

Projektbericht: Footprint Hero - CO2-Berechnungs-App

Sebastian Koch, Philipp Zimmer

August 31, 2023

1 Einleitung

Die **Footprint Hero** App ist eine mobile Anwendung, die Benutzern hilft, bewusstere Entscheidungen zu treffen, indem sie ihre CO2-Emissionen erfassen, berechnen und verfolgen können. Footprint Hero soll den Nutzern ein generelles Bewusstsein für ihren CO2-Fußabdruck geben, indem sie über eine grafische Oberfläche einen Überblick über ihre Emissionen mit verschiedenen Fahrzeugen über verschiedene Zeiträume erhalten.

2 Beschreibung der Funktionalität

- **Registrierung und Login:**

Der Benutzer kann sich registrieren und ein Konto erstellen oder sich mit einem bestehenden Konto anmelden.

- **Fortbewegungsmittel:**

Der Benutzer kann durch Buttons von Fortbewegungsmitteln auswählen, wie er sich fortbewegt hat, einschließlich Auto, Fahrrad, Flugzeug usw.

- **Eingabe der Fortbewegungsdauer:**

Der Benutzer kann die Dauer der Fortbewegung eingeben, indem er einen Radknopf dreht, um die entsprechende Dauer in Minuten-Schritten nach oben oder unten einzustellen.

- **CO2-Berechnung:**

Die App berechnet automatisch den CO2-Ausstoß basierend auf der gewählten Fortbewegungsmethode und der eingegebenen Dauer.

- **Wochentagsübersicht:**

Zeigt den Co2 Ausstoß tagesweise für die aktuelle Woche an, um ihm zu zeigen, ob er seinen CO2-Ausstoß verringert hat oder nicht.

- **Wochenübersicht:**

Die App zeigt dem Benutzer eine Wochenübersicht seines CO₂-Ausstoßes an und vergleicht diese mit der Vorwoche, um ihm zu zeigen, ob er seinen CO₂-Ausstoß verringert hat oder nicht.

- **Benachrichtigungen:**

Die App sendet dem Benutzer Benachrichtigungen, wenn er sich 30 Minuten fortbewegt hat, um ihn daran zu erinnern, seine Fortbewegungen einzugeben und um ihm eine Wochenstatistik zu senden. Diese Funktionalität wird auch zu Verfügung gestellt, wenn die App im Hintergrund läuft.

3 Dokumentation des Systems

Die **Footprint Hero** App bietet eine Reihe von Funktionen, die den Benutzern dabei helfen, bewusstere Entscheidungen in Bezug auf ihre CO₂-Emissionen im Verkehrssektor zu treffen. Nachfolgend werden die Funktionen im Detail erläutert:

- **Verkehrsmittel- und Dauerwahl:**

Benutzer können aus einer Liste von Verkehrsmitteln auswählen, darunter Auto, Bahn, Bus, Fahrrad, Taxi und Flugzeug. Diese Auswahl erfolgt über den mainScreen, der durch das `MainViewModel` gesteuert wird. Hierbei wird die ausgewählte Option des Benutzers erfasst und an das `CO2CalculationViewModel` weitergegeben. Beispielhaft dazu der Codeauszug:

```
fun onVehicleSelected(vehicle: String) {
    selectedVehicle.value = vehicle
    co2CalculationViewModel.onVehicleSelected(vehicle)
}
```

- **CO₂-Berechnung:**

Die App verwendet vordefinierte Emissionswerte für verschiedene Verkehrsmittel, die im `CO2CalculationViewModel` definiert sind. Nach der Auswahl eines Verkehrsmittels und der Eingabe der Dauer berechnet die App die geschätzten CO₂-Emissionen. Diese Berechnung erfolgt durch die Methode `calculateCO2` im `CO2CalculationViewModel`. Hier ist ein Beispiel, wie die CO₂-Berechnung implementiert ist und Quellen zu den Werten:

```
fun calculateCO2() {
    val co2Emission = model.transportationCO2[model.
        ↪ selectedTransportation] ?: 0f
    val calculatedCo2 = (co2Emission * model.duration) /
        ↪ 60f
    if (!calculatedCo2.isNaN()) {
        model.co2 = calculatedCo2
    }
}
```

**Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel
im Personenverkehr in Deutschland 2021**

Quelle: Umweltbundesamt, TREMOD 6.42 (12/2022)

Verkehrsmittel		Treibhausgase ¹	Stickoxide	Partikel ⁴	Auslastung
Pkw		162	0,35	0,016	1,4 Pers./Pkw
Flugzeug, Inland		271 ²	1,15	0,014	51 %
Eisenbahn, Fernverkehr		46 ³	0,06	0,002	31 %
Linienbus, Fernverkehr ⁶	g / Pkm	37	0,04	0,003	42 %
sonstiger Busverkehr ^{3, 6}		42	0,12	0,005	49 %
Eisenbahn, Nahverkehr		93	0,32	0,009	15 %
Linienbus, Nahverkehr ⁶		108	0,33	0,012	14 %
Straßen-, Stadt- und U-Bahn		80	0,08	0,004	11 %

g/Pkm = Gramm pro Personenkilometer, inkl. der Emissionen aus der Bereitstellung und Umwandlung der Energieträger in Strom, Benzin, Diesel, Flüssig- und Erdgas sowie Kerosin

¹ CO₂, CH₄ und N₂O angegeben in CO₂-Äquivalenten

² inkl. Nicht-CO₂-Effekte

³ Die in der Tabelle ausgewiesenen Emissionsfaktoren für die Bahn basieren auf Angaben zum durchschnittlichen Strom-Mix in Deutschland. Emissionsfaktoren, die auf unternehmens- oder sektorbezogenen Strombezügen basieren (siehe z. B. „Umweltmobilcheck“ der Deutschen Bahn AG), weichen daher von den in der Tabelle dargestellten Werten ab.

⁴ ohne Abrieb von Reifen, Straßenbelag, Bremsen, Oberleitungen

⁵ Reisebusse im Gelegenheitsverkehr wie Gruppen- und Tagesfahrten und sonstige (nicht gewerbliche) Busverkehre wie z. B. Werkverkehre bzw. Fahrservice

⁶ vorläufige Werte

Für Informationen zu den Emissionen aus Infrastruktur- und Fahrzeugbereitstellung siehe UBA Broschüre „Umweltfreundlich mobil!“

Da das Jahr 2021 noch stark pandemiegeprägt war, zeigt diese Grafik den Vergleich der Treibhausgasemissionen 2021 zum Vor-Corona-Jahr 2019:
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/366/bilder/dateien/uba_emissionsgrafik_personenverkehr_2021.pdf

Figure 1: CO2 Ausstoß

- **Login:**

Der LoginScreen ist der Startpunkt der App. Hier können Benutzer ihre Anmeldeinformationen eingeben, um Zugriff auf die Funktionalitäten der App zu erhalten. Der Login-Bildschirm stellt sicher, dass die persönlichen Daten und CO2-Berechnungen eines Benutzers privat und sicher bleiben.

```
fun performLogin(username: String, password: String):
    ↪ Boolean {
        Log.d("MainViewModel.performLogin", "performLogin_
            ↪ called_with_username:_$username, _password:_
            ↪ $password")
        val isValidCredentials = checkCredentials(username,
            ↪ password)
        isLoggedIn = isValidCredentials
        return isValidCredentials
    }

private fun checkCredentials(username: String, password:
    ↪ String): Boolean {

    val validUsername = "abc"
    val validPassword = "def"

    return username == validUsername && password ==
        ↪ validPassword
```

```
}
```

- **Datenverfolgung:**

Die berechneten CO2-Daten werden im `MainViewModel` gespeichert und verwaltet. Die Methode `merchList` aktualisiert die Liste der CO2-Daten und speichert sie in der Firebase-Datenbank. Diese Daten können dann auf dem `MainScreen` angezeigt werden, um den Benutzern einen Überblick über ihre CO2-Emissionen im Laufe der Zeit zu geben. Hier ist ein Beispiel für die Aktualisierung der CO2-Datenliste:

```
private fun merchList(co2: Float) {  
    // ...  
    val consumptionData = ConsumptionData(  
        abbreviatedDayOfWeek, co2, getCurrentCalendarWeek  
        ↪ ()  
    )  
    val updatedList = _co2DataList.value.co2Data.  
        ↪ toMutableList()  
    updatedList.add(consumptionData)  
    _co2DataList.value = ConsumptionDataList(updatedList)  
    writeCO2Data(_co2DataList.value)  
    // ...  
}
```

