

Konzeption und prototypische Implementierung einer teledermatologischen Anwendung im Rahmen einer Hautarztpraxis

Zusammenfassung der gleichnamigen Masterarbeit

Niklas Schildhauer

Abstract Das Ziel dieser Arbeit ist ein Konzept zur Entwicklung einer telemedizinischen Anwendung für den Einsatz in einer Hautarztpraxis. Um einen möglichst hohen Mehrwert für die potenziellen Nutzer zu generieren und diese in die Entwicklung miteinzubeziehen, wird der User-Centered-Design Prozess durchlaufen. Dabei soll zum einen evaluiert werden, welcher Anwendungsfall sich für eine telemedizinische Anwendung in einer Hautarztpraxis eignet und zum anderen dessen Nutzeranforderungen gesammelt werden. Hierfür wurde eine Querschnittstudie durchgeführt. Dabei wurden unterschiedliche User-Research-Methoden angewandt, bestehend aus Vor-Ort-Beobachtung, Interview und Onlineumfrage sowie einer Fokusgruppe.

Aus der Querschnittstudie geht hervor, dass das größte Interesse an einer telemedizinischen Anwendung für die Nutzer bei der Nachsorge von chronischen Hautkrankheiten besteht. Zusätzlich soll die Anwendung bei der Therapie unterstützen und entsprechende Hilfestellungen bzw. Informationen zur Hautkrankheit bereitstellen. Der Wunsch ist eine Anwendung, die gebündelt Funktionen beinhaltet, anstelle von mehreren einzelnen Anwendungen. Dabei sollen die Funktionen der Anwendung individuell auf die Hautkrankheit zugeschnitten sein. Daraufhin wurde als mögliche Lösung ein Konzept für eine telemedizinische Anwendung, basierend auf der Store-And-Forward-Methode, entwickelt. Kern des Konzepts ist eine Messenger-Anwendung, durch welche Hautarzt und Patient miteinander kommunizieren und die Nachsorge durchführen können. Durch Plug-Ins können die Funktionen der Anwendung auf die Haut-

krankheit des Patienten angepasst werden. Die Patienten-App wurde als Minimum Viable Product (MVP) prototypisch als iOS-App implementiert und anschließend in einem Usability-Test evaluiert. Aus diesem geht eine hohe Usability hervor. Durch die Vorteile wie beispielsweise der Ortsunabhängigkeit oder Zeitersparnis bei der Nachsorge besteht Interesse an der Nutzung der Anwendung. Bei einem schweren Verlauf der Krankheit wird jedoch der persönliche Kontakt zum Hautarzt bevorzugt.

Keywords: Telemedizin, Teledermatologie, Store-And-Forward, User-Centered-Design, Prototyping, iOS, App

1 Einleitung

Durch einen Anstieg der Fallzahlen von Hautkrankheiten bei einem Mangel an Arztstunden sowie einem Mangel an medizinischen Fachangeestellten in Hautarztpraxen steht das Gesundheitssystem in Deutschland vor gesundheitspolitischen Herausforderungen [1]–[5]. Durch Investitionen in die Digitalisierung besteht eine Möglichkeit diesen entgegenzuwirken, wie z. B. durch den Ausbau der Telemedizin. Nach Ringwald et al. [6] ist diese besonders für den medizinischen Fachbereich der Dermatologie aufgrund des visuellen Erscheinungsbilds von Hautkrankheiten geeignet. Dadurch kann beispielsweise die Betreuung und die Nachsorge von Patienten optimiert werden [6].

An diese Arbeit vorangegangen ist die Forschung von Bussinger [7], welche eine nutzerbasierte Analyse von telemedizinischen Anwen-

dungen für die digitale Sprechstunde mit dem Fokus auf der Videosprechstunde untersuchte. Nach Bussinger [7, S. 83] besteht sowohl bei den Ärzten als auch bei den Patienten Interesse an Videosprechstunden. In ihrer Arbeit sind Anforderungen ohne spezifischen Bezug zu einem medizinischen Fachbereich analysiert worden, weist aber darauf hin, dass die Anforderungen von diesem abhängig seien. So liegt bei einer telemedizinischen Anwendung in der Dermatologie der Fokus auf dem Austausch von Bildern [7, S. 83]. Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt auf dem möglichen Einsatz einer telemedizinischen Anwendung in der Dermatologie, im Speziellen in einer Hautarztpraxis. Das Ziel ist, ein Konzept für eine telemedizinische Anwendung zur unterstützenden Betreuung der Patienten einer Hautarztpraxis zu entwickeln. Daraus ergibt sich die Forschungsfrage: Inwiefern kann eine telemedizinische Anwendung die Betreuung der Patienten einer Hautarztpraxis unterstützen?

