication extends Application implements Application.ActivityLifecycleCallbacks
{
    @Override public void onCreate() {
        super.onCreate();
        registerActivityLifecycleCallbacks(this);   // Wichtig!
    }
    @Override public void onActivityCreated(Activity activity) { /* ... */ }
}
```

Context

Abstrakte SDK Klasse mit vielen (50+) Ableitungen. Ermöglicht den **Zugriff auf Dienste und Ressourcen** der App. Verschiedene Ableitungen haben verschiedene Möglichkeiten. Activity hat andere "Berechtigungen" als Application. Lebensdauer des Context hängt vom aufrufenden Objekt ab, angeforderte Ressourcen werden wiederum mit dem zugehörigen Context freigegeben. **Vorsicht** beim Weitergeben von Context zwischen verschiedenen Activities etc..

	Application	Activity	Service	ContentProvider	BroadcastReceiver
Show a Dialog	NO	YES	NO	NO	NO
Start an Activity	NO[1]	YES	NO[1]	NO[1]	NO[1]
Layout Inflation	NO[2]	YES	NO[2]	NO[2]	NO[2]
Start a Service	YES	YES	YES	YES	YES
Bind to a Service	YES	YES	YES	YES	NO
Send a Broadcast	YES	YES	YES	YES	YES
Register BroadcastReceiver	YES	YES	YES	YES	NO[3]
Load Resource Values	YES	YES	YES	YES	YES

Brodcasts

Sind normale Intent-Objekte, `Action` im Intent definiert den Typ als string mit globaler Namensgebung. Deshalb idealerweise package-Name einbauen. Parameter sind als Intent-Extras möglich. 2 Varianten für Broadcasts:

Global: Austausch von Meldungen zwischen Apps. Datenquelle meist Android (auch eigene App möglich). Empfänger verschiedene Apps, die sich registrieren. **Beispiel**: Netzwerkverbindung verloren, SMS empfangen, ...

Lokal: Innerhalb App. Bsp. zum Senden von Benachrichtigung, die via Android OS wieder zurück kommt und von einer komplett separaten Komponente verarbeitet werden kann. Für App-Lokale Nachrichten gibt es einen `LocalBroadcastManager` .

Wichtig: keinen sensitiven Daten übermitteln, App-ID integrieren. Ableiten von Basisklasse Broadcast, Registrieren der Klasse auf bestimmte Nachrichten. Alt: im Manifest registriert, nur noch eingeschränkt möglich. Neu dynamisch im Code mit `Context.registerReceiver()` .

Services

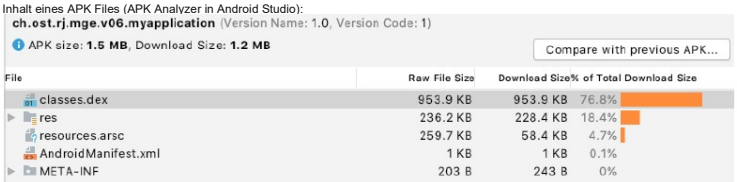
Threads entkoppeln Aufgaben vom UI, Services entkoppeln Aufgaben von einer Activity / der App: Ausführen von Aktionen im Hintergrund, Lebenszyklus unabhängig. Wird auch mittels Intent gestartet. **Started Services** haben eine klar definierte Lebensdauer, gedacht für einmalige Aufgaben (bsp. Download: klares Ende). UI nur innerhalb einer Notification (Foreground) oder gar keines (Background). Werden etweder durch Service selber `stopSelf` , eine Applikation `service.stopService` oder durch Android beendet. Varianten: `IntentService` und `JobIntentService` für Ausführung einer Aktion im BackgroundThread und automatischer Stopp. `onStartCommand` hat einen Rückgabewert für verschiedene Arten von gewünschten Neustarts: `START_NOT_STICKY` : Automatischer Neustart nur bei unverarbeiteten Intents `START_STICKY` : Automatischer Neustart mit nächstem anstehenden Intent oder `null` `START_REDELIVER_INTENT` : Automatischer Neustart mit zuletzt verarbeitetem Intent. **Bound Services** leben so lange, wie sie verwendet werden (Musikplayer). Nach letztem Disconnect wird der Service gestoppt. Können von verschiedenen Apps oder Activities gesteuert werden. `onBound/onUnbound` bei Verbindung von einer Activity. Ähnlich Client/Server Kommunikation. Registrierung der verwendeten Services im Manifest zwingend.

