

Fachhochschule Aachen
Campus Jülich

Fachbereich 9
Medizintechnik und Technomathematik

Konzeption einer mobilen Applikation für Sportler:innen mit Typ-1-Diabetes

Seminararbeit

im Studiengang Angewandte Mathematik und Informatik

von

Katharina Tabea Weike

Matr.-Nr.: 3244697

15. Dezember 2021

1. Prüfer: Prof. Dr. rer. nat. Alexander Voß
2. Prüferin: Bianca Romanski, M.Sc.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich diese Seminararbeit mit dem Thema „Konzeption einer mobilen Applikation für Sportler:innen mit Typ-1-Diabetes“ selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe, alle Ausführungen, die anderen Schriften wörtlich oder sinngemäß entnommen wurden, kenntlich gemacht sind und die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Fassung noch nicht Bestandteil einer Studien- oder Prüfungsleistung war. Ich verpflichte mich, ein Exemplar der Seminararbeit fünf Jahre aufzubewahren und auf Verlangen dem Prüfungsamt des Fachbereichs Medizintechnik und Technomathematik auszuhändigen.

Aachen, den 15.12.2021

Ort, Datum

K. Weike

Katharina Tabea Weike

Kurzfassung

Typ-1-Diabetes ist eine Autoimmunerkrankung, bei der die körpereigene Produktion des Hormons Insulin fehlt. Insulin spielt eine wichtige Rolle in der Blutzuckerregulierung, denn es macht die Zellen für den Blutzucker zugänglich. Diabetiker:innen sind auf die Injektion synthetisch hergestellten Insulins angewiesen. Da körperliche Betätigung die Wirkung von Insulin um ein Vielfaches verstärken kann, stellt die Sportausübung in der Therapie von Diabetes eine besondere Herausforderung dar.

In dieser Arbeit wird dargelegt, dass eine Tagebuchapp die Therapie von Typ-1-Diabetes bei Sporttreibenden unterstützen kann. Es werden Funktionen herausgearbeitet, die diese App implementieren sollte, und festgestellt, dass es derzeit keine App gibt, die diesen Anforderungen genügt. Deshalb wird in dieser Arbeit eine Tagebuchapp für Sportler:innen mit Typ-1-Diabetes entworfen. Der Entwurf beinhaltet eine erste Gestaltung der grafischen Benutzeroberfläche. Es werden Schnittstellen zur Gewinnung von Blutzucker-messwerten und anderer medizinisch relevanter Messdaten einer Smartwatch beschrieben. Außerdem wird eine erste Softwarearchitektur nach dem Model-View-ViewModel-Entwurfsmuster konstruiert.

Diese Arbeit bildet somit eine Basis für die Entwicklung einer Tagebuchapp für Sportler:innen mit Typ-1-Diabetes.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	v
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Ziel der Arbeit	1
1.3 Gliederung	1
2 Grundlagen	3
2.1 Diabetes mellitus	3
2.1.1 Pathologie	3
2.1.2 Auswirkung von Sport	4
2.1.3 Kontinuierlich messende Glukosesensoren	5
2.2 Tagebuchapps für Sportler:innen mit Typ-1-Diabetes	6
2.2.1 Relevanz	6
2.2.2 Diskussion benötigter Funktionen	6
2.2.3 Vorhandene Softwarelösungen	8
3 Konzeption der App	11
3.1 Anforderungsanalyse	11
3.1.1 Funktionale Anforderungen	11
3.1.2 Nicht-funktionale Anforderungen	15
3.2 Entwurf	16
3.2.1 Benutzeroberfläche	16
3.2.2 Komponenten und Schnittstellen	20
3.2.3 Architektur	21
4 Zusammenfassung und Ausblick	24
Literatur	25

Abkürzungsverzeichnis

App	mobile Applikation
Tagebuchapp	Tagebuchapp für Sportler:innen mit Typ-1-Diabetes
CGM	kontinuierlich messender Glukosesensor
Eintrag	Tagebucheintrag
Diabetes:M	Diabetes:M - Management & Blutzucker Tracker App
KE	Kohlenhydrateinheiten
IE	Insulineinheiten
Wertebereichfilter	Filter, bei dem ein zulässiger Wert oder Wertebereich gesetzt wird
PDF	Portable Document Format
CSV	Comma Seperated Values
API	Programmierschnittstelle
Atlas	Cloud-Datenbank MongoDB Atlas
Realm	Datenbank MongoDB Realm
MVVM	Model-View-ViewModel

1 Einleitung

1.1 Motivation

Patient:innen mit Typ-1-Diabetes müssen ihren Blutzuckerspiegel durch Insulininjektionen regeln, da bei dieser Erkrankung der Körper selbst kein Insulin produzieren kann. Sportliche Betätigung kann die Wirkung von Insulin um ein Vielfaches verstärken. Die genauen Auswirkungen einer Sporeinheit auf den Blutzucker sind schwer vorherzusagen, weil sie von vielen Faktoren, wie beispielsweise Sportart, Trainingszustand und Intensität, abhängen, und somit individuell sehr unterschiedlich sind. Das Bestimmen der benötigten Insulinmenge und des Zeitpunktes der Injektion ist für Sportler:innen mit Typ-1-Diabetes daher besonders schwierig. Eine passende Therapie kann nur durch wiederholtes Ausprobieren gefunden werden. In dieser Arbeit wird untersucht, wie eine mobile Applikation (App) diesen Prozess des Ausprobierens zur Therapiefindung unterstützen kann, und ob eine solche App bereits existiert. Anschließend wird auf Basis dieser Untersuchungen eine Tagebuchapp für Sportler:innen mit Typ-1-Diabetes entworfen.

1.2 Ziel der Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist die Konzeption einer Tagebuchapp für Sportler:innen mit Typ-1-Diabetes (Tagebuchapp). Zunächst soll die Problematik von Sport mit Diabetes erläutert werden. Es soll eine Liste von Funktionen, die die App beinhalten soll, aufgestellt werden. Die Auswahl der Funktionen soll begründet und die Relevanz der App dargelegt werden. Damit diese Arbeit als Grundlage zur Entwicklung einer Tagebuchapp dienen kann, soll außerdem ein Entwurf der App entwickelt werden, der vorbereitend für die Implementation der App ist.

1.3 Gliederung

Zunächst wird die Krankheit Diabetes mellitus in Grundzügen dargestellt. Dabei wird insbesondere auf die Wechselwirkung zwischen Diabetes und körperlicher Betätigung ein-

gegangen. Außerdem wird eine Technologie zum kontinuierlichen Monitoring des Blutzuckers vorgestellt.

In **Kapitel 2.2** wird die Relevanz von Tagebuchapps für Sportler:innen mit Typ-1-Diabetes dargelegt. Es wird diskutiert, welche Funktionen solche Apps implementieren sollten, und überprüft, ob es derzeitige Apps gibt, die diese erfüllen.

Anschließend werden die diskutierten Funktionen in **Kapitel 3.1** einer Anforderungsanalyse unterzogen.

In **Kapitel 3.2** wird eine Tagebuchapp entworfen. Dieser Entwurf umfasst UI-Mockups, die Softwarearchitektur und eine Beschreibung der Schnittstellen.

In **Kapitel 4** werden die Ergebnisse der Arbeit abschließend zusammengefasst und ein Ausblick auf den weiteren Entwicklungsprozess der Tagebuchapp gegeben, für den diese Arbeit die Grundlage bieten soll.

2 Grundlagen

In den folgenden Kapiteln werden die medizinischen und technischen Grundlagen, die zum Verständnis dieser Arbeit notwendig sind, erklärt. Es wird außerdem ein Blick auf aktuelle Software im Bereich Sport mit Diabetes geworfen.

2.1 Diabetes mellitus

Die medizinischen und technischen Grundlagen des Diabetes mellitus werden in den folgenden Kapiteln beschrieben. Zunächst wird die Krankheit im Allgemeinen, und im Anschluss ihre Wechselwirkung mit körperlicher Aktivität betrachtet. Anschließend folgt ein Kapitel über eine technische Lösung zur kontinuierlichen Blutzuckerüberwachung.

2.1.1 Pathologie

Bei der Verdauung werden Kohlenhydrate zu Glukose (Traubenzucker) zersetzt, die über die Darmwand ins Blut gelangt. Damit die Zellen die Glukose aufnehmen können, wird das Hormon Insulin benötigt. Insulin ist ein zentraler Bestandteil der körpereigenen Blutzuckerregelung. Es macht die Zellen zugänglich für Glukose und hemmt die Zuckerproduktion der Leber, sowie den Abbau von Fettgewebe zur Glukosegewinnung (vgl. [SHD18, S. 4]). Insulin wird in den β -Zellen der Langerhans-Inseln des Pankreas (Bauchspeicheldrüse) gebildet (vgl. [SLN06, S. 132]). Bei an Diabetes mellitus erkrankten Menschen kann der Körper kein oder nur unzureichend Insulin produzieren und je nach Typ des Diabetes besteht zusätzlich eine Insulinresistenz (vgl. [SHD18, S. 5]). Die Glukose im Blut kann ohne Insulin von den Zellen nicht verwertet werden und die Zuckerproduktion der Leber ist ungehemmt, sodass sich die Glukose im Blut sammelt und der Blutzuckerspiegel steigt. Ab einem gewissen Schwellwert wird überschüssige Glukose im Urin gelöst ausgeschieden. Daher kommt der Name der Krankheit, Diabetes mellitus, der soviel bedeutet wie „süßer Durchfluss“ (vgl. [SHD18, S. 3]). Neben den Hauptarten von Diabetes, Typ-1, Typ-2 und Gestationsdiabetes (Schwangerschaftsdiabetes), gibt es weitere Subkategorien (vgl. [Fra+08, S. 17-22], [HDL05, S. 6-11]). Typ-2-Diabetes ist auch bekannt als „Altersdiabetes“ und wird begünstigt durch genetische Veranlagung,

Übergewicht, Bewegungsmangel und ungesunde Ernährung (vgl. [SHD18, S. 5]). Gestationsdiabetes tritt bei ungefähr 4% der Schwangerschaften auf und bildet sich meist mit dem Ende der Schwangerschaft wieder zurück (vgl. [LW16, S. 327]).

