

Entwicklung einer mobilen Lern-Applikation

Studienarbeit

über die Theoriephase des dritten Studienjahrs

an der Fakultät für Technik
im Studiengang Informationstechnik

an der Duale Hochschule Baden-Württemberg (DHBW) Ravensburg
Campus Friedrichshafen

von
Phillipp Patzelt, Nico Bayer

Frau Schmidt Mail nachfragen

Bearbeitungszeitraum:	Nochmal überprüfen
Matrikelnummer, Kurs:	8138164. 3056312, TIT20
Dualer Partner:	
Betreuer des Dualen Partners:	Claudia Zinser

Selbstständigkeitserklärung

gemäß Ziffer 1.1.13 der Anlage 1 zu §§ 3, 4 und 5 der Studien- und Prüfungsordnung für die Bachelorstudiengänge im Studienbereich Technik der Dualen Hochschule Baden-Württemberg vom 29.09.2017.

Ich versichere hiermit, dass ich meine Bachelorarbeit (bzw. Projektarbeit oder Studienarbeit bzw. Hausarbeit) mit dem Thema:

Entwicklung einer mobilen Lern-Applikation

selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Ich versichere zudem, dass die eingereichte elektronische Fassung mit der gedruckten Fassung übereinstimmt.

Abstract

Zusammenfassung

Schlüsselwörter

Abstract

Keywords

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	VI
Abbildungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	VII
1 Einleitung	1
2 Planungsphase	2
2.1 Lastenheft	2
2.1.1 Allgemeine Beschreibung	2
2.1.2 Anforderungen	2
2.1.3 Fachliches Umfeld	2
2.1.4 Ausblick	2
2.1.5 Erweiterungsmöglichkeiten (optional)	2
2.2 Arbeitspaketplan	3
2.3 Vorrausichtlicher Zeitplan	4
2.4 Qualitätsmanagement Maßnahmen	5
2.5 Konfigurationsmanagement Maßnahmen	5
2.6 Evaluierung der Plattformen und Programmiersprachen für die App-Entwicklung	6
3 Definitionsphase	7
3.1 Theoretische Grundlagen	7
3.1.1 Lernen ist nicht gleich Verstehen	7
3.1.2 Synapsen und deren Rolle im Lernprozess	7
3.1.3 Neuronen: Die Bausteine des Gehirns	8
3.1.4 Neuronale Netze: Die Grundlage des Lernens und des Gedächtnisses	9
3.1.5 Optimaler Lernplan anhand des Spacing Effect	10
3.1.6 Tagging innerhalb der Lern-App	12
3.1.7 Lernkategorien & Lernziele	13
3.1.8 Gamification und ihr positiver Effekt auf das Lernen	13
3.2 Pflichtenheft	14
3.3 Use Case Diagramm	14
3.4 Use Case Beschreibung	15
3.5 Datenbankstruktur	20
3.5.1 Datenbankmodell	20

3.5.2	Data Dictionary	21
3.6	HMI	25
3.6.1	Seitenhierarchie	25
3.6.2	UI-Mockups	26
3.7	Flow-Chart-Diagramm	35
4	Entwurf	36
4.1	Geschäftsfälle anhand des BPMN Workflows	36
4.2	Auswahl und Begründung des Datenbankkonzepts	36
4.3	Auswahl von wichtigen Bibliotheken/Frameworks	36
4.3.1	DaggerHilt Dependency Injection Framework	37
4.3.2	Markwon: Eine Markdown-Bibliothek für Android	37
4.3.3	Glide: Ein Framework zum Laden von Bildern in Android	38
4.3.4	Android Navigation: Ein Framework zur Navigation in Android-Anwendungen	38
4.3.5	Firebase Android SDK: Eine Bibliothek zur Integration von Firebase in Android-Anwendungen	39
4.4	Wahl des Architektur-Patterns: Model-View-ViewModel (MVVM)	39
4.5	Software-Komponenten	40
4.5.1	Gesamtkomposition	41
4.5.2	Frontend	42
4.5.3	Backend	43
4.6	Deployment Diagramm	43
4.7	Klassen Diagramm	43
4.8	Aktivitätsdiagramm	43
4.9	Sequenzdiagramme	43
4.10	Prototyp (optional)	43
5	Ergebnisse	44
5.1	Der finale Zeitplan	44
	Referenzen	47
A	Anhang	A

Abkürzungsverzeichnis

DHBW Duale Hochschule Baden-Württemberg	I
--	----------

Abbildungsverzeichnis

3.1.1 Ebbinghaus Vergessenskurve	10
3.1.2 Ebbinghaus verzögerte Vergessenskurve durch Wiederholungen	11
3.3.1 Use Case Diagramm	14
3.5.1 LearnAhead Datenbankstruktur	20
3.6.1 Die Seitenhierarchie in LearnAhead	25
3.6.2 Login und Registrierung	26
3.6.3 Home-Screen and Profilansicht	27
3.6.4 Erstellen einer Lernkategorie and Ansicht Lernkategorien	28
3.6.5 Ansicht Zusammenfassungen and Erstellen einer Zusammenfassung	29
3.6.6 Ansicht Fragen und Tests and Ansicht Fragen	30
3.6.7 Erstellen einer Frage and Ansichts Tests	31
3.6.8 Test	32
3.6.9 Test	33
3.6.10 Erstellen eines Lernziels	34
3.7.1 Flow-Chart-Diagramm	35
4.4.1 MVVM Diagramm	40
4.5.1 Gesamtkomposition	41
4.5.2 Frontend UI Navigation	42
4.5.3 Frontend UI Kommunikation mit ViewModel	42
4.5.4 Backend Komposition	43

Tabellenverzeichnis

2.3.1 Voraussichtlicher Entwurf eines Zeitplan für die Entwicklung der Lern-App. . .	4
--	---

Listingsverzeichnis

1 Einleitung

„Es ist keine Schande nichts zu wissen, wohl aber nichts lernen zu wollen.“

Diese Worte verwendete schon der griechische Philosoph Platon. Wir hören nie auf zu lernen, das ist ein Fakt.

Der Prozess des Lernens lässt sich nicht aktiv unterbinden. Lernen ist der Impuls, Informationen zu verarbeiten, einzuordnen und zu verstehen. Das Behalten des Erlernten passiert ebenfalls automatisch, wenn auch bei vielen Dingen nicht dauerhaft. Der Mensch ist so angelegt, dass er seine Umwelt begreifen will. Somit ist Lernen ein intrinsisch motivierter Prozess, der zwar angeregt, aber nicht verordnet werden kann. Etwa 100 Milliarden Nervenzellen besitzt unser Gehirn, die sogenannten Neuronen. An deren Ende liegen Synapsen, die elektrische Signale der Neuronen in Form von chemischen Botenstoffen an die nächsten Neuronen abgeben. Diese Kettenreaktionen tragen die Informationen und Signale durch unser neuronales Netz im Gehirn an die Stellen, wo es benötigt wird, egal ob wir unsere Muskeln bewegen wollen oder unsere Sinne einsetzen, und lösen dort Reaktionen aus.

Obwohl der Mensch also nicht nur in der Theorie, sondern auch in der Praxis für das Lernen konstruiert ist, macht das Lernen vielen Menschen nicht Spaß und sie behaupten: „Sie können nicht lernen“.

Faktisch gesehen ist das jedoch nicht richtig! Jahrhunderte, ja sogar Jahrtausende der Evolution haben uns dazu ausgebildet nie aufzuhören zu lernen. Die heutige Welt bietet jedoch viele Tücken, welche das Lernen einschränken können.

Das Lernen ist ein komplexer, jedoch kein komplizierter Prozess, es muss nicht der komplette Bio-chemische Ablauf verstanden werden, jedoch sollte man einige wichtige Grundlagen beachten.

2 Planungsphase

2.1 Lastenheft

2.1.1 Allgemeine Beschreibung

Eine mobile LernApp, mit der Möglichkeit Lerninhalte zusammenzufassen und von diesen in Abhängigkeit Tests zu erstellen. Von den eingetragenen Lerninhalten können dann Tests erstellt werden, welche aus verschiedenen Fragen bestehen. Es besteht die Möglichkeit die Inhalt nach Kategorien zu gruppieren und Lernzielen zu zuweisen. Mit diesen Lernzielen wird dem User dann ein empfohlener Lernplan erstellt.

2.1.2 Anforderungen

- Lerninhalte zusammenfassen
- Tests erstellen
- Lernkategorien
- Auf Android im Play Store verfügbar
- Lernziele und dazugehörigen automatisch erstellten Lernplan
- User-Profil mit Benutzername und Kennwort

2.1.3 Fachliches Umfeld

- Plattformabhängig mit Android Studio
- Mobile Lösung
- Datenbank
- IT-Security
- DSGVO

2.1.4 Ausblick

Bei erfolgreichen Entwicklungsergebnissen soll die Lösung in Betrieb genommen und der Öffentlichkeit, per Play Store, zur Verfügung gestellt werden.

2.1.5 Erweiterungsmöglichkeiten (optional)

- Importieren und Exportieren von Lerninhalten auf WhatsApp oder Ähnlichem

2.2 Arbeitspaketplan

Der Arbeitspaketplan bezeichnet die Aufzählung jedes Arbeitspakets auf Basis des Lastenhefts. Ein Arbeitspaket wird durch folgendes definiert:

- Ein definiertes Ergebnis (was soll in diesem Arbeitspaket erreicht werden)
- Der zeitliche Aufwand des Arbeitspakets
- Die Vorbedingungen, die beim Bearbeiten zu beachten sind
- Die Dauer

Um die Arbeitspakete grafisch aufbereitet darstellen zu können, werden diese in die Anwendung Jira¹ ausgelagert. Hier wird der Arbeitspaketplan als Unterteilung der einzelnen Epics in User Stories dargestellt. Erledigte Epics und User Stories sind dabei unter dem Reiter „Fertig“ einsehbar. In den einzelnen User Stories wird ein definiertes Ergebnis aus Sicht des Nutzers beschrieben. Der zeitliche Aufwand der einzelnen Arbeitspakete ergibt sich aus der Summe der Dauer der zugewiesenen Tasks. In Kombination mit Scrum werden dabei vor Beginn des jeweiligen Sprints die einzelnen Tasks geschätzt und auf einen festen Arbeitsaufwand festgelegt.

Im Laufe des Sprints werden dann die zugewiesenen Stunden von den zugewiesenen Bearbeitern abgebaut und im jeweiligen Task aktualisiert. Ist der Task beendet, so wird er mit „Done“ markiert und besitzt somit keinen Arbeitsaufwand mehr.

Vorbedingungen, sowie die festgelegte Dauer für die Bearbeitung eines Arbeitspaketes werden durch die Sprints definiert. Durch Aufteilen der Tasks in verschiedene, nacheinander ablaufende Sprints, können Vorbedingungen durch Einteilung in einen vorangehenden Sprint gesetzt werden. Darüber hinaus können den einzelnen Tasks Prioritäten zwischen eins und vier zugeordnet werden, was eine Hierarchie innerhalb eines Sprints ermöglicht. Zusätzlich limitiert die Dauer des Sprints die Bearbeitungszeit für den jeweiligen Task.

¹<https://studienarbeitlernapp.atlassian.net/jira/software/projects/LER/boards/1>

2.3 Vorrausichtlicher Zeitplan

Zu Beginn der Studienarbeit wurde ein vorrausichtlicher Zeitplan erstellt, der die einzelnen Meilensteine und deren Fertigstellungstermine beinhaltet. Dieser Zeitplan ist in Tabelle 2.3.1 unten zu sehen.

Meilenstein	Abgeschlossen bis	Beschreibung
Literaturrecherche	KW 5 2023	Das Durchführen einer umfangreichen Literaturrecherche auf Basis von wissenschaftlichen Dokumenten.
Use-Case-Erstellung	KW 45 2022	Identifizierung und Dokumentation der Hauptfunktionalitäten und Anwendungsfälle der Lern-App.
UI-Konzept	KW 52 2022	Entwicklung eines visuellen Konzepts für die Benutzeroberfläche (UI) der Lern-App.
Datenbank-Konzept	KW 4 2023	Design und Auswahl des Datenbanksystems, die für die App benötigt wird.
Architektur-Konzept	KW 6 2023	Realisierung einer Code-Architektur und Auswahl verschiedener Komponenten sowie Frameworks, die in der App verwendet werden.
Architektur-Prototyp	KW 8 2023	Erstellung eines ersten Prototypen der die vorgeschlagene Architektur implementiert.
Login / Registrierung	KW 11 2023	Implementierung der Funktionen für Anmeldung, Registrierung und Passwortwiederherstellung.
Lernkategorien & Lernziele	KW 13 2023	Implementierung der Funktion zum Erstellen sowie Verwalten von Lernkategorien und -zielen.
Erstellung von Fragen und Tests	KW 18 2023	Implementierung der Funktion zum Erstellen sowie Verwalten von Fragen und Tests.
Erstellung von Zusammenfassungen	KW 24 2023	Implementierung der Funktion zum Erstellen sowie Verwalten von Zusammenfassungen von Lernkategorien.
Optimale Pausenberechnung realisieren	KW 26 2023	Erstellung eines Algorithmus, welcher den Nutzer die optimale Pause vorschlägt sowie erinnert.
Optimale Lernplan generieren	KW 27 2023	Erstellung eines optimalen Lernplans auf Basis der Lernziele.
Durchführen von Tests	KW 28 2023	Durchführung von umfassenden Tests, um die Qualität, Funktionalität und Stabilität der App sicherzustellen.
Bugs beheben	KW 29 2023	Behebung von Fehlern und Problemen in der App.
Dokumentation	KW 29 2023	Erstellung einer wissenschaftlichen Arbeit, die das Vorgehen, Funktionen, die Implementierung sowie die Verwendung der App begründet.

Tab. 2.3.1: Vorrausichtlicher Entwurf eines Zeitplan für die Entwicklung der Lern-App.