```
<service android:name=".services.MyStartedService" android:exported="false" />
```

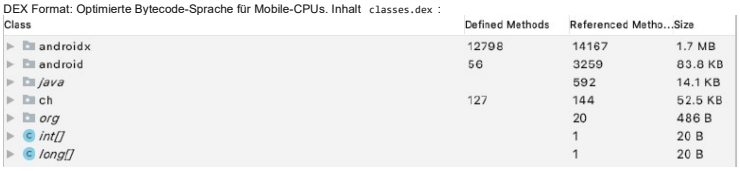
Deployment

Installation von Apps aus `.apk` Dateien. Dies sind Zip-Archive, können über beliebige Kanäle verteilt werden und enthalten alle zur Ausführung nötigen Daten. `.apk` aus dem Play Store sind von Google signiert, alle anderen gelten als unbekannte bzw. unsichere Apps. Privater Schlüssel als Developer gut aufbewahren, für Updates im Store zwingend nötig. **Bundeln** von verschiedenen `.apk` in ein `.aab` (Android App Bundle, Nachfolger von `.apk`) möglich. Beispiel verschiedene Versionen (x86/x64) der App. Aus dem `.aab` wird auf den Google Servern bei Download dynamisch das passende `.apk` generiert (Sprache, CPU, ...). Optimiert die Dateigrösse, bietet verschiedene Delivery Kanäle für Features oder Assets. *Vorteil, der Signaturschlüssel liegt bei Google - Nachteil, der Signaturschlüssel liegt bei Google..* `aab` -Format ist zwingend seit 2021. **Grössenbeschränkung**: Google Play Store setzt zum Schutz der Infrastruktur ein Limit bei 100 MB für APK / 150MB für AAB.. Möglichkeiten daran vorbei sind APK Splitting (nach verschiedenen Kriterien wie CPU, Gerätetyp..) oder APK Expansion Files für grosse Ressourcen wie Videos o.ä. Erlaubt max. 2x 2GB zusätzlich, als `.oob` Dateien oder "Play Asset Delivery" als Alternative.

Inhalt eines APK Files (APK Analyzer in Android Studio):

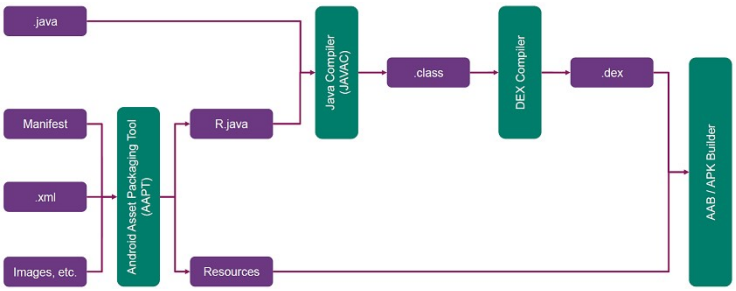


DEX Format: Optimierte Bytecode-Sprache für Mobile-CPUs. Inhalt `classes.dex` :

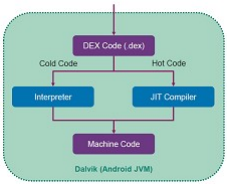


Android Build System

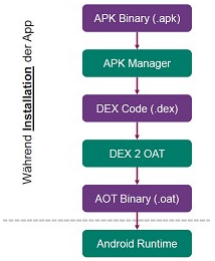
Java Virtual Machine wandelt Bytecode in Maschinencode um. Cold Code wird bei jeder Ausführung interpretiert, Hot Code wird vom JIT-Compiler vorkompiliert und steht direkt als Maschinencode zur Verfügung. Das **Android Asset Packaging Tool** erzeugt `R.java` Klasse sowie alle möglichen Ressourcen.



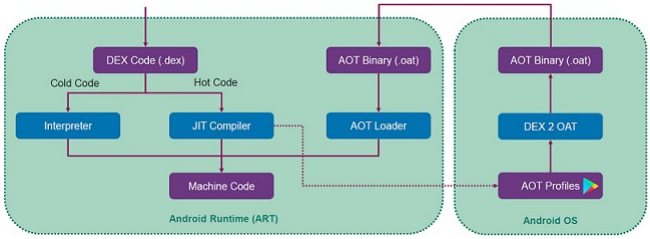