2 Teledermatologie

Die Teledermatologie ist ein Teilbereich der Telemedizin. Nach AG-Telemedizin und Bundesärztekammer (BÄK) [8] dient dieser als Sammelbegriff für ärztliche Versorgungskonzepte, die über räumliche und bzw. oder zeitliche Distanz medizinische Leistungen mittels Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) erbringen. Nach Augustin et al. [9] bezeichnet die Telemedizin digitale Anwendungen, die mittels Fernübertragung medizinische Daten übermitteln. Das Ziel der Telemedizin ist die Verbesserung von Qualität, Wirtschaftlichkeit und Transparenz der medizinischen Versorgung von Patienten. Durch den Austausch von medizinischen Daten und Informationen, beispielsweise in Form von Text, Ton, Bild oder Ähnlichem, soll die Prävention, Diagnose, Behandlung und Weiterbetreuung von Patienten erfolgen [10]. Bei der Teledermatologie ist der Telemediziner ein Dermatologe. Die Anwendungen der Teledermatologie reichen von der Diagnostik, Therapie, Konsultation, Triage bis zum Monitoring. Mithilfe von unterschiedlichen Technologien (z.B. Smartphone- oder Web-Applikationen) kann so eine asynchrone Kommunikation mittels Store-And-Forward (SAF)-Datenübertragung oder synchrone Kommunikation mittels Realtime (RT)-

Datenübertragung stattfinden [11].

Brinker et al. [12] vergleicht die Methoden SAF, RT und Face-To-Face (FTF) bezüglich deren Genauigkeit bei der Diagnose. Bei Hautkrebs kommen die Autoren zu dem Entschluss, dass die FTF-Methode bessere Ergebnisse als SAF und RT liefert. Sie merken jedoch an, dass durch die Weiterentwicklung der Kameraauflösung von Smartphones die Genauigkeit von SAF steigt. Bei anderen Hautkrankheiten sei die diagnostische Genauigkeit der SAF-Methode vergleichbar mit der FTF-Methode. Jedoch entsteht durch SAF der Vorteil, dass im Vergleich zu der Standardprozedur die Wartezeit von Melanompatienten auf einen Termin verringert wird. Dabei wird auf die Triage Bezug genommen, welche zu einem schnelleren Behandlungsstart bei Melanompatienten beitragen kann. Für die Teledermatologie wird die SAF-Methode von Brinker et al. [12] als geeigneter beschrieben. Begründet dadurch, dass bei RT eine hohe Datenbandbreite notwendig ist, welche nicht in jedem Haushalt verfügbar ist. Durch SAF besteht zudem keine Zeitabhängigkeit, die Bildqualität sei tendenziell höher und es werde mehr Anonymität geboten, z. B. bei Geschlechtskrankheiten [12]. Aus diesem Grund wird in dieser Arbeit der Fokus auf die SAF-Methode gelegt.

Im Leitfaden über die Praxis der Teledermatologie beschreiben Augustin et al. [9] mögliche Anwendungsfälle der Teledermatologie. Dazu zählen die Patientenberatung (Patientenkonsultation) bei Routineversorgungen (beispielsweise bei einer postoperativen Versorgung) oder bei Verlaufskontrollen von chronischen Krankheiten (z. B. Psoriasis, Ekzeme, chronische Wunden). Auch die Patientenedukation (Informationen zu Behandlungen) oder die Teledermatoskopie werden genannt. Nach Augustin et al. [9] bietet sich die Teledermatologie für Vorinformationen, Nachbehandlung, postoperative Versorgung oder das Langzeitmanagement von Patienten an. Dabei ist wichtig, dass sie nur angewandt wird, wenn keine Präsenzbehandlung notwendig ist, der Patient mit der telemedizinischen Versorgung vertraut und nicht überfordert ist und das Verfahren eine ausreichende Befundungsqualität zulässt. Augustin et al. [9] sehen durch die möglichen Anwendungsfälle die Vorteile darin, dass entscheidungsrelevante Daten schneller verfügbar sind, Experten in die Behand-

lung eingebunden werden können sowie der bessere und vereinfachte Zugang zu medizinischer Versorgung.