2.4 Qualitätsmanagement Maßnahmen

Die Qualität der Lern-App wird durch „Unit-Tests“ sowie von externen Probanden durch festgelegte Tests ermittelt. Die Unit-Tests werden von den Entwicklern der App durchgeführt, um die Qualität der einzelnen Komponenten im Backend zu gewährleisten. Nach Abschluss der Implementierungsphase wird eine geschlossene Beta durchgeführt, bei der die Tester informiert werden, welche Funktionen getestet werden sollen. Folgende Funktionalitäten sollen überprüft werden:

- Anmeldung
- Registrierung
- Passwortwiederherstellung
- Erstellen von Lernkategorien
- Erstellen von Lernzielen
- Erstellen von Fragen
- Erstellen von Tests
- Erstellen von Zusammenfassungen
- Generierung eines optimalen Lernplans
- Berechnung der optimalen Pausen

Zu jeder Funktionalität soll der Tester eine kurze textuelle Beschreibung abgeben, welche positiven sowie negativen Aspekte er festgestellt hat. Anhand der Rückmeldungen kann die App weiter verbessert und Fehler behoben werden. Zusätzlich sollen die Tests auf unterschiedlichen Android-Geräten durchgeführt werden, um die Kompatibilität der App zu gewährleisten.

2.5 Konfigurationsmanagement Maßnahmen

Die agile Planung im erweiterten Scrum erfolgt in Jira, hier ist der Backlog angelegt, in welchem die Sprint-Planung erfolgt. Meetings werden auf Discord durchgeführt. Die Dokumentation wird mit \LaTeX geschrieben.

Die Versions- und Releaseverwaltung erfolgt in einem GitHub Repository unter dem Git-Branching-Modell Gitflow. Gitflow sieht zwei Branches vor um den Verlauf des Projekts aufzuzeichnen. Der main-Branch enthält den offiziellen Release-Verlauf und der develop-Branch dient als Integrations-Branch für Features. Der develop-Branch enthält den kompletten Versionsverlauf des Projekts, während der main-Branch eine verkürzte Version enthält.

Jedes neue Feature sollte sich auf seinem eigenen Branch befinden, der zu Sicherungs-/Zusammenarbeitszwecken zum zentralen Repository gepusht werden kann. Ein neuer feature-Branch wird aus dem develop-branch gemerget. Wenn ein Feature fertig ist, wird es zurück in den develop-Branch gemerget. Features sollten niemals direkt mit dem main-Branch

interagieren.

Wenn der develop-Branch genügend Features für ein Release enthält, wird vom develop-Branch ein release-Branch geforkt. Damit beginnt der neue Release-Zyklus. In diesem Branch sollten ab diesem Punkt keine neuen Features mehr hinzugefügt werden, sondern nur Bugfixes und ähnliche Release-orientierte Änderungen. Ist er zur Auslieferung bereit, wird der release-Branch in den main-Branch gemergt und mit einer Versionsnummer getaggt. Zusätzlich wird der release-Branch in den develop-Branch gemerged.

Maintenance- bzw. hotfix-Branches eignen sich für schnelle Patches von Produktions-Releases. Sie werden aus dem main-Branch geforkt. Sobald der Bugfix abgeschlossen ist, wird er sowohl in den main- als auch in den develop-Branch (oder den aktuellen release-Branch) gemergt.

2.6 Evaluierung der Plattformen und Programmiersprachen für die App-Entwicklung

Die Lern-App gqqLearnAhead wird als Android-App umgesetzt, weil die Entwickler selbst nur Android-Geräte zur Verfügung haben. Zusätzlich kommt noch hinzu, dass eine Apple-Entwickler-Lizenz ca. 99\$ pro Jahr kostet [28]. Die Kosten für die Veröffentlichung einer Android-App betragen hierbei nur einmalig 25\$ [1]. Daraus ergibt sich, dass die Entwicklung einer Android-App deutlich günstiger ist.

Für die Entwicklung der App wird die Programmiersprache Kotlin verwendet. Hierbei handelt es sich um eine moderne Programmiersprache, die von JetBrains entwickelt wurde. Sie ist eine statisch typisierte Open-Source-Programmiersprache, die auf der Java Virtual Machine (JVM) ausgeführt wird. Ebenfalls bietet sie viele Vorteile gegenüber Javam darunter als Beispiel die Kompaktheit, da sie weniger Boilerplate-Code benötigt. Die Stärken liegen hierbei auf der einfachen und kompakten Syntax von Kotlin. Diese reduziert auf der einen Seite den Programmieraufwand, um die gleiche Funktionalität wie in Java zu erreichen, was den Code leichter lesbar und verständlicher macht. Zusätzlich existiert das größte Problem von Java, die NullPointerException, in Kotlin nicht. [6]

3 Definitionsphase

3.1 Theoretische Grundlagen

3.1.1 Lernen ist nicht gleich Verstehen

Im Alltag werden die Begriffe „Lernen“ und „Verstehen“ oft synonym verwendet. In der Wissenschaft werden diese Begriffe jedoch unterschiedlich definiert. „**Lernen**“ ist ein Prozess, bei welchem Wissen, Emotionen, Fertigkeiten, aber auch Verhalten, Einstellungen und Werte durch Erfahrungen verändert werden. Hierbei werden neue Informationen erfasst und im Gehirn gespeichert, wobei das Verständnis noch nicht voll ausgereift ist. [24]

Beim Erlernen neuer Informationen treffen diese zuerst auf den Hippocampus des Gehirns und lösen dort ein Aktivitätsmuster der Nervenzellen aus. Dabei wird durch dieses Erregungsmuster entschieden, ob das neue Wissen an das Großhirn weitergeleitet wird. Nachdem die wichtigsten Informationen aufgenommen wurden, müssen die Teile in der Großhirnrinde trainiert werden, damit das Netzwerk die Möglichkeit hat, die Kontaktstellen anzupassen. Das bedeutet je öfter eine Information erneut erlernt wird, desto tiefer verankert sich diese im Langzeitgedächtnis. Im Gegenzug kann das erlangte Wissen auch verblassen, wenn die Nervenzellen nicht länger stimuliert werden. [3, S. 27]

„**Verstehen**“ hingegen bedeutet, dass ein Mensch ein Konzept erstellt und dieses somit auf unbekannte Fragen und neue Situationen anwenden kann. [3, S. 86] Das heißt, dass beim Verstehensprozess sich neue Infos nicht gemerkt werden sollen, sondern dass die Informationen neu verarbeitet werden und somit ein tieferes Verständnis entsteht. [3, S. 113] Bei dem Verstehensprozess kann es einen „Aha-Moment“ geben, wodurch das Verständnis plötzlich eintritt und das Denkmodell sich neu formt. Somit ist das Aufbauen eines Denkmodells für das Verstehen entscheidend. [3, S. 114–115]

3.1.2 Synapsen und deren Rolle im Lernprozess

Synapsen sind essentiell für die Informationsverarbeitung im Gehirn und spielen eine zentrale Rolle im Lernprozess [21]. Sie sind die Verbindungen zwischen den Neuronen und ermöglichen die Informationsübertragung und -verarbeitung. Eine Synapse besteht aus einem präsynaptischen Endknopf, der Neurotransmitter in den synaptischen Spalt freisetzt, einem synaptischen Spalt, der den Raum zwischen den Neuronen darstellt, und einer postsynaptischen Dichte, die Neurotransmitter aufnimmt und den postsynaptischen Impuls auslöst [2].

Das Lernen auf zellulärer Ebene involviert die Änderung der Stärke dieser synaptischen Verbin-

dungen, ein Prozess, der als synaptische Plastizität bezeichnet wird. Die synaptische Plastizität ermöglicht es dem Gehirn, auf Erfahrungen zu reagieren und zu lernen, und wird oft mit dem Sprichwort „Neurons that fire together, wire together“ umschrieben [20].

Es gibt zwei Haupttypen der synaptischen Plastizität: Long-Term Potentiation (LTP) und Long-Term Depression (LTD). LTP erhöht die Stärke synaptischer Verbindungen und ist eng mit dem Prozess des Lernens und der Gedächtnisbildung verbunden. Auf der anderen Seite verringert LTD die Stärke der Verbindungen und wird mit dem Löschen unnötiger oder fehlerhafter Informationen assoziiert [7].

Ein interessanter Aspekt der synaptischen Plastizität ist die Tatsache, dass sie Aktivitätsabhängig ist. Das bedeutet, dass Veränderungen in der Stärke synaptischer Verbindungen nicht zufällig auftreten, sondern auf das Vorhandensein spezifischer Muster neuronaler Aktivität reagieren [21]. Dieses Phänomen erklärt, warum bestimmte Lernerfahrungen stärkere und dauerhaftere Spuren in unserem Gedächtnis hinterlassen als andere.

Die Fähigkeit von Synapsen, ihre Stärke und Struktur zu ändern, bildet die Grundlage für die Anpassungsfähigkeit und Flexibilität unseres Gehirns und ermöglicht es uns, ein Leben lang zu lernen und uns an neue Erfahrungen anzupassen [2].

3.1.3 Neuronen: Die Bausteine des Gehirns

Neuronen sind die grundlegenden funktionellen Einheiten des Gehirns und des Nervensystems. Sie sind spezialisiert auf das Senden, Empfangen und Verarbeiten von Informationen und bilden ein komplexes Netzwerk, das als Grundlage für alle kognitiven Funktionen, einschließlich Lernen und Gedächtnis, dient [2].

Ein typisches Neuron besteht aus drei Hauptkomponenten: dem Zellkörper (auch Soma genannt), den Dendriten und dem Axon. Der Zellkörper enthält den Kern der Zelle und andere lebenswichtige Organellen. Die Dendriten sind verzweigte Fortsätze, die Signale von anderen Neuronen empfangen, und das Axon ist ein langer Fortsatz, der Signale an andere Neuronen weiterleitet [21].

Die Übertragung von Informationen zwischen Neuronen findet in spezialisierten Verbindungen namens Synapsen statt. Wenn ein Signal das Ende des Axons erreicht, wird ein chemischer Neurotransmitter freigesetzt, der die synaptische Verbindung überquert und ein Signal in der nachfolgenden Neuronenzelle auslöst [2].

Laut Manfred Spitzer ist das Neuron nicht nur ein einfacher Signalüberträger, sondern spielt auch eine aktive Rolle in Lernprozessen [29]. Neuronen können ihre Aktivität und Vernetzung in Abhängigkeit von der erhaltenen Information modifizieren. Das bedeutet, dass der Lernprozess nicht nur die Stärkung bestehender neuronalen Verbindungen beinhaltet, sondern auch die

Bildung neuer Verbindungen und den Abbau unnötiger Verbindungen. Dieser dynamische und anpassungsfähige Charakter des neuronalen Netzwerks bildet die Grundlage für unsere Fähigkeit, ein Leben lang zu lernen und uns an ständig wechselnde Umstände anzupassen [29].

3.1.4 Neuronale Netze: Die Grundlage des Lernens und des Gedächtnisses

Ein neuronales Netz ist ein komplexes System von miteinander verbundenen Neuronen, das Informationen verarbeiten und speichern kann. In seiner einfachsten Form besteht ein neuronales Netz aus einer Eingangsschicht (den Dendriten), einer oder mehreren versteckten Schichten (den Neuronen) und einer Ausgangsschicht (den Axonen) [2].

Neuronale Netze sind hochdynamisch und anpassungsfähig. Sie ändern ihre Struktur und Funktion in Abhängigkeit von den Informationen, die sie erhalten, ein Prozess, der als synaptische Plastizität bezeichnet wird [21]. Dies ermöglicht es uns, zu lernen und uns an wechselnde Umgebungen und Erfahrungen anzupassen.

Manfred Spitzer beschreibt, dass diese Flexibilität der neuronalen Netze es uns ermöglicht, komplexe kognitive Fähigkeiten wie Gedächtnis, Lernen, Aufmerksamkeit und Emotionen zu entwickeln [29]. Im Gegensatz zu einem Computer, der auf festen Algorithmen basiert, kann unser Gehirn seine Struktur und Funktion an die Anforderungen der Umwelt anpassen. Dies ermöglicht es uns, ein Leben lang zu lernen und uns an neue Situationen anzupassen.

Es ist wichtig zu beachten, dass, obwohl die Metapher des neuronalen Netzwerks hilft, die Funktion des Gehirns zu erklären, sie die Komplexität und Feinheit des tatsächlichen biologischen Systems nicht vollständig einfängt. Die Beziehungen zwischen Neuronen sind nicht einfach binär, sondern beinhalten eine Vielzahl von Neurotransmittern und Mechanismen, die eine fein abgestimmte Kontrolle und Modulation der neuronalen Aktivität ermöglichen [7].

Trotz dieser Einschränkungen bleibt das Modell des neuronalen Netzwerks ein mächtiges Werkzeug, um zu verstehen, wie unser Gehirn Informationen verarbeitet und speichert, und bildet die Grundlage für viele Ansätze in der kognitiven Psychologie und der künstlichen Intelligenz [20].

3.1.5 Optimaler Lernplan anhand des Spacing Effect

„Das neue Lernen heißt verstehen“ von Ulrich Beck vergleicht dieser das langfristige Lernen mit dem gießen einer Blume. Hierbei ist es wichtig, dass die Blumen in regelmäßigen Abständen gegossen werden, anstatt sie einmal mit einer großen Menge Wasser zu gießen. Bei den Menschen ist dies ähnlich. Viele lernen den ganzen Tag und versuchen so viel wie möglich in kurzer Zeit zu lernen, was jedoch nicht effektiv ist, da das Gehirn nicht in der Lage ist, so viel auf einmal zu verarbeiten und dieses Wissen nach einer Prüfung wieder vergessen wird. [3, S. 159]

Dadurch ist es wichtig Pausen zwischen dem Lernen einzulegen, damit das Gehirn die Informationen verarbeiten kann. Dieser Effekt wird auch „Spacing Effect“ genannt und wurde von dem deutschen Psychologen und Pionier der Gedächtnisforschung Hermann Ebbinghaus entdeckt. [30] Die größten Entdeckungen waren im Bereich des Vergessens und des Lernens. Im folgenden Diagramm 3.1.1 ist die Kurve des Vergessens von Ebbinghaus dargestellt. Hierbei ist zu erkennen, dass nach einer Stunde bereits 50% des Wissens vergessen wurde. Nach einem Tag sind nur noch 20% des gelernten Wissens vorhanden.