DEX-Compiler: DEX Code ist optimiert für die Ausführung auf Smartphones / mobile CPUs. Ausführung von DEX: früher ganz "Java-Normal", via Android JVM (Name Dalvik).



Android Runtime ART 1.0: Ab Android 5.0 wird das Interpretieren/Kompilieren während der Installation gemacht - Speicherplatz gegenüber Rechenzeit. Neues File-Format `.oat` (Ahead Of Time-Binaries). Grosser Nachteil: Umwandlung DEX auf AOT während Installation, nach Systemupdates von Android, "Optimizing App 1/x"-Screen.

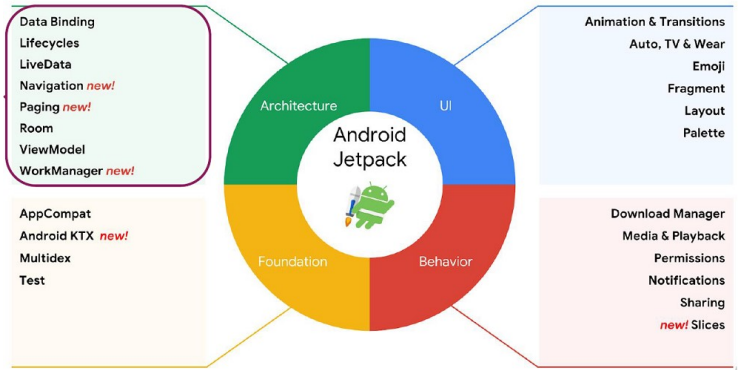


ART 2.0: Vom JIT-Compiler wird an Android OS gemeldet, welcher Code Hot-Code ist. Resultierendes AOT-Profile wird verwendet, um Umwandlung von DEX in AOT zu machen. Effizienz-steigerung geschieht also stetig, nach der App-Installation. AOT-Profile können schlussendlich via Google Play Store verteilt werden.



Android Jetpack

Erweitert die Android SDK, bietet verschiedene Komponenten der Bereiche **Architektur**, UI, Foundation, Behaviour. **Ziel**: Vereinfachen der Entwicklung von Android-Apps. Wird unabhängig von Android entwickelt *(durch Google aber OpenSource)*, hat auch eigene Versionierung. Verwendete Klassen müssen nur erben von Komponenten der AppCompat Jetpack-Library. `AppCompatActivity` statt `Activity` , `AppCompatButton` statt `Button` , etc etc. Hiess früher Android Support Libraries, Namespace ist `androidx` . Integration durch Android Studio automatisch in neuen Projekten.

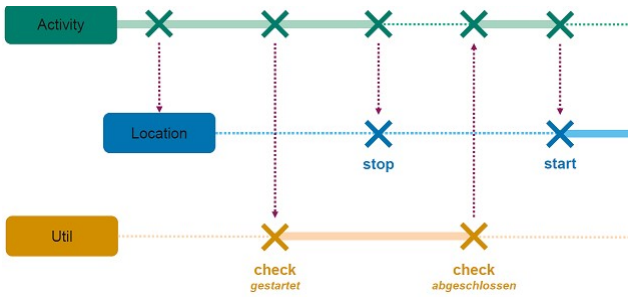


Components vs. Libraries sind nicht immer Deckungsgleich. Beispiel Library `androidx.lifecycle` enthält die Komponenten `LiveData` und `ViewModel` . **Imports** müssen im Gradle File definiert werden.. In neuen Projekten standardmässig dabei. **Empfehlung:** Verwenden eher selektiv in Applikationen, bei neuen oder wichtigen Projekten mit Prototypen arbeiten.

View Binding

Ziel: Zugriff vom Controller (Activity) auf Elemente der View vereinfachen, ersetzt `findViewById` Methodenaufrufe. Bietet Typ- und Null-Sicherheit. Erzeugt Code-Klassen beim Build. Automatische Benennung: `activity_main.xml` erzeugt `ActivityMainBinding` -Objekt.