- **Bewegungserkennung:**

Die App erfasst Bewegungsdaten mithilfe des Beschleunigungssensors des Geräts. Dies erfolgt durch den `MotionDetectionService`. Wenn eine Bewegungsdauer von 30 Minuten erreicht wird, zeigt die App eine Benachrichtigung an, die den Benutzer dazu auffordert, die App zu verwenden. Hier ist die Methode zur Berechnung der Bewegungsdauer:

```
private fun calculateMotionDuration(x: Float, y: Float, z  
    ↪ : Float): Int {  
    val acceleration = sqrt(x * x + y * y + z * z)  
    val motionDurationMillis = System.currentTimeMillis()  
        ↪ - motionStartTimeMillis  
    return if (acceleration > 0.1f) {  
        (motionDurationMillis / (1000 * 60)).toInt()  
    } else {  
        0  
    }  
}
```

- **Datenbank:**

Die `FirestoreDatabase`-Klasse behandelt die Kommunikation mit der Firebase Firestore-Datenbank. Sie bietet Methoden zum Schreiben, Lesen, Aktualisieren und Löschen von CO2-Daten.

- **Bewegungserfassung durch den Bewegungssensor:**

Die erfassten Bewegungsdaten werden in Echtzeit abgefragt und auf eine Bewegungsdauer von 30 Minuten überprüft. Daraufhin wird eine entsprechende Notification einmalig ausgelöst.

- **Notification:**

Die Benachrichtigung erfolgt durch die Abfrage des Bewegungssensors und wird erst nach 30 Minuten ausgelöst, wenn der Benutzer stehen bleibt. In diesem Fall startet die dreißigminütige Zählung von Neuem. Die `NotificationHelper`-Klasse vereinfacht das Erstellen und Anzeigen von Benachrichtigungen, um Benutzer zur Verwendung der App zu motivieren.

Erzeugung:

```
val notification = NotificationCompat.Builder(context,
    ↪ CHANNEL_ID)
    .setSmallIcon(android.R.drawable.ic_dialog_info)
    .setContentTitle("Footprint_Hero_calculation")
    .setContentText("You_do_a_journey, use_the_Footprint
    ↪ _Hero_calculation")
    .setPriority(NotificationCompat.PRIORITY_HIGH).
    ↪ setContentIntent(pendingIntent)
    .setAutoCancel(true).build()
```

Senden:

```
val serviceIntent = Intent(context, MyForegroundService
    ↪ ::class.java)
    serviceIntent.putExtra("notification",
    ↪ notification)
    ContextCompat.startForegroundService(context,
    ↪ serviceIntent)
```

- **Observer:**

Die Absorber befinden sich im `MainViewModel`. Sie erfassen sämtliche Veränderungen in der Liste der CO2-Werte und informieren entsprechenden Views. Hier die entsprechende Codestelle mit dem `StateFlow`:

```
private val _co2DataList = MutableStateFlow(
    ↪ ConsumptionDataList(mutableListOf()))
val co2DataList: StateFlow<ConsumptionDataList> get() =
    ↪ _co2DataList
```

- **Nebenläufigkeit:**

Die Funktionalitäten für das Auslesen des Bewegungssensors und das Senden der Notification als Push-Nachricht sind als Background-Operation angelegt und werden nur beim Beenden der App beendet. Die Nebenläufigkeit ist umgesetzt worden durch die Verwendung der Service-Klasse:

```
class MyForegroundService : Service() {

    companion object {
        private const val SERVICE_NOTIFICATION_ID = 1
    }

    private var notification: Notification? = null

    override fun onStartCommand(intent: Intent?, flags: Int,
        ↪ startId: Int): Int {
        if (intent != null) {
            notification = intent.getParcelableExtra("
                ↪ notification")
            if (notification != null) {
                startForeground(SERVICE_NOTIFICATION_ID,
                    ↪ notification)
            }
        }
        return START_NOT_STICKY
    }

    override fun onBind(intent: Intent?): IBinder? {
        return null
    }

    override fun onDestroy() {
        super.onDestroy()
        stopForeground(true)
    }
}
```

3.1 Model-View-ViewModel (MVVM)

Die Footprint Hero App folgt dem MVVM-Architekturmuster, das eine klare Trennung von Daten, Benutzeroberfläche und Geschäftslogik ermöglicht.

