

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	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 Flutter	6
2.3 Suchfunktionen in Mobilen Anwendungen	7
2.4 API-Entwicklung	7
3 Vorbereitung und Analyse	9
3.1 Recherche und Analyse vergleichbarer Suchfunktionen	9
3.1.1 Suchfunktionen in Automotive Apps	9
3.1.2 Suchfunktionen in Apps anderer Bereiche	10

INHALTSVERZEICHNIS

3.2	Ist-Analyse der vorhandenen Daten und Datenquellen	11
4	Konzeption	12
4.1	Anforderungsanalyse der Suchfunktion	12
4.1.1	Systematische Erfassung der Anforderungen	12
4.1.2	Konzeptentwurf	15
4.2	Konzeption der API	16
4.2.1	Schnittstellen-Design	16
4.2.2	Architektur-Entwurf	16
5	Implementierung der API und Suchfunktion	17
5.1	Implementierung der API	17
5.1.1	Vertiefte Hintergründe der API	17
5.2	Implementierung des Suchfunktions-Prototyps	20
5.3	Benutzeroberfläche	20
6	Evaluierung	21
6.1	Anforderungsabgleich	21
6.2	Bewertung des Konzepts anhand von Beispielszenarien	21
6.3	Evaluierung der Suchfunktion	21
6.3.1	Evaluierung der Suchergebnisse	22
6.3.2	Nutzerbefragung zur Suchfunktion	22
6.4	Vergleich mit Daten	22
7	Fazit	25
7.1	Zusammenfassung der Arbeit	25
7.2	Ausblick	25
	Anhang 1: Einige Extras	26
	Anhang 2: Noch mehr Extras	27
	Literatur	28

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

6.1	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

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 Produktion von Autos und Motorrädern unter der Marke BMW. Seit 1998 gehört auch Rolls Royce zur BMW Group und im Jahre 2001 kam der erste Mini unter der Leitung der BMW Group auf den Markt. Mit dem i3 brachte die BMW Group 2013 das erste voll elektrisch angetriebene Großserienmodell heraus. [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 den 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 weltweit fast 155.000 Menschen in über 70 Produktions- und Vertriebsstandorten sowie an Forschungsstandorten in mehr als 17 Ländern beschäftigt. Über das Jahr 2023 wurden über 2,5 Millionen Autos und fast 155.000 Motorräder ausgeliefert. Das Unternehmen verzeichnete damit ein Ergebnis vor Steuern von nahezu 17 Milliarden €. [4]

Die BMW Group ist Teil der Automobilindustrie und damit ein wesentlicher Faktor für den Wohlstand Europas. Nach Angaben der Webseite der Europäischen Kommission, schafft dieser Sektor 13.8 Millionen direkte und indirekte Jobs, was einen Anteil von 6,1% der gesamten EU-Beschäftigung ausmacht. [5]

Aus einem wirtschaftlichen Blickwinkel generiert die Automobilindustrie einen Umsatz, der über 7 % des Brutto-Inland-Produktes der EU entspricht. Viele Unternehmen der Automobilbranche werden von digitalen Technologien beeinflusst und müssen ihre Geschäftsmodelle erneuern, um die neuen Möglichkeiten der Digitalisierung auszuschöpfen. [6]

Es wird davon ausgegangen, dass Geschäftsmodelle wie Konnektivitätsdienste und Funktionserweiterungen die Einnahmequellen um etwa 30 % steigern könnten, besonders durch 'On-demand' Mobilitätsdienste und datengesteuerte Dienste. [7]

Unternehmen der Automobilbranche müssen sich auf die Erwartungshaltung der Kunden einstellen, 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 in der Industrie etabliert. Kunden sind auch bereit, für bereichernde Dienste zu zahlen: in den USA und Europa ca. 20 € pro Monat, in China 40 €. [8]

Eine Möglichkeit, digitale Innovationen zu fördern, ist die Entwicklung und der Vertrieb von Apps, wie es die BMW Group mit der MyBMW App bereits umgesetzt hat. Diese Applikation bietet den Kunden eine universelle Schnittstelle zu ihrem Fahrzeug und vielen weiteren Produkten und Dienstleistungen von BMW.