3 Verwandte Arbeiten

3.1 Mobil Skin

Mobil Skin ist ein Teledermatologiesystem und wurde von der Firma Infokom (Neubrandenburg, Deutschland) entwickelt [13]. Ziel des Systems ist die telemedizinische Unterstützung bei der Betreuung von Patienten mit chronischen Hauterkrankungen oder Wunden [14]. Es gibt zwei Anwendungsfälle, die aktuell vom *Mobil Skin* System abgedeckt werden: Einholen von Telekonsilen sowie die teledermatologische Nachsorge von Patienten [3], [6], [15]. Durch den zweiten Anwendungsfall kann die teledermatologische Nachsorge von Patienten durchgeführt werden. In einer Studie von Ringwald et al. [6] wurde die Anwendung bei Patienten der Universitätsmedizin Greifswald getestet. Hierbei nutzen die Patienten die App und dokumentieren selbst den Verlauf ihrer Krankheit. Mit der App fotografieren sie die zu untersuchende Stelle und geben zusätzlich Entzündungsanzeichen an. Basierend auf der SAF-Methode werden die dokumentierten Daten der Patienten in einer Online-Datenbank gesichert, sodass diese zu einem beliebigen Zeitpunkt von einem Dermatologen bewertet werden können. Basierend auf diesen Daten entscheiden die Dermatologen, ob eine Änderung der Therapie oder ggf. ein Termin beim Hausarzt oder einer Klinik notwendig ist. Der Fokus dieser Arbeit liegt in der Betreuung des Patienten durch eine Hautklinik und nicht durch eine Hautarztpraxis.

3.2 AppDoc

AppDoc ist eine teledermatologische Smartphone-App, welche bereits 2018 von der Landesärztekammer Baden-Württemberg dazu berechtigt wurde, Ferndiagnosen zu stellen [16]. Ein Patient kann mithilfe der App eine Anfrage bezüglich eines Hautproblems stellen. Diese wird anschließend von einem Hautarzt befundet und eine Empfehlung ausgesprochen. In einer externen Evaluation von Sondermann et al. [17] an der Universitäts-Hautklinik Essen ist das Konzept mit dem Ziel der Sicherung der Qualität ana-

lysiert worden. Sondermann et al. [17] beschreiben den Ablauf einer Anfrage wie folgt: In der App öffnet der Patient einen neuen Fall, indem er zuerst anamnestische Fragen bezüglich Alter, Geschlecht, Dauer, Beschwerde, Auftreten, Lokalisation und Vorthherapie beantwortet. Zudem muss eine Übersichtsaufnahme und zwei Nahaufnahmen der betroffenen Stelle gemacht werden. Anschließend wird der Patient aufgefordert, den Dienst zu bezahlen. Abgerechnet wird nach der Gebührenordnung für Ärzte (GOÄ). Befundet wird der Fall von einem Hautarzt aus Heidelberg, der über ein Ärzteportal den Fall bearbeiten kann. Sondermann et al. [17] führten zur Evaluierung eine Zweitbefundung durch, welche als Ergebnis eine 97-prozentige Übereinstimmung der Differenzialdiagnose bzw. der Aussprache, dass keine Ferndiagnose gestellt werden konnte, ergab. Insgesamt war in 90% der Fälle eine Ferndiagnose möglich. Die häufigsten Anfragen wurden bezüglich verschiedener Ekzeme (19,8%) und Nävi (12%) gestellt. 64,3% der Fälle konnten rein teledermatologisch behandelt werden. Daraus konnte Sondermann et al. [17] das Fazit ziehen, dass durch das Modellprojekt das Problem des Fachärztemangels und der langen Wartezeiten auf einen Termin adressiert wird. Außerdem ist es gelungen, trotz zeitlicher und räumlicher Trennung eine dermatologische Begutachtung durchzuführen, wie auch eine teledermatologische Triage [17].

3.3 Online Doctor

Online Doctor hat sich auf die Teledermatologie spezialisiert. Patienten können über die Webseite einen Hautarzt ihrer Wahl kontaktieren (mittels der SAF-Methode), um eine Diagnose und Therapieempfehlung für ihr Hautproblem anzufragen. Das Unternehmen arbeitet mit Hautarztpraxen zusammen, wodurch bei Bedarf auch ein Vor-Ort-Termin in der Praxis möglich sei. Die Telemediziner sind die Hautärzte aus den Hautarztpraxen. Das Unternehmen ist Partner des Berufsverbands der Deutschen Dermatologen (BVDD) und ist Kooperationspartner von ausgewählten gesetzlichen Krankenkassen [18]. Abgerechnet wird nach der GOÄ. Nach Harders und Mühlhausen [18] ist das Ziel des Unternehmens, Hautarztpraxen eine Möglichkeit für schnelle, erschwingliche und hochwertige hautärztliche Versorgung durch eine telemedizinische Anwendung

zu bieten. Der Besuch in der Hautarztpraxis soll zu einem Digital-First-Ansatz transformiert werden. Dadurch sollen Vor-Ort-Termine reduziert werden. Durch die Anwendung werden akute, chronische Fälle und Verlaufskontrollen abgewickelt. Die Funktion der Anwendung ist in vier Schritte unterteilt. Im ersten Schritt verifiziert sich der Patient mit seiner Handynummer. Im zweiten Schritt wird der gewünschte Hautarzt ausgewählt. Im dritten Schritt wird das Hautproblem mithilfe eines Chat-Assistenten erfasst und fotografiert. Dabei werden alle relevanten Fragen zur Beurteilung gestellt. Nachdem die Anfrage gestellt wurde, bewertet der Hautarzt im letzten Schritt das Problem und der Patient bekommt per E-Mail eine Handlungsempfehlung ausgesprochen [19].