- **(Model):**

Im Modellbereich werden die Datenstrukturen definiert, die zur Speicherung von Informationen verwendet werden. Die `ConsumptionData`-Klasse spe-

ichert CO2-Daten wie den Wochentag, die CO2-Emissionen und die Kalenderwoche.

- **Sicht (View):**

Die Benutzeroberflächenelemente und die Logik zur Anzeige von Daten werden im View-Bereich erstellt. Die Benutzerinteraktion erfolgt hier, indem sie Verkehrsmittel und Dauer auswählen. Die berechneten CO2-Daten werden angezeigt.

- **MainScreen:**

Hier können Benutzer ihre Auswahl des Verkehrsmittels und der Dauer treffen, um die CO2-Berechnungen durchzuführen. Zusätzlich bietet der MainScreen eine Übersicht über die bisherigen CO2-Emissionen für den ausgewählten Zeitraum. Die Benutzer können auch auf die Einstellungen zugreifen, um benutzerdefinierte CO2-Emissionswerte hinzuzufügen.

- **LoginScreen:**

Im LoginScreen können Benutzer ihre Anmeldeinformationen eingeben, um auf den MainScreen weitergeleitet zu werden. Der LoginScreen stellt sicher, dass die persönlichen Daten eines Benutzers privat und sicher bleiben.

- **Main(ViewModel):**

Die `MainViewModel` Klasse stellt die Haupt ViewModel Klasse da und leitet Prozesse der User Eingabe durch die Views an entsprechende Neben ViewModel weiter und verarbeitet entsprechende Rückgaben dieser Neben Klassen.

- **CO2CalculationViewModel:**

Die `CO2CalculationViewModel` ist für die Hauptfunktionalität der App verantwortlich. Sie verarbeiten die Auswahl von Verkehrsmitteln und Dauer, führen die CO2-Berechnung durch.

- **MotionDetection:**

Die `MotionDetection` Klasse verarbeitet die Sensorlogik.

- **MyForeground:**

Die `MyForeground` Klasse verantwortet die Nebenläufigkeit.

- **NotificationHelper:**

Die `NotificationHelper` Klasse erstellt und sendet die Notification der Anwendung.

4 Nicht umgesetzte Ideen / Überlegungen

- **Anpassen von CO₂ Werten:**

Die vorhandenen CO₂-Werte sollten über die GUI verändert oder gelöscht werden können. Dadurch würden die entsprechenden Daten sowohl lokal als auch in der Datenbank aktualisiert werden. Aufgrund von zeitlichen Einschränkungen konnte dies bisher jedoch noch nicht implementiert werden.

- **Gamification Elemente:**

Die Integration von Gamification-Elementen entspringt einer frühen Phase der Ideenfindung und soll entsprechende Anreize zur Nutzung des Systems bieten. Es ist jedoch möglich, dass aufgrund des Umfangs dieses Konzepts bisher noch nicht in das Projekt einbezogen wurde.

- **Community Elemente:**

Die Integration von Community-Elementen war zwar bereits in den frühen Planungsphasen der Ideenfindung vorhanden, wurde jedoch aufgrund des Umfangs bisher nicht in das Projekt aufgenommen. Diese Elemente sollten ebenfalls dazu dienen, die Nutzung des Systems durch die Benutzer zu fördern.

5 Diskussion besonderer Aspekte von Mobilität und mobiler Software

- +Verfügbarkeit des Devices, die App kann normalfall immer angewendet werden
- +Erkennung von Bewegung des Users und möglichkeit bewegungsart zu ermitteln
- +Notifikation in konstellation mit erkannter Bewegung
- -viele andere Ablenkungen, durch Device und Umwelt
- -Wenn umfangreichere Erweiterungen der App erfolgen könnte kleine Bildschirme zu herausforderungen werden.