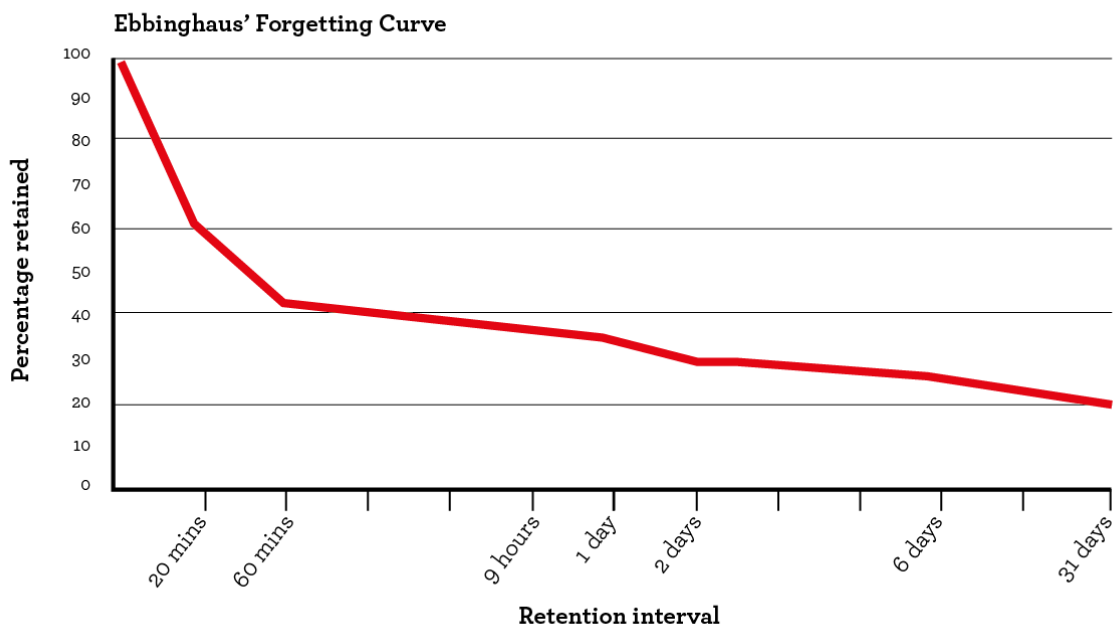


Abb. 3.1.1: Ebbinghaus Vergessenskurve

Durch das regelmäßige Wiederholen des gelernten Wissens kann die Vergessenskurve verzögert werden. Im folgenden Diagramm 3.1.2 wird verdeutlicht, dass durch das Wiederholen des Wissens die Kurve des Vergessens verzögert wird. Hierbei besteht die Möglichkeit, dass nach der dritten Wiederholung das Wissen nach 60 Tagen noch zu 90% vorhanden ist. [30] Der Abstand der Wiederholungen bezieht sich hierbei darauf, dass erst wieder der Stoff gelernt wird, wenn dieser nur noch eine 90 prozentige Chance hat, vorhanden zu sein. Hierdurch wird klargestellt, dass das Wiederholen des Stoffes wichtig ist, um das Wissen langfristig beizubehalten.

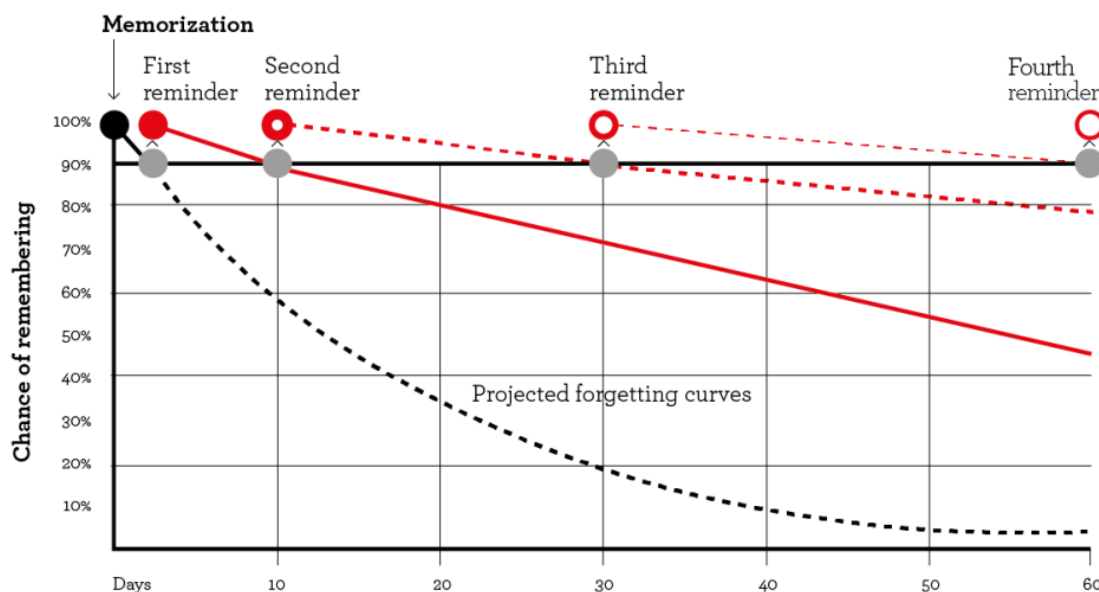


Abb. 3.1.2: Ebbinghaus verzögerte Vergessenskurve durch Wiederholungen

Die Daumenregel für die optimale Pausenlänge beträgt 10 - 20% der Zeit, bis diese Information angewendet werden muss. Wenn beispielsweise eine Prüfung in 30 Tagen stattfindet, sollte der Stoff alle 3 - 6 Tage wiederholt werden. [3, S. 160] Dieser Fall kann beschrieben werden:

$$\text{Pausenlänge} = (30 \text{ Tage}) \times (0.1 - 0.2)$$

Die allgemeine Formel könnte man beschreiben als:

$$\text{Pausenlänge} = (\text{Zeit bis zur Anwendung}) \times (0.1 - 0.2)$$

Aus dieser Formel kann abgeleitet werden, dass zwischen fünf und zehn Wiederholungen notwendig sind, um das Wissen langfristig zu behalten. [3, S. 160] Mit diesen Informationen kann ein optimaler Lernplan erstellt werden, der die Wiederholungen automatisch berechnet und den Nutzer daran erinnert, wann er wieder lernen muss.

3.1.6 Tagging innerhalb der Lern-App

Um den Benutzer:in das Lernen so einfach wie möglich zu gestalten wurde entschieden, dass dieser die Möglichkeit hat, bestimmte Lerninhalte zu taggen. Das Verwenden von Tags wird in den folgenden Funktionen der App ermöglicht:

- Fragen erstellen
- Test erstellen
- Zusammenfassungen erstellen
- Lernhilfe bei beantworten fehlerhafter Fragen

Wenn ein Nutzer eine **Frage erstellen** möchte, dann muss die neu erstellte Frage mindestens einen Tag besitzen. Es ist möglich, dass eine Frage mehrere Tags enthalten darf.

Wenn ein Nutzer einen **Test erstellen** möchte, dann hat dieser die Option, eine Frage manuell oder mehrere Fragen anhand von Tags hinzufügen zu können. Hierbei werden alle Fragen, die den gewählten Tag beinhalten, dem Test zugeordnet. Dies vereinfacht das Erstellen eines Tests, da der Nutzer nicht jede Frage einzeln hinzufügen muss.

In der Lern-App kann der Nutzer mithilfe eines Editors eine **Zusammenfassung erstellen**. Dieser soll grundsätzlich die gleichen Funktionen wie andere gängige Texteditoren besitzen. Das heißt im genaueren Sinne, dass der Nutzer die Option hat, seinen Text zu formatieren, Bilder sowie Links einzufügen und den Text zu speichern. Zusätzlich soll es möglich sein, dass ein Text mit einem Tag versehen werden kann.

Wenn ein Anwender eine Frage hintereinander mehrfach falsch beantwortet, dann soll anhand des Tags eine **Lernhilfe** angeboten werden. Hierbei wird der Nutzer gefragt, ob dieser sich den Teil der Zusammenfassung nochmal anschauen möchte. Dabei ist es erforderlich, dass in der Zusammenfassung mindestens ein Tag dieser Frage vorhanden ist. Wenn der Nutzer sich die Zusammenfassung anschauen möchte, dann soll der Tag als Sprungmarke dienen und den Nutzer direkt zu dem zugehörigen Teil der Zusammenfassung weiterleiten.

3.1.7 Lernkategorien & Lernziele

Um dem Benutzer die einfache Kategorisierung und Planung seiner Lerninhalte zu ermöglichen gibt es die Möglichkeit Lernkategorien und Lernziele zu erstellen.

Im Reiter „Lernkategorien“ können Lernkategorien erstellt werden. Eine Lernkategorie besteht aus

- Zusammenfassungen
 - Eine Zusammenfassung muss vom Benutzer erstellt werden und bietet mithilfe von „Markdown“ (Siehe Markdown Guide) die Möglichkeit Informationen strukturiert darzustellen.
- Tests/Fragen
 - Eine Frage muss vom Benutzer erstellt werden und besitzt auch eine zugehörige Antwort. In der bisherigen Version der App werden nur Fragen im Karteikarten-Format unterstützt. Eine Ansammlung von Fragen kann zu einem Test zusammengefasst und somit gruppiert abgefragt werden.

3.1.8 Gamification und ihr positiver Effekt auf das Lernen

Gamification bezeichnet die Anwendung von Spielelementen in nicht-spielerischen Kontexten, um Motivation und Engagement zu steigern [8]. Im Bildungsbereich hat die Gamification-Strategie zunehmend an Popularität gewonnen, da sie das Lernen attraktiver und interaktiver gestaltet [18].

Durch die Einbeziehung von Spielelementen wie Punkten, Leveln, Belohnungen, Herausforderungen und Leaderboards wird der Lernprozess in einen Wettbewerbs- und Unterhaltungskontext eingebettet [22]. Dies kann dazu beitragen, die Motivation der Lernenden zu erhöhen, was wiederum zu einer höheren Teilnahme und verbesserten Lernergebnissen führen kann [19].

Ein weiterer Vorteil der Gamification ist, dass sie durch Feedback und Belohnungen eine unmittelbare Rückmeldung zum Lernprozess ermöglicht. Dies kann dazu beitragen, die Selbstwirksamkeit der Lernenden zu erhöhen und ein Gefühl der Leistung und des Fortschritts zu fördern [23].

Trotz der potenziellen Vorteile ist es wichtig, die Gamification sorgfältig zu gestalten und durchzuführen. Eine schlecht durchdachte Gamification kann zu einer Überbetonung von Wettbewerb und Leistung führen, was wiederum zu Stress und Angst bei den Lernenden führen kann [26]. Daher ist es wichtig, ein ausgewogenes Gleichgewicht zwischen Wettbewerb und Zusammenarbeit, Belohnung und Herausforderung zu schaffen, um ein gesundes und effektives Lernumfeld zu gewährleisten [8].

Bei LearnAhead wird die Gamification mit einem Punktesystem umgesetzt. Beim Lernen bekommt der Benutzer direktes Feedback und erhöht somit seine eigene Punktzahl. Punkte werden auf dem Profil angezeigt und mit folgenden Ereignissen verdient.

- Abschliessen eines Tests - 10 Punkte
- Einloggen an einem neuen Tag - zwischen 1 und 10 Punkte, je nach Anzahl der sequentiell aufeinanderfolgenden Einlogg-Tage
- Erreichen eines Lernziels - 20 Punkte

3.2 Pflichtenheft

Das Pflichtenheft ist analog zum Arbeitspaketplan in diesem Dokument nicht genauer beschrieben, sondern in Form eines Backlog auf Jira² aufgeführt. Dort kann entweder der Reiter „Roadmap“ oder der Reiter „Board“ aufgerufen werden.

3.3 Use Case Diagramm

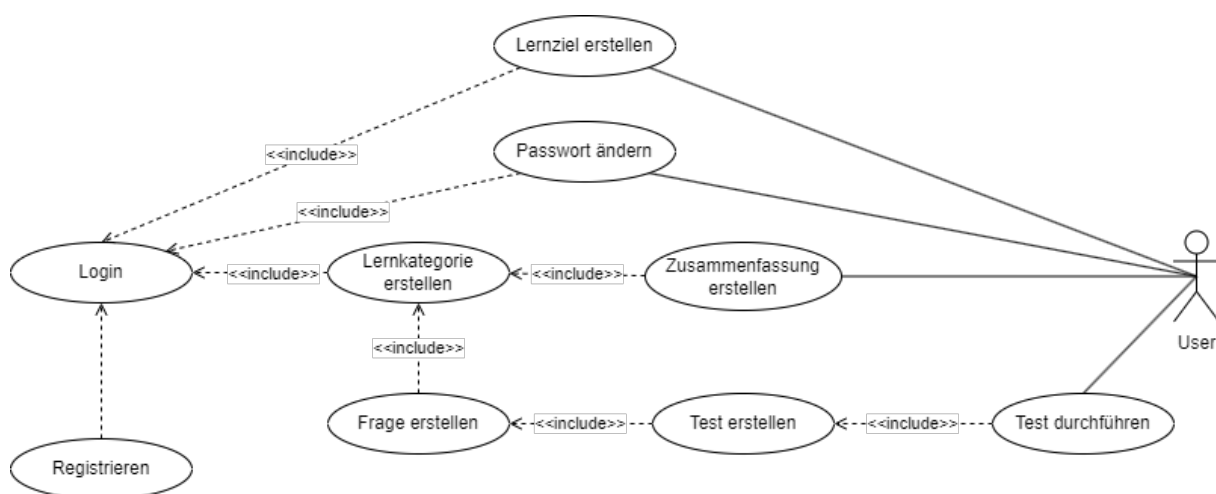


Abb. 3.3.1: Use Case Diagramm

²<https://studienarbeitlernapp.atlassian.net/jira/software/projects/LER/boards/1>

3.4 Use Case Beschreibung

Name:	Login
Ziel:	Anmelden mit bestehenden Logindaten in der App
Kategorie:	Primär
Vorbedingung:	Der Benutzer muss bereits einen Account erstellt haben
Nachbedingung:	Der Benutzer ist eingeloggt
Fehlerfälle:	<p>Falsche Logindaten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückmeldung, dass falsche Zugangsdaten verwendet wurden • Möglichkeit, das Kennwort über die E-Mail zurückzusetzen <p>Abbruch durch den Benutzer</p> <ul style="list-style-type: none"> • keine Zustandsänderung
Akteure:	User
Auslösendes Event:	Benutzer öffnet die App und klickt auf einloggen
Beschreibung/ Erweiterungen:	Der Benutzer meldet sich an, um die verschiedenen Dienste der App zu verwenden
Alternativen:	Benutzer kann sich registrieren, sofern die E-Mail nicht schon registriert ist.