```
android {
    buildFeatures {
        viewBinding true
    }
} // build.gradle

public class MainActivity extends AppCompatActivity {
    private ActivityMainBinding binding;
    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        LayoutInflater inflater = getLayoutInflater();
        binding = ActivityMainBinding.inflate(inflater); // Objekt muss inflated werden
        setContentView(binding.getRoot());  // Seiteninhalt via View Binding definieren
        binding.buttonHello.setOnClickListener(v -> {}); // View Items zugreifen (CamelCase)
    }
}
```



Ziel: Dienste wie z.B. Location soll selbständig auf Lifecycle-Events reagieren.

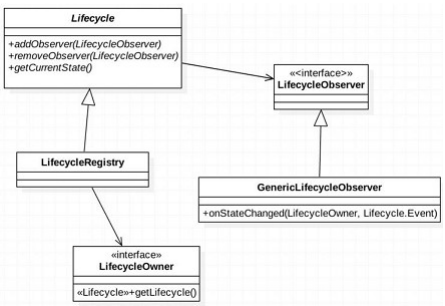
Problem (3) wird mit der abstrakten Basisklasse `ViewModel` gelöst: Mehrfache Erzeugung vom ViewModel mit demselben Lifecycle-Objekt liefert immer dasselbe Objekt (Singleton) zurück. Knüpft ViewModels an die Lebenszeit der gesamten App. Erzeugung vom geschieht neu ViewModel via `ViewModelProvider` bzw. ViewModelFactory, falls Parameter nötig sind.

ViewModel und Fragments: ViewModel pro Activity kann Kommunikation zwischen Fragments oder Fragment/Activity vereinfachen. Damit verliert das Fragment jedoch teilweise seine Unabhängigkeit. **Persistenz von UI-State** via ViewModel ist einfach und schnell (in-Memory), bei App-Abstürzen jedoch nicht gesichert.

Lifecycle-Aware Components

Interface LifecycleObserver

Löst Probleme (1) und (2) von oben. Setzen das Observer Pattern um, indem ein Objekt mit Lebenszyklus observiert wird. Klasse Lifecycle kapselt den Zustand des beobachteten Objekts. Event wird an alle registrierten Observer geschickt. Kennt Methode `getLifecycle()` zur Übergabe des eigenen Lifecycle an den Listener. **Die Zustandslogik verschiebt sich vom Owner hin zum Observer.**



Lifecycle hält intern den eigenen State als Enum (siehe `getCurrentState`) und kennt Events als Callback-Methoden. LifecycleObserver kann dann diese Callback-Methoden verwenden.

```
@OnLifeCycleEvent(ON_START)
void start() { /* ... */ }
@OnLifeCycleEvent(ON_STOP)
void stop() { /* ... */ }
```

LiveData

Für Data Binding: ein Lifecycle-aware Observable. Also ein Datenobjekt, dass nur Updates liefert, wenn das zugrundeliegende Objekt selber aktiv ist. Alternative zu ObservableFields / ObservableClasses. im ViewModel `new MutableLiveData<string>()` - Room kann z.b. direkt LiveData zurückliefern.

Registrierung auf dem Lifecycle-Owner ist nötig mit `binding.setLifecycleOwner(this);`

```
<LinearLayout
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="match_parent">
    <Button
        android:id="@+id/button_hello"
        android:text="Hello World!" />
</LinearLayout>
```

Data Binding

Ziel: Zugriff von der View auf Elemente im Code (meist Daten im ViewModel) vereinfachen. Variablen im XML generieren, die im Code via `binding` -Objekt verknüpft werden können. Registriert das Layout als Observer der Daten (Achtung: Daten sind deshalb aber nicht zwingend Observable!)

Vorteile: Ermöglicht direkte Kommunikation von View zum Model (ohne Controller). Weiter ermöglicht es eine MVVM Implementierung. ViewModel abstrahiert die Logik der View, um sie testbar zu machen. Schlankere Activities und Fragmente.

Nachteile: Ohne MVVM wird Model mit Android-Details (ObservableField/Class) belastet. Zu viel Logik im Layout (Expression Language) kann nicht getestet werden. Erschwert Debugging bei Fehlern. Kompiliert langsamer. Gefahr von unsichtbaren Observern.

```
android {
    buildFeatures {
        dataBinding true
    }
} // build.gradle
```

Im XML können Data Binding Expressions (`@{user.name}`) verwendet werden, um auf Eigenschaften der Variable zuzugreifen. Komplexere Optionen möglich mit verschiedenen Operatoren, auch Zuweisung von OnClickListeners.

