

Fakultät für
Informatik und
Mathematik



Entwicklung einer API-basierten Suchfunktion zur Vereinigung mehrerer Datenquellen in der "My BMW" App

Helena Berndt

Bachelorarbeit Informatik

Prüfer:

Prof. Dr. Lars Wischhof, Hochschule München

Firmenlogo

Betreuer:

Daniel Abram, BMW Group

xx.xx.xxxx

Erklärung

Helena Berndt, geb. 01.03.2002 (IF7, WS 2024/2025)

Hiermit erkläre ich, dass ich die Bachelorarbeit selbständig verfasst, noch nicht anderweitig für Prüfungszwecke vorgelegt, keine anderen als die angegebenen Quellen oder Hilfsmittel benutzt sowie wörtliche und sinngemäße Zitate als solche gekennzeichnet habe.

München, xx.xx.xxxx

.....

Unterschrift

Zusammenfassung

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nam et turpis gravida, lacinia ante sit amet, sollicitudin erat. Aliquam efficitur vehicula leo sed condimentum. Phasellus lobortis eros vitae rutrum egestas. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Donec at urna imperdiet, vulputate orci eu, sollicitudin leo. Donec nec dui sagittis, malesuada erat eget, vulputate tellus. Nam ullamcorper efficitur iaculis. Mauris eu vehicula nibh. In lectus turpis, tempor at felis a, egestas fermentum massa.

Danksagungen

Interdum et malesuada fames ac ante ipsum primis in faucibus. Aliquam congue fermentum ante, semper porta nisl consectetur ut. Duis ornare sit amet dui ac faucibus. Phasellus ullamcorper leo vitae arcu ultricies cursus. Duis tristique lacus eget metus bibendum, at dapibus ante malesuada. In dictum nulla nec porta varius. Fusce et elit eget sapien fringilla maximus in sit amet dui.

Mauris eget blandit nisi, faucibus imperdiet odio. Suspendisse blandit dolor sed tellus venenatis, venenatis fringilla turpis pretium. Donec pharetra arcu vitae euismod tincidunt. Morbi ut turpis volutpat, ultrices felis non, finibus justo. Proin convallis accumsan sem ac vulputate. Sed rhoncus ipsum eu urna placerat, sed rhoncus erat facilisis. Praesent vitae vestibulum dui. Proin interdum tellus ac velit varius, sed finibus turpis placerat.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	i
Danksagungen	ii
Abbildungsverzeichnis	iii
Tabellenverzeichnis	iv
Abkürzungsverzeichnis	v
1 Einleitung mit Zitat	1
1.1 Hintergrund	1
1.2 Motivation	3
1.3 Ziele dieser Bachelorarbeit	4
1.4 Abgrenzung	4
1.5 Aufbau der Arbeit	4
2 Grundlagen	5
2.1 Die MyBMW App	5
2.2 Suchfunktionen in Mobilen Anwendungen	6
2.3 API-Entwicklung	6
3 Flutter	8
4 Vorbereitung und Analyse / Explorative Phase	10
4.1 Recherche und Analyse ähnlicher Suchfunktionen	10
4.1.1 Analyse des Suchfunktions-Angebots innerhalb Automobil-Apps der Wettbewerber	10

INHALTSVERZEICHNIS

4.1.2	Analyse des Suchfunktions-Angebots innerhalb Apps anderer Branchen	11
4.2	Ist-Analyse der vorhandenen Daten und Datenquellen	11
5	Konzeption	12
5.1	Anforderungsanalyse der Suchfunktion	12
5.1.1	Systematische Erfassung der Anforderungen	12
5.1.2	Konzeptentwurf	15
5.2	Konzeption der API	16
5.2.1	Schnittstellen-Design	16
5.2.2	Architektur-Entwurf	16
6	Implementierung der API und Suchfunktion	17
6.1	Implementierung der API	17
6.1.1	Vertiefte Hintergründe der API	17
6.2	Implementierung des Suchfunktions-Prototyps	20
6.3	UI	20
7	Evaluierung	21
7.1	Anforderungsabgleich	21
7.2	Bewertung des Konzepts anhand typischer Beispielszenarien	21
7.3	Evaluierung der Präzision der Suchfunktion	21
7.4	Evaluierung der Ausführungszeit von Suchanfragen	22
7.5	Vergleich mit Daten	22
8	Fazit	25
8.1	Zusammenfassung der Arbeit	25
8.2	Zukünftige Arbeit / Ausblick	25
	Anhang 1: Einige Extras	26
	Anhang 2: Noch mehr Extras	27
	Literatur	28

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

7.1	Das ist die Tabellenbeschriftung. Suspendisse blandit dolor sed tellus venenatis, venenatis fringilla turpis pretium.	24
-----	--	----

Abkürzungsverzeichnis

API	A pplication P rogramming I nterface
CRUD	C reate R ead U pdate D eleate
JSON	J ava S cript O bject N otation
REST	R Epresentational S tate T ransfer
SDK	S oftware D evelopment K it
URL	U niform R esource L ocator

1 | Einleitung mit Zitat

1.1 Hintergrund

Bei Veröffentlichung der MyBMW im Jahre 2020 sagte der damalige Senior Vice President BMW Group Connected Company Customer über die neue App Generation, dass die BMW Group “einen weiteren Schritt in der Gestaltung des digitalen Kundenerlebnisses rund um [die] Fahrzeuge [geht] und [...] damit dem gestiegenen Kundenanspruch an digitale Dienste und Funktionen gerecht [wird]” [1].