[9]

Weltweit nutzen inzwischen mehr als drei Viertel der über 10-jährigen Bevölkerung ein Mobiltelefon, in Europa sind es 93 %. [10] Auch die App-Nutzung ist in den letzten Jahren gestiegen, was unter anderem an der Anzahl der App-Downloads messbar ist. So hat sich die Zahl der jährlichen 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, dass immer weniger Menschen ihren Laptop verwenden, sondern ausschließlich ihr Mobiltelefon. Weltweit sind es etwa ein Viertel der Nutzer, wobei die Schwankungen zwischen den Ländern groß sind. Der Großteil der Zeit, die an mobilen Geräten verbracht wird, entfällt an dominieren Apps mit einem Anteil von mehr als 80% der mobilen Nutzungsminuten. Innerhalb des App-Marktes herrscht ein intensiver Wettbewerb. Einige wenige Apps dominieren den Großteil des Marktes, was sich daran zeigt, dass Nutzer bis zu 95 % ihrer Zeit mit ihren persönlichen Top-10-Apps verbringen. [12]

Insgesamt sind Apps zum Hauptkonsumenten von internetbasierten Diensten geworden. [13]

1.2 Motivation

Die zuvor dargestellten Punkte verdeutlichen die Notwendigkeit, 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 zum Beispiel wichtig sein, mobile Anwendungen zu entwickeln, die die Interaktion von Benutzern von Elektrofahrzeugen und der Ladeinfrastruktur erleichtern. Die dazugehö-

ge Software kann Plattformen verwalten und betreiben und Ladenetze optimieren und so die Effizienz von Ladediensten verbessern. [14]

Eine Hochrechnung aus dem Jahr 2019 prognostizierte, dass im Jahr 2025 etwa 60 % aller Autos über eine Ausstattungen verfügen würden, die als 'basic' oder 'higher connectivity' bezeichnet wird. Für die Folgejahre wurde eine steigende Tendenz prognostiziert. [15]

Die Implementierung einer Suchfunktion ist eine Methode zur Optimierung einer mobilen Anwendung. Sie ermöglicht es Kunden, Inhalte innerhalb der App effizienter zu finden, was zu einer Verbesserung 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 hat die BMW Group die MyBMW- bzw. Mini-App veröffentlicht, die den Kunden einen digitalen Zugang zu ihrem Fahrzeug ermöglicht. Die Entwicklung basiert auf dem Feedback und den Erkenntnissen aus dem Nutzerverhalten der Vorgängergenerationen, der BMW i Remote App und der BMW Connected App. [koenigYourWorldMy2020]

Derzeit nutzen mehr als 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, das nativ kompilierte und plattformübergreifende Anwendungen aus einer einzigen Codebasis erstellt. [flutterFlutterBuildApps] Auf dieser Grundlage ist es möglich, die App sowohl für Android und iOS als auch für die verschiedenen Skins und Regionen zu bauen. Die Skins repräsentieren die Marken BMW, BMW M, Mini und Toyota. Zusätzlich gibt es 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, ist eines der größten Flutter Entwicklungsteams. [16]

Die App bietet dem Kunden eine universelle Schnittstelle zum Fahrzeug. Damit können Remote-Funktionen ausgeführt werden, mit denen der Fahrzeug- oder

Ladestatus, die Reichweite oder die Türen und Fenster des Autos aus der Ferne über das Mobiltelefon überprüft werden können. Die Funktionen sind 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 auf ihr Fahrzeug, BMW Services und Store zugreifen. Dabei ist die App in mehrere Unterseiten (Tabs) aufgeteilt. Im Fahrzeug-Tab kann sich der Kunde einen Überblick über den aktuellen Zustand seines Autos verschaffen, also Fahrzeugstatus und Remote-Funktionen, sowie unter anderem auf die Funktion 'Meine Fahrten' zugreifen. Im 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 Fahrzeugsoftware direkt 'over-the-air' ins Fahrzeug oder zunächst in die MyBMW-App und dann auf das Auto geladen werden. [18]

2.2 Flutter

Damit Apps möglichst viele Kunden erreichen, müssen sie mit den unabhängigen Plattformen iOS und Android kompatibel sein. Dies stellt Unternehmen oftmals vor Schwierigkeiten, da sie mit der Komplexität plattformübergreifender Anwendungen umgehen müssen. Entwickler benötigen oft unterschiedliche Skillsets und müssen Apps aufgrund der unterschiedlichen Plattformen mehrfach bauen. Mit Flutter, das 2016 von Google als mobiles SDK angekündigt worden ist, haben Entwickler nun die Möglichkeit ein plattformübergreifendes Framework zu nutzen, das hochperformante mobile Anwendungen für beide Plattformen, iOS und Android, baut. Flutter-Apps werden in der Programmiersprache Dart geschrieben, die ursprünglich JavaScript ersetzen sollte und deshalb eine Java-ähnliche Syntax hat. Entwickler können nur die 'just-in-time' Kompilierung verwenden, wobei der Computercode während der Programmausführung zur Laufzeit kompiliert