Name:	Registrieren
Ziel:	Anlegen eines neuen Accounts
Kategorie:	Primär
Vorbedingung:	E-Mail ist noch nicht mit einem anderen Account registriert
Nachbedingung:	Der Benutzer ist eingeloggt
Fehlerfälle:	<p>E-Mail bereits verwendet</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückmeldung, dass E-Mail bereits verwendet wurde <p>Abbruch durch den Benutzer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Keine Zustandsänderung • Account wird nicht angelegt
Akteure:	User
Auslösendes Event:	Benutzer öffnet die App und klickt auf Registrieren.
Beschreibung/ Erweiterungen:	Ein Benutzer möchte einen neuen Account erstellen.
Alternativen:	Login mit bestehendem Account.

Name:	Lernziel erstellen
Ziel:	Anlegen eines neuen Lernziels
Kategorie:	Primär
Vorbedingung:	<ul style="list-style-type: none"> • User muss eingeloggt sein • Lernziel mit gleichem Namen ist noch nicht erstellt
Nachbedingung:	Lernziel ist erstellt
Fehlerfälle:	<p>Lernziel mit gleichem Namen existiert bereits</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückmeldung, dass dieses Lernziel bereits existiert <p>Abbruch durch den Benutzer</p> <ul style="list-style-type: none"> • keine Zustandsänderung • Lernziel wird nicht angelegt
Akteure:	User
Auslösendes Event:	Benutzer öffnet Lernziel Reiter und klickt auf „Lernziel erstellen“
Beschreibung/ Erweiterungen:	Durch das Ausfüllen der Eingabefelder und anschließendes bestätigen, kann der User ein Lernziel erstellen. Aus sämtlichen Lernzielen wird daraufhin ein Lernplan erstellt.
Alternativen:	

Name:	Lernkategorie erstellen
Ziel:	Anlegen einer neuen Lernkategorie
Kategorie:	Primär
Vorbedingung:	<ul style="list-style-type: none"> • User muss eingeloggt sein • Lernkategorie mit gleichem Namen ist noch nicht erstellt
Nachbedingung:	Lernkategorie ist erstellt
Fehlerfälle:	<p>Lernkategorie mit gleichem Namen existiert bereits</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückmeldung, dass diese Lernkategorie bereits existiert <p>Abbruch durch den Benutzer</p> <ul style="list-style-type: none"> • keine Zustandsänderung • Lernkategorie wird nicht angelegt
Akteure:	User
Auslösendes Event:	Benutzer öffnet Lernkategorie Reiter und klickt auf „Lernkategorie erstellen“
Beschreibung/ Erweiterungen:	Durch das Ausfüllen der Eingabefelder und anschließendes bestätigen, kann der User eine Lernkategorie erstellen. In einer Lernkategorie können Zusammenfassungen, Fragen und Tests erstellt werden.
Alternativen:	

Name:	Zusammenfassung erstellen
Ziel:	Anlegen einer neuen Zusammenfassung
Kategorie:	Primär
Vorbedingung:	<ul style="list-style-type: none"> • User muss eingeloggt sein • Zusammenfassung mit gleichem Namen ist noch nicht in der gleichen Lernkategorie erstellt
Nachbedingung:	Zusammenfassung für Lernkategorie ist erstellt
Fehlerfälle:	<p>Zusammenfassung mit gleichem Namen existiert bereits in dieser Lernkategorie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückmeldung, dass diese Zusammenfassung bereits existiert <p>Abbruch durch den Benutzer</p> <ul style="list-style-type: none"> • keine Zustandsänderung • Zusammenfassung wird nicht angelegt
Akteure:	User
Auslösendes Event:	Benutzer öffnet eine Lernkategorie, klickt auf „Zusammenfassungen“ und danach auf „Zusammenfassung erstellen“
Beschreibung/ Erweiterungen:	Durch das Ausfüllen der Eingabefelder und anschließendes bestätigen, kann der User eine Zusammenfassung erstellen. In einer Zusammenfassung können Inhalte eingefügt und formatiert werden.
Alternativen:	

Name:	Frage erstellen
Ziel:	Anlegen einer neuen Frage
Kategorie:	Primär
Vorbedingung:	<ul style="list-style-type: none"> • User muss eingeloggt sein • Frage mit gleichem Index ist noch nicht in der gleichen Lernkategorie erstellt
Nachbedingung:	Frage für Lernkategorie ist erstellt
Fehlerfälle:	<p>Frage mit gleichem Namen existiert bereits in dieser Lernkategorie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückmeldung, dass Frage mit gleicher Bezeichnung bereits existiert <p>Abbruch durch den Benutzer</p> <ul style="list-style-type: none"> • keine Zustandsänderung • Frage wird nicht angelegt
Akteure:	User
Auslösendes Event:	Benutzer öffnet eine Lernkategorie, klickt auf „Tests / Fragen“ und danach auf „Frage erstellen“
Beschreibung/ Erweiterungen:	Durch das Ausfüllen der Eingabefelder und anschließendes bestätigen, kann der User eine Frage erstellen. Eine Frage kann unterschiedliche Vorlagen (beispielsweise Karteikarte) besitzen, jedoch gibt es immer eine Meldung (Text der Frage) und eine gültige Antwort.
Alternativen:	

Name:	Test erstellen
Ziel:	Anlegen eines neuen Tests
Kategorie:	Primär
Vorbedingung:	<ul style="list-style-type: none"> • User muss eingeloggt sein • Test mit gleichem Namen ist noch nicht in der gleichen Lernkategorie erstellt
Nachbedingung:	Test für Lernkategorie ist erstellt
Fehlerfälle:	<p>Test mit gleichem Namen existiert bereits in dieser Lernkategorie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rückmeldung, dass Test mit gleicher Bezeichnung bereits existiert <p>Abbruch durch den Benutzer</p> <ul style="list-style-type: none"> • keine Zustandsänderung • Test wird nicht angelegt
Akteure:	User
Auslösendes Event:	Benutzer öffnet eine Lernkategorie, klickt auf „Tests / Fragen“ und danach auf „Test erstellen“
Beschreibung/ Erweiterungen:	Durch das Ausfüllen der Eingabefelder und anschließendes bestätigen, kann der User einen Test erstellen. Ein Test kann mehrere Fragen besitzen. Wenn ein Test gestartet wird, bekommt der User nach abschließen des Tests eine Meldung, wie viele und welche Fragen er richtig beantwortet hat.
Alternativen:	

3.5 Datenbankstruktur

3.5.1 Datenbankmodell

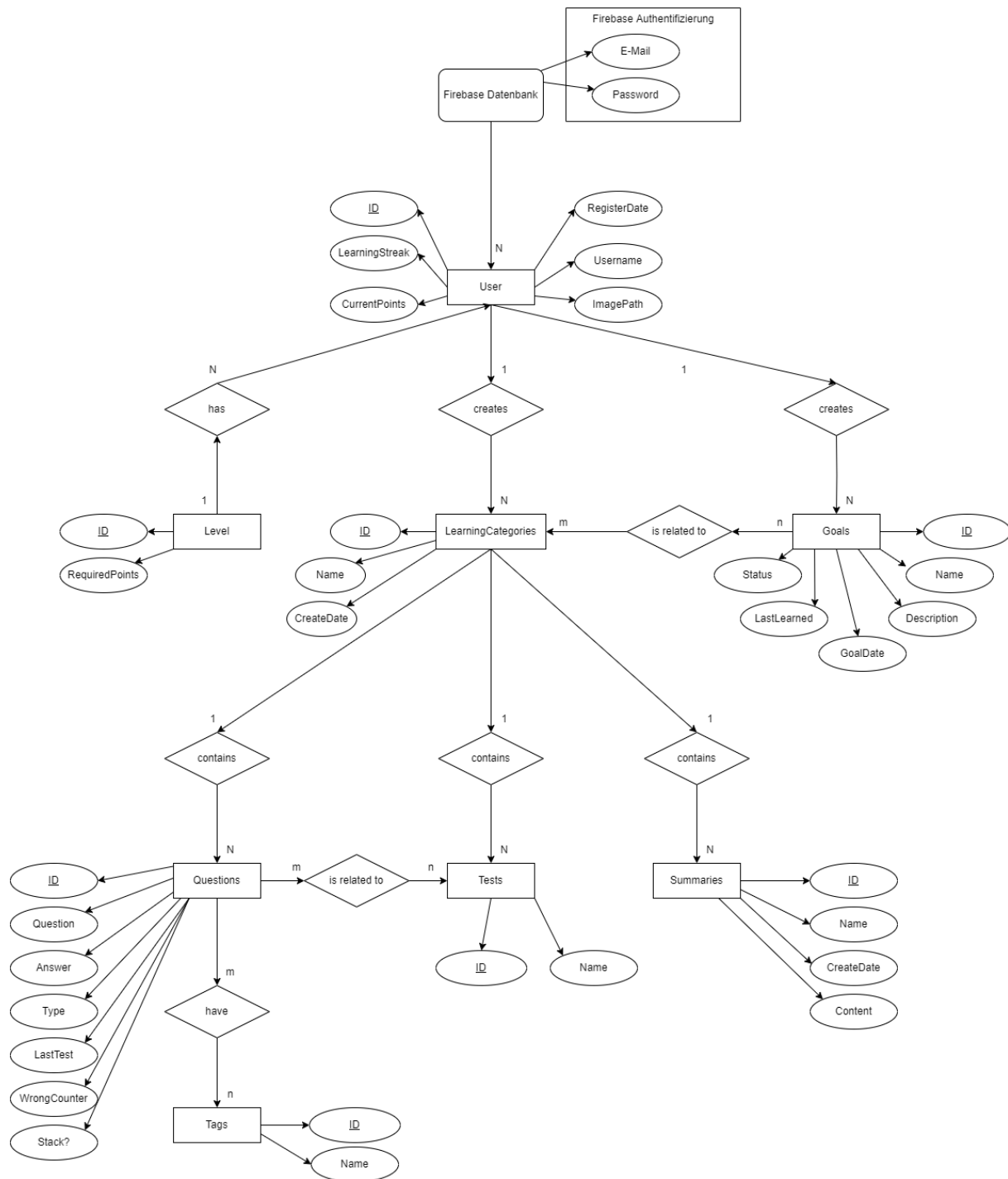


Abb. 3.5.1: LearnAhead Datenbankstruktur

3.5.2 Data Dictionary

User

Attribut	Datentyp	Länge	Null	Default	Schlüssel	Beschreibung
ID	string	-	Nein	-	P	
Username	string	-	Nein	-	-	Der Benutzername des Nutzers
E-Mail	string	-	Nein	-	-	Die E-Mail-Adresse des Nutzers
Password	string	-	Nein	-	-	Das Passwort des Nutzers
ProfileImageURL	string	-	Ja	Null	-	Der Link des Profilbilds welches im Firebase Storage gespeichert ist
RegisterDate	timestamp	-	Nein	-	-	Das Datum an dem sich der Nutzer registriert hat.
LearningStreak	number	-	Ja	0	-	Dies gibt die Anzahl an, wie viele Tage der Nutzer aufeinander gelernt hat.
AchievedGoals	number	-	Ja	0	-	Dies gibt die Anzahl an, wie viele Lernziel der Nutzer erreicht hat.
CurrentPoints	number	-	Ja	0	-	Die aktuelle Level Punkte des Nutzers
LearningCategories	map	-	Ja	Null	-	Dies ist eine gemappte Liste zu der Tabelle LearningCategories, wo alle Lernkategorien drin sind, die der Nutzer erstellt hat.
Goals	map	-	Ja	Null	-	Dies ist eine gemappte Liste zu der Tabelle Goals, wo alle Lernziele drin sind, die der Nutzer erstellt hat.

Level

Attribut	Datentyp	Länge	Null	Default	Schlüssel	Beschreibung
ID	string	-	Nein	-	P	
RequiredPoints	number	-	Nein	-	-	Dies gibt die benötigten Punkte für das spezielle Level an
Level	number	-	Nein	-	-	Dies gibt das spezielle Level anhand der Punkte an

Goal

Attribut	Datentyp	Länge	Null	Default	Schlüssel	Beschreibung
ID	string	-	Nein	-	P	
Name	string	-	Nein	-	-	Der Name des Lernziels
Description	string	-	Ja	Null	-	Dies soll als Beschreibung des Lernziels gelten. Hier können z.B. die relevanten Themen aufgelistet werden.
Status	string	-	Ja	ToDo	-	Dies gibt den aktuellen Status des Lernziels an. Es gibt die folgende Status: - ToDo - In Progress - Done
StartDate	timestamp	-	Ja	Server Timestamp	-	Dies gibt an, wann das Lernziel startet
EndDate	timestamp	-	Nein	-	-	Dies gibt an, bis wann das Lernziel abgeschlossen sein soll
LastLearned	timestamp	-	Ja	Null	-	Dies gibt, wann das Lernziel das letzte mal gelernt wurde.

LearningCategory

Attribut	Datentyp	Länge	Null	Default	Schlüssel	Beschreibung
ID	string	-	Nein	-	P	
Name	string	-	Nein	-	-	Der Name der Lernkategorie
CreateDate	timestamp	-	Ja	Server Timestamp	-	Dies gibt an, wann die Lernkategorie erstellt wurde
Goals	map	-	Ja	Null	-	Dies ist eine gemappte Liste zu der Tabelle Goal, wo alle Lernziele drin sind, die der Nutzer erstellt hat.
Questions	map	-	Ja	Null	-	Dies ist eine gemappte Liste zu der Tabelle Question, wo alle Fragen drin sind, die der Nutzer erstellt hat.
Summaries	map	-	Ja	Null	-	Dies ist eine gemappte Liste zu der Tabelle Summary, wo alle Zusammenfassungen drin sind, die der Nutzer erstellt hat.
Tests	map	-	Ja	Null	-	Dies ist eine gemappte Liste zu der Tabelle Test, wo alle Tests drin sind, die der Nutzer erstellt hat.

Summary

Attribut	Datentyp	Länge	Null	Default	Schlüssel	Beschreibung
ID	string	-	Nein	-	P	
Name	string	-	Nein	-	-	Dies ist der Name einer Zusammenfassung
CreateDate	timestamp	-	Nein	-	-	Dies ist das Erstelldatum einer Zusammenfassung
Content	string	-	Ja	Null	-	Dies ist der Inhalt einer Zusammenfassung im Raw-Format

Test

Attribut	Datentyp	Länge	Null	Default	Schlüssel	Beschreibung
ID	string	-	Nein	-	P	
Name	string	-	Nein	-	-	Dies ist der Name eines Tests
Questions	map	-	Ja	Null	-	Dies ist eine gemappte Liste zu der Tabelle Question, wo alle Fragen drin sind, die der Nutzer erstellt hat.