Die BMW Group hatte ihre Anfänge im Jahre 1916, damals noch unter dem Namen ‘Bayerische Flugzeug-Werke AG’. Durch Krisenjahre hindurch spezialisierte sich die AG auf die Herstellung von Autos und Motorräder unter der Marke BMW. Seit 1998 gehört auch Rolls Royce zu der BMW Group und im Jahre 2001 wurde der erste Mini unter der Leitung der BMW Group veröffentlicht. Mit dem i3 brachte die BMW Group 2013 das erste voll elektrisch angetriebene Großserienmodell auf den Markt. [2]

Langfristiges Denken und verantwortungsvolles Handeln sind jeher die Grundlage des wirtschaftlichen Erfolges der BMW Group. Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung werden dabei in allen Phasen der Entwicklung in Mittelpunkt gerückt. Der Premium-Hersteller gehört mit seinen Marken zu den weltweit führenden Herstellern von Automobilen und Motorrädern. Darüber hinaus bietet die BMW Group auch Premium-Finanz- und Mobilitätsdienstleistungen an. Die Produkte werden an den über 30 Produktionsstandorten weltweit hergestellt

und über ein globales Vertriebsnetzwerk mit Vertretungen in über 140 Ländern vertrieben. [3]

Ende 2023 waren fast 155.000 Menschen weltweit in über 70 Produktions- und Vertriebsstandorten beschäftigt mit Forschungsstandorten in über 17 Ländern. In diesem Jahr wurden über 2,5 Millionen Autos und fast 155.000 Motorräder ausgeliefert. Das Unternehmen erzielte damit ein Ergebnis vor Steuern von knapp über 17 Milliarden €. [4]

Die BMW Group ist Teil der Automobilindustrie und damit für den Wohlstand Europas sehr wichtig. Auf der Webseite der Europäischen Kommission wird angegeben, dass dieser Sektor 13.8 Millionen direkte und indirekte Jobs schafft, was 6,1% der gesamten EU-Beschäftigung ausmacht. [5] Aus einem wirtschaftlichen Blickwinkel macht der von der Automobilindustrie erwirtschaftete Umsatz über 7 % des Brutto-Inland-Produktes der EU aus. Viele Unternehmen der Automobilbranche werden durch digitale Technologien beeinflusst, so dass sie ihre Geschäftsmodelle erneuern müssen, um so mit der Digitalisierung neue Möglichkeiten auszuschöpfen. [6] So wird angenommen, dass Geschäftsmodelle wie Konnektivitätsdienste und Funktionserweiterungen die Einnahmequellen um etwa 30 % erweitern könnten, besonders durch On-demand Mobilitätsdienste und datengesteuerte Dienste. [7] Damit müssen Firmen der Automobilbranche der Erwartungshaltung der Kunden, dass etablierte IT-Strukturen mit der mobilen, App-orientierten Welt verbunden werden. Einige Technologien, wie regelmäßige "over the air" Updates haben sich dabei schon zu einem Benchmark innerhalb der Industrie entwickelt. Kunden sind auch bereit, für bereichernde Services zu zahlen; in USA und Europa ca. 20 € pro Monat, in China sogar 40 €. [8]

Eine Möglichkeit, digitale Innovationen zu fördern, ist die Entwicklung und der Vertrieb von Apps, wie es die BMW Group bereits mit der MyBMW App umgesetzt hat. Diese Applikation bietet Kunden eine universelle Schnittstelle zu Ihrem Auto und allen weiteren Produkten und Services von BMW. [9] Aufgrund der zunehmenden Verbreitung von Smartphones sind Apps leicht für Kunden zugänglich. Weltweit benutzen inzwischen über drei Viertel der Bevölkerung ab 10 Jahren ein Mobiltelefon, in Europa sogar 93 %. [10] Auch die App-Nutzung ist in

den letzten Jahren gestiegen, was an der Anzahl der App-Downloads messbar ist. So hat sich die Zahl der Downloads zwischen 2017 und 2021 von 107 Milliarden auf 220 Milliarden mehr als verdoppelt. Diese Zahl wird Prognosen zufolge weiter steigen. [11]

Die Relevanz von mobilen Anwendungen zeigt sich auch dadurch, immer mehr Menschen nicht mehr ihren Laptop verwenden, sondern ausschließlich ihr Mobiltelefon. Weltweit sind es etwa ein Viertel der Nutzer, wobei die Schwankungen zwischen den Ländern groß sind. Bei der Zeit, die an mobilen Geräten verbracht wird, dominieren Apps mit einem Anteil von mehr als 80% der mobilen Nutzungsminuten. Innerhalb des App-Marktes herrscht ein intensiver Wettbewerb. Einige wenige Anwendungen beherrschen den Großteil des Marktes, was daran erkannt werden kann, dass Nutzer bis zu 95 % ihrer Zeit in ihren persönlichen Top-10-Apps verbringen. [12] Insgesamt sind Apps zum Hauptkonsumenten von Internetbasierten Diensten geworden. [13]

1.2 Motivation

Die zuvor dargelegten Punkte zeigen die Notwendigkeit auf, dass insbesondere Unternehmen der Automobilindustrie die Entwicklung von Apps vorantreiben müssen, um ihre Kunden zu überzeugen. Dabei ist auch die kontinuierliche Weiterentwicklung von Apps von entscheidender Bedeutung, um das Kundenerlebnis langfristig zu optimieren und die Kundenzufriedenheit zu erhöhen.