wird. Darüber hinaus hilft die 'Hot-Reload' Funktion den Entwicklern, Benutzeroberflächen zu bauen oder Features hinzuzufügen, ohne dass diese Änderungen lange neu geladen werden müssen. Denn die aktualisierten Quelldaten werden in die laufende Dart Virtual Machine eingefügt, die die betroffenen Klassen aktualisiert und den Widget-Tree automatisch neu baut. Flutter erleichtert somit die Entwicklung von Apps, indem es den Entwicklern zeitsparende Tools bietet und durch die plattformübergreifende Entwicklung wertvolle Ressourcen schont. [tashildarApplicationDevelopmentUsing2020]

2.3 Suchfunktionen in Mobilen Anwendungen

Suchfunktionen sind eine wichtig Funktion in einigen mobilen Anwendungen. In den letzten Jahren wurden in diesem Bereich einige interessante Erkenntnisse gewonnen.

So wurde 2012 festgestellt, dass Nutzer bei der Verwendung von Mobiltelefonen weniger Suchanfragen pro Sitzung stellen, als bei der Nutzung eines Desktop PCs. Das impliziert, dass Nutzer die mobile Suche als eine größere Hürde empfinden. [19]

Missing: Hier noch mehr Quellen suchen

2.4 API-Entwicklung

APIs sorgen für eine nahtlose Kommunikation zwischen Software Komponenten und Services. Sie sind unverzichtbar für die Verbindung verschiedener Systeme und ermöglichen die Nutzung von Diensten, Daten und Funktionalitäten Dritter. [20]

Sie vereinfachen und beschleunigen die Entwicklung von Anwendungen und Software. Daten können gemeinsam genutzt werden, wobei nur die notwendigen Informationen freigegeben werden und systeminterne Details verborgen bleiben können.

nen. [21]

Missing: Mehr zu internen APIs

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

3 | Vorbereitung und Analyse

3.1 Recherche und Analyse vergleichbarer Suchfunktionen

Um einen Vergleichswert zwischen bereits bestehenden Suchfunktionen in vergleichbaren Apps wurden Apps aus der Automobilbranche und Apps aus anderen Bereichen mit Suchfunktion evaluiert.

3.1.1 Suchfunktionen in Automotive Apps

Die Automarken Mercedes, Audi, Tesla, Volkswagen und Volvo stellen Ihren Kunden Apps zur Verfügung, die mit der MyBMW App vergleichbar sind. So können bei den Wettbewerber-Apps gleiche Grundfunktionalitäten ausgeführt werden: über Remote-Funktionen kann das aktuelle Klima eingesehen und gesteuert, Fahrzeuge können über das Handy entriegelt oder der Fahrzeugstatus abgerufen werden. Außerdem können Kunden den aktuellen Standort des Autos einsehen und Routen planen. Nach Sichtung der über den App Store sichtbaren Funktionen konnte für keines der App-Beispiele eine Suchfunktion ausgemacht werden, die Inhalte der Apps nach Stichwörtern durchsuchen kann. [23],[24],[25],[26],[27]

3.1. RECHERCHE UND ANALYSE VERGLEICHBARER SUCHFUNKTIONEN

3.1.2 Suchfunktionen in Apps anderer Bereiche

Bei Apps, die keine Ähnlichkeit zur MyBMW-App aufzeigen, sind teilweise Suchfunktionen für den Nutzer verfügbar.

So kann die 'Einstellungen'-App von Apple für iOS nach Suchbegriffen durchsucht werden, indem in das am Seitenanfang befindende Suchfeld Begriffe eingegeben werden können. Dabei werden alle Inhalte der App durchsucht. In der Version der Softwarestufe iOS 17 erscheinen während des Tippens Suchergebnisse - die Suche muss als nicht explizit getätigt werden. Untereinander werden passende Ergebnisse angezeigt, wobei der Titel des zugehörigen Feldes innerhalb der App, ein zugehöriges Symbol und teilweise der Pfad angegeben wird. Beim Klicken auf ein Ergebnis wird die entsprechende Seite geöffnet, beziehungsweise der gesamte Pfad, wobei das zugehörige Feld kurzzeitig grau hervorgehoben wird. Navigiert man wieder zurück, kommt man zunächst auf die Oberseite, bevor man dann auf das Suchfenster zurück kommt. **EinstellungenApp2024?** Ab iOS 18 werden vor der Eingabe in das Suchfeld Such-Vorschläge angezeigt und darunter der Suchverlauf der betätigten Eingabe. [EinstellungenAppiPhone2025]