Bei Typ-1-Diabetes handelt es sich um eine Autoimmunerkrankung: Das Immunsystem greift die Insulin produzierenden β -Zellen an. Dies hat zunächst eine Verringerung und schließlich das Ausbleiben der Insulinproduktion zur Folge (vgl. [HDL05, S. 7]). In Folge des Insulinmangels steigt der Blutzuckerspiegel, weil die Zellen ohne Insulin keine Glukose aus dem Blut aufnehmen können, während gleichzeitig die körpereigene Glukosegewinnung durch Fettgewebeabbau und die Leber ungehemmt ist. Es kommt zur Hyperglykämie (Überzuckerung). Bei vollständigem Insulinmangel drohen im weiteren Verlauf eine Stoffwechsellage und die Übersäuerung des Blutes (Ketoazidose), die unbehandelt zum Tod führen (vgl. [SHD18, S. 8], [SLN06, S. 160]). Um die fehlende, körpereigene Insulinproduktion auszugleichen und den Blutzucker zu kontrollieren, wird bei Diabetes synthetisch hergestelltes Insulin verabreicht (vgl. [LW16, S. 329]). Die Behandlung im Alltag erfolgt durch regelmäßige Messung des Blutzuckers, kontrollierte Kohlenhydrataufnahme und subkutan (in das Unterhautfettgewebe) injiziertes Insulin. Da die benötigte Insulinmenge und der richtige Zeitpunkt zur Insulingabe von vielen Faktoren abhängig und schwierig zu bestimmen sind, besteht bei Diabetes nicht nur die Gefahr der Über-, sondern auch der Unterzuckerung (Hypoglykämie) (vgl. [SLN06, S. 123f]). Auch diese kann unbehandelt zum Tod führen. Regelmäßig erhöhte Glukosewerte erhöhen zudem das Risiko für Folgeerkrankungen wie Retinopathien (verschlechtertes Sehvermögen durch Schäden von Blutgefäßen in der Netzhaut), Nephropathien (Störung der Nierenfunktion) und Neuropathien (Störung des Nervensystems)(vgl. [HDL05, S. 2]). Daher sind Diabetiker:innen auf eine möglichst präzise eingestellte und durchgeführte Insulintherapie angewiesen.

Da sich diese Arbeit mit der Konzeption einer App für Typ-1-Diabetiker:innen beschäftigt, werden im Folgenden andere Formen als Typ-1-Diabetes vernachlässigt und die Begriffe Diabetes und Typ-1-Diabetes synonym verwendet.

2.1.2 Auswirkung von Sport

„Körperliche Aktivität verringert den Insulinbedarf. Ein tätiger Muskel verbraucht mehr Zucker. Durch Muskelarbeit wird [...] eine Anzahl von Mechanismen in Gang gesetzt, welche die Muskulatur für Insulin empfindlicher machen und eine bessere Insulinwirkung [...] [hervorrufen]“ [Fra+08, S. 82]. Eine bessere Wirkung bedeutet, dass „bei Sport [...] schon geringe Insulinmengen dafür [sorgen], dass viel Zucker in die Zellen gelangen kann.“ [SHD18, S. 267]. Daher ist bei Sport das Risiko einer Hypoglykämie erhöht. Da

diese Wirkung bis mehrere Stunden nach der Sporteinheit anhält, besteht bei abendlicher sportlicher Betätigung die Gefahr einer Nachts oder am nächsten Morgen auftretenden Hypoglykämie (vgl. [Met+14, S. 1272]). Ist jedoch zu wenig Insulin im Körper, kann Sport auch zu einem Blutzuckeranstieg bis hin zu einer Stoffwechsellage und Ketoazidose führen (vgl. [SLN06, S. 267]). Die Wirkung einer bestimmten Sporteinheit ist schwierig vorherzusagen, da sie von vielen Faktoren abhängt. Diese umfassen Dauer, Art und Intensität der Sporteinheit sowie den Trainingszustand des oder der Sportler:in (vgl. [SHD18, S. 127]). Zudem kann es einen Unterschied machen, wenn mehrmals an einem Tag oder an direkt aufeinander folgenden Tagen Sport getrieben wird (vgl. [Gal+01, S. 91]). Der Einfluss von körperlicher Aktivität verkompliziert sich durch die Beschaffenheit bestimmter Sportarten, bei denen sich Phasen intensiver Aktivität mit Phasen weniger intensiver Aktivität abwechseln, wie bspw. beim Fußball oder Basketball (vgl. [Col+15, S. 610]). Von Schrader [SHD18] und Scherbaum [SLN06] wird empfohlen, in einem Zeitraum von kurz vor der sportlichen Betätigung bis mehrere Stunden danach regelmäßig den Blutzucker zu messen. Bei geplanter körperlicher Aktivität kann die Anpassung der Therapie an den durch Sport verringerten Insulinbedarf durch eine „Reduktion der Insulindosis vor und ggf. nach dem Sport“ [SLN06, S. 268] erreicht werden. Zudem können zusätzliche Kohlenhydrate konsumiert werden. Bei spontaner körperlicher Aktivität ist das Herabsetzen der Insulindosis oft nicht mehr rechtzeitig möglich, der Konsum zusätzlicher Kohlenhydrate kann hier Abhilfe schaffen (vgl. [SHD18, S. 128]).

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Wirkung von Sport bei Diabetes von vielen Faktoren abhängt, dementsprechend sehr individuell ist und eine Therapieanpassung notwendig macht. Der Blutzuckerwert sollte vor-, während und nach der Sporteinheit überprüft werden und eine Dokumentation dessen kann die Therapiefindung unterstützen.

2.1.3 Kontinuierlich messende Glukosesensoren

Es gibt Sensoren zur kontinuierlichen Glukosemessung (engl. continuous glucose monitoring, CGM). „Sie messen die Glukose mittels einer im Unterhautfettgewebe liegenden Nadel, die Verbindung zu einem Anzeigegerät hat. Mithilfe des aktuell angezeigten Wertes und zusätzlichen Richtungspfeilen, die die Tendenz des Blutzuckerungsverlaufs angeben, lassen sich z. B. absinkende Glukosewerte eher erkennen und damit Hypoglykämien besser vermeiden.“ [SHD18, S. 21]. Der Sensor benötigt einen Transmitter zur Spannungsversorgung und Kommunikation mit Anzeigegeräten (vgl. [LW16, S. 331]). Neben den herstellereigenen Anzeigegeräten können einige CGMs auch per Bluetooth mit einer App gekoppelt werden. Die Hersteller veröffentlichen oftmals ihre eigenen Apps zu diesem Zweck (vgl. [TG19, S. 13f]). Es gibt jedoch auch Drittanbieter- und Open-Source-Software, die sich mit CGMs verbinden kann (siehe auch Kapitel 2.2.3). Der von einem

CGM im Unterhautfettgewebe gemessen Wert hat eine Zeitverzögerung von ungefähr 10 bis 20 Minuten, verglichen mit dem tatsächlichen Blutzuckerwert (vgl. [SHD18, S. 21]). Je nach Hersteller und Modell muss der Sensor nicht, nur zu Beginn oder regelmäßig mit einer herkömmlichen Blutzuckermessung, beispielsweise am Finger, kalibriert werden.

2.2 Tagebuchapps für Sportler:innen mit Typ-1-Diabetes

Thema dieses Kapitels sind Tagebuchapps für Sportler:innen mit Diabetes. Zunächst wird die Relevanz dieser Apps gezeigt. Im Anschluss werden Funktionen beschrieben, die solche Apps implementieren sollten. Abschließend werden vorhandene Softwarelösungen beleuchtet.

2.2.1 Relevanz

Wie in Kapitel 2.1.2 beschrieben, ist die Wirkung von Sport bei Diabetes individuell und von vielen Faktoren abhängig. Eine passende Therapie kann in einem fortwährenden Prozess des Ausprobierens gefunden werden. Schrader [SHD18, S. 128] führt dazu aus: „Keine Situation gleicht völlig der anderen. Hilfreich kann das Führen eines Sporttagebuchs sein. Darin können Sie Sportart, Dauer und Intensität sowie Ihre Anpassungsmaßnahmen dokumentieren und aus Ihren Erfahrungen lernen.“. Möglich ist das Führen eines solchen Tagebuchs analog in einem Heft oder Buch. Eine digitale Form des Sporttagebuchs birgt jedoch Vorteile, wie beispielsweise den Import diabetes- und sportbezogener Daten von anderen Hard- und Softwaresystemen. Da heutzutage viele Menschen ihr Smartphone immer bei sich tragen oder in ihrer Nähe haben, sind besonders mobile Applikationen als digitale Tagebücher geeignet.

2.2.2 Diskussion benötigter Funktionen

Im Folgenden werden mögliche Funktionen einer Sporttagebuch-App für Diabetiker:innen aufgestellt, erläutert und ihr Nutzen dargelegt. Eine genaue Spezifikation der funktionalen Anforderungen erfolgt in Kapitel 3.1.1.

Grundlegender Bestandteil eines Tagebuchs sind die Tagebucheinträge (Einträge). Die App sollte demnach das Erstellen, Darstellen und Persistieren von Einträgen ermöglichen. Ein Eintrag sollte hierbei alle für eine Sporteinheit relevanten Daten beinhalten. Dazu gehören Informationen über die Sporteinheit selbst, wie bspw. Dauer und Intensität, genauso wie Therapiemaßnahmen (Kohlenhydrat- und Insulinzufuhr) und die Reaktion

des Körpers. Zur Körperreaktion gehören vor allem die Blutzuckerwerte kurz vor, während und nach der Sporteinheit. Die Nutzung eines CGM zur Blutzuckerkontrolle ist bei Diabetiker:innen weit verbreitet. Bereits im Jahr 2018 nutzten 75,4% von ihnen dieses Hilfsmittel (vgl. [Wil+20, S. 1084]). Die Anbindung von CGMs an die App zum automatischen Import der Blutzuckerwerte kann demnach für einen Großteil der Betroffenen hilfreich sein. Es ist grundsätzlich sinnvoll, möglichst viele Daten zu einem Eintrag automatisiert zu gewinnen, damit das Erstellen von Einträgen den oder die Benutzer:in wenig Zeit und Aufwand kostet. Ein Weg, dies zu unterstützen, kann ein Schnellverfahren zum Erstellen wiederkehrender Einträge darstellen. Wenn der oder die Sportler:in zum Beispiel zwei Mal in der Woche zu einem festen Termin eine bestimmte Sportart ausführt, kann ihm oder ihr das Anlegen der entsprechenden Einträge durch eine Vorlage, in der Zeitraum, Intensität und Sportart bereits eingetragen sind, erleichtert werden.