So ist das digitale Erlebnis eines Produktes ein entscheidendes Unterscheidungsmerkmal für Marken. Für Firmen der Automobilbranche kann es wichtig sein, mobile Anwendungen zu entwickeln, die die Interaktion von Benutzern von Elektrofahrzeugen und der Ladeinfrastruktur zu erleichtern. Die zugehörige Software Plattform verwalten, betreiben und optimieren Ladenetze und verbessern so die Effizienz von Ladediensten. [14] Eine Hochrechnung aus dem Jahr 2019 prognostizierte, dass im Jahr 2025 etwa 60 % aller Autos über Ausstattungen verfügen würden, die als basic oder higher Connectivity bezeichnet werden. Für die Folgejahre wurde diese Tendenz als steigend prognostiziert. [15]

Die Implementierung einer Suchfunktion stellt eine Methode zur Optimierung einer mobilen Anwendung dar. Dadurch wird es den Kunden ermöglicht, Inhalte innerhalb der App effizienter aufzufinden, was zu einer Steigerung des Nutzungserlebnisses und der Benutzerzufriedenheit führt.

1.3 Ziele dieser Bachelorarbeit

1.4 Abgrenzung

1.5 Aufbau der Arbeit

2 | Grundlagen

2.1 Die MyBMW App

Im Jahr 2020 wurde von der BMW Group die MyBMW- bzw. Mini-App publiziert, die Kunden einen digitalen Zugang zu ihrem Auto ermöglicht. Ihre Entwicklung basierte auf dem Feedback und den Erkenntnissen aus dem Nutzerverhalten der vorherigen Generationen der BMW i Remote App und der BMW Connected App. [koenigYourWorldMy2020] Zum aktuellen Zeitpunkt benutzen über 13 Millionen Nutzer die App. Sie wird etwa fünf Mal im Jahr durch Updates aktualisiert. [3]

Für die Entwicklung der App wurde Flutter verwendet, ein Open-Source-Framework welches nativ kompilierte und plattformübergreifende Anwendungen aus einer einzigen Code-Basis erstellt. [flutterFlutterBuildApps] Auf dieser Grundlage ist es möglich, die App sowohl für Android und IOS, sowie für die verschiedenen Skins und Regionen zu bauen. Die Skins repräsentieren die Marken BMW, BMW M, Mini und Toyota. Darüber hinaus existieren spezifische Versionen für ausgewählte Regionen, wie Nordamerika oder Korea. Daraus resultieren ca. 30 Apps, die den Kunden in Apps Stores angeboten werden. Das Team von ca. 250 Entwicklern, von denen einige bereits seit 2018 an der App arbeiten, stellt eines der größten Flutter-Entwicklungsteams dar. [16] Die App bieten den Kunden eine universelle Schnittstelle zum Fahrzeug. So können Remote-Funktionen ausgeführt werden, mit denen aus der Ferne über das Mobiltelefon der Fahrzeug- oder Ladestatus, die Reichweite oder Türen und Fenster des Autos überprüft werden können. Dabei sind die Funktionen optimiert

für Fahrzeuge ab dem Baujahr 2014 und abhängig von Fahrzeugausstattung und länderspezifischen Vorgaben. [9] Mit der App können Kunden nach Anmeldung mit ihrer BMW-ID einen mobilen Zugriff auf ihr Fahrzeug, BMW Services und Store haben. Dabei ist die App in mehrere Unterseiten (Tabs) aufgeteilt. Im Fahrzeug-Tab kann der Kunde einen Überblick über den aktuellen Zustand seines Autos bekommen, also Fahrzeugstatus und Remote-Funktionen, so wie unter anderem Zugriff auf die Funktionen 'Meine Fahrten'. In dem Karten-Tab können Ziele zur Navigation gesucht und ausgewählt werden. Der BMW-Services- und Store-Tab gibt den Kunden direkten Zugriff auf Updates und Finanzdienstleistungen und bietet Kontakt zu Service Partnern. Im Profil-Tab können persönliche Einstellungen vorgenommen werden. [17] Ein besonderes Feature ist das Remote Software Upgrade. Damit können Updates für die Fahrzeug-Software direkt 'over-the-air' auf das Auto oder erst auf die MyBMW-App und dann auf das Auto geladen werden. [18]

2.2 Suchfunktionen in Mobilen Anwendungen

Suchfunktionen stellen in einigen mobilen Anwendungen eine wichtige Funktion dar. In den letzten Jahren wurden in diesem Bereich einige interessante Erkenntnisse gewonnen. So wurde 2012 festgestellt, dass Nutzer bei der Verwendung von mobilen Telefonen weniger Anfragen per Sitzung schicken, als bei der Verwendung eines Desktop PCs. Das impliziert, dass Nutzer die Suche am Handy als eine größere Hürde sehen. [19]

2.3 API-Entwicklung

APIs, Application Programming Interfaces, sorgen für eine nahtlose Kommunikation zwischen Software Komponenten und Services. Sie sind unverzichtbar für die Verbindung verschiedener Systeme und ermöglichen die Nutzung von Dritt-anbieterdiensten, wie Services, Daten und Funktionalitäten. [20] Sie vereinfachen

und beschleunigen Entwicklung von Anwendungen und Software. Daten können gemeinsam genutzt werden, wobei nur notwendige Informationen freigegeben werden und systeminterne Details verborgen bleiben können. [21]

Missing: Mehr zu internen APIs

Eine gute Implementierung ist besonders bei Mobilen Applikationen wichtig, da sich API-Instabilität und Fehleranfälligkeit auf den Erfolg der Software auswirken können. Google Play Bewertungen haben gezeigt, dass APIs, die von erfolgreichen Apps verwendet werden weniger fehleranfällig sind. Denn Fehleranfällige APIs können zu Fehlfunktionen und Abstürzen führen. [22]