Die 'Einstellungen' App von Android kann ebenfalls durchsucht werden. Nach Klicken auf ein Such-Icon wird eine Seite geöffnet, in der vergangene Suchen und allgemeine Suchvorschläge. Diesen Vorschläge geht ein Rauten-Symbol vor, wodurch nach Themen wie 'beliebt' und keinen konkreten Begriffen gesucht werden kann. Während der Eingabe in das Suchfeld werden dann anstelle dessen die Suchergebnisse angezeigt. Diese sind in beliebte Vorschläge und restliche Ergebnisse aufgeteilt, die in die zugehörigen Kategorien gruppiert sind. Drückt man auf ein Ergebnis, öffnet sich die entsprechende Seite. Bei Betätigung der 'Zurück' Taste des Handys, gelangt man in die Suchfunktion, drückt man den 'Zurück' Button, geht man dem der Seite entsprechenden Pfad entlang zurück. [EinstellungenAppAndroid]

Die App 'Instagram' bietet für den Einstellungen-Bereich eine Suchfunktion an, mit der die Inhalte dieses Bereiches durchsucht werden können. Bei der Eingabe von Suchbegriffen werden die Suchergebnisse in verschiedenen Gruppen unterein-

3.2. IST-ANALYSE DER VORHANDENEN DATEN UND DATENQUELLEN

ander angezeigt. Diese Gruppierung entspricht der Kategorisierung, die in den Einstellungen verwendet wird. Beim Klicken auf ein Ergebnis wird direkt die entsprechende Unterseite geöffnet. Es fällt auf, dass nicht alle in den Einstellungen gezeigten Inhalte ebenfalls durch die Suche auffindbar sind. **InstagramEinstellungen?**

3.2 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

4 | Konzeption

4.1 Anforderungsanalyse der Suchfunktion

4.1.1 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" [28] -> 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 [28]
- *Identifizieren Sie mögliche Schnittstellen zu anderen Systemkomponenten*

4.1.2 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*
-

4.2 Konzeption der API

4.2.1 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*

4.2.2 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 [29] ab Seite 65

5 | Implementierung der API und Suchfunktion

5.1 Implementierung der API

5.1.1 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

5.2 Implementierung des Suchfunktions-Prototyps

5.3 Benutzeroberfläche

Mehr in Quelle [29] ab Seite 122 ...

6 | Evaluierung

6.1 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, placerat sit amet tempor non, lobortis tempus ante.

6.2 Bewertung des Konzepts anhand von Beispielszenarien

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

6.3 Evaluierung der Suchfunktion

Die Tabelle 6.1 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.

6.3.1 Evaluierung der Suchergebnisse

6.3.2 Nutzerbefragung zur Suchfunktion

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

6.4 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 6.1 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 6.1: 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

7 | Fazit

7.1 Zusammenfassung der Arbeit

Zusammenfassend

7.2 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] "App Store Mercedes-Benz App." Accessed: Oct. 10, 2024. [Online]. Available: <https://apps.apple.com/de/app/mercedes-benz/id1487652920>
 - [24] "App Store myAudi App." Accessed: Oct. 10, 2024. [Online]. Available: <https://apps.apple.com/de/app/myaudi/id440464115>
 - [25] "App Store Tesla App." Accessed: Oct. 10, 2024. [Online]. Available: <https://apps.apple.com/de/app/tesla/id582007913>
 - [26] "App Store Volkswagen App." Accessed: Oct. 10, 2024. [Online]. Available: <https://apps.apple.com/de/app/volkswagen/id1517566572>
 - [27] "App Store Volvo Cars App." Accessed: Oct. 10, 2024. [Online]. Available: <https://apps.apple.com/de/app/volvo-cars/id439635293>
 - [28] Flutter, "SearchBar class - material library - Dart API." Accessed: Oct. 09, 2024. [Online]. Available: <https://api.flutter.dev/flutter/material/SearchBar-class.html>
 - [29] 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.
-