Kordonouri [KR19, S. 5] empfiehlt, dass sich eine Diabetes-App mit möglichst vielen Geräten verbinden können sollte. Um zusätzlich zu den vom CGM gemessenen Blutzuckerwerten weitere Daten zu einer Sporteinheit automatisch zu importieren, könnte eine Smart- oder Fitnesswatch mit der App gekoppelt werden.

Persönliche Gespräche mit Diabetikerinnen haben ergeben, dass eine Vergleichsfunktion zum Erkennen von Mustern in Therapiemaßnahmen und ihren Auswirkungen wünschenswert ist. Das Entwickeln entsprechender Algorithmen zum Erkennen von Mustern ist beliebig komplex und Gegenstand laufender Forschung (vgl. [FOB19]). Es kann bei der Entwicklung einer App in einem bestimmten zeitlichen Rahmen daher davon abgesehen werden, solche Algorithmen zu entwickeln und zu implementieren. Jedoch kann die App so gestaltet werden, dass dem oder der Benutzer:in das Erkennen von Mustern erleichtert wird. Sinnvoll erscheint hierzu, Einträge automatisch mit Labeln, die Aussagen über Ereignisse wie beispielsweise eine Hyper- oder Hypoglykämie enthalten, zu versehen. Zusätzlich kann eine Filterfunktion entwickelt werden, die das Filtern nach Labeln, Sportart, Zeitraum und weiteren Parametern ermöglicht. Um für den direkten Vergleich mehrerer Einträge einen Überblick zu schaffen, ist das Darstellen mehrerer Einträge in einer Tabelle denkbar. Nachteilig könnte hier die geringe Größe des Smartphone-Bildschirms sein. Abhilfe kann ein Export der Tabelle als PDF oder CSV-Datei schaffen. Der Export von Einträgen in ein Dateiformat, das von Druckern verarbeitet werden kann, wurde zudem im Gespräch mit einer Diabetikerin gewünscht, da man die Tagebucheinträge so den behandelnden Mediziner:innen vorlegen kann.

2.2.3 Vorhandene Softwarelösungen

Es wurde untersucht, ob es vorhandene Sporttagebuchapps für Diabetiker:innen gibt und ob diese die im vorigen Kapitel genannten Anforderungen erfüllen. Dabei wurden ausschließlich Apps für Android betrachtet, da Android in Europa das dominierende Betriebssystem für Smartphones ist (vgl. [Alv21]). Dazu wurde wie folgt vorgegangen: Es wurden alle Apps in Betracht gezogen, die unter den ersten zehn Ergebnissen von am 10.11.2021 durchgeführten Suchen im *Google Play Store* waren. Die gestellten Suchanfragen waren „diabetes sport“, „diabetes exercise“ und „diabetes physical activity“. Anschließend wurde ermittelt, welche dieser Apps genauer zu untersuchen sind, indem geprüft wurde, wie viele der Anforderungen aus Kapitel 2.2.2 sie annähernd erfüllen. Das Kriterium zur genaueren Betrachtung einer App wurde festgelegt auf die Beantwortung von mindestens vier der folgenden Fragen mit „ja“:

- Ist die App auf Typ-1-Diabetes ausgelegt?
- Können tagebuchähnliche Einträge zu Sporteinheiten erstellt werden, die Information über mindestens die Sportart, Dauer und Intensität enthalten?
- Kann ein CGM von mindestens einem Hersteller mit der App gekoppelt werden?
- Können Daten aus der App als PDF- oder CSV-Datei exportiert werden?
- Kann eine Smartwatch mit der App gekoppelt werden?

In Tabelle 2.1 findet sich die Auswertung der Suchergebnisse. Die einzige App, für die vier der fünf Fragen positiv beantwortet werden konnten, ist die App *Diabetes:M - Management & Blutzucker Tracker App (Diabetes:M)*. Diese App wurde heruntergeladen und installiert, um sie genauer zu betrachten. *Diabetes:M* ist eine Diabetes-Tagebuch-App. Man kann Einträge erstellen, bei denen man Datum, Uhrzeit, Blutzucker, Kohlenhydrate, Insulin und Medikamente angeben kann, sowie unter „Zusätzliches“ Informationen zu Gewicht, Ketonen, Blutdruck und körperlicher Aktivität. Die Informationen über körperliche Aktivität beschränken sich hierbei auf die Sportart, die aus vorgegebenen Sportarten ausgewählt werden kann, einen Kommentar und die Dauer. Es ist möglich, die Einträge zu filtern, jedoch nur danach, ob körperliche Aktivität stattgefunden hat, und nicht nach den Details der körperlichen Aktivität, wie der Sportart oder Dauer. Es wird deutlich, dass die App nicht als Sporttagebuch ausgelegt ist. Die Einträge werden nicht pro Sporteinheit angelegt, sondern ermöglichen lediglich die zusätzliche Anmerkung, dass körperliche Aktivität stattgefunden hat. Somit können nicht alle zu einer Sporteinheit relevanten Informationen gebündelt gespeichert und angezeigt werden. Zudem bietet die Filterfunktion keine Möglichkeiten, um nach Sporteinheiten mit bestimmten Eigenschaften zu suchen. Auf die Aufführung weiterer Eigenschaften, die *Diabetes:M* als Sporttagebuch-App im

Sinne dieser Arbeit ungeeignet machen, wird verzichtet, da die bereits genannten allein schon zu dem Ergebnis führen, dass *Diabetes:M* nicht als Sporttagebuch für Diabetiker:innen geeignet ist. Die Autorin möchte an dieser Stelle betonen, dass der Nutzen und die Qualität der App als solche nicht in Frage gestellt werden, lediglich als Sporttagebuch genutzt, genügt *Diabetes:M* nicht den in dieser Arbeit aufgestellten Kriterien.

Eine weitere zu beschreibende App ist *xDrip+*, eine Open-Source-App für Typ-1-Diabetiker:innen, die von der *Nightscout Foundation* unterstützt wird. Die *Nightscout Foundation* ist eine Organisation zur Förderung der Entwicklung von Open-Source-Software und -Technologie, die Typ-1-Diabetiker:innen hilft (vgl. [Fou]). Die App dient der Erfassung von Glukose- und Insulinwerten durch Kopplung an CGMs und Insulinpumpen. Als Sporttagebuch ist *xDrip+* nicht geeignet, da die App nicht als solche angelegt ist und alleine die zentrale Funktion des Erstellens von Tagebucheinträgen fehlt. Erwähnenswert ist diese App dennoch, weil sie die Kopplung an viele verschiedene CGMs implementiert. Zudem verfügt sie über eine Exportfunktion der Daten in die Cloud-Datenbank *MongoDB Atlas*. Somit kann sie ein Baustein in der Entwicklung einer App, die CGM-Daten importieren soll, sein. Eine konkrete Ausführung dieser Überlegung erfolgt in Kapitel 3.1.2.

Abschließend lässt sich feststellen, dass es diverse Apps für Diabetiker:innen gibt, davon jedoch keine als Sporttagebuch geeignet ist. Die Konzeption und Implementierung einer Tagebuchapp für Sportler:innen mit Diabetes kann demnach eine Bereicherung des bestehenden Softwareangebots sein.

2 Grundlagen

Typ-1	= Auslegung auf Typ-1-Diabetes
Info	= Informationen über Sportart, Dauer und Intensität einer Einheit
CGM	= Kopplung mindestens eines CGM möglich
PDF	= Export von Daten als PDF- oder CSV-Datei
Watch	= Kopplung einer Smartwatch möglich

Name der App	veröffentlicht von	Typ-1	Info	CGM	PDF	Watch
Diabetes Plus	SquareMed Software GmbH	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein
Diabetes Home Exercise	Dr. Zio - Female Fitness	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Diabetes-Rezepte	Fitness Circle	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
mySugr - Diabetes-Tagebuch	mySugr GmbH	Ja	Nein	Ja	Ja	Nein
Diabetes Tagebuch	mEL Studio	Ja	Nein	Nein	Ja	Nein
Diabetes:M - Management & Blutzucker Tracker App	Sirma Medical Systems	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja
Diabetes: Blutzucker-Tagebuch	Leap Fitness Group	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein
CONTOUR DIABETES app (US)	Ascensia Diabetes Care	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein
Diabetiker Diät Rezepte: Kontrolle Zuckerkrankheit	Edutainment Ventures- Making Games People Play	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
FreeStyle LibreLink - US	Abbott Diabetes Care Inc.	Ja	Nein	Ja	Nein	Nein
Diabets Yoga Exercise Therapy - Low Sugar Diet	Dr. Zio - Yoga Teacher	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Diabetes Fitness	Ankit Chauhan	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Klinio: Diabetic Diet Log - Diabetes Meal Planner	Diabetes Solutions	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Freedom from Diabetes	Dr. Pramod Tripathi	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Diabetes72	Diabetes Clinic	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
BeatO SMART Diabetes Management	BeatO	Ja	Nein	Nein	Nein	Ja
Diabetes Diet	Gato Apps	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Glooko - Ihre Diabetesdaten	Glooko	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja
Google Fit: Aktivitätstracker	Google LLC	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja
Fitness for Diabetics: Blood sugar and workout log	Ubiquilogic	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein
Samsung Health	Samsung Electronics Co., Ltd.	Nein	Ja	Nein	Nein	Ja

Tabelle 2.1: Ergebnisse der Suchanfragen auf Anforderungen geprüft

3 Konzeption der App

Zur Konzeption einer Software gehören eine Anforderungsanalyse und ein darauf aufbauender Entwurf. Beides wurde im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt und wird im Folgenden beschrieben.

3.1 Anforderungsanalyse

Im Folgenden werden die in Kapitel 2.2.2 beschriebenen Anforderungen genau spezifiziert, sodass diese als Pflichtenheft zur Entwicklung einer Tagebuchapp dienen können. Einige der nicht-funktionalen Anforderungen richten sich nach den Vorgaben der Betreuerin dieser Arbeit und ergeben sich durch die am Lehrstuhl vorhandenen Hardware-Ressourcen.