Question

Attribut	Datentyp	Länge	Null	Default	Schlüssel	Beschreibung
ID	string	-	Nein	-	P	
Question	string	-	Nein	-	-	Die Frage der Frage
Answer	string	-	Nein	-	-	Die Antwort auf die Frage
Type	number	-	Nein	-	-	Dies soll den Typ einer Frage angeben: z.B. Type = 0 = Karteikarten Type = 1 = Multiple Choice
LastTest	bool	-	Ja	Null	-	Dies gibt an ob die Frage beim letzten Mal richtig beantwortet wurde
WrongCounter	number	-	Ja	0	-	Dies gibt an wie oft die Frage hintereinander falsch beantwortet wurde. Wird diese dann richtig beantwortet setzt sich der Counter auf 0 zurück
Tags	map	-	Nein		-	Dies ist eine gemappte Liste zu der Tabelle Tags, wo alle Tags drin sind, die der Nutzer erstellt hat.

Tag

Attribut	Datentyp	Länge	Null	Default	Schlüssel	Beschreibung
ID	string	-	Nein	-	P	
Name	string	-	Nein	-	-	Der Name des Tags

3.6 HMI

3.6.1 Seitenhierarchie

Innerhalb der Seitenhierarchie wird dargestellt, wie man in der App navigieren kann.

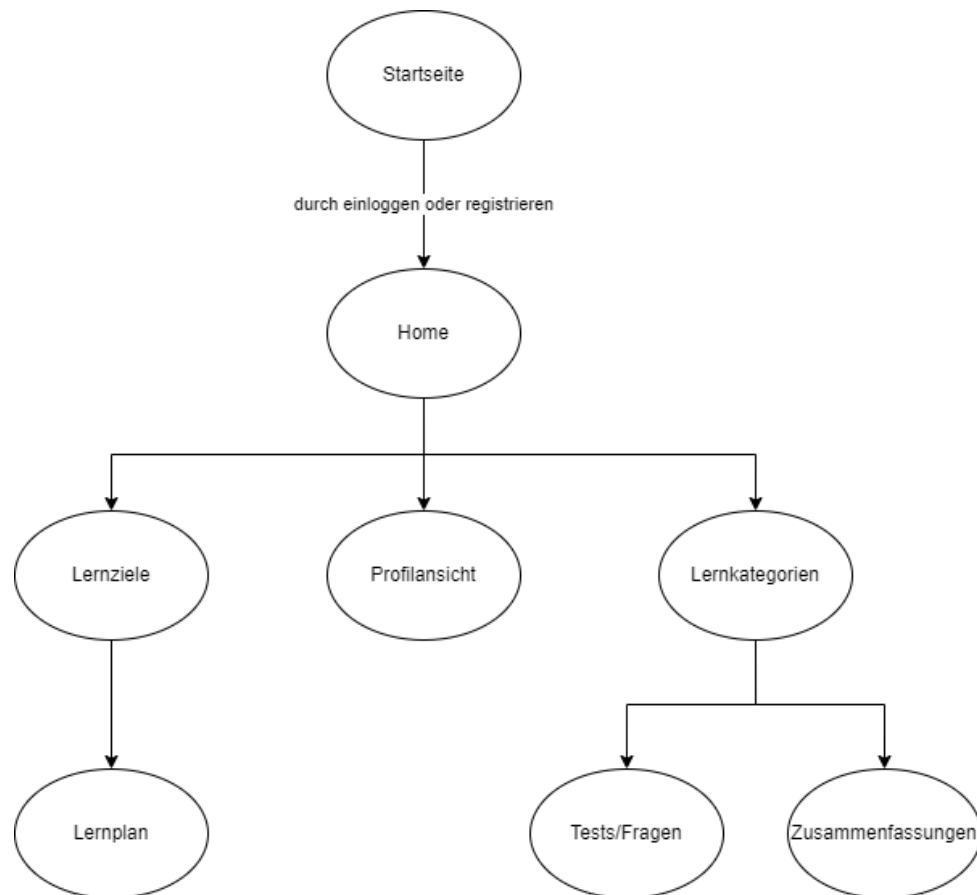


Abb. 3.6.1: Die Seitenhierarchie in LearnAhead

3.6.2 UI-Mockups

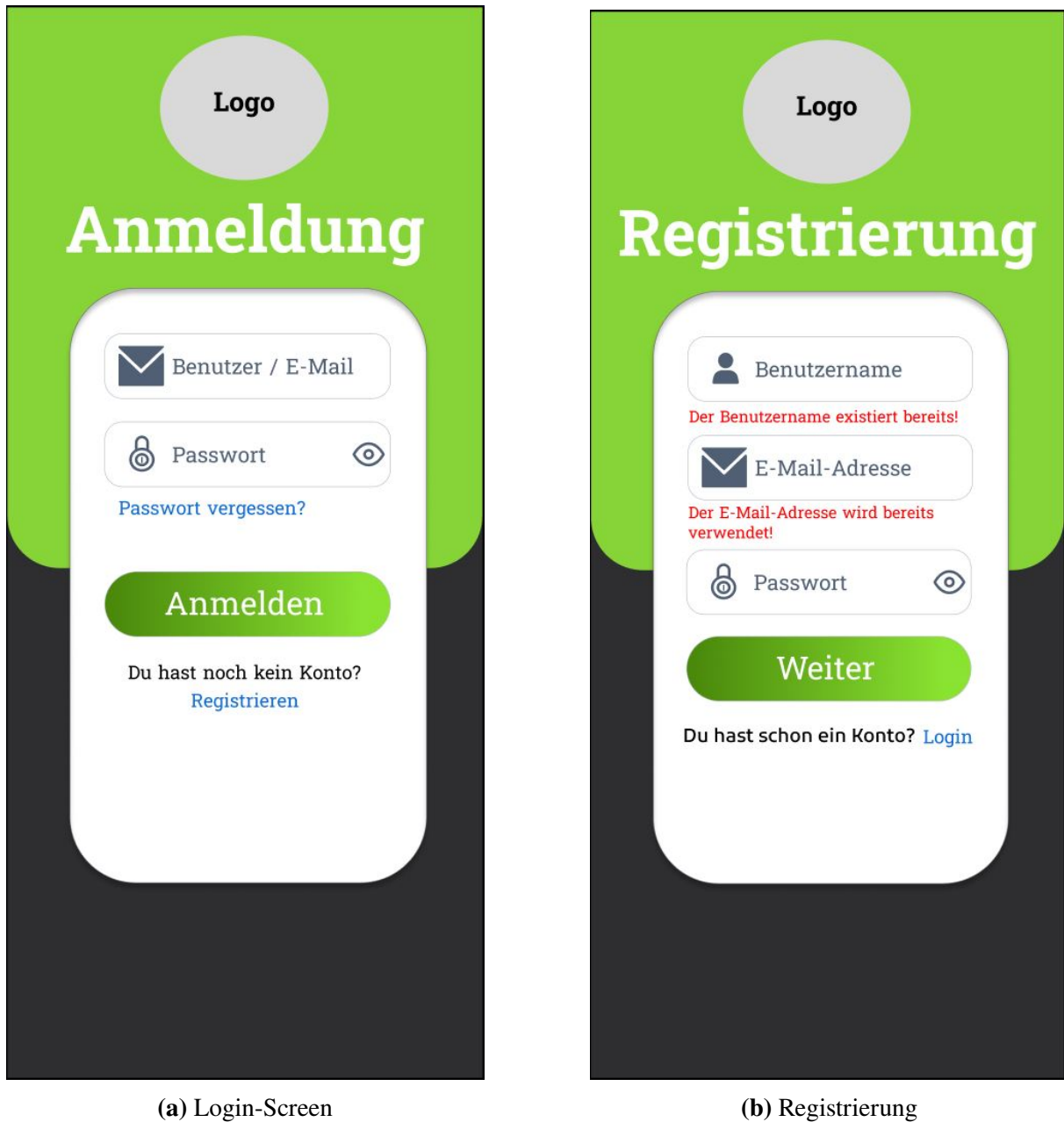
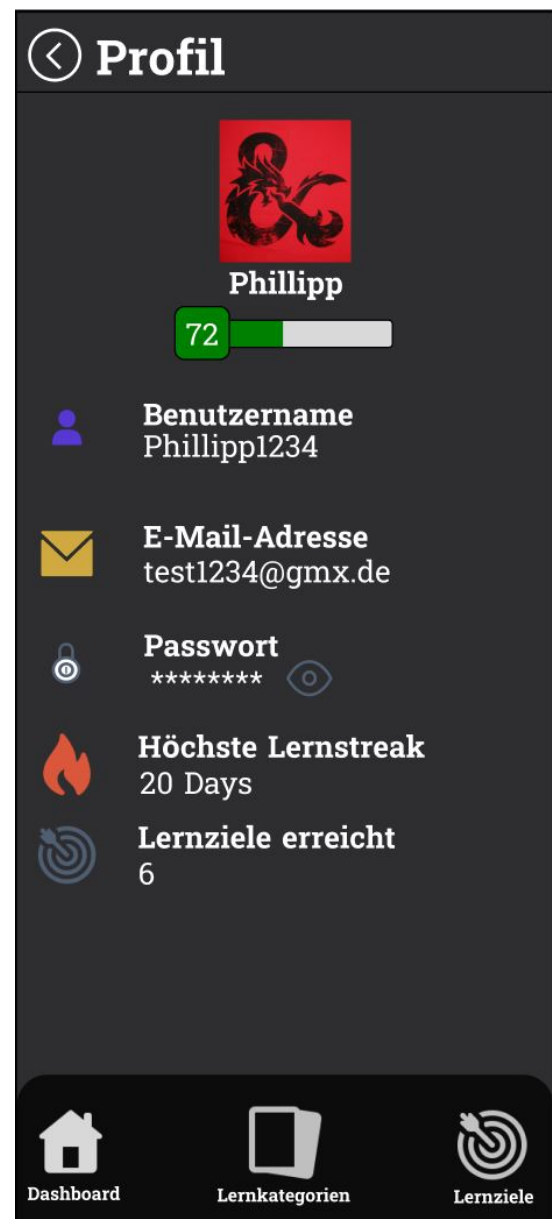