4 Methodik

Zur Beantwortung der Forschungsfrage und zum Generieren eines möglichst hohen Mehrwerts für die potenziellen Nutzer wurde die Methode des User-Centered-Design (UCD) Prozess angewandt. Dabei wurden die vier Phasen in einer Iteration durchlaufen. Anhand dieser Phasen wurde das weitere methodische Vorgehen gewählt.

Teil der ersten Phase des UCD-Prozesses ist, den Nutzungskontext zu verstehen. Mittels Literaturrecherche wurden die Grundlagen der Telemedizin dargelegt sowie auf verwandte Arbeiten eingegangen. Basierend auf dem gesammelten Wissen folgte anschließend die Einbeziehung der Nutzer. Hierfür wurde im Zeitraum vom 4. Oktober 2022 bis zum 30. November 2022 eine Querschnittsstudie durchgeführt. Bei der Konzeption der Studie wurden qualitative und quantitative Methoden des User-Research gewählt. Sie dient als Grundlage, um den Nutzungskontext der Zielgruppen zu verstehen. Die Zielgruppen lassen sich dabei in die folgenden zwei Gruppen unterteilen:

Hautarzt: Zu der Zielgruppe Hautarzt gehören Dermatologen, welche in einer Hautarztpraxis mit festem Patientenstamm arbeiten.

Patient: Zu der Zielgruppe Patient gehören Menschen, die regelmäßig zum Hautarzt gehen, z. B. zur Hautkrebs-Früherkennung oder anderer Hautkrankheiten wie Neurodermitis.

Die durchgeführte Querschnittsstudie ist in die Hautarzt-Nutzerstudie und die Patienten-

Nutzerstudie gegliedert. Begonnen wurde mit der Hautarzt-Nutzerstudie, indem eine Vor-Ort-Beobachtung in einer Hautarztpraxis durchgeführt wurde. So wurde ein Einblick in den sogenannten Goldstandard [20] der ärztlichen Untersuchung gegeben. Anschließend folgte ein semistrukturiertes Interview mit zwei Hautärzten. Neben dem Ziel weitere Erkenntnisse über den Nutzungskontext zu erlangen, wurde das Interview genutzt, um mögliche Anwendungsfälle einer teledermatologischen Anwendung zu generieren. Als Ergebnis des Interviews wurden drei mögliche Anwendungsfälle einer teledermatologischen Anwendung (TA) in einer Hautarztpraxis generiert. Die erzielten Erkenntnisse sowie die Anwendungsfälle wurden anschließend in einer Onlineumfrage von Hautärzten evaluiert. Zur Umfrage wurden 418 Hautarztpraxen eingeladen. Von 13 wurde die Umfrage beantwortet. Zehn Antworten waren valide und konnten bewertet werden. Das Primärziel der Umfrage war es, den Anwendungsfall mit dem größten Interesse herauszufiltern. Als Ergebnis wurde der Anwendungsfall der teledermatologischen Nachsorge herausgefiltert, im Speziellen die teledermatologische Nachsorge von Neurodermitis. Gleichzeitig wurde für die Patienten-Nutzerstudie eine Fokusgruppe durchgeführt, um ebenfalls die Anwendungsfälle gegenüberzustellen sowie Anforderungen aus Sicht der Patienten zu generieren. Dabei wurde die Methode einer Fokusgruppe gewählt, da diese die Kreativität fördert und die Entwicklung neuer Ideen anregt. Als Abschluss der ersten Phase wurden zwei weitere semistrukturierte Interviews mit zwei an Neurodermitis leidenden Patienten durchgeführt. Durch die Interviews wurde ein Einblick in die Behandlung von Neurodermitis gegeben und Möglichkeiten einer TA erörtert.

In der zweiten Phase des UCD-Prozesses wurden Personas und Szenarien angefertigt. Anschließend wurden Anforderungen nach dem agilen Requirements-Engineering von Rupp [21] erstellt. In der dritten Phase wurde ein Konzept für eine mögliche Gestaltungslösung entwickelt. Basierend auf den zuvor erstellten Anforderungen, wurden zwei High-Fidelity-Prototypen entwickelt. Einen für die Ärzteansicht und einen weiteren für die Patientenansicht.