3.1.1 Funktionale Anforderungen

In diesem Kapitel werden die funktionalen Anforderungen zunächst gesammelt und anschließend detailliert beschrieben. Die funktionalen Anforderungen umfassen:

- Tagebucheinträge zu Sporteinheiten
- Vorlagen für Einträge zur schnelleren Eingabe von sich wiederholenden Sporteinheiten
- Filterfunktion
- Vergleichsfunktion mit Gegenüberstellung mehrerer Einträge
- Export von Einträgen in ein für Menschen lesbares Dateiformat
- Import der Blutzuckermesswerte eines CGM
- Import sportbezogener Daten von einer Smartwatch
- Automatische Verknüpfung importierter Daten mit den zugehörigen Einträgen

Tagebucheinträge zu Sporteinheiten

Benutzer:innen sollen Einträge erstellen, anschauen und bearbeiten können. Dabei müssen sie das Datum und die Start- und Enduhrzeit der Sporteinheit angeben. Es soll außerdem möglich sein, optionale Angaben zu der Sportart, dem erlebten Anstrengungsgrad, der Einnahme von Medikamenten und dem Zeitpunkt im weiblichen Zyklus zu machen und einen Freitext-Kommentar zu schreiben. Einige Angaben sollen durch das Wählen von Kategorien erfolgen, wobei aus den vorgegebenen Werten je Kategorie nur ein Wert gewählt werden darf. Die Kategorien und die daraus wählbaren Werte sind in Tabelle 3.1 abgebildet. Es sollen Angaben zur Aufnahme von Kohlenhydrateinheiten (KE) gemacht

Kategorie	Werte
Art der körperlichen Aktivität	aerob/gemischt/anaerob
Anzahl an der Sporteinheit Beteiligter	allein/zu zweit/in der Gruppe
Ort	draußen/drinnen
Jahreszeit	Frühling/Sommer/Herbst/Winter
Kontext	Wettkampf/Training/Freizeit

Tabelle 3.1: Kategorien und ihre möglichen Werte

werden können. Diese Angaben sollen den Zeitpunkt, den Grund, die Menge und die Art (schnelle/langsame Kohlenhydrate) der KE beinhalten. Ebenso sollen Informationen zu Insulineinheiten (IE) und zur Änderung der basalen Insulinzufuhr angegeben werden können.

Schließt der oder die Benutzer:in das Erstellen eines Eintrags ab, sollen alle händisch getätigten Eingaben gespeichert werden. Zudem sollen von anderen Quellen (CGM, Smartwatch) importierte Daten, die in einen Zeitraum von drei Stunden vor bis 12 Stunden nach der Sporteinheit fallen, mit dem Eintrag verknüpft werden. Anhand dieser und der von dem oder der Benutzer:in eingegebenen Daten sollen dem Eintrag außerdem automatisch Tags zugeordnet werden. Die Tags sollen heißen:

- Hypoglykämie vor/während/nach körperlicher Aktivität
- Hyperglykämie vor/während/nach körperlicher Aktivität
- Stopp basaler Insulinzufuhr
- Änderung basaler Insulinzufuhr

Die Einträge sollen in einer Ansicht gelistet sein, und bei Auswahl eines Eintrags soll zu einer anderen Ansicht, die alle Informationen zu diesem Eintrag enthält, gewechselt werden. Aus dieser Ansicht heraus soll der Eintrag bearbeitet werden können. Zudem soll es möglich sein, Einträge zu löschen.

Vorlagen zu Einträgen

Es soll möglich sein, Vorlagen für Einträge zu erstellen. Eine Vorlage bedeutet, dass bestimmte Felder beim Anlegen eines Eintrags schon ausgefüllt sind. Beim Anlegen eines Eintrags soll der oder die Benutzer:in gefragt werden, ob eine Vorlage gewählt werden soll. Wird dieser Dialog mit „ja“ bestätigt, sollen alle zur Verfügung stehenden Vorlagen zur Auswahl aufgelistet werden. Damit eine solche Auflistung möglich ist, soll beim Erstellen einer Vorlage eine Bezeichnung (z. B. „Fußball Dienstag“) hinterlegt werden, die dann in der Liste angezeigt wird.

Filterfunktion

Um ähnliche Einträge zum Vergleichen oder einen bestimmten Eintrag zu finden, soll die App die Möglichkeit bieten, die Einträge zu filtern. Es sollen beliebig viele Filter gleichzeitig gesetzt werden können. Es soll Filter geben, bei denen ein zulässiger Wert oder Wertebereich gesetzt wird (Wertebereichfilter), und einen Filter für Tags, bei dem die Auswahl eines Tags bedeutet, dass nur Einträge, auf die dieser Tag zutrifft, angezeigt werden. Folgende Wertebereichfilter soll es geben:

- Zeitraum (Datum)
- Sportart
- Kategorie (siehe 3.1)
- Abstand zur letzten Mahlzeit
- erlebter Grad der Anstrengung
- Dauer der Sporteinheit
- Einnahme weiterer Medikamente
- Zeitpunkt im weiblichen Zyklus

Vergleichsfunktion

Der oder die Benutzer:in soll mehrere Einträge zur Gegenüberstellung auswählen können, um diese miteinander zu vergleichen. Grafisch soll dies mit einer Tabelle umgesetzt werden. Da die geringe Größe eines Smartphone-Displays, wie in Kapitel 2.2.2 erwähnt, die Darstellung einer Tabelle erschwert, soll die Tabelle in ein geeignetes Dateiformat exportiert werden, sodass diese an einem Computer mit Desktop geöffnet und betrachtet werden kann.

Export von Einträgen

Neben dem Export von Vergleichstabellen sollen Einträge separat mit allen vorliegenden Daten in ein geeignetes Dateiformat exportiert werden können. Die Eignung des Dateifor-

mats ist festgelegt durch die Lesbarkeit für Menschen und die Kompatibilität mit Computeranwendungen. Zwei Dateiformate, die diese Kriterien erfüllen, sind das „Portable Document Format“ (PDF) und das Format „Comma Separated Values“ (CSV).

Import der Blutzuckermesswerte eines CGM

Die von einem CGM gemessenen Blutzuckerwerte sollen für den Zeitraum um eine Sporteinheit automatisch importiert werden. Ohne Zutun von dem oder der Benutzer:in sollen die Werte mit dem entsprechenden Eintrag verknüpft werden. In der Detailansicht eines Eintrags sollen die Blutzuckerwerte mit einem Graphen visualisiert werden. Zudem soll geprüft werden, ob sich die Werte im Normalbereich befinden oder eine Hyper- oder Hypoglykämie vorliegt, und der Eintrag mit entsprechenden Tags versehen werden.

Import sportbezogener Daten von einer Smartwatch

Der oder die Benutzer:in soll eine Smartwatch mit der App koppeln können. Die von der Smartwatch erhobenen Daten sollen importiert und mit dem entsprechenden Eintrag verknüpft werden. Ob die Daten während der körperlichen Aktivität von der App aufgezeichnet bzw. für etwaige, später erstellte Einträge gebuffert oder aber im Nachhinein importiert werden, hängt von der Programmierschnittstelle (API) der Smartwatch ab. Importiert werden sollen alle medizinischen, sportbezogenen Daten, wie bspw. Herzfrequenz und Sauerstoffsättigung.

Automatische Verknüpfung importierter Daten mit den zugehörigen Einträgen

Die automatische Verknüpfung importierter Daten mit den entsprechenden Einträgen wurde in den vorhergehenden Abschnitten bereits erwähnt. Welcher bzw. ob ein Eintrag den importierten Daten entspricht, ergibt sich aus dem Zeitraum, in dem die körperliche Aktivität stattgefunden hat. Die Daten zu Blutzucker, Insulin und KE gehören zu einem Eintrag, wenn sie in einen Zeitraum von drei Stunden vor bis 12 Stunden nach der Sporteinheit fallen. Die Daten der Smartwatch gehören von fünf Minuten vor bis fünf Minuten nach dem Sport zu einem Eintrag. Die zu einem Eintrag gehörenden Daten sollen nach dem Import aus der Fremdquelle mit dem Eintrag persistiert werden.

3.1.2 Nicht-funktionale Anforderungen

Es folgt eine Zusammenfassung der nicht-funktionalen Anforderungen. Gegliedert sind diese in zwei Unterkapitel. Das Erste dient der Spezifikation der zu verwendenden Hard- und Software. Im zweiten Kapitel wird dargelegt, an welchen Stellen und weshalb besonderer Wert auf die Erweiterbarkeit der App zu legen ist.

Technischer Kontext

Zielsystem der App ist ein Smartphone mit Android Version 8.0 oder höher, welches über Bluetooth und WLAN verfügt. Die Smartwatch, von der die App Daten erhalten soll, ist die *Garmin vívoactive 4S*. Für das Beziehen von CGM-Daten soll folgendes System genutzt werden: Die in Abschnitt 2.2.3 beschriebene App *xDrip+* ist an den CGM gekoppelt. Mit der von *xDrip+* zur Verfügung gestellten Funktion „MongoDB“ werden die Daten in *MongoDB Atlas* gespeichert und sind somit online verfügbar. In Abbildung 3.1 ist das Zusammenspiel der verschiedenen Komponenten vereinfacht dargestellt.

Das Nutzen von *xDrip+* zur CGM-Datenerhebung ist aus zwei Gründen vorteilhaft gegenüber der Implementierung einer direkten Schnittstelle zu einem bestimmten CGM: Zum einen sehen die Hersteller von CGM-Systemen meist keine Kopplung, außer der mit ihren eigenen App, vor und es liegt öffentlich keine API dazu vor. Das Entwickeln einer Schnittstelle kann also schwierig und zeitaufwändig sein, durch die Nutzung von *xDrip+* jedoch umgangen werden. Zum anderen ist *xDrip+* mit vielen verschiedenen CGMs kompatibel und bietet somit eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass der CGM eines oder einer bestimmten Nutzer:in mit der App kompatibel ist.

Erweiterbarkeit

Beim Entwurf der Softwarearchitektur ist insbesondere auf die Erweiterbarkeit zu achten. Dies ist zum einen darin begründet, dass die Anforderungen zunächst die Anbindung einer spezifischen Smartwatch enthalten, die App durch Unterstützung mehrerer, verschiedener Smartwatches jedoch für ein breiteres Publikum interessant würde. Zum anderen ist die Methode, mit der die App die CGM-Daten bezieht, abhängig von einer anderen Software und kann sich somit zukünftig verändern. Damit in diesem Fall eine Anpassung der App möglich ist, sollte die Softwarearchitektur modular gestaltet sein. Dies ermöglicht das Ändern der CGM-Datenschnittstelle ohne Veränderung der anderen Komponenten.