Abb. 3.6.2: Login und Registrierung

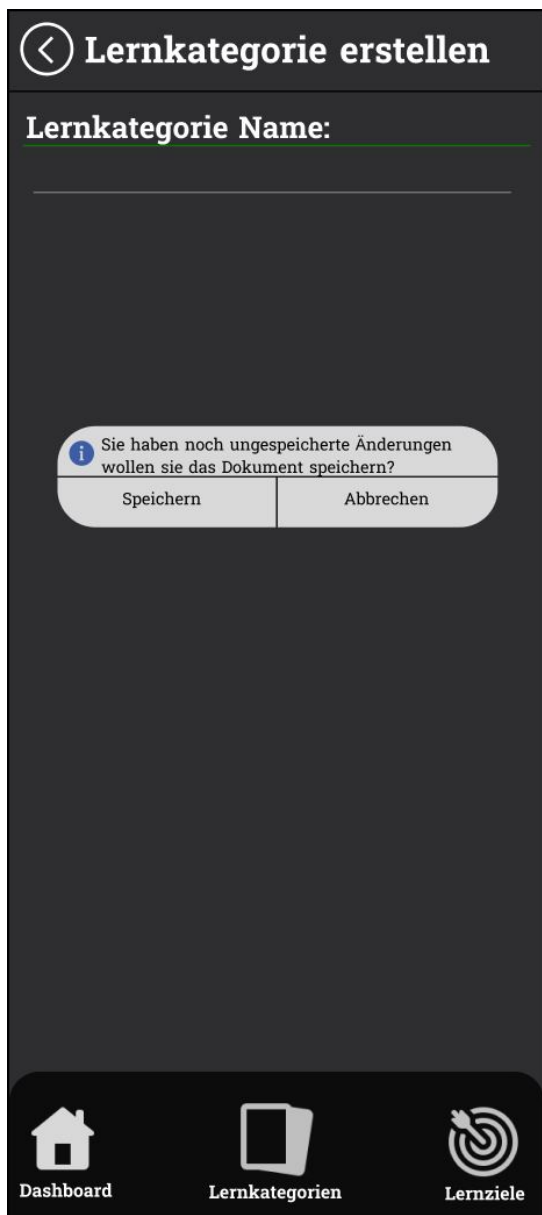


(a) Home-Screen



(b) Profilansicht

Abb. 3.6.3: Home-Screen and Profilansicht

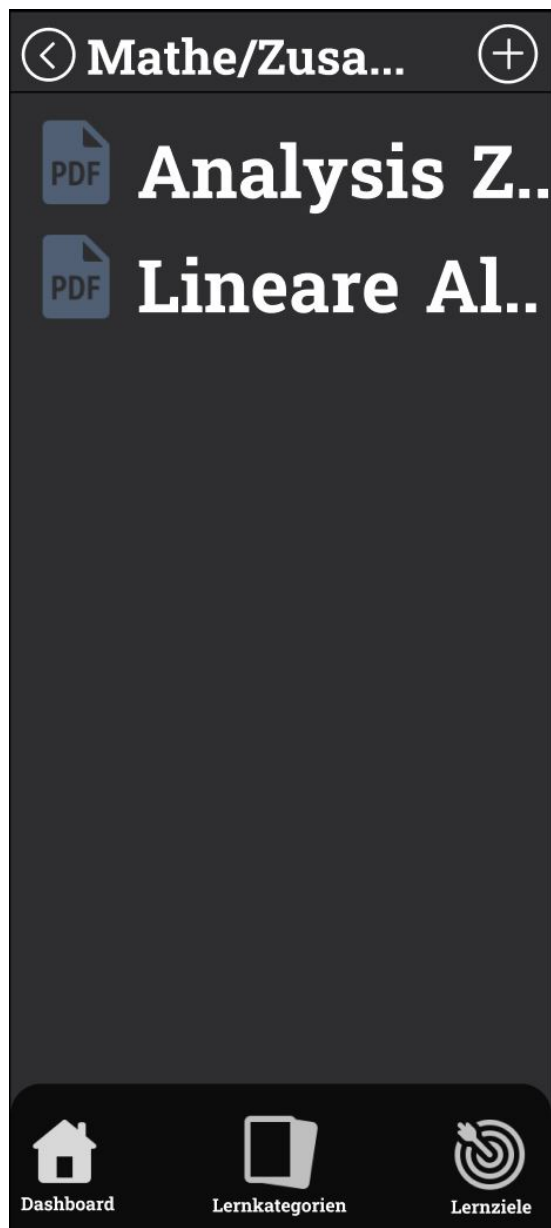


(a) Erstellen einer Lernkategorie

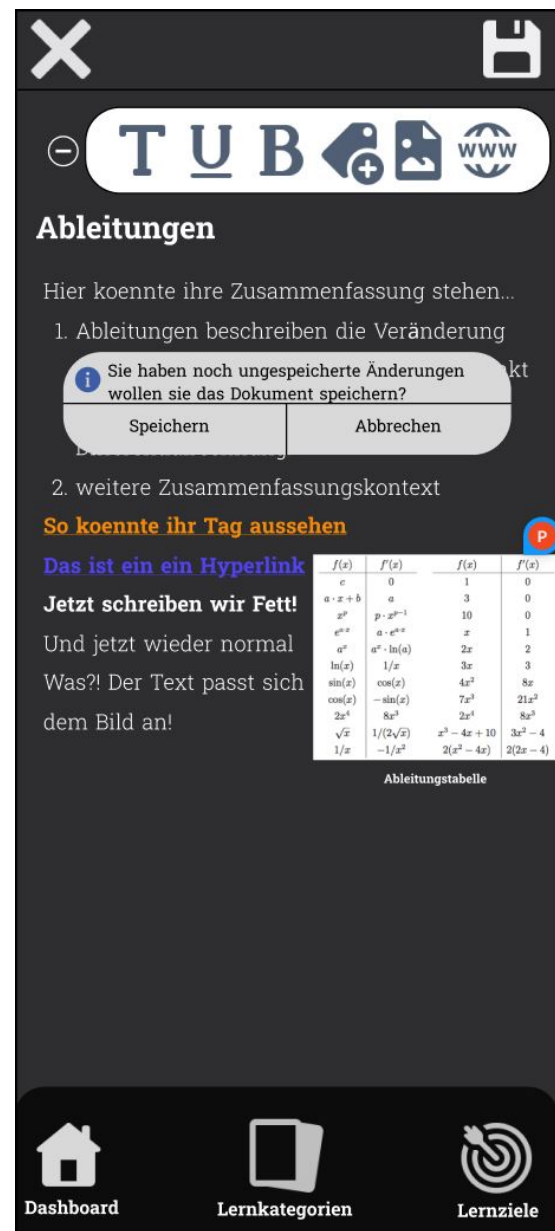


(b) Ansicht Lernkategorien

Abb. 3.6.4: Erstellen einer Lernkategorie and Ansicht Lernkategorien

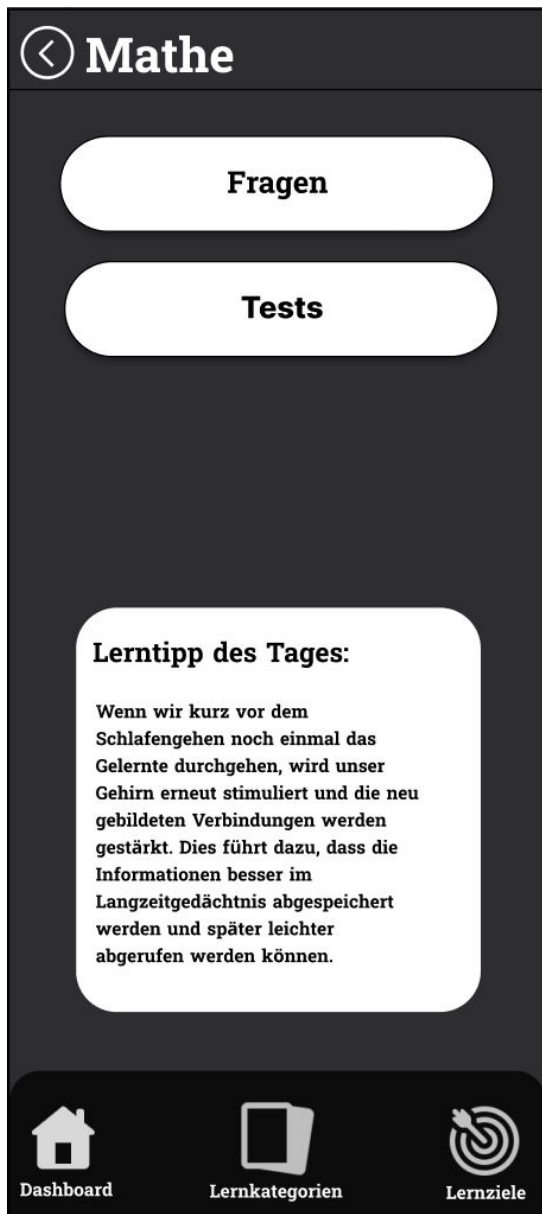


(a) Ansicht Zusammenfassungen

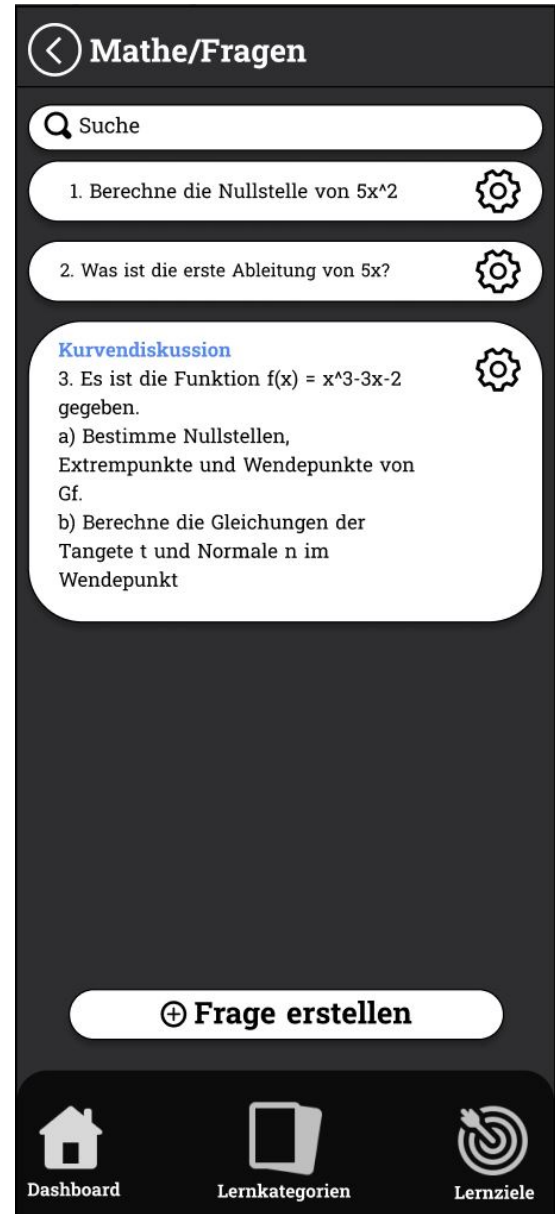


(b) Erstellen einer Zusammenfassung

Abb. 3.6.5: Ansicht Zusammenfassungen and Erstellen einer Zusammenfassung



(a) Ansicht Fragen und Tests



(b) Ansicht Fragen

Abb. 3.6.6: Ansicht Fragen und Tests and Ansicht Fragen

Frage erstellen

Wähle eine Art von Test aus...

- ✓ Karteikarte - Umdrehen
- ✓ Tags hinzufügen

Frage:

Kurvendiskussion

3. Es ist die Funktion $f(x) = x^3 - 3x - 2$ gegeben.

- Bestimme Nullstellen, Extrempunkte und Wendepunkte von G_f .
- Berechne die Gleichungen der Tangente t und Normale n im Wendepunkt

Antwort / Lösung:

Bestimme zuerst die Nullstellen von $f(x) = x^3 - 3x - 2$ indem du die Funktion gleich 0 setzt:
 $0 = x^3 - 3x - 2 = x$

Die erste Nullstelle muss erraten werden. Durch ausprobieren ermittelt

Frage hinzufügen

Dashboard Lernkategorien Lernziele

(a) Erstellen einer Frage

Mathe/Tests

Anmerkung: Klicke auf einen Test um ihn zu editieren. Wenn du ihn starten möchtest, gehe bitte zurück und klicke auf "Test Starten"

Analysis
 zuletzt aktualisiert vor 2 Tagen

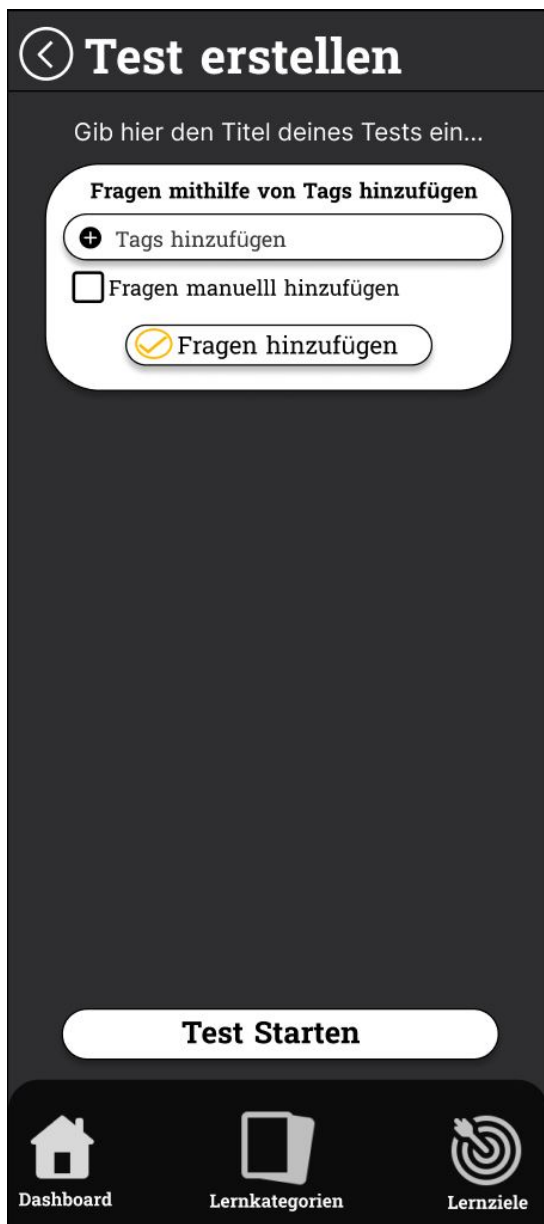
Lineare Algebra
 zuletzt aktualisiert vor 5 Tagen

Test erstellen

Dashboard Lernkategorien Lernziele

(b) Ansichts Tests

Abb. 3.6.7: Erstellen einer Frage and Ansichts Tests



(a) Erstellen eines Tests



(b) Ansicht einer Frage innerhalb eines Tests

Abb. 3.6.8: Test




(a) Ansicht einer Antwort innerhalb eines Tests



(b) Ansicht Lernziele

Abb. 3.6.9: Test


 **Lernziel erstellen**


Lernzielname:

Start Datum:

Ziel Datum:

Beschreibung:

 Dashboard

 Lernkategorien


 Lernziele

Abb. 3.6.10: Erstellen eines Lernziels

3.7 Flow-Chart-Diagramm

Die Interaktion des Users mit der App wird in dem Flow-Chart-Diagramm grob dargestellt. Hierbei ist noch zu erwähnen, dass die Farbe Grün für den Anfang und das Ende steht. Die Farbe Blau steht für die wichtigsten Seiten, die der User besuchen kann. Die Farbe Orange steht für die verschiedenen Aktionen, die der User ausführen kann. Die Farbe Gelb steht für die hauptsächliche Interaktion mit der App (z.B. das Wechseln der Seiten).

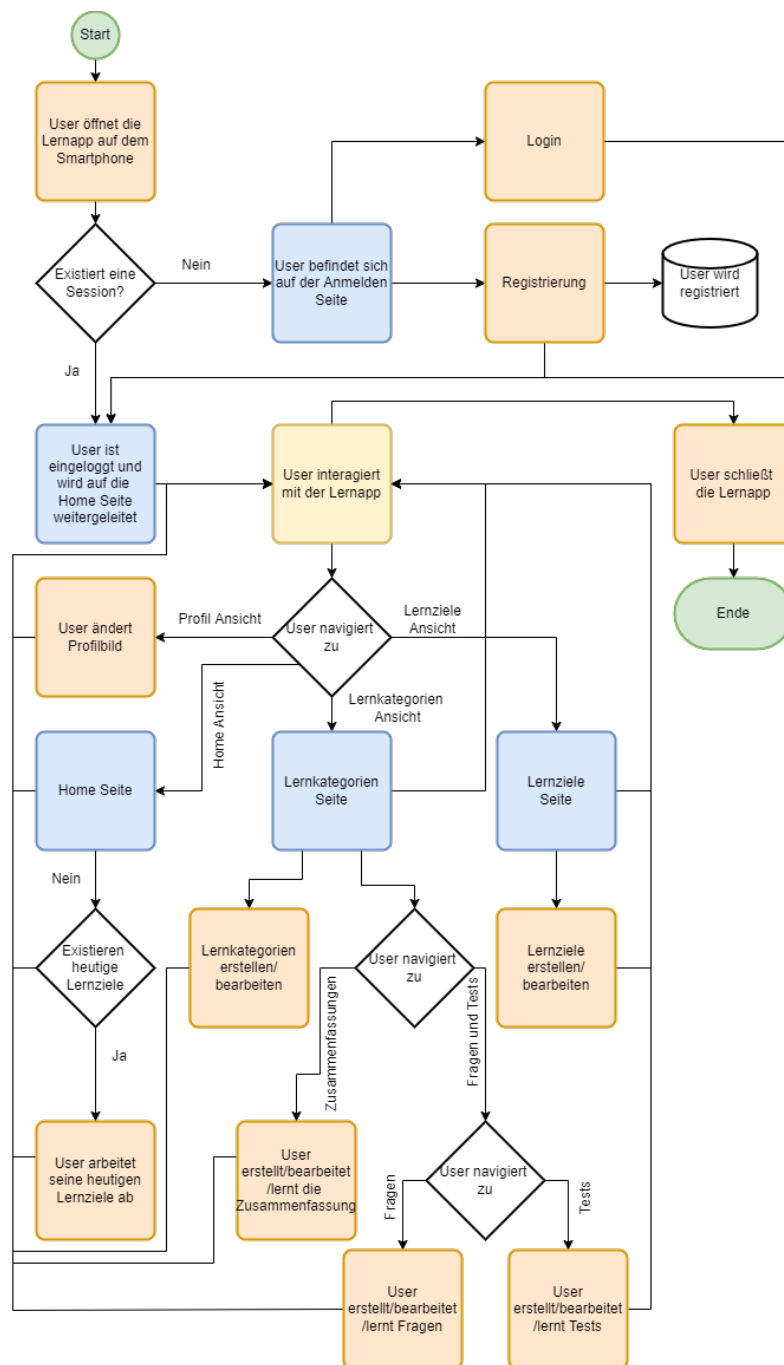


Abb. 3.7.1: Flow-Chart-Diagramm

4 Entwurf

4.1 Geschäftsfälle anhand des BPMN Workflows

4.2 Auswahl und Begründung des Datenbankkonzepts

Die Lern-App „LearnAhead“ benötigt eine Datenbank, um die Lerninhalte des Benutzers speichern zu können. Die Datenbank soll hierbei die folgenden Anforderungen erfüllen:

- Es soll möglich sein, Bilder einfach zu speichern und abzurufen.
- Die Datenbank soll gut skalierbar sein, um auch bei vielen Benutzern eine gute Performance zu gewährleisten.
- Es müssen gute Frameworks zur Anbindung für die Sprache Kotlin existieren.
- Die Datenbank soll in der Cloud gehostet werden, um die Wartungskosten zu minimieren.
- Die Datenbank soll möglichst kostenlos sein.