3 | Flutter

Quelle [tashildarApplicationDevelopmentUsing2020]: - damit App möglichst viele Kunden erreicht, müssen Apps mit den zwei unabhängigen Plattformen iOS und Android familiarizen, diese sind sehr unterschiedlich, weshalb es oft verschiedene Entwickler mit einem unterschiedlichen Skill-Set braucht, Firmen haben also oft Schwierigkeiten mit der Komplexität der Entwicklung plattformübergreifenden Anwendungen umzugehen - eigentlich: - Entwickler müssen bzw. mussten wegen der verschiedenen Plattformen Apps mehrfach bauen oder eine Lösung mit niedrigerer Qualität akzeptieren, wenn sie ähnliche Ansätze für verschiedene Plattformen verwenden müssen (z.b. Native Speed und Accuracy for portability) -> mit Flutter: Flutter ist abhängig von den OEM widets des Devices, anstatt, dass web views konsumiert werden; benutzt eine high-performance rendering engine, um jedes component einzeln genutzt werden kann - Entwicklung: in zweiten Hälfte von 2016 hat Google eine mobile SDK angekündigt namens 'Flutter' - Plattformübergreifendes Framework, das hochperformante Mobile Anwendungen baut - Features von Flutter: - Flutter kann auf beiden Plattformen, also iOS und Android laufen. Das reduziert die Kosten und Komplexität der Appentwicklung - Just-in-time compilation: bei der der Computercode, der die Kompilierung umfasst, während der Programmausführung zur Laufzeit und nicht vor der Ausführung ausgeführt wird - Hot-Reload: - Hilft beim Entwickeln (rumexperimentieren, UI bauen, features hinzufügen, Bugs bzw. Fehler lösen) - Funktionsweise: Aktualisierte Quell-Dateien werden in die laufende Dart Virtual Machine (Dart VM) eingefügt, die VM updated dann Klassen mit der neuen Version der Felder und Funktionen; das Flutter Framework baut dann automatisch den Widget-Tree

neu, wodurch der Entwickler seine Änderungen schnell sehen kann; ohne Änderung der inneren Struktur der Applikation. Transaktionen und Aktionen der App sind well-preserved - Dart: - Jede flutter-App ist mit Dart geschrieben, programmiert worden - Dart sollte ursprünglich JavaScript ersetzen und nachfolgen - Dart hat eine Java-ähnliche Syntax

4 | Vorbereitung und Analyse / Explorative Phase

4.1 Recherche und Analyse ähnlicher Suchfunktionen

Informationen zu, Anforderungsmanagement in [23] (Seite 41)

4.1.1 Analyse des Suchfunktions-Angebots innerhalb Automobil-Apps der Wettbewerber

Quellen: [24],[25],[26],[27],[28]

- Betrachtete Automobilhersteller-Apps: myAudi, Volvo Cars, MercedesMe, Volkswagen, Tesla
- alle haben ähnliche Funktionen wie My BMW App:
 - Remote Funktionen: Klima einsehen und steuern, Fahrzeug entriegeln etc.
 - Fahrzeugstatus abrufen: Reifendruck, Reichweite etc.
 - Routen planen, Standort einsehen
 - aber: keine der Apps hat Funktion, mit der die App nach Stichwörtern durchsucht werden kann

4.2. IST-ANALYSE DER VORHANDENEN DATEN UND DATENQUELLEN

4.1.2 Analyse des Suchfunktions-Angebots innerhalb Apps anderer Branchen

Beispiele:

App 'Einstellungen' von Apple für iPhone [29] - Suche nach Stichwörtern möglich, alle Ergebnisse aufgelistet, bei Auswahl davon "springt" man in den richtigen Ort (+Pfad) in der App

App 'Instagram', Einstellungen **InstagramEinstellungen?** - Instagram-Einstellungen: Liste von Einstellungsmöglichkeiten, Suchbegriffe von dieser Liste eingeben und die werden angezeigt, nichts "dahinter"

Chrome, Einstellungen [30] - Bei Eingabe von Keyword: Ergebnisse in Kategorien unterteilt + Anzeige, wie viele Ergebnisse pro Suchergebnis sind

4.2 Ist-Analyse der vorhandenen Daten und Datenquellen

Explore Tab: - Ich nehme die aktuellen Daten her

Nach Gespräch mit Jonas: - erst mal in der aktuellen Explore Seite einbauen - wenn das nicht geht -> selber bauen

- fehlt: Informationen über Daten innerhalb von Explore Seite

My Highlights: - aktuell nur ein einziges File immer lokal vorhanden, Link zu Format: <https://atc.bmwgroup.net/confluence/display/INFOTAIN/My+Highlights+Service+-+Back-End+Data+Model> -> JSON

Release Notes: - gerade im Umbau -> erst mal lassen, sollen aber das gleiche Format wie My Highlights bekommen