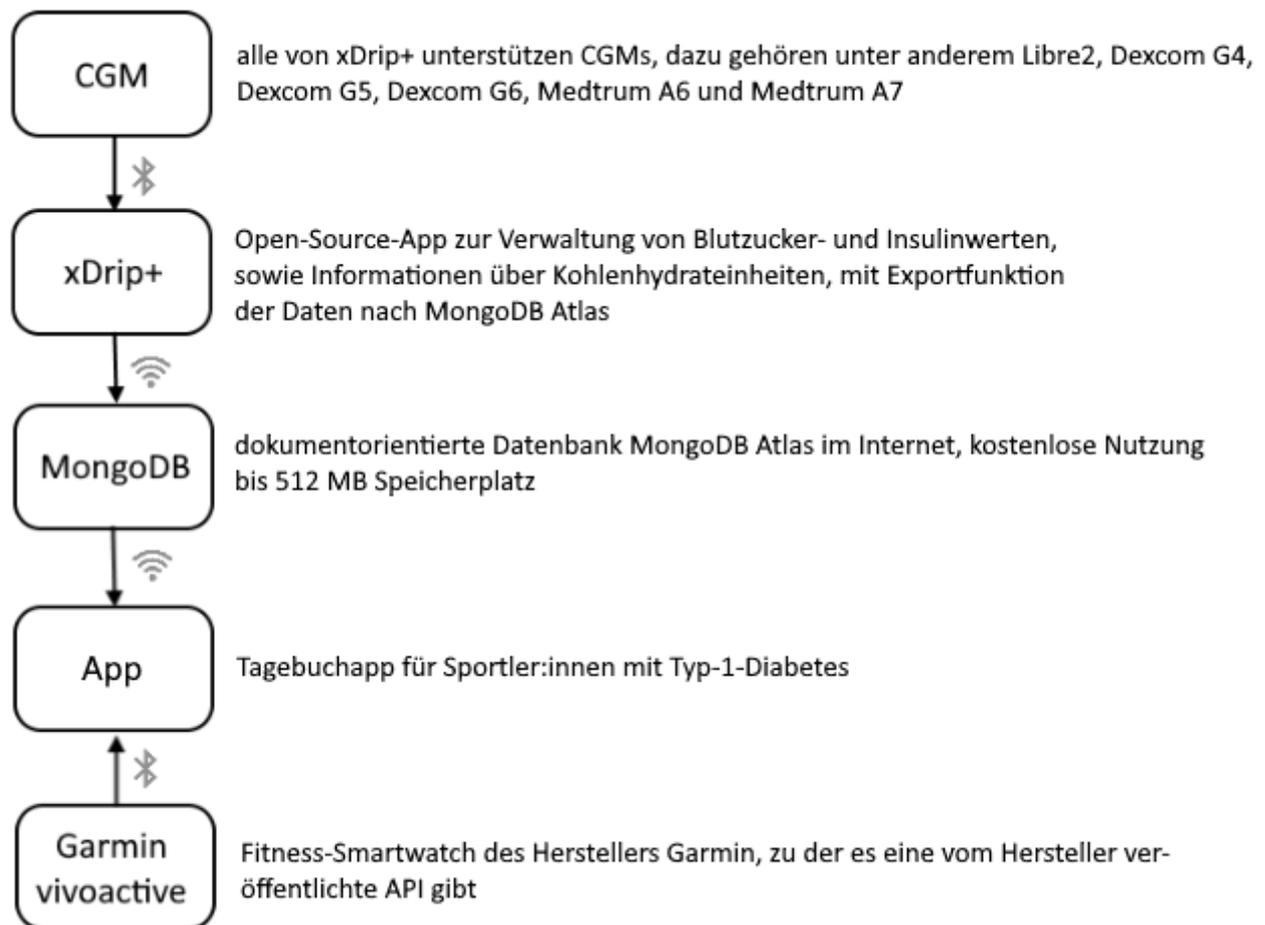


Abbildung 3.1: Übersicht beteiligter Komponenten

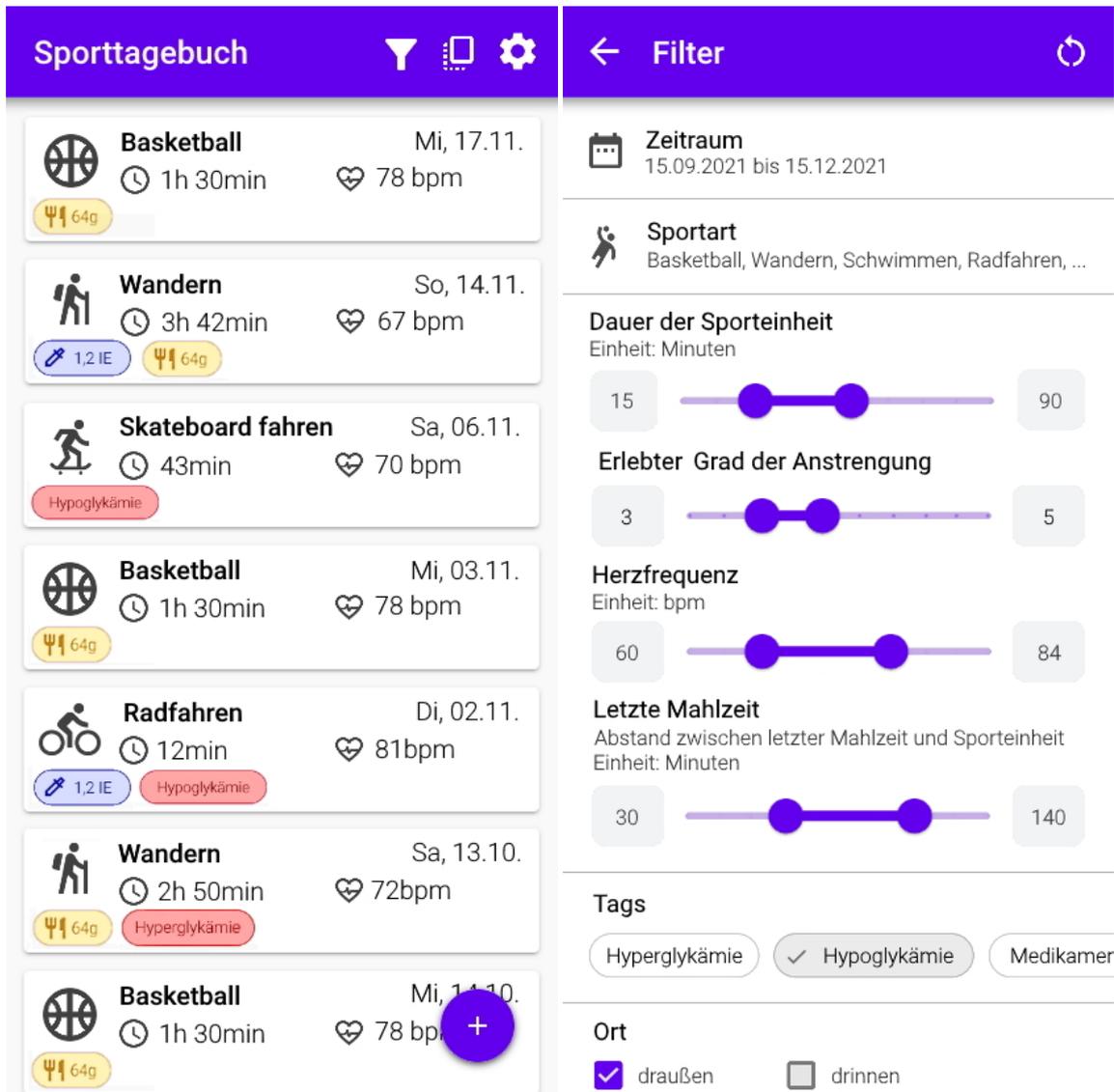
3.2 Entwurf

In diesem Kapitel wird ein erster Entwurf einer Tagebuchapp entwickelt. Dieser ist in drei Kapitel zu den Themen Benutzeroberfläche, Softwarekomponenten und -schnittstellen und Architektur gegliedert.

3.2.1 Benutzeroberfläche

Dieses Kapitel enthält einen Entwurf der Benutzeroberfläche, welcher sich aus der Gestaltung der Ansichten und einem Konzept zur Navigation zwischen den Ansichten zusammensetzt. Die Benutzeroberfläche sollte ansprechend und übersichtlich gestaltet und intuitiv bedienbar sein. Daher sollte eine Ansicht immer genau einen Zweck erfüllen. Daraus ergibt sich die Aufteilung der Benutzeroberfläche in folgende Ansichten:

- Startansicht mit einer Liste der Einträge (1)