Anschließend wurde ein MVP der Patienten-App erstellt. Aufgrund des zeitlichen Rahmens

dieser Arbeit wurde auf die Erstellung eines MVPs der Ärztesicht verzichtet. Um das Konzept zu evaluieren wurde die Patienten-App ausgewählt, da mithilfe des MVPs in der vierten Phase Nutzerfeedback eingeholt wurde. Hierfür wurde ein Usability-Test durchgeführt, in welchem die Probanden den MVP erprobten. Zur Evaluierung ist im Anschluss an den Usability-Test eine Umfrage in Form eines Fragebogens durchgeführt worden. Teil des Fragebogens war der User Experience Questionnaire (UEQ), um die Usability der Anwendung zu messen.

5 Ergebnisse

5.1 Nutzerstudie

Aus der Umfrage der Hautärzte geht hervor, dass das Interesse in eine teledermatologische Nachsorgeuntersuchung am größten ist. Dabei bietet sich für die Dermatologie die Datenübertragung mittels SAF an. Aus diesem Grund wird der Fokus der weiteren Arbeiten auf die Konzeption einer teledermatologischen Anwendung für die Nachsorge von Hautkrankheiten mittels SAF gelegt. Von den befragten Hautärzten werden chronische Hautkrankheiten für eine teledermatologische Nachsorge als geeignet angesehen, z.B. Neurodermitis, Psoriasis oder Akne.

Durch das Anbieten einer TA in einer Hautarztpraxis bestehen die Vorteile, dass den Hautärzten mobiles Arbeiten ermöglicht, den Patienten die Anfahrt und eventuelle Wartezeiten erspart sowie eine schnelle Reaktion bei schwerwiegenden Fällen möglich ist. Gegen die Nutzung einer TA spricht eine mögliche Verschlechterung der Behandlungsqualität, oft verursacht durch eine schlechte Bildqualität. Auch der fehlende persönliche Kontakt spricht gegen die Nutzung einer TA sowie eine mögliche Unwirtschaftlichkeit für die Hautärzte.

Anforderungen an eine TA sind eine Nutzung auf beliebigen Endgeräten sowie die Möglichkeit des mobilen Arbeitens. Wichtig ist, dass die Anwendung den Richtlinien des Datenschutzes entspricht und im Rahmen der Gesetzliche Krankenversicherung (GKV) abgerechnet werden kann. Weitere Anforderungen sind die Wirtschaftlichkeit für die Hautarztpraxis sowie eine einfache Integration in die bestehende Infrastruktur und problemlose Anbindung an das EDV-System. Ein

neues System sollte mit der vorhandenen Software sowie Hardware kompatibel sein. Da es sich um ein breites Spektrum an potenziellen Nutzern handelt, sollte die Bedienung der Anwendung intuitiv und einfach sein. Eine Unterstützung der Patienten bei der Nutzung der App erscheint sinnvoll. Wichtig für die Hautärzte ist eine hohe Bildqualität, sodass eine teledermatologische Befundung ermöglicht wird. Vor einer teledermatologischen Untersuchung ist eine digitale Anamnese notwendig sowie die Möglichkeit Rückfragen stellen zu können.

Aus der Nutzerstudie der Patienten geht hervor, dass eine Anwendung für die teledermatologische Nachsorge auch bei der Therapie der Hautkrankheit unterstützen soll, z. B. bei der Suche nach Auslösern der Neurodermitis. Die potenziellen Nutzer fordern eine Gesamtlösung, durch welche der Arztbesuch unterstützt wird. Unter anderem wird die Einbindung des eRezepts, Erinnerungen an bevorstehende Untersuchungen sowie Informationen zur Krankheit gefordert. Der Wunsch ist eine Anwendung, die gebündelt Funktionen beinhaltet, anstelle von mehreren einzelnen Anwendungen. Dabei sollen die Funktionen der Anwendung individuell auf die Hautkrankheit zugeschnitten sein.