Hierbei gab es die Entscheidung zwischen einer relationalen und einer NoSQL Datenbank. Da diese für die Speicherung von Bildern zuständig ist, ist eine NoSQL Datenbank die bessere Wahl. In diesem Zusammenhang kam der Anbieter „Firebase“ in Frage. Dieser bietet zwei unterschiedliche Datenbanken an: „Cloud Firestore“ und „Realtime Database“. Realtime Database wird genutzt, wenn die Datenbank in Echtzeit synchronisiert werden soll. Da dies bei der Lern-App nicht notwendig ist, wurde sich für Cloud Firestore entschieden. Cloud Firestore baut auf den Erfolgen von Realtime Database auf und bietet zusätzlich eine bessere Skalierbarkeit und ermöglicht zudem schnellere Abfragen. [31] Für die Speicherung von Inhalten gibt es den Firebase Storage, welcher eine einfache Möglichkeit bietet, Inhalte wie z.B. Bilder oder Videos zu speichern.

Firebase bietet eine gute Anbindung für Kotlin (siehe 4.3). Zusätzlich ist Firebase kostenlos, solange die Datenbank nicht zu groß wird. Hierbei kann eine monatliche Anzahl von 50.000 Nutzern, 20.000 Schreibvorgängen und 50.000 Lesevorgängen kostenlos genutzt werden. Der Speicherplatz für den Firebase Storage beträgt 1 GB, welcher für die Lern-App ausreichend ist. [9]

4.3 Auswahl von wichtigen Bibliotheken/Frameworks

In diesem Abschnitt werden die wichtigsten in LearnAhead verwendeten Bibliotheken und Frameworks erläutert. Es wird kurz darauf eingegangen was genau die/das Bibliothek/Framework tut und wieso sie über andere gewählt wurde.

4.3.1 DaggerHilt Dependency Injection Framework

DaggerHilt ist ein Framework für Dependency Injection (DI), das speziell für Android entwickelt wurde [11]. Es basiert auf Dagger, einem weit verbreiteten und mächtigen DI-Framework für Java [12].

Dependency Injection ist ein Programmierparadigma, das dabei hilft, Objekte effizient zu erzeugen und zu verwalten. Mit Hilfe von DaggerHilt können Abhängigkeiten zentral verwaltet und bei Bedarf ausgetauscht werden. Das ermöglicht bessere Testbarkeit und modulareren Code, da jede Klasse sich nur auf ihre Aufgaben konzentrieren muss und ihre Abhängigkeiten von außen erhält [11].

Die Wahl von DaggerHilt für diese Arbeit beruht auf seiner tiefen Integration in das Android-Ökosystem. DaggerHilt ist in der Lage, Abhängigkeiten über die Grenzen von Aktivitäten, Fragmenten und Services hinweg zu verwalten und ist dabei eng mit dem Lebenszyklus von Android-Anwendungen verbunden [12].

Darüber hinaus unterstützt DaggerHilt das Konzept der Compile-Time Injection. Das bedeutet, dass Abhängigkeiten zur Kompilierzeit aufgelöst werden, was die Fehlererkennung verbessert und Laufzeitfehler minimiert [11].

4.3.2 Markwon: Eine Markdown-Bibliothek für Android

Markwon ist eine leistungsfähige Bibliothek, die speziell entwickelt wurde, um die Anzeige und Formatierung von Markdown-Inhalten auf Android zu erleichtern [27]. Markdown ist eine leichtgewichtige und benutzerfreundliche Markup-Sprache, die oft für die Formatierung von Text in Softwareentwicklungsprojekten, Dokumentationen und im Web verwendet wird [17].

Bei LearnAhead wird der Input mit einem in Markwon enthaltenen Editor eingegeben und daraufhin in einem Android freundlichen Format in einem TextView angezeigt.

Die Markwon-Bibliothek bietet eine voll funktionsfähige Markdown-Rendering-Engine für Android, die in einer TextView-Komponente arbeitet. Sie unterstützt alle gängigen Markdown-Syntaxelemente und bietet zusätzlich Funktionen wie Syntaxhervorhebung für Codeblöcke, Inline-Latex-Rendering und vieles mehr [27].

Für diese Arbeit wurde Markwon aufgrund seiner hohen Flexibilität und seiner vielfältigen Funktionen gewählt. Durch die Nutzung der Markwon-Bibliothek können komplexe, formatierte Textinhalte in der Android-Anwendung auf einfache und effiziente Weise angezeigt werden [27].

4.3.3 Glide: Ein Framework zum Laden von Bildern in Android

Glide ist ein effizientes Open-Source-Framework zur Handhabung und Darstellung von Bildern und Videos in Android-Anwendungen [4]. Es wurde von Bumptech entwickelt und ist bekannt für seine Leistung, insbesondere bei der Scroll-Leistung in Listen oder Rastern von Bildern.

In LearnAhead wird Glide beispielsweise dafür genutzt, um die Profilbilder der Nutzer zu laden. Eine der Hauptfunktionen von Glide ist das asynchrone Laden und Speichern von Bildern aus verschiedenen Quellen, beispielsweise aus dem Internet, ohne den Haupt-UI-Thread zu blockieren. Dies führt zu einer glatteren Benutzererfahrung [4]. Zudem bietet Glide auch Funktionen wie das Zuschneiden und Transformieren von Bildern, das Cachen von Bildern für eine schnellere Wiederverwendung und die automatische Verwaltung des Lebenszyklus [5].

Die Wahl von Glide für diese Arbeit basiert auf seinen umfangreichen Funktionen, seiner Leistung und seiner Integration in das Android-Ökosystem. Mit Glide können komplexe Bildverarbeitungsanforderungen erfüllt werden, während gleichzeitig die Performance und die Benutzererfahrung der App optimiert werden [4].

4.3.4 Android Navigation: Ein Framework zur Navigation in Android-Anwendungen

Android Navigation ist eine Bibliothek, die von Google entwickelt wurde und das Navigieren zwischen den verschiedenen Bildschirmen einer Android-Anwendung erleichtert [16]. Es ist Teil der Android Jetpack-Bibliotheken, einer Sammlung von Bibliotheken, Tools und Leitlinien, die robuste und wartungsfreundliche Android-Apps unterstützen [10].

In LearnAhead wird die Bibliothek für die Navigation zwischen den verschiedenen Fragments (Teil-Bildschirmen) der App genutzt. Mit dem Android Navigation Framework können Entwickler visuell oder programmgesteuert einen Navigationspfad zwischen den verschiedenen Komponenten einer App erstellen, z. B. zwischen verschiedenen Aktivitäten oder Fragmenten. Die Bibliothek sorgt dafür, dass die Benutzeroberfläche in einem konsistenten und vorhersehbaren Zustand bleibt und beinhaltet auch Unterstützung für erweiterte Navigationsszenarien wie tiefe Links und Navigationsleisten [16].

Die Wahl dieses Frameworks für diese Arbeit beruht auf seiner Integration in das Android-Ökosystem und seinen umfangreichen Funktionen zur Handhabung von App-Navigationsszenarien. Die Verwendung des Android Navigation Frameworks erleichtert die Erstellung von strukturierten und benutzerfreundlichen Navigationsflüssen in der App [16].

4.3.5 Firebase Android SDK: Eine Bibliothek zur Integration von Firebase in Android-Anwendungen

Firebase Android SDK ist eine Bibliothek, die eine Anbindung an Firebase und dessen verschiedenen Dienste ermöglicht [13]. Firebase, entwickelt von Google, ist eine Plattform, die verschiedene Backend-Services wie Datenbanken, Authentifizierung, Cloud-Funktionen, Hosting und mehr bietet [14].

In LearnAhead wird die Bibliothek genutzt, um die Verbindung zur Firebase-Datenbank herzustellen. Die Firebase Android SDK bietet Funktionen zur nahtlosen Integration dieser Dienste in Android-Anwendungen. Es bietet eine Reihe von APIs und Konfigurationstools, die es Entwicklern ermöglichen, auf leistungsfähige Weise auf Firebase-Dienste zuzugreifen und diese in ihren Apps zu nutzen [13].

Die Entscheidung, Firebase Android SDK für diese Arbeit zu nutzen, basiert auf seiner umfangreichen Integration in das Firebase-Ökosystem und seiner Fähigkeit, robuste und skalierbare Backend-Services bereitzustellen. Die Verwendung von Firebase Android SDK erleichtert den Zugriff auf und die Verwaltung von Firebase-Diensten innerhalb der Android-Anwendung [13].

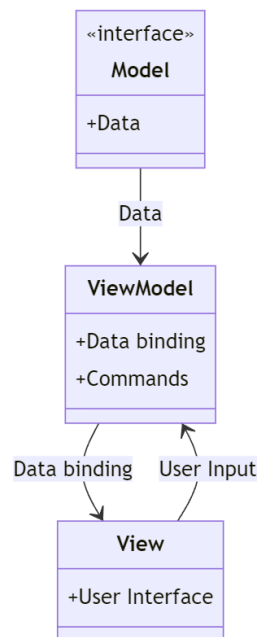
4.4 Wahl des Architektur-Patterns: Model-View-ViewModel (MVVM)

Bei der Entwicklung von Software ist die Wahl des richtigen Architektur-Patterns von entscheidender Bedeutung. Für diese Arbeit wurde das Model-View-ViewModel (MVVM) Pattern gewählt, welches sich in den letzten Jahren zu einem der Standard-Architektur-Patterns für Android-Entwicklung etabliert hat [15].

MVVM teilt die Anwendungslogik in drei miteinander verbundene Komponenten auf: das Model, die View und das ViewModel [25]. Das Model repräsentiert die Daten und die Geschäftslogik der Anwendung. Die View ist verantwortlich für die Darstellung der Daten und die Interaktion mit dem Benutzer. Das ViewModel fungiert als Bindeglied zwischen Model und View und stellt die Daten für die View zur Verfügung und reagiert auf Benutzeraktionen [15].

MVVM hat mehrere Vorteile, darunter eine klare Trennung von Anliegen, verbesserte Testbarkeit und eine bessere Unterstützung für reaktive Programmierung [15]. Diese klare Trennung der Anliegen ermöglicht es, dass verschiedene Teile der Anwendung unabhängig voneinander entwickelt und getestet werden können, was zu einer besseren Code-Qualität und Wartbarkeit führt [25].

Das in Abbildung 4.4.1 dargestellte Diagramm zeigt das Model-View-ViewModel (MVVM) Designmuster. Dieses Muster wird häufig in der Softwareentwicklung verwendet, insbesondere in Anwendungen mit grafischer Benutzeroberfläche. Es besteht aus drei Hauptkomponenten:

**Abb. 4.4.1:** MVVM Diagramm

- **Model:** Dies repräsentiert die Daten und die Geschäftslogik der Anwendung. Es ist unabhängig von der Benutzeroberfläche und enthält keine Informationen darüber, wie die Daten dargestellt werden.
- **View:** Dies ist die Benutzeroberfläche der Anwendung. Sie zeigt die Daten an, die vom Model bereitgestellt werden, und sendet Benutzereingaben an das ViewModel.
- **ViewModel:** Dies ist das Bindeglied zwischen Model und View. Es holt Daten vom Model, führt eventuell notwendige Transformationen durch und stellt sie der View zur Verfügung. Außerdem verarbeitet es Benutzereingaben von der View und führt entsprechende Aktionen im Model aus.

4.5 Software-Komponenten

Das System wird zunächst als Gesamtkomposition dargestellt. Anschließend werden die Subsysteme einzeln dargestellt.

4.5.1 Gesamtkomposition

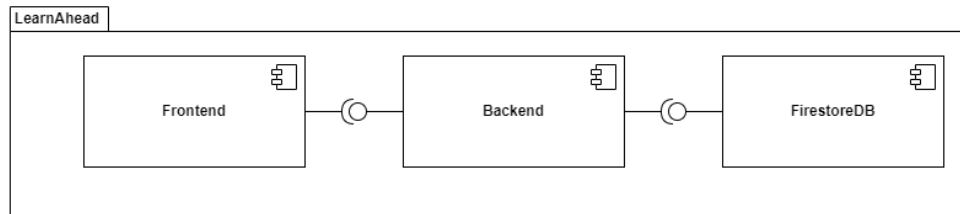


Abb. 4.5.1: Gesamtkomposition

Die Gesamtkomposition besteht aus den folgenden Subsystemen:

- **Frontend:** Das Frontend ist für die Darstellung der Benutzeroberfläche zuständig. Es kommuniziert mit dem Backend, um Daten anzuzeigen und Eingaben an dieses weiterzuleiten.
- **Backend:** Das Backend ist für die Verarbeitung und Validierung der Daten zuständig. Es kommuniziert mit der Firestore Datenbank, um Daten abzurufen und zu speichern.
- **FirestoreDB** Die FirestoreDB Komponente ist die Datenbank-Komponente.