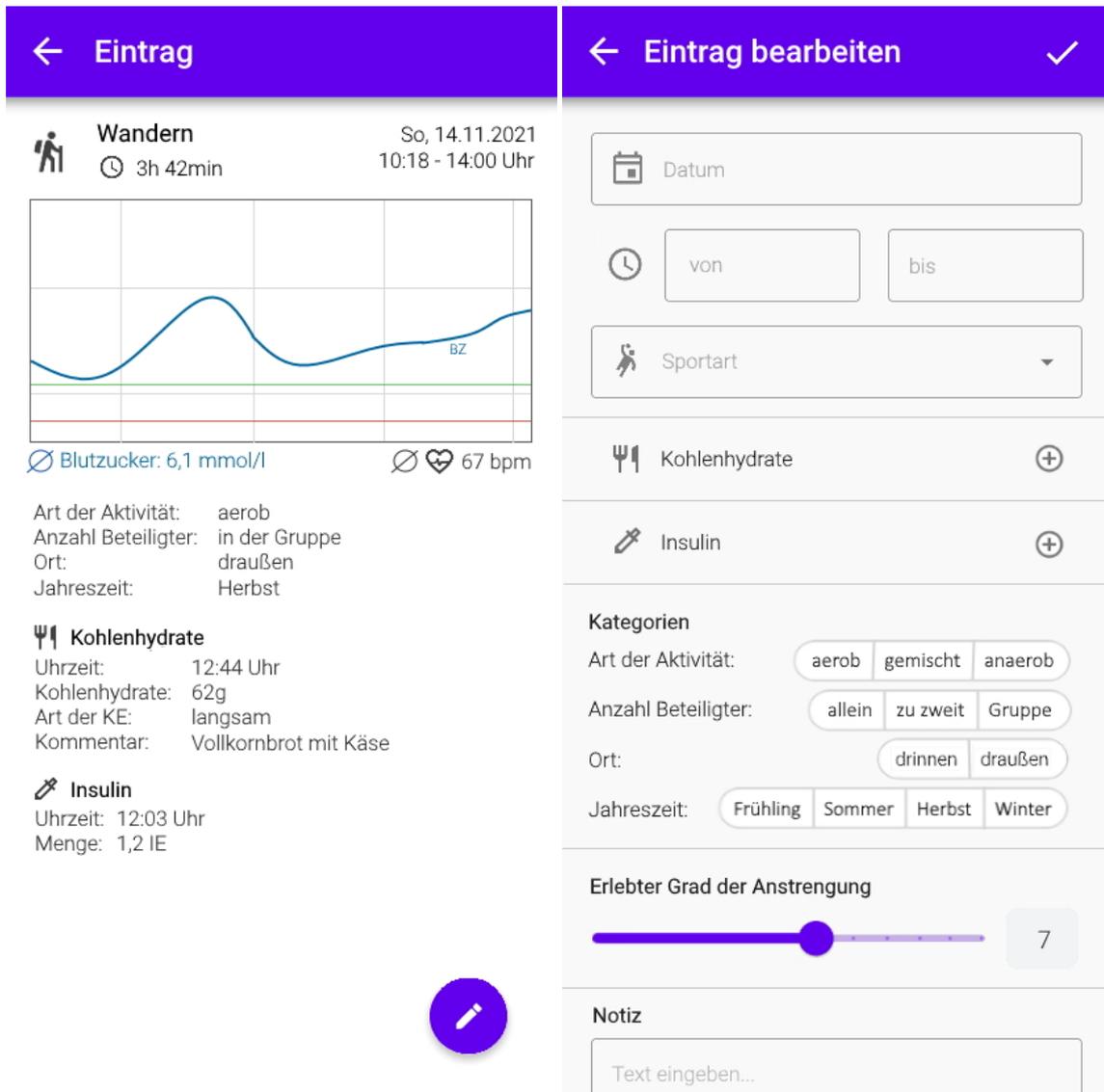
(a) Ansicht 1: Startansicht

(b) Ansicht 2: Filter

Abbildung 3.2: UI Mockups (1)

- Ansicht zum Setzen von Filtern (2)
- App-Einstellungen (3)
- Ansicht eines Eintrags (4)
- Ansicht zum Bearbeiten oder Erstellen eines Eintrags (5)
- Liste der Vorlagen für Einträge (6)
- Ansicht zum Erstellen und Bearbeiten einer Vorlage (7)

Ansicht 7 sollte Ansicht 5 optisch gleichen, da bei einer Vorlage die gleichen Werte wie bei einem Eintrag gesetzt werden können. Eine von 7 separate Ansicht zum Betrachten



(a) Ansicht 4: Eintrag

(b) Ansicht 5: Bearbeitung Eintrag

Abbildung 3.3: UI Mockups (2)

einer Vorlage kann ausgelassen werden, da alle Daten der Vorlage auch in Ansicht 7 eingesehen werden können. Bei Einträgen hingegen ist dies nicht möglich, da diese Daten enthalten können, die nicht von Benutzer:innen editierbar sind (z.B. CGM-Messwerte) und somit in Ansicht 5 nicht angezeigt werden sollten. Es bedarf daher einer eigenen Ansicht zum Betrachten eines Eintrags (4). Um die Ansichten 2 und 3 übersichtlich zu halten, können mehrere Elemente (z.B. Start- und Enddatum zu „Zeitraum“) zusammengefasst und durch Antippen in einer eigenen Ansicht oder einem Popup-Dialog angezeigt werden. Die Navigation zwischen den Ansichten ist in Abbildung 3.4 dargestellt. Ein Pfeil von einer Ansicht zu einer anderen bedeutet, dass über einen Navigationsbutton in diese Richtung zwischen den Ansichten navigiert werden kann.

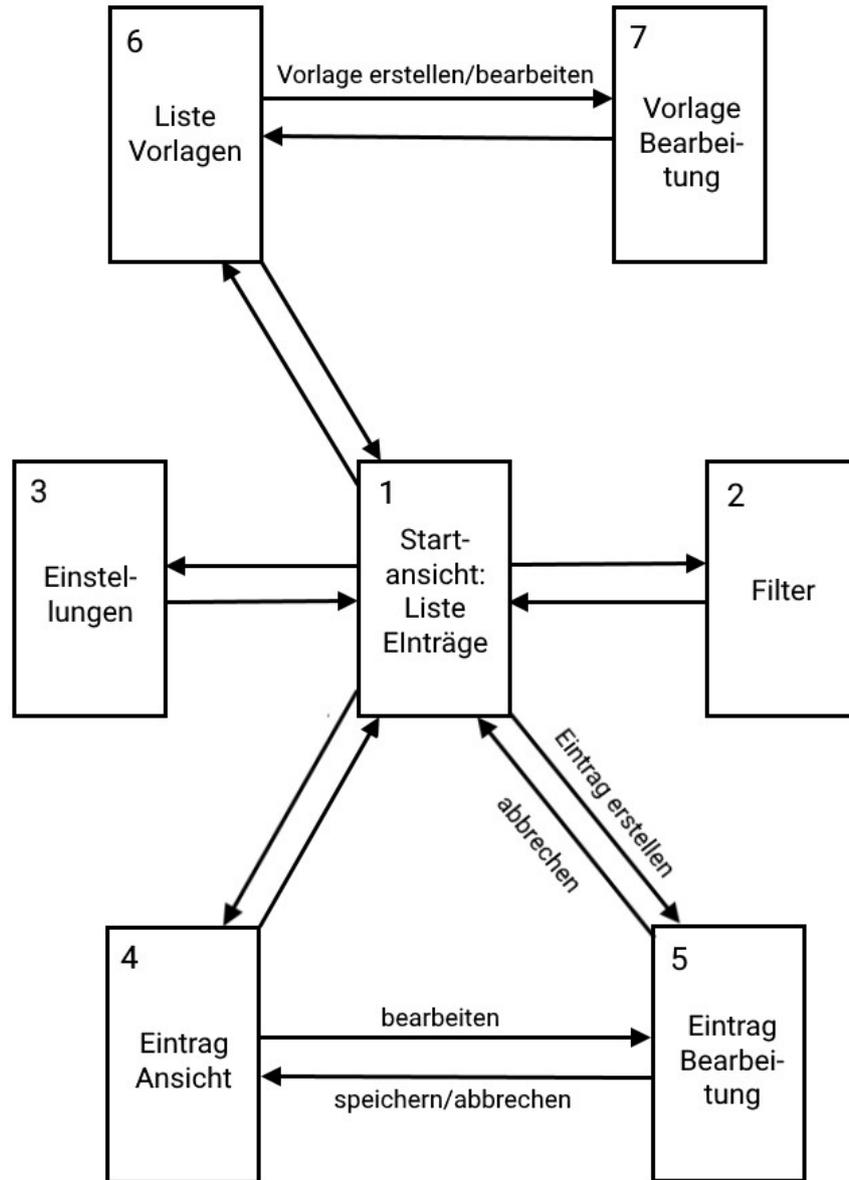


Abbildung 3.4: Übersicht der Navigation durch die App

Besondere Erwähnung verdient hierbei die Navigation zwischen den Ansichten 1, 4 und 5: Wurde Ansicht 5 von Ansicht 1 aus geöffnet und der Abbruch-Button wird angetippt, gelangt man wieder zu Ansicht 1. War die vorhergehende Ansicht jedoch Ansicht 4, führt ein Abbruch von Ansicht 5 zurück zu Ansicht 4. Wird in Ansicht 5 der Speichern-Button angetippt, gelangt man hingegen unabhängig der vorhergehenden Ansicht immer zu Ansicht 4, in der der gerade erstelle oder bearbeitete Eintrag angezeigt wird. Diese Navigation ist darin begründet, dass die Funktionen einen Eintrag zu erstellen und einen bestehenden Eintrag zu bearbeiten in einer Ansicht zusammengefasst werden.

3.2.2 Komponenten und Schnittstellen

Im Folgenden wird auf die Schnittstellen zu *MongoDB Atlas* und der Smartwatch *Garmin vívoactive 4S* sowie auf die Wahl der lokalen Datenbank eingegangen. Die Wahl des Dateiformats für den Export von Einträgen, sowie einer ggf. dafür benötigten Software-Bibliothek wird im Entwurf offen gelassen und kann in einer weiterführenden Arbeit erfolgen.

Um die Blutzuckermesswerte des CGM zu erhalten, kann, wie in Kapitel 3.1.2 erläutert, *MongoDB Atlas (Atlas)* genutzt werden. *Atlas* ist eine Cloud-Datenbank des Unternehmens *MongoDB Inc* (vgl. [Inc21a]). Es handelt sich um eine dokumentorientierte NoSQL-Datenbank. *Atlas* kann bis zu einer Speichergröße von 512 MB kostenlos genutzt werden (vgl. [Neu17]). *MongoDB* stellt der Öffentlichkeit diverse Bibliotheken zur Anbindung von Software an *Atlas* zur Verfügung. Darunter befindet sich eine Bibliothek für Java, auch *Java Driver* genannt (vgl. [Inc21b]). Der *Java Driver* kann mit Gradle eingebunden werden und bereits wenige Zeilen Programmcode reichen aus, um eine Verbindung zu *Atlas* herzustellen und Daten aus der Datenbank abzufragen.

Die Einträge und Vorlagen sollen in einer Datenbank gespeichert werden. Eine lokale Datenbank ist einer Cloud-Datenbank vorzuziehen, damit die App auch ohne Internetverbindung genutzt werden kann. Als lokale Datenbank bietet es sich an, *MongoDB Realm (Realm)* zu nutzen. *Realm* ist eine Datenbank für mobile Endgeräte und unter anderem für Java und Kotlin verfügbar, somit also für die Entwicklung einer Android-App geeignet. Die Datenbank ist, wie *Atlas*, dokumentorientiert. Dies ist vorteilhaft, weil das Nutzen gleicher Datenbankarten innerhalb eines Softwareprojekts die Entwicklung vereinfacht und die Codebasis für Entwickler:innen übersichtlicher macht. *Atlas* wird also ausschließlich zum Import der CGM-Daten verwendet. Die mit einem Eintrag verknüpften CGM-Daten werden dann zusammen mit dem Eintrag in der lokalen *Realm*-Datenbank gespeichert, damit sie offline verfügbar sind.