5 | Konzeption

5.1 Anforderungsanalyse der Suchfunktion

5.1.1 Systematische Erfassung der Anforderungen

- *Identifizierung der Zielgruppe und deren Bedürfnisse*
 - *Identifizieren Sie die Zielgruppe und deren Erwartungen an die Suchfunktion Zielgruppe:*
 - * Alle Benutzer der BMW App
 - * besonders die, die speziell auf der Suche nach etwas sind: Tutorial, mehr Informationen über bestimmte Funktion, Interesse an bestimmter Funktion (z.B. Navigation oder Klima) Erwartungen:
 - * Grundsätzlich: Das Finden, wonach gesucht wird
 - * Ideal: Beim Suchen Vorschläge
 - * nach Suchen: Übersichtliche Darstellung aller möglichen Ergebnisse, beim Drücken auf Ergebnis möchte man direkt zur Information gelangen
 - * evtl. Suchverlauf anzeigen
 - * allgemein: relevante Suchergebnisse, schnelle Reaktionszeit
- *Analyse der Suchszenarien*
 - Suche nach einem Stichwort, um zu sehen, ob in letzter Zeit Updates

- dafür waren -> z.B. "Klima" eingeben und schauen, ob es in den Release Notes vorgekommen ist, evtl. hierfür gleich Filter
- Schnelles Suchen nach Tutorial/genauerer Anleitung: z.B. "Navigation" eingeben und auf How-To-Video stoßen, zuvor ist die Filterung nach "Video" oder "Tutorial" möglich
- *Definition von Qualitätsanforderungen (Usability, Performance, Sicherheit etc.)*
 - *Definieren Sie funktionale und nicht-funktionale Anforderungen an die Suchfunktion (Funktionale Anforderungen: Hierbei handelt es sich um Anforderungen, die in spezifischem Zusammenhang mit dem Projekt stehen. Nicht-funktionale Anforderungen: Alle anderen Anforderungen gibt es auch bei mehreren Projekten, wie etwa das Zeitmanagement oder den Ressourcenverbrauch.)*
 - * Funktionale Anforderungen
 1. Freie Textsuche:
 - Die Nutzer können frei Suchbegriffe in ein Suchfeld eingeben, um nach Inhalten zu suchen.
 - Die Suche soll alle durchsuchbaren Bereiche (Explore-Page mit Tutorials und Artikeln, Release Notes, MyHighlights) abdecken.
 - Die Suche soll mit AND- oder OR-Verknüpfung mehrere Suchbegriffe unterstützen.
 2. Suchergebnisse:
 - Die Suchergebnisse sollen untereinander angezeigt werden.
 - Dabei soll die Quelle bzw. Kategorie erkennbar sein
 - Durch Drücken auf das Ergebnis soll zum Ort der Daten innerhalb der App navigiert werden
 3. Filterung der Suche:
 - Die Suchergebnisse können nach Kategorien wie Tutorials, Artikel, Release Notes usw. gefiltert werden. (evtl.)
-

4. Suchverlauf:

- Vor Eingabe des Suchbegriffes soll der Verlauf der letzten Suchanfragen angezeigt werden

5. Suchvorschläge (noch nicht sicher):

- Während der Eingabe werden Suchvorschläge angezeigt, um die Suche zu erleichtern.
- Falsch geschriebene Suchbegriffe werden erkannt und Verbesserungsvorschläge angezeigt.

* Nicht-funktionale Anforderungen

1. Usability:

- Die Suchfunktion soll intuitiv und einfach zu bedienen sein.
- Die Darstellung der Suchergebnisse muss übersichtlich und verständlich sein.
- Das Design der Suchfunktion soll konsistent mit dem restlichen App-Design sein.

2. Performance: Die Suchfunktion muss eine schnelle Reaktionszeit auf Nutzereingaben aufweisen. Die Anzeige von Suchvorschlägen und Suchergebnissen soll zeitnah erfolgen. Die Suchfunktion muss auch bei hoher Nutzerlast zuverlässig und performant arbeiten.

– *Priorisieren Sie die Anforderungen nach Wichtigkeit und Umsetzungsaufwand*

1. Freie Textsuche
2. Suchergebnisse
3. Filterung
4. Verlauf
5. Vorschläge

■ *Analyse der technischen Rahmenbedingungen*– *Untersuchen Sie die technischen Möglichkeiten und Grenzen der Plattform/App*

- * Suchfunktion selber mit Flutter "SearchBar" [31] -> Ergebnisse der Query in Liste packen
- * Kann ich bei einem Ergebnis tatsächlich auf die Quelle / den Ort der Daten kommen? Muss ich bzw. wie speichere ich den Ort dieser Information
- *Prüfen Sie die Verfügbarkeit und Eignung von Bibliotheken/Frameworks für die Suchfunktion*
 - * SearchBar von Flutter [31]
- *Identifizieren Sie mögliche Schnittstellen zu anderen Systemkomponenten*

5.1.2 Konzeptentwurf

- *Architekturdesign*
 - *Entwerfen Sie die Systemarchitektur der Suchfunktion*
 - * mit draw.io !
 - *Legen Sie die Schnittstellen und Datenflüsse zwischen den Komponenten fest*
 - *Wählen Sie geeignete Technologien und Frameworks für die Umsetzung aus*
 - *Integration in das Gesamtkonzept der Anwendung*
- *Interaktionsdesign*
 - *Konzipieren Sie das Nutzererlebnis und die Interaktionsabläufe der Suchfunktion*
 - *Erstellen Sie Wireframes oder Mockups zur Visualisierung des Designs*
 - *Berücksichtigen Sie Aspekte wie Usability, Barrierefreiheit und Responsivität- Konzeption der Suchlogik und Ergebnispräsentation*

5.2 Konzeption der API

5.2.1 Schnittstellen-Design

- *Festlegung der Endpunkte (Endpoints) der API*
- *Definition der Eingabeparameter und Rückgabewerte für jeden Endpunkt*
- *Festlegung des Datenformats (z.B. JSON, XML)*
- *Spezifikation von HTTP-Methoden (GET, POST, PUT, DELETE)*
- *Dokumentation der API für Entwickler*