Näheres hierzu im Deployment Diagramm 4.6 und Klassen Diagramm 4.7.

4.5.2 Frontend

Es gibt zwei Diagramme für das Frontend. Das Diagramm 4.5.2 zeigt die Navigation zwischen den einzelnen Pages.

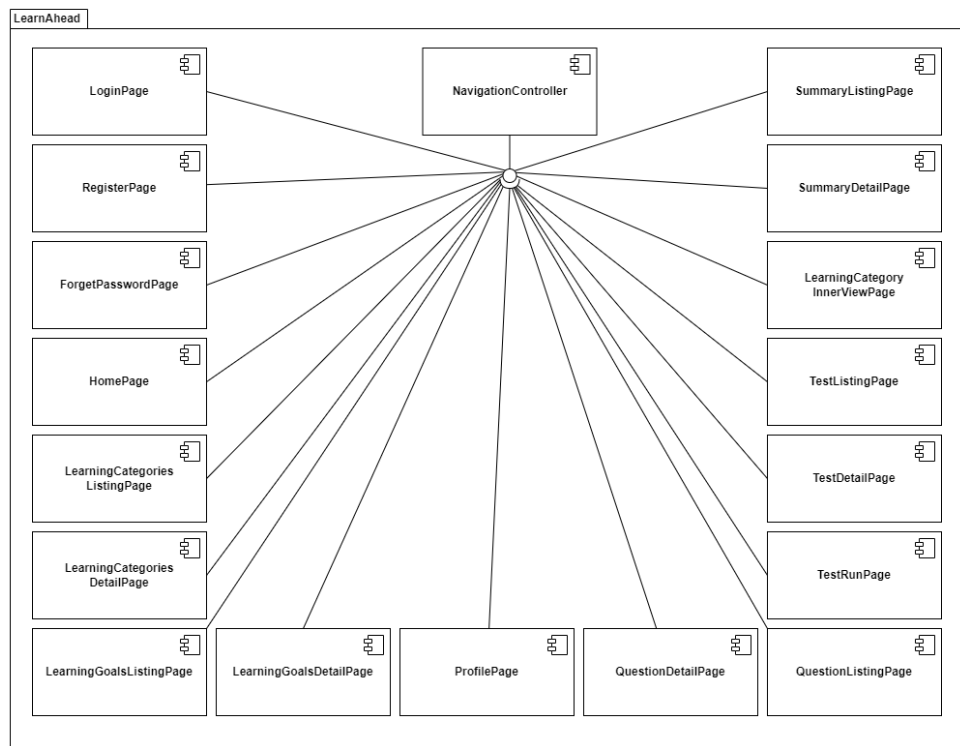


Abb. 4.5.2: Frontend UI Navigation

Das Diagramm 4.5.3 zeigt die Kommunikation zwischen den einzelnen Pages und dem ViewModel. Hierbei ist zu beachten, dass dieses Diagramm die Kommunikation zwischen den einzelnen Pages und dem ViewModel im Allgemeinen zeigt. Das bedeutet, dass jede Page ein zugehöriges ViewModel hat. Die Kommunikation zwischen den einzelnen Pages und dem ViewModel ist prinzipiell immer gleich. Weitere Details sind in Kapitel 4.4 zu finden.

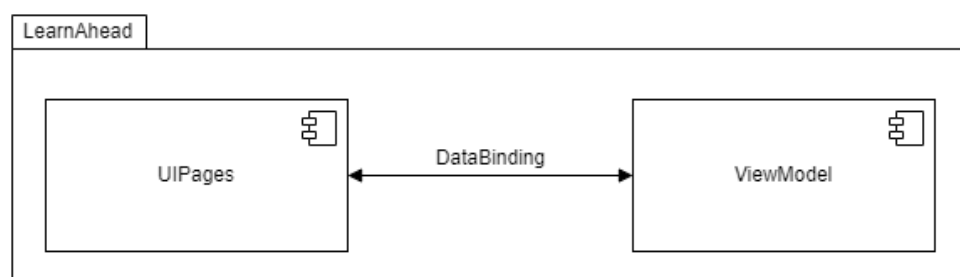


Abb. 4.5.3: Frontend UI Kommunikation mit ViewModel

4.5.3 Backend

Das Diagramm 4.5.4 zeigt die Komposition des Backends. Hierbei ist zu beachten, dass dieses Diagramm die Komposition des Backends im Allgemeinen zeigt. Jedes Objekt, welches in der Datenbank gespeichert wird, hat ein zugehöriges Repository/Model. Die Kommunikation zwischen den verschiedenen Repositories und Modellen verläuft grundsätzlich immer auf die gleiche Weise. Jedes Repository baut auf einem Interface auf, welches die grundlegenden Funktionen für die Kommunikation mit der Datenbank definiert. Die Kommunikation mit der Datenbank erfolgt über das Repository.

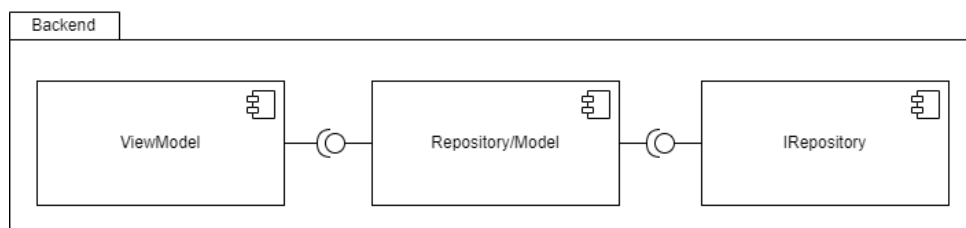


Abb. 4.5.4: Backend Komposition

4.6 Deployment Diagramm

4.7 Klassen Diagramm

4.8 Aktivitätsdiagramm

4.9 Sequenzdiagramme

4.10 Prototyp (optional)

5 Ergebnisse

5.1 Der finale Zeitplan

Meilenstein	Zeitplan	Beschreibung
Literaturrecherche	14.10.2022 - 31.01.2023	Das Durchführen einer umfangreichen Literaturrecherche auf Basis von wissenschaftlichen Dokumenten.
Use-Case-Erstellung	14.10.2022 - 11.11.2022	Identifizierung und Dokumentation der Hauptfunktionalitäten und Anwendungsfälle der Lern-App.
UI-Konzept	11.11.2022 - 02.02.2023	Entwicklung eines visuellen Konzepts für die Benutzeroberfläche (UI) der Lern-App.
Datenbank-Konzept	20.01.2023 - 16.02.2023	Design und Auswahl des Datenbanksystems, die für die App benötigt wird.
Architektur-Konzept	03.02.2023 - 16.02.2023	Realisierung einer Code-Architektur und Auswahl verschiedener Komponenten sowie Frameworks, die in der App verwendet werden.
Architektur-Prototyp	10.02.2023 - 16.02.2023	Erstellung eines ersten Prototypen der die vorgeschlagene Architektur implementiert.
Login / Registrierung	17.02.2023 - 30.03.2023	Implementierung der Funktionen für Anmeldung, Registrierung und Passwortwiederherstellung.
Lernkategorien & Lernziele	31.03.2023 - 11.05.2023	Implementierung der Funktion zum Erstellen sowie Verwalten von Lernkategorien und -zielen.
Erstellung von Fragen und Tests	12.05.2023 - 08.06.2023	Implementierung der Funktion zum Erstellen sowie Verwalten von Fragen und Tests.
Erstellung von Zusammenfassungen	12.05.2023 - 02.06.2023	Implementierung der Funktion zum Erstellen sowie Verwalten von Zusammenfassungen von Lernkategorien.
Optimale Pausenberechnung realisieren	08.06.2023 - 14.06.2023	Erstellung eines Algorithmus, welcher den Nutzer die optimale Pause vorschlägt sowie erinnert.
Optimale Lernplan generieren	08.06.2023 - 14.06.2023	Erstellung eines optimalen Lernplans auf Basis der Lernziele.
Durchführen von Tests	20.06.2023 - 30.06.2023	Durchführung von umfassenden Tests, um die Qualität, Funktionalität und Stabilität der App sicherzustellen.
Bugs beheben	01.07.2023 - 16.07.2023	Behebung von Fehlern und Problemen in der App.
Dokumentation	14.10.2022 - 16.07.2023	Erstellung einer wissenschaftlichen Arbeit, die das Vorgehen, Funktionen, die Implementierung sowie die Verwendung der App begründet.

Referenzen

- [1] appsoluts. *Der Unterschied zwischen iOS Entwicklung & Android Entwicklung !* de-DE. Nov. 2016. URL: <https://appsoluts.de/android-entwicklung-vs-ios-entwicklung/> (besucht am 10.06.2023) (siehe S. 6).
- [2] M.F. Bear, B.W. Connors und M.A. Paradiso. *Neuroscience: Exploring the Brain*. Wolters Kluwer Health, 2015 (siehe S. 7–9).
- [3] Henning Beck. *Das neue Lernen heißt Verstehen*. ger. 3. Auflage. Berlin: Ullstein, 2021. ISBN: 978-3-550-20049-6 (siehe S. 7, 10–12).
- [4] Bumptech. *Glide: An image loading and caching library for Android focused on smooth scrolling*. 2022. URL: <https://bumptech.github.io/glide/> (besucht am 12.07.2023) (siehe S. 38).
- [5] Bumptech. *Glide Repository on GitHub*. 2022. URL: <https://github.com/bumptech/glide> (besucht am 12.07.2023) (siehe S. 38).
- [6] Patrick Böllhoff. *Kotlin vs Java: strengths, weaknesses and when to use which*. en-US. Section: Mobile app development. Jan. 2022. URL: <https://kruschecompany.com/kotlin-vs-java/> (besucht am 10.06.2023) (siehe S. 6).
- [7] S.F. Cooke und T.V.P. Bliss. „Synaptic plasticity and learning“. In: *Current opinion in neurobiology* 16.2 (2006), S. 146–152 (siehe S. 8, 9).
- [8] S. Deterding u. a. „From game design elements to gamefulness: Defining gamification“. In: *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*. ACM. 2011, S. 9–15 (siehe S. 13).
- [9] *Firebase Pricing*. en. URL: <https://firebase.google.com/pricing> (besucht am 07.07.2023) (siehe S. 36).
- [10] Google. *Android Jetpack*. 2022. URL: <https://developer.android.com/jetpack> (besucht am 12.07.2023) (siehe S. 38).
- [11] Google. *Dagger Hilt*. 2021. URL: <https://dagger.dev/hilt/> (besucht am 12.07.2023) (siehe S. 37).
- [12] Google. *Dependency injection with Hilt*. 2021. URL: <https://developer.android.com/training/dependency-injection/hilt-android> (besucht am 12.07.2023) (siehe S. 37).
- [13] Google. *Firebase Android SDK on GitHub*. 2022. URL: <https://github.com/firebase/firebase-android-sdk> (besucht am 12.07.2023) (siehe S. 39).

- [14] Google. *Firebase: Mobile App Development Platform*. 2022. URL: <https://firebase.google.com/> (besucht am 12.07.2023) (siehe S. 39).
- [15] Google. *Guide to app architecture*. 2023. URL: <https://developer.android.com/topic/architecture> (besucht am 12.07.2023) (siehe S. 39).
- [16] Google. *Navigation Component | Android Developers*. 2022. URL: <https://developer.android.com/guide/navigation> (besucht am 12.07.2023) (siehe S. 38).
- [17] John Gruber. *Markdown*. 2004. URL: <https://daringfireball.net/projects/markdown/> (besucht am 12.07.2023) (siehe S. 37).
- [18] J. Hamari, J. Koivisto und H. Sarsa. „Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification“. In: *Proceedings of the 47th Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii, USA* (2014) (siehe S. 13).
- [19] M.D. Hanus und J. Fox. „Learning in color: How color and affect influence learning outcomes“. In: *IEEE Transactions on Affective Computing* 7.3 (2015), S. 243–252 (siehe S. 13).
- [20] D.O. Hebb. *The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory*. John Wiley & Sons, 1949 (siehe S. 8, 9).
- [21] E.R. Kandel u. a. *Principles of Neural Science*. McGraw-Hill Medical, 2012 (siehe S. 7–9).
- [22] K.M. Kapp. *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. Pfeiffer, 2012 (siehe S. 13).
- [23] R.N. Landers. „Developing a Theory of Gamified Learning: Linking Serious Games and Gamification of Learning“. In: *Simulation & Gaming* 45.6 (2014), S. 752–768 (siehe S. 13).
- [24] Prof Dr Günter W. Maier. *Definition: Lernen*. de. Text. URL: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/lernen-41169> (besucht am 03.07.2023) (siehe S. 7).
- [25] Microsoft. *The MVVM Pattern*. 2009. URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/archive/msdn-magazine/2009/february/patterns-wpf-apps-with-the-model-view-viewmodel-design-pattern> (besucht am 12.07.2023) (siehe S. 39).
- [26] S. Nicholson. *A RECIPE for Meaningful Gamification*. Springer, 2015, S. 1–20 (siehe S. 13).
- [27] Noties. *Markwon: a Markdown library for Android*. 2022. URL: <https://noties.io/Markwon/> (besucht am 12.07.2023) (siehe S. 37).
- [28] *Registrierung - Support - Apple Developer*. URL: <https://developer.apple.com/de/support/enrollment/> (besucht am 10.06.2023) (siehe S. 6).

-
- [29] M. Spitzer. *Lernen: Gehirnforschung und die Schule des Lebens*. Spektrum Akademischer Verlag, 2002 (siehe S. 8, 9).
- [30] Farnam Street. *The Spacing Effect: How to Improve Learning and Maximize Retention*. en-US. Dez. 2018. URL: <https://fs.blog/spacing-effect/> (besucht am 05.07.2023) (siehe S. 10, 11).
- [31] *Wählen Sie eine Datenbank aus: Cloud Firestore oder Echtzeitdatenbank | Firebase Realtime Database*. de-x-mtfrom-en. URL: <https://firebase.google.com/docs/database/rtdb-vs-firestore?hl=de> (besucht am 07.07.2023) (siehe S. 36).

A Anhang