Das Unternehmen *Garmin* stellt mehrere Schnittstellen und Bibliotheken zur Einbindung seiner Produkte zur Verfügung, einige APIs jedoch nur für Unternehmen. Die für die Tagebuchapp geeignete API ist die *Health API* aus dem *Garmin Connect Developer Program*, denn diese bietet Zugriff auf Daten wie Herzfrequenz und Sauerstoffsättigung (vgl. [LTD21b]). Da die *Health API* nur genehmigten Unternehmen zur Verfügung gestellt wird, muss vor Beginn der Implementierung der Tagebuchapp geklärt werden, ob eine solche Genehmigung für die Entwicklung einer App zu Forschungszwecken gewonnen werden kann. Sollte dies nicht möglich sein, ist ein Workaround zu programmieren, um ohne die *Health API* an die Daten der Smartwatch zu gelangen: Das Software-Development-Kit *Connect IQ* von *Garmin* ist ohne individuelle Genehmigung von jedem nutzbar. Mit

Connect IQ können Anwendungen für *Garmin*-Smartwatches programmiert werden (vgl. [LTD21a]). Es könnte eine von der Tagebuchapp separate App für die Smartwatch implementiert werden, welche sportbezogene Daten erhebt und diese per Bluetooth an die Tagebuchapp sendet. Es ist jedoch nicht sicher, ob dieser Workaround funktioniert. Zudem wäre er in der Implementierung sehr zeitaufwändig, da statt einer, zwei Anwendungen programmiert werden müssten.

3.2.3 Architektur

In Android können Apps an beliebigen Einstiegspunkten gestartet und Programmteile durch das Betriebssystem oder den oder die Benutzer:in zu nicht vorhersehbaren Zeitpunkten terminiert werden. Deshalb sollte die App so aufgebaut sein, dass eine unvorhergesehene Terminierung eines oder mehrerer Programmteile nicht zu einem Datenverlust führt.

Auf der Website *Android Developers* von *Google* wird eine Softwarearchitektur für Android-Apps empfohlen, die nach dem Entwurfsmuster Model-View-ViewModel (MVVM) aufgebaut ist. Diese Architektur sieht die Aufteilung der Klassen in die Schichten View, ViewModel, Repository und Model vor (vgl. [Goo21]).

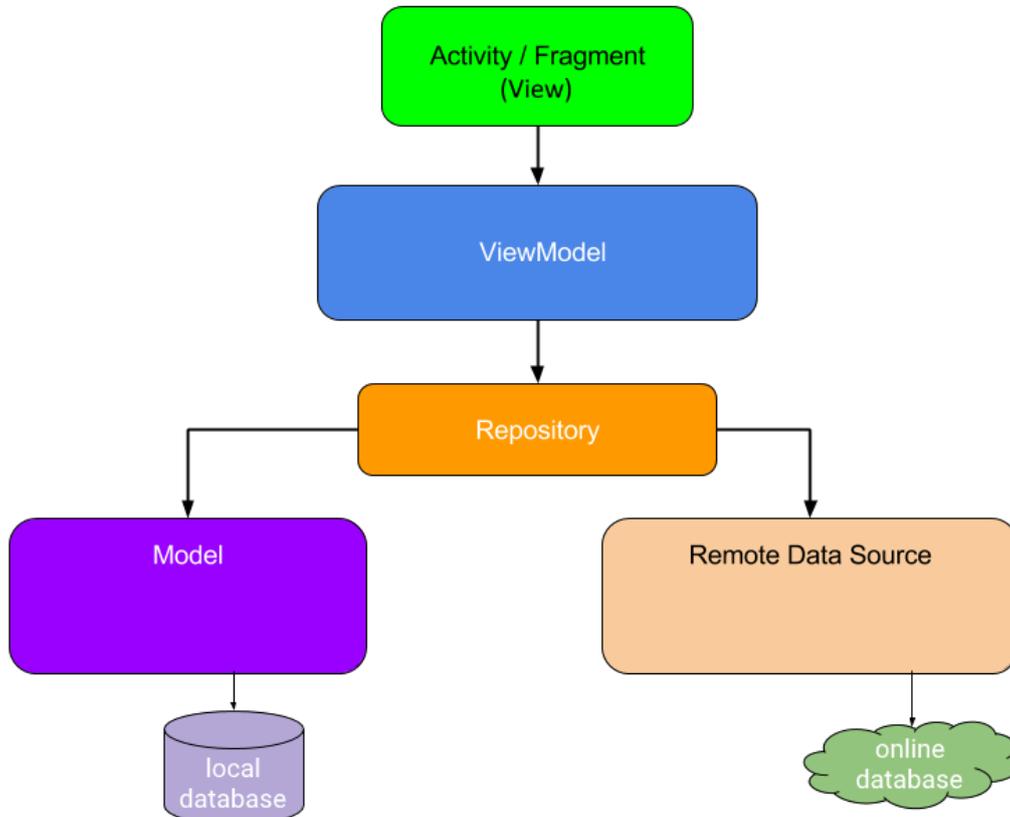


Abbildung 3.5: MVVM-Architektur (frei nach [Goo21])

Die View-Schicht enthält die Klassen der Benutzeroberfläche, die sogenannten Activities und Fragments. In diesen Klassen werden GUI-Elemente definiert und Layoutdateien geladen. Dabei sieht das MVVM-Entwurfsmuster vor, dass die Klassen keine Daten oder Programmlogik enthalten. Dazu sind die Activity- und Fragment-Klassen mit Klassen aus der ViewModel-Schicht verknüpft. Die Klassen der ViewModel-Schicht enthalten die Daten, die in der View-Schicht angezeigt werden. Außerdem stellen sie der View-Schicht Methoden zur Benutzereingabe zur Verfügung. Um Daten zu speichern und zu laden, benutzen die ViewModel-Klassen die Klassen der Repository-Schicht. In der Repository-Schicht werden die Daten der App verwaltet. Welche Daten von wo geladen, gecached oder wohin gespeichert werden, wird hier gesteuert. Um Daten abzurufen und zu persistieren, nutzen die Repository-Klassen die Klassen der Model-Schicht. In der Model-Schicht befinden sich die Klassen, die die Schnittstellen zu Datenquellen implementieren. Beispiele für Datenquellen sind eine lokale Datenbank oder eine REST-API, die eine Internetverbindung benötigt.

Da, mit Ausnahme der Repository-Klassen, eine Klasse einer Schicht immer nur von einer Klasse einer Schicht darunter abhängig ist, weist diese App-Architektur eine relativ lose Kopplung auf. Dies hat zwei positive Eigenschaften zur Folge: Zum einen ist die App dadurch offen für Erweiterungen. Soll bspw. eine neue Datenquelle hinzugefügt werden, muss lediglich eine Klasse für die Schnittstelle in der Model-Schicht implementiert und das Repository angepasst werden. Zum anderen kann man die App gut testen. Um die View- und ViewModel-Schicht zu testen, kann man ein simples Repository schreiben, das Dummy-Daten bereitstellt. Die Repository- und Model-Schichten können mit automatisierten Unit-Tests getestet werden.

Da die Tagebuchapp diverse Datenquellen verwendet, die sich zudem zukünftig verändern oder zu denen weitere Datenquellen hinzukommen können (siehe Kapitel 3.1.2), ist die beschriebene Architektur für die Tagebuchapp gut geeignet. Daher wurde für die App eine entsprechende Architektur entworfen, die in dem Klassendiagramm 3.6 abgebildet ist. Hier werden die Ansichten in Fragments dargestellt. Das Fragment `BlueprintFrag` entspricht der Liste der Vorlagen (Ansicht 6). Das Fragment `HomeFrag` entspricht Ansicht 1, der Startansicht. Für Ansicht 7 gibt es kein eigenes Fragment, da bei einer Vorlage die gleichen Werte wie bei einem Eintrag editiert werden können und daher das `EditEntryFrag` genutzt werden kann. Die selbe Situation liegt bei den Datenobjekten vor: Es gibt eine Klasse `Entry`, die alle Daten eines Eintrags enthält. Für Vorlagen gibt es keine eigene Klasse, da eine Vorlage die selben Datenfelder wie ein Eintrag besitzt. Es kann für Vorlagen also auch die Klasse `Entry` genutzt werden. Unterschieden wird zwischen Einträgen und Vorlagen, indem sie in der Datenbank in verschiedenen Sammlungen gespeichert werden.