5.2.2 Architektur-Entwurf

- *Aufteilung der Anwendung in logische Komponenten (z.B. Datenzugriff, Geschäftslogik, Präsentation)*
- *Festlegung von Kommunikationswegen und Abhängigkeiten zwischen den Komponenten*
- *Auswahl geeigneter Technologien, Frameworks und Bibliotheken*
- *Entscheidungen zur Skalierbarkeit, Performanz und Ausfallsicherheit*
- *Konzeption von Querschnittsthemen wie Authentifizierung, Logging, Monitoring*

Infos in [23] ab Seite 65

6 | Implementierung der API und Suchfunktion

6.1 Implementierung der API

6.1.1 Vertiefte Hintergründe der API

Quelle [20]:

- Client-Server-Architektur: trennt die Verantwortlichkeiten zwischen Client und Server und ermöglicht damit skalierbare, maintainable und effiziente Systeme
 - Client: repräsentiert das user Interface oder die Applikation die mit dem Server interagiert, um Ressourcen anzufragen oder Operationen durchzuführen. Clients können sein: Web Browser, Mobile Apps, Desktop Applikationen, IoT-Geräte, entspricht der presentation layer
 - Server: Hostet die Ressourcen, verarbeitet / führt die Anforderungen (Requests) vom Client durch, speichert und managed die Daten, setzt Security Maßnahmen durch, stellt sicher, dass Requests ausgeführt werden
 - wichtig: klare Separation zwischen den Aufgaben
 - Statelessness. Kein Client State muss vom Server gespeichert werden, wodurch die Interaktion vereinfacht wird

- Caching: mächtige Performance-Optimierungs Technik, reduziert redundant Requests und verbessert die System Performance insgesamt
 - Scalability: durch layered architecture, Separation zwischen Client und Server - wenn höherer Demand ist, können mehr Server hinzugeschaltet werden
 - Flexibilität: Server und Client können in unterschiedlichen Sprachen und Frameworks implementiert werden
 - Interoperabilität: ermöglicht Interoperabilität zwischen verschiedenen Clients und Servern, solange alle common Kommunikationsprotokolle verwenden (z.b. HTTPs bei Restful APIs)
 - Sicherheit: besseres Security-Management, der Server kann Sicherheitsmaßnahmen (authentication, authorization, data validation etc.) durchführen
- Stateless Interaction bei RESTful APIs:
- jeder Request von einem Client muss alle notwendigen Informationen beinhalten, so dass er vom Server verstanden und verarbeitet werden kann. Jeder Request ist also self-contained und independent (abgeschlossen und unabhängig)
 - Server muss also keine Informationen über die vergangenen Anfragen von Clients speichern
 - auch hier wieder: Scalability (Servers speichern nichts zum Client-state und können eine große Anzahl von Requests speichern), Flexibility (Requests können an jeden Server gestellt werden), Fault Tolerance (da jeder Request unabhängig ist, kann man den gleichen Request bei mehreren Servern durchführen, falls einer fehlerhaft ist), Caching (Clients oder proxy Server können Antworten cachen und damit die Performance verbessern, indem wiederholte Antworten verhindert werden)
 - Vorteile: Simplicity (vereinfacht Design und Development), Scalability, Resilience (Fehler in einem Teil des Systems haben keinen Einfluss auf andere), Compatibility (verbessert Interoperabilität, indem ein breites Spektrum an Clients das Design der API's nutzen, z.B. Browsers,
-

Mobile Apps)

- Caching: wichtig für Performance, reduziert Network Load, verbessert User Experience; Server kann indicate, ob der Client Antworten, die er bekommt cachieren kann; damit können Antworten/Responses gespeichert werden und sich wiederholende Anfragen für die gleichen Ressourcen können reduziert werden. Gut für Ressourcen, die sich nicht häufig ändern (Statische Inhalte, Bilder, Daten aus einer Datenbank) (Noch mehr Infos, S.10)
 - Uniform Interface Principle:
 - * Resource Identification: Ressourcen sind der Core von RESTful APIs, jede Resource hat eine einzigartige URL, diese ist die Adresse um auf die Resource zuzugreifen und oder auf ihr Operationen durchzuführen
 - * Standard HTTP Methoden: GET, POST, PUT, DELETE, welche zu den CRUD Operationen passen. Diese Uniformität vereinfacht die Struktur der API und die Benutzung; dabei werden auch Standard HTTP status Codes verwendet (200 für Erfolg, 404 not found, 500 server error) dadurch ist eine klare und konsistente Art gegeben, um den Client über das Ergebnis des Requests zu informieren
 - * Die Nachrichten sollte selbst-erklärend (self-descriptive) sein, so dass der Server kein zusätzliches Wissen benötigt
 - * durch UIP: Simplicity, Predictability, Interoperability, Decoupling (Client und Server können unabhängig arbeiten), discoverability (Durch URLs können API Endpunkte leicht gefunden werden),
-> intuitiv, effizient, accessible, driving broader adoption
-

6.2 Implementierung des Suchfunktions-Prototyps

6.3 UI

Mehr in Quelle [23] ab Seite 122 ...

7 | Evaluierung

7.1 Anforderungsabgleich

Sed vulputate tortor at nisl blandit interdum. Cras sagittis massa ex, quis eleifend purus condimentum congue. Maecenas tristique, justo vitae efficitur mollis, mi nulla varius elit, in consequat ligula nulla ut augue. Phasellus diam sapien, place-rat sit amet tempor non, lobortis tempus ante.