```
public class MainActivity extends AppCompatActivity {
    private ActivityMainBinding binding;
    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        LayoutInflater inflater = getLayoutInflater();
        binding = ActivityMainBinding.inflate(inflater); // Objekt muss inflated werden
        User user = new User("Thomas", "Kälin");
        SomeViewModel vm = new SomeViewModel();
        binding.setUser(user);
        binding.setVm(vm);
    }
}

<data>
    <variable name="user" type="path.package.my.User" />
    <variable name="vm" type="dev.kuendig.app.SomeViewModel" />
</data>
...
<TextView android:text="@{user.firstName}" />
```

Binding im Layout wird mittels einer **Expression Language** definiert, die einige Operationen anbietet (nicht erlaubt sind `new`, `this`, `super`): *Mathematical: `+ - / * %` , String Concatenation: `+` , Logical: `&& ||` , Binary: `& | ^` , Unary: `+ - ! ~` , Shift: `>> >>> <<` , Comparison: `== > < >= <=` (escape < as `<`), instanceof, Grouping with `()`, Literals: character string numeric `null` , Casts, Method Calls, Field Access, Array Operator `[]` , Ternary Operator `?:`*

Beispiele: `android:text="@{String.valueof(index + 1)}" android:visibility="@{age > 13 ? View.GONE : View.VISIBLE}"`

Event Handling: Attribut `onClick` im XML erwartet eine fixe Methodensignatur (`void doSomething(View view)`). Entweder eine *Method Reference* direkt auf passende Signatur, oder ein *Listener Binding* für komplexere Anwendungen.

```
<data><variable name="handler" type="(..).EventHandler" /></data>
<Button android:onClick="@{handler::doSomething}" /> <!-- Method Reference -->
<Button android:onClick="@{v -> handler.doSomething(v, '...')}" /> <!-- Listener Binding -->

public class EventHandler {
    public void doSomething(View view) { /* ... */ }
    public void doSomething(View view, String text) { /* ... */ }
}
```

Observierbarkeit: Data Binding erstellt einen Observer, Implementierung von Observable auf der anderen Seite muss aber auch geschehen. Varianten: Observable Field für einzelne Werte, Observable Classes für ganze Klassen. *"Normaler" Java-Observer funktioniert nicht!*

Two Way Bindings muss vom XML Attribut auf gegebenem Objekt unterstützt werden. mit `@={user.age}` .

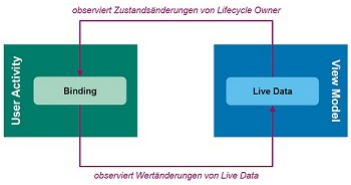
MVVM - Model View ViewModel

View: grafische Oberfläche und Benutzereingaben. **ViewModel:** Logik des UI (Zustände von Buttons, Verifikation von Input), Vermittlung zwischen View und Model. **Model:** enthält Domänen- und Businesslogik. *Activity* generiert nur noch View und verknüpft ViewModel.
Vorteile: ViewModel einfach testbar, View frei von Logik, Änderungen am Model haben keine direkten Auswirkungen auf die View.
Nachteile: Data Binding basiert auf Code Generierung (langsamer im Compilen, schwerer zu debuggen). Gefahr, dass Logik in der View platziert wird durch die Expression Language.

Verschiedene Probleme bestehen noch mit einer manuellen Implementation bezüglich Lifecycle. **(1)** Unsichtbare Observers: UI kann aktualisiert werden, obwohl die Applikation bzw. Activity nicht mehr im Vordergrund ist. **(2)** Andererseits können Komponenten wie Services Anfragen bzw. Callbacks an nicht mehr vorhandene Elemente schicken. (Stop auf Service, der nie gestartet wurde, Callback auf Activity, die nicht mehr lebt, Start eines Dienstes, der dann endlos weiterläuft.) **(3)** Bei Rotation des Geräts wird das ViewModel auch neu erzeugt, Daten gehen somit verloren.


```
public class MyActivity extends AppCompatActivity {
    @Override protected void onCreate (Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        ViewModel viewModel = new ViewModel();
        // vm.name.observe(this, name -> { /* ... */}) wäre die Basis für Data Binding
        binding.setLifecycleOwner(this); // Wie obere Zeile, für alle Objekte im ViewModel
    }
}
```

Zyklus in dieser Grafik ist nicht problematisch, da LiveData die Activity nur als Interface LifecycleOwner kennt:



Standardarchitektur für Android Apps

Repository-Pattern: Bietet ein "Interface" (Austauschbarkeit) für Persistenzmechanismen. Erlaubt internes Caching. Verbessert Testbarkeit vom ViewModel.