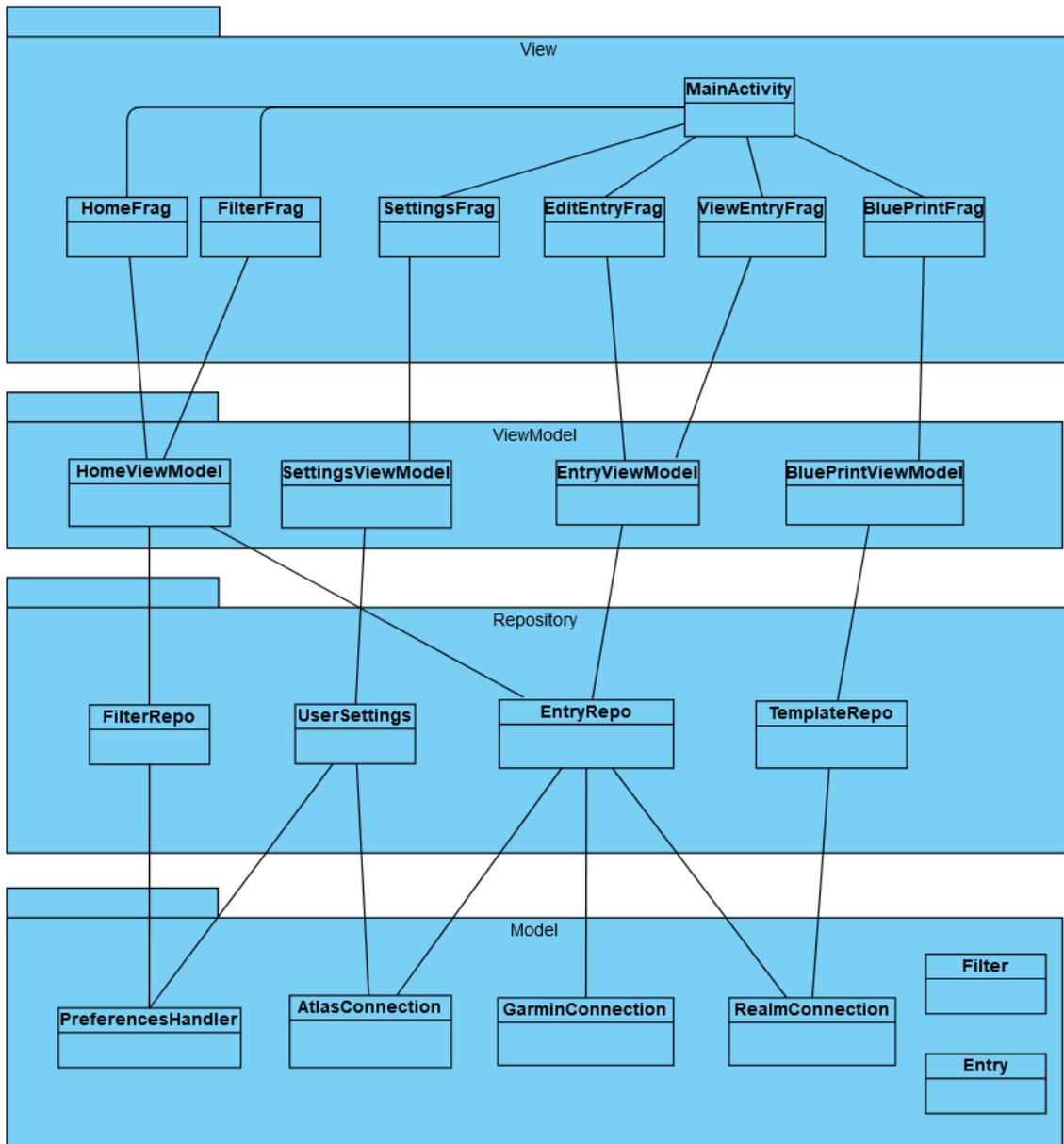


Abbildung 3.6: Klassendiagramm Architektur Tagebuchapp

Folgendes Beispiel soll das Zusammenspiel der Schichten verdeutlichen: Der oder die Benutzer:in erstellt über das `EditEntryFrag` (View-Schicht) einen neuen Eintrag. Die Benutzereingaben werden im `EntryViewModel` gespeichert. Schließt der oder die Benutzer:in die Eingabe ab, wird eine Methode im `EntryViewModel` ausgeführt, die dem `EntryRepo` den neuen Eintrag zum Speichern übergibt. Das `EntryRepo` kann jetzt überprüfen, ob gerade eine Internetverbindung und somit eine Verbindung zu *Atlas* besteht. Ist dies der Fall, nutzt das `EntryRepo` die Klasse `AtlasConnection`, um die CGM-Daten aus dem den Eintrag betreffenden Zeitraum zu importieren. Die CGM-Daten werden dann im `Entry`-Objekt gespeichert. Abschließend kann das `EntryRepo` das `Entry`-Objekt mittels der Klasse `RealmConnection` in der lokalen *Realm*-Datenbank persistieren.

4 Zusammenfassung und Ausblick

In dieser Arbeit wurde die Relevanz einer Tagebuchapp für Sportler:innen mit Typ-1-Diabetes gezeigt, die Anforderungen an eine solche App analysiert und ein erster Entwurf der App entwickelt.

Die zentralen Anforderungen an eine solche App bilden die Funktionen, Tagebucheinträge zu Einheiten körperlicher Aktivität zu erstellen, zugehörige Daten wie Blutzuckermesswerte automatisch zu importieren und mit den Einträgen zu verknüpfen und nach Einträgen mit bestimmten Eigenschaften zu filtern, um diese zu vergleichen. Es wurde geprüft, ob es vorhandene Apps gibt, die diese Anforderungen erfüllen, und festgestellt, dass dies nicht der Fall ist. Anschließend wurde eine entsprechende Sporttagebuch-App entworfen. Dieser Entwurf beinhaltet UI-Mockups, sowie einen Navigationsgraphen der Benutzeroberfläche. Zudem wurden Wege aufgezeigt, wie Daten von CGMs und einer Smartwatch mit der App verknüpft werden können. Für die CGM-Daten kann die Exportfunktion der App *xDrip+* in Kombination mit der Cloud-Datenbank *MongoDB Atlas* genutzt werden. Um an die Messdaten der Smartwatch zu gelangen, kann die API des Herstellerunternehmens genutzt werden, wenn eine Genehmigung für diese erwirkt wird. Es wurde die von *Android Developers* empfohlene MVVM-Architektur für die App als passend befunden und in einem ersten Klassendiagramm auf den Appentwurf angewendet.

Das erarbeitete Konzept bildet eine Grundlage für die Entwicklung einer Tagebuchapp für Sportler:innen mit Typ-1-Diabetes. In einer weiterführenden Arbeit könnte die entworfene App implementiert werden. Dabei können die Anforderungsanalyse und die UI-Mockups aus dieser Arbeit als Pflichtenheft dienen und die Apparchitektur als Basis für den Aufbau der Klassenhierarchie genutzt werden. Bei Implementation der App würde eine genauere Auseinandersetzung mit den Schnittstellen der Datenbanken *Atlas* und *Realm*, sowie mit der *Health API* von *Garmin* notwendig werden. Für Letztere sollte vor Projektbeginn sichergestellt werden, dass eine Lizenz zur Verfügung steht. Bei Umsetzung der Exportfunktion von Einträgen muss außerdem ein Dateiformat gewählt und ggf. eine Software-Bibliothek gefunden werden. Zudem sollte sich mit Klassen und Konzepten, die Android für die Umsetzung der MVVM-Architektur bereit stellt, genauer auseinander gesetzt werden.

Literatur

- [Alv21] Alvin. *Android vs iOS Market Share 2020: Stats and Facts*. MobileApps.com. 16. Feb. 2021. URL: <https://www.mobileapps.com/blog/android-vs-ios-market-share> (besucht am 01. 12. 2021).
- [Col+15] Sheri R Colberg et al. „Physical Activity and Type 1 Diabetes“. In: *Journal of Diabetes Science and Technology* (2015), S. 609–618.
- [FOB19] Chiara Fabris, Basak Ozaslan und Marc D. Breton. „Continuous Glucose Monitors and Activity Trackers to Inform Insulin Dosing in Type 1 Diabetes: The University of Virginia Contribution“. In: *Sensors* 19.24 (6. Dez. 2019). URL: <https://www.mdpi.com/1424-8220/19/24/5386> (besucht am 01. 12. 2021).
- [Fou] Nightscout Foundation. *how you can help*. The Nightscout Foundation. URL: <https://www.nightscoutfoundation.org/how-you-can-help> (besucht am 16. 11. 2021).
- [Fra+08] Mario Francesconi et al. *Basis-Bolus-Insulintherapie: erfolgreiche Selbstanpassung bei Typ-1-Diabetes: die Alland-Methode*. 1. Aufl. Wien: Verl.-Haus der Ärzte, 2008. 175 S.
- [Gal+01] Pietro Galassetti et al. „Effect of morning exercise on counterregulatory responses to subsequent, afternoon exercise“. In: *Journal of Applied Physiology* 91.1 (1. Juli 2001), S. 91–99. URL: <https://www.physiology.org/doi/10.1152/jappl.2001.91.1.91> (besucht am 30. 11. 2021).
- [Goo21] Google. *Guide to app architecture*. Android Developers. 3. Aug. 2021. URL: <https://developer.android.com/jetpack/guide?hl=de> (besucht am 24. 11. 2021).
- [HDL05] Peter Hürter, Thomas Danne und Karin Lange. *Diabetes bei Kindern und Jugendlichen: Klinik - Therapie - Rehabilitation*. 6. Aufl. Heidelberg: Springer, 2005. 602 S.
- [Inc21a] MongoDB Inc. *MongoDB Cloud*. MongoDB Cloud. 2021. URL: <https://www.mongodb.com/de-de/cloud> (besucht am 23. 11. 2021).

- [Inc21b] MongoDB Inc. *Start Developing with MongoDB — MongoDB Drivers*. MongoDB. 2021. URL: <https://docs.mongodb.com/drivers/> (besucht am 23. 11. 2021).
- [KR19] Olga Kordonouri und Michael C. Riddell. „Use of apps for physical activity in type 1 diabetes: current status and requirements for future development“. In: *Therapeutic Advances in Endocrinology and Metabolism* 10 (Jan. 2019). URL: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2042018819839298> (besucht am 26. 10. 2021).
- [LTD21a] Garmin LTD. *Connect IQ SDK | Garmin Developers*. 2021. URL: <https://developer.garmin.com/connect-iq/overview/> (besucht am 23. 11. 2021).
- [LTD21b] Garmin LTD. *Health API | Garmin Connect Developer Program | Garmin Developers*. 2021. URL: <https://developer.garmin.com/gc-developer-program/health-api/> (besucht am 23. 11. 2021).
- [LW16] Steffen Leonhardt und Marian Walter, Hrsg. *Medizintechnische Systeme*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2016. URL: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-41239-4> (besucht am 26. 10. 2021).
- [Met+14] Kristen M. Metcalf et al. „Effects of Moderate-to-Vigorous Intensity Physical Activity on Overnight and Next-Day Hypoglycemia in Active Adolescents With Type 1 Diabetes“. In: *Diabetes Care* 37.5 (Mai 2014), S. 1272–1278. URL: <http://care.diabetesjournals.org/lookup/doi/10.2337/dc13-1973> (besucht am 30. 11. 2021).
- [Neu17] Alexander Neumann. *NoSQL: MongoDB Atlas wird zum Freemium-Service*. Heise Online. 8. März 2017. URL: <https://www.heise.de/developer/meldung/NoSQL-MongoDB-Atlas-wird-zum-Freemium-Service-3646642.html> (besucht am 23. 11. 2021).
- [SHD18] Renate Schrader, Axel Hirsch und Manfred Dreyer. *Gut leben mit Typ-1-Diabetes: Arbeitsbuch zur Basis-Bolus-Therapie*. Unter Mitarb. von Christian Krings. 9. Auflage. München: Elsevier, 2018. 227 S.
- [SLN06] Werner A. Scherbaum, Mark Lankisch und Anja Neufang-Sahr, Hrsg. *Psychorembel Diabetologie*. 2., überarb. und erg. Aufl. Berlin: de Gruyter, 2006. 317 S.
- [TG19] Ulrike Thurm und Bernhard Gehr. *Onlineanhang der CGM- und Insulinpumpenfibel*. 4. Nov. 2019. URL: <https://www.kirchheim-shop.de/out/>

media/Thurm_Gehr_Pumpenfibel_Onlineanhang_2020.pdf (besucht am 01.12.2021).

- [Wil+20] Leah M. Wilson et al. „Patient Input for Design of a Decision Support Smartphone Application for Type 1 Diabetes“. In: *Journal of Diabetes Science and Technology* 14.6 (Nov. 2020), S. 1081–1087. URL: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1932296819870231> (besucht am 08.11.2021).