5.2 Konzept

5.2.1 Product Vision

Basierend auf den Anforderungen an die TA ist die Idee eine Messenger-Anwendung zu entwickeln, durch welche sich Patient und Hautarzt mittels der SAF-Methode über die Hautkrankheit (im Folgenden Hautproblem genannt) austauschen können. Dadurch soll eine teledermatologische Nachsorge durchgeführt werden können. Aufgrund der Vielfalt an Hautkrankheiten und der unterschiedlichen Therapiemöglichkeiten (zu sehen in Altmeyer [22]) sowie individuellen Bedürfnissen der Patienten, obliegt es dem behandelnden Hautarzt, eine zugeschnittene Therapie zu verordnen. Übertragen auf die teledermatologische Anwendung dieser Arbeit, sind je nach Hautproblem unterschiedliche Parameter bzw. App-Funktionen von Bedeutung. Das bedeutet, dass für einen erfolgreichen Einsatz einer teledermatologischen Nachsorge, die Möglichkeit einer Individualisierung auf den jeweiligen Patienten gegeben sein sollte.

Durch die Derma-App sollen die Patienten bei der Behandlung ihrer Neurodermitis, durch eine teledermatologische Nachsorge mittels SAF von ihrem Hautarzt und durch die App selbst, individuell unterstützt werden, um die Behandlung der Krankheit unkompliziert zu gestalten und Vor-Ort-Termine zu reduzieren.

Das Ziel ist es, eine Anwendung zu konzipieren, durch welche die Nachsorge mittels SAF durchgeführt werden kann. Zusätzlich soll der Patient bei der Therapie einer Hautkrankheit (im Folgenden Hautproblem genannt) unterstützt werden, z. B. bei der Suche nach Auslösern von Neurodermitis bzw. dem Informationsbezug. Der Fokus der Anwendung liegt jedoch auf der teledermatologischen Nachsorge. Mithilfe der Anwendung sollen in erster Linie alle für die Nachsorge relevanten Informationen vom Patienten erfasst werden und anschließend dem behandelnden Hautarzt übermittelt werden. Für die Nachsorge erfasst der Patient hierfür die Parameter, welche vom Hautarzt festgelegt werden. Der Hautarzt konfiguriert die Funktionen der App, sodass diese individuell auf das Hautproblem des Patienten zugeschnitten sind. Im Folgenden werden diese In-App-Therapieunterstützung (IAT) genannt. Diese beschreiben App-Funktionalitäten, welche nur für bestimmte Nutzer relevant sind und je nach Hautproblem individuell konfiguriert werden können.

5.2.2 Idee und Anwendungsarchitektur

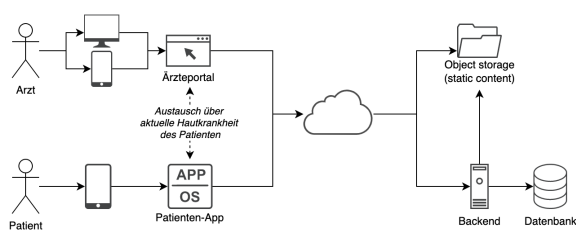


Abbildung 1: Zusammenspiel Hardware- und Softwarekomponenten (vereinfachte Darstellung); Quelle: Eigene Darstellung

In Abb. 1 ist eine vereinfachte Darstellung der notwendigen Hardware- und Softwarekomponenten und dessen Zusammenspiel für die Derma-App abgebildet. Für diese werden zwei unterschiedliche Frontend-Anwendungen benötigt.

Ein *Ärzteportal*, welches sowohl auf mobilen Endgeräten, als auch auf dem Computer nutzbar sein sollte und eine *Patienten-App* fürs Smartphone. Durch diese soll es dem behandelnden Hautarzt und dem Patienten ermöglicht werden, die für die Therapie relevanten Informationen auszutauschen. Hierfür kommunizieren das Ärzteportal wie auch die Patienten-App mit dem gemeinsamen Backend der Anwendung und greifen auf den Object Storage zu. Im Object Storage werden statische Inhalte wie Bilder oder Dokumente gespeichert, die im Verlauf der teledermatologischen Nachsorge erstellt werden. Das Backend ist unter anderem für die Authentifizierung, der Verwaltung der Daten und den Austausch der Nachrichten sowie das Senden von Push-Notifications verantwortlich.