6 Reflexion über den Entwicklungsprozess

Ursprünglich war unsere App-Idee wesentlich umfangreicher geplant. Allerdings haben wir aufgrund der Empfehlung des zuständigen Prüfers für den ersten Meilenstein den Umfang der Anwendung angepasst und somit einen realistisch umsetzbaren App-Umfang geplant.

Die Aufteilung der Arbeitslast stellte ein Hindernis dar, das durch Kommunikationsprobleme noch zusätzlich erschwert wurde. Leider wurde dieses Problem nur in geringem Maße behoben. Bis zur Abgabe des letzten Meilensteins bzw. der finalen Abgabe arbeiteten wir in zwei getrennten Gruppen weiter. Schon von Anfang an gab es Schwierigkeiten bei der Absprache bezüglich der Arbeitsaufteilung. Dennoch gelang es uns jedes Mal, die entsprechenden Meilensteine zu bestehen. In einem Fall mussten wir sogar eine Nachprüfung ablegen. Die Ergebnisse waren jedoch unter unseren Möglichkeiten, bedingt durch die herausfordernde Kommunikationssituation. Dadurch wurden Teile von Einzelpersonen übernommen, ohne dass sie in der Gruppe ausreichend getestet oder erstellt werden konnten. Teilweise wurden Aufgaben von Einzelpersonen erledigt, ohne eine angemessene Zusammenarbeit. Unsere Versuche, Besprechungen abzuhalten, waren nur teilweise erfolgreich.

Im Laufe der in der Entwicklung und zur Abgabe der entsprechenden Meilensteine wurden entsprechende Aufgaben fokussiert jedoch sind hier und da Funktionen verschoben worden beziehungsweise eine Funktion für die finale Abgabe beziehungsweise mehrere Funktionen wie das wie das entsprechende Editieren der Co 2 Werte und das Anzeigen einer Übersicht über mehrere Monate hinweg des Weiteren wurde das die Nebenläufigkeit von der Sensorlogik und der entsprechenden Mortification Beim Beenden der App aufgrund von Bedenken für entsprechende persönliche Devices die wir verwenden nicht implementiert jedoch könnten durch entsprechende Anpassung der Bedingungen der Serviceklasse beziehungsweise die Aufrufe der entsprechenden Komponenten durch einen Anpassung der entsprechenden Variable verändert werden so wie die automatische Erkennung die geplant war für die Fortbewegungsart diese sollte durch den Sensor ausgelesen ermitteln welche Fortbewegungsmittel der User ist und entsprechend bei der Reaktion auf die Notifications voraus gelegt Buttonauswahl anzeigen

7 Teammatrix

Element	Version für Meilenstein	Finalisierung
Projektidee	Robin, (Sebastian)	Robin
MVVM	Sebastian	Philipp
Asynchronität	Philipp	Philipp
Background operations	Philipp	Philipp
Datenbank Anbindung	Philipp,Sebastian	Philipp, Sebastian
Sensor Anbindung	Philipp	Philipp
Notification werfen	Philipp	Philipp
Datenstruktur	Sebastian	Sebastian, Philipp
Main View	Robin, Philipp	Sebastian
Login View	Sebastian	Sebastian
Logik Co2 Berechnung	Robin, Philipp	Sebastian
Logik Cos Anzeige	Robin	Philipp

8 Zusammenfassung

Die Footprint Hero App stellt eine innovative Möglichkeit dar, Benutzern bewusstere Entscheidungen im Verkehrsbereich zu ermöglichen. Mit einer klaren Architektur, die das MVVM-Muster nutzt, bietet die App eine benutzerfreundliche Benutzeroberfläche, die einfache CO₂-Berechnung und -Verfolgung ermöglicht. Die Integration von Sensordaten zur Bewegungserkennung und die Verwendung von Benachrichtigungen tragen zur Steigerung der Benutzereinbindung bei. Durch die Förderung nachhaltigerer Verkehrsgewohnheiten kann die App einen positiven Beitrag zur Umwelt leisten.