7.2 Bewertung des Konzepts anhand typischer Beispielszenarien

Donec imperdiet, lectus vestibulum sagittis tempus, turpis dolor euismod justo, vel tempus neque libero sit amet tortor. Nam cursus commodo tincidunt.

7.3 Evaluierung der Präzision der Suchfunktion

Die Tabelle 7.1 zeigt uns wie man eine Tabelle hinzufügt. Integer tincidunt sed nisl eget pellentesque. Mauris eleifend, nisl non lobortis fringilla, sapien eros aliquet orci, vitae pretium massa neque eu turpis. Pellentesque tincidunt aliquet volutpat. Ut ornare dui id ex sodales laoreet.

7.4 Evaluierung der Ausführungszeit von Suchanfragen

Etiam sit amet mi eros. Donec vel nisi sed purus gravida fermentum at quis odio.

7.5 Vergleich mit Daten

Nullam porta tortor id vehicula interdum. Quisque pharetra, neque ut accumsan suscipit, orci orci commodo tortor, ac finibus est turpis eget justo. Cras sodales nibh nec mauris laoreet iaculis.

Aufnahme mit “**Referenz?**”

kursiv: * auf beiden Seiten des Textes -> *kursiv* fett: ** -> **fett** kursiv und fett: *** -> ***fett und kursiv***

Aenean nec dapibus in mL/min⁻¹. Mathematical formula can be inserted using Latex:

$$(1) f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$$

- erstes Element der Liste
- zweites Element der Liste
- drittes Element der Liste

1. erstes Element
2. zweites Element
3. drittes Element

Syntaxhervorhebung in Codeblöcken erreicht man mit drei “” Zeichen vor und nach dem Codeblock.

```
mood = 'happy'
if mood == 'happy':
    print("I am a happy robot")
```

Die Tabelle 7.1 zeigt uns wie man eine Tabelle hinzufügt. Integer tincidunt sed nisl eget pellentesque. Mauris eleifend, nisl non lobortis fringilla, sapien eros aliquet orci, vitae pretium massa neque eu turpis. Pellentesque tincidunt aliquet volutpat. Ut ornare dui id ex sodales laoreet.

Tabelle 7.1: Das ist die Tabellenbeschriftung. Suspendisse blandit dolor sed tellus venenatis, venenatis fringilla turpis pretium.

Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3
Zeile 1	0.1	0.2
Zeile 2	0.3	0.3
Zeile 3	0.4	0.4
Zeile 4	0.5	0.6

8 | Fazit

8.1 Zusammenfassung der Arbeit

Zusammenfassend

8.2 Zukünftige Arbeit / Ausblick

Es gibt mehrere mögliche Richtungen, um diese Arbeit zu erweitern.

Anhang 1: Einige Extras

Füge Anhang 1 hier hinzu.

Anhang 2: Noch mehr Extras

Füge Anhang 2 hier hinzu.

Literatur

- [1] C. Koenig, "Your World. My BMW. Die neue App-Generation für BMW Kunden. Jetzt verfügbar in 30 europäischen Märkten, China und Korea." Accessed: Jan. 02, 2025. [Online]. Available: <https://www.press.bmwgroup.com/deutschland/article/detail/T0321612DE/your-world-my-bmw-die-neue-app-generation-fuer-bmw-kunden-jetzt-verfuegbar-in-30-europaeischen-maerkten-china-und-korea?language=de>
- [2] "BMW Geschichte." Accessed: Oct. 02, 2024. [Online]. Available: <https://www.bmwgroup.com/de/unternehmen/historie.html>
- [3] M. Tholund, "Umfangreiche Updates: My BMW App gibt Entscheidungshilfe für Umstieg vom Verbrenner auf E-Fahrzeug." Accessed: Sep. 30, 2024. [Online]. Available: <https://www.press.bmwgroup.com/deutschland/article/detail/T0444273DE/umfangreiche-updates:-my-bmw-app-gibt-entscheidungshilfe-fuer-umstieg-vom-verbrenner-auf-e-fahrzeug?language=de>
- [4] B. Group, "Jahresbericht 2024," BMW, 21.3.24. Accessed: Sep. 18, 2024. [Online]. Available: https://www.bmwgroup.com/content/dam/grpw/websites/bmwgroup_com/ir/downloads/de/2024/bericht/BMW-Group-Bericht-2023-de.pdf
- [5] "Automotive industry - European Commission." Accessed: Oct. 02, 2024. [Online]. Available: https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/automotive-industry_en
- [6] P. M. de Miguel, C. De-Pablos-Heredero, J. L. Montes, and A. García, "Impact of Dynamic Capabilities on Customer Satisfaction through Digital Transformation in the Automotive Sector," *Sustainability*, vol. 14, no. 8, 8, p. 4772, Jan. 2022, doi: 10.3390/su14084772.
- [7] P. Gao, H.-W. Kaas, D. Mohr, and D. Wee, "Der Umsatz der Autoindustrie kann bis 2030 auf 6,7 Billionen Dollar 2030 steigen - neue Mobilitätsangebote und Konnektivitätsdienste als Motor." Accessed: Oct. 02, 2024. [Online]. Available: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/disruptive-trends-that-will-transform-the-auto-industry/de-DE>