In Abb. 2 wird das Zusammenspiel der Entitäten der Anwendung dargestellt. Zu sehen ist, dass der Mittelpunkt das Hautproblem ist, an welchem der Nutzer Patient leidet und welche vom Nutzer Hautarzt betreut wird. Ein Patient kann an mehreren Hautproblemen leiden und ein Hautarzt kann mehrere Hautprobleme betreuen. Der Austausch zwischen Patient und Hautarzt findet mittels Nachrichten statt. Jede Nachricht ist einem Hautproblem zugeordnet. Das Hautproblem wird durch den Hautarzt auf die Bedürfnisse des Patienten personalisiert, indem dieser IATs verordnet. Diese werden vom Patient genutzt, entweder unterstützend bei der Therapie (unabhängig von der Nachsorge) oder als Teil der Nachsorge, um den aktuellen Status der Krankheit zu erfassen. Für die Nachsorge erstellt der Patient einen Patientenbericht, welcher vom Arzt ausgewertet wird. Der Patientenbericht besteht aus einem oder mehreren IAT-Berichten, welche von den IATs erstellt werden. Ein Patientenbericht ist eine Nachricht und ist damit einem Hautproblem zugeordnet und kann versendet werden. Um die Nachsorge abzuschließen, erstellt der Arzt einen Arztbrief. Dieser enthält das Ergebnis der Nachsorge, bestehend aus Beurteilung und Handlungsempfehlung. Für die Dokumentationspflicht wird ein Nachsorgebericht (oder auch Akteneintrag genannt) erstellt, welcher aus dem Patientenbericht und dem Arztbrief besteht. Dieser ist ebenfalls eine Nachricht.

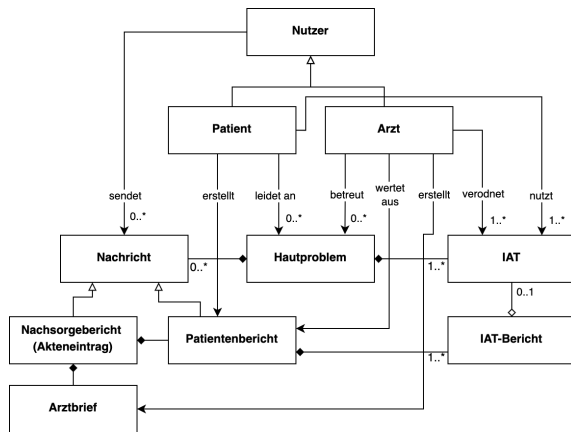


Abbildung 2: Darstellung der Entitäten der Derma-App in Form eines Entitätsdiagramms; Quelle: Eigene Darstellung

Basierend darauf eignet sich für die *Derma-App* eine Microkernel-Architektur [23, S. 155–166]. Nach Richards und Ford [23, S. 166] ist diese besonders für Anwendungen mit nutzerspezifischen Anpassungen und nutzerspezifischen Erweiterungen von Funktionen geeignet. Als Beispiel wird die Entwicklungsumgebung Eclipse genannt, welche im Kern ein Texteditor ist und erst durch Plug-in-Komponenten zu einer Entwicklungsumgebung wird. Damit wird bereits das Prinzip des Architekturstils dargelegt. Dieser besteht aus einem Kernsystem, welches die minimalen Funktionen der Anwendung bereitstellt [23, S. 156]. Der Patient soll zu einem Hautproblem vom Hautarzt eingeladen werden können und beide sollen über die Anwendung miteinander kommunizieren können (Basis Messenger-Anwendung). Das Kernsystem wird dann durch Plug-in-Komponenten erweitert. Diese Komponenten sind eigenständige Bausteine, welche spezialisierte Funktionalitäten bereitstellen. Nach Richards und Ford [23, S. 159] ist eine mögliche Anbindung an das Kernsystem über eine sogenannte Point-to-Point-Verbindung, eine Verbindung über die Einstiegsklasse der Komponente. Im Falle der *Derma-App* sind die Plug-in-Komponenten die IATs. Diese werden vom Hautarzt für den Patienten konfiguriert, sodass sie zum Hautproblem des Patienten passen.

5.2.3 High-Fidelity-Prototypen

In Abb. 3 und Abb. 4 sind das Grundgerüst des Ärzteportals sowie der Patienten-App zu sehen. Die Patienten-App besteht aus einer Home-Ansicht (links), dem Chatverlauf (mitte) und der

Detailansicht (rechts). Von der Home-Ansicht kann durch 1 zum Chatverlauf navigiert werden, oder über 2 zu den Details. 3 und 6 zeigen Verknüpfungen zu den aktiven IATs an. Dadurch werden die IATs geöffnet. Durch 4 kann ein neues Hautproblem hinzugefügt werden.

Das Ärzteportal (Abb. 4) ist unterteilt in Navigation und Detailansicht (2). 2 ist dabei die Detailseite von dem in 1 ausgewählten Hautproblem. Diese ist geteilt in den Chatverlauf (3) und den Details des Hautproblems (4). Die Navigation findet anhand einer Liste statt [24]. Die Liste ist dabei in die Kategorien offene Nachsorge, aktive Hautprobleme und inaktive Hautprobleme unterteilt.