-
- [8] U. Winkelhake, *Die digitale Transformation der Automobilindustrie: Treiber - Roadmap - Praxis*, 3., vollständig überarbeitete Auflage. Berlin [Heidelberg]: Springer Vieweg, 2024.
 - [9] BMW Group, "Die Highlights der my BMW App im Überblick." Accessed: Oct. 02, 2024. [Online]. Available: <https://www.bmw.de/de/my-bmw-app/my-bmw-app.html>
 - [10] "Measuring Digital Development - Facts and Figures 2023." Accessed: Sep. 18, 2024. [Online]. Available: https://www.itu.int/hub/publication/d-ind-ict_mdd-2023-1/
 - [11] Y. Jeanrenaud, "Globale Ausgaben für mobile Apps steigen um zehn Prozent." Accessed: Oct. 02, 2024. [Online]. Available: <https://www.pocketpc.ch/magazin/news/vermischtes/globale-ausgaben-fuer-mobile-apps-steigen-um-zehn-prozent-92172/>
 - [12] B. Martin, "The Global Mobile Report." Sep. 12, 2017. Accessed: Oct. 09, 2024. [Online]. Available: <file:///Users/Q502119/Downloads/The-Global-Mobile-Report-FINAL-ENG-WL3.pdf>
 - [13] Y. Ma, X. Liu, M. Yu, Y. Liu, Q. Mei, and F. Feng, "Mash Droid: An Approach to Mobile-Oriented Dynamic Services Discovery and Composition by In-App Search," in *2015 IEEE International Conference on Web Services*, Jun. 2015, pp. 725–730. doi: 10.1109/ICWS.2015.102.
 - [14] strategy&, "Digital Auto Report 2023 How fast will the mobility ecosystem really transform?" Accessed: Oct. 02, 2024. [Online]. Available: <https://www.strategyand.pwc.com/de/en/industries/automotive/digital-auto-report2023/vol2/strategyand-digital-auto-report-2023-vol2.pdf>
 - [15] T. Möller, A. Padhi, D. Pinner, and A. Tschiesner, "The future of mobility is at our doorstep." Accessed: Oct. 02, 2024. [Online]. Available: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/the-future-of-mobility-is-at-our-doorstep>
 - [16] M. Tasior and C. Schmid, *Developers in Cars*. Accessed: Sep. 19, 2024. [Online]. Available: <https://open.spotify.com/episode/4SplAB7lua99Rn1d2WIMPO>
 - [17] BMW, Dir., *How-To: Erste Schritte mit der My BMW App*, (Sep. 19, 2024). Accessed: Oct. 07, 2024. [Online Video]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=aErk_6cXfJ8
 - [18] T. Julich, "Ein Update für die Freude am Fahren. Neues Remote Software Upgrade für rund 2 Millionen BMW-Fahrzeuge weltweit." Accessed: Sep. 30, 2024. [Online]. Available: <https://www.press.bmwgroup.com/deutschland/article/detail/T0348312DE/ein-update-fuer-die-freude-am-fahren-neues-remote-software-upgrade-fuer-rund-2-millionen-bmw-fahrzeuge-weltweit?language=de>
 - [19] D. Komaki, T. Hara, and S. Nishio, "How Does Mobile Context Affect People's Web Search Behavior?: A Diary Study of Mobile Information Needs and Search Behaviors," in *2012 IEEE 26th International Conference on Advanced Information Networking and Applications*, Mar. 2012, pp. 245–252. doi: 10.1109/AINA.2012.134.
-

-
- [20] S. Selvaraj, *Mastering REST APIs: Boosting Your Web Development Journey with Advanced API Techniques*. Berkeley, CA: Apress, 2024. doi: 10.1007/979-8-8688-0309-3.
 - [21] IBM, "What Is an API (Application Programming Interface)?" Accessed: Nov. 18, 2024. [Online]. Available: <https://www.ibm.com/topics/api>
 - [22] M. Linares-Vásquez, G. Bavota, C. Bernal-Cárdenas, M. Di Penta, R. Oliveto, and D. Poshyvanyk, "API change and fault proneness: A threat to the success of Android apps," in *Proceedings of the 2013 9th Joint Meeting on Foundations of Software Engineering*, in ESEC/FSE 2013. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, Aug. 2013, pp. 477–487. doi: 10.1145/2491411.2491428.
 - [23] R. Nunkesser, *App-Entwicklung für Mobile und Desktop: Software Engineering mit .NET MAUI und Comet für iOS, Android, Windows und macOS*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2023. doi: 10.1007/978-3-662-67476-5.
 - [24] "App Store Mercedes-Benz App." Accessed: Oct. 10, 2024. [Online]. Available: <https://apps.apple.com/de/app/mercedes-benz/id1487652920>
 - [25] "App Store myAudi App." Accessed: Oct. 10, 2024. [Online]. Available: <https://apps.apple.com/de/app/myaudi/id440464115>
 - [26] "App Store Tesla App." Accessed: Oct. 10, 2024. [Online]. Available: <https://apps.apple.com/de/app/tesla/id582007913>
 - [27] "App Store Volkswagen App." Accessed: Oct. 10, 2024. [Online]. Available: <https://apps.apple.com/de/app/volkswagen/id1517566572>
 - [28] "App Store Volvo Cars App." Accessed: Oct. 10, 2024. [Online]. Available: <https://apps.apple.com/de/app/volvo-cars/id439635293>
 - [29] *Einstellungen App*, (Oct. 10, 2024).
 - [30] *Chrome Einstellungen*, (Oct. 16, 2024).
 - [31] Flutter, "SearchBar class - material library - Dart API." Accessed: Oct. 09, 2024. [Online]. Available: <https://api.flutter.dev/flutter/material/SearchBar-class.html>
-