5.2.4 Digitaler Assistent

Um eine möglichst große Nutzerschaft anzusprechen und die Usability der App zu erhöhen, soll der Patient bei der Nutzung der App unterstützt werden. Aus diesem Grund ist ein digitaler Assistent Teil des Konzepts. Dieser hilft bei der Bedienung der App, antwortet auf Fragen zur Krankheit und unterstützt bei der Therapie des Hautproblems. Umgesetzt ist der digitale Assistent als Chatbot. Chatbots (auch Conversational Interface genannt) ermöglichen durch die Interaktion mit einem Computer mittels Text oder Sprache nach Hundertmark [25, S. 22–24] eine intuitive Benutzerführung. Der Vorteil des Chatbots ist die Barrierefreiheit. Nutzer müssen keine Befehle oder Menüführung lernen. Nach Hundertmark [25, S. 24] ist dadurch die Bedienung auch von weniger technikaffinen Menschen möglich. Die Einsatzmöglichkeiten reichen von der Beantwortung von sich wiederholenden Fragen, über die Automatisierung von Prozessen bis hin zu digitalen Assistenten [25, S. 57–84]. Für diese Arbeit ist der digitale Assistent, welcher den Nutzer unterstützt, relevant.

Es gibt zwei unterschiedliche Arten von Chatbots: regelbasierte Chatbots und intelligente Chatbots. Während regelbasierte Chatbots nach vordefinierten Regeln (angeordnet wie eine Baumstruktur) arbeiten, nutzen intelligente Chatbots Natural language processing (NLP), um bei einer unkoordinierten Reihenfolge von Fragen und damit sehr breit gefächerten Antwortmöglichkeiten antworten zu können [25, S. 159]. Regelbasierte Chatbots geben Antwortmöglichkeiten vor [25, S. 159–161]. In die-

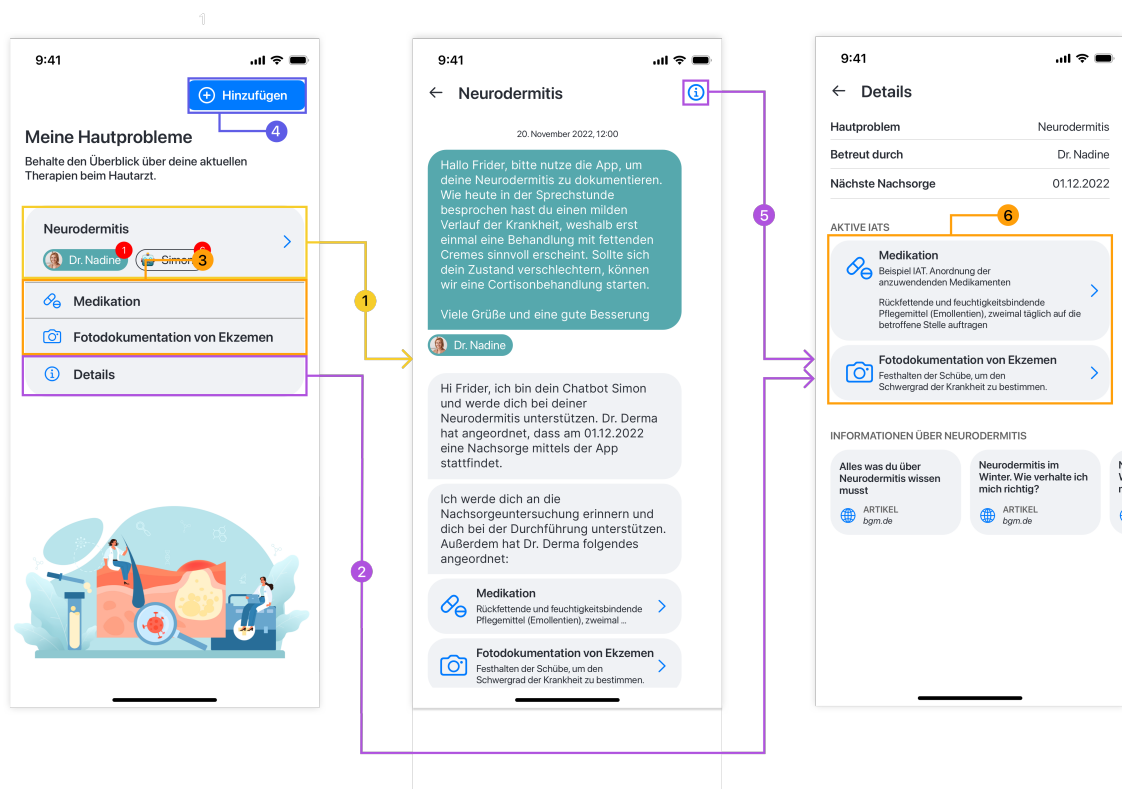


Abbildung 3: Navigation Patienten-App; Quelle: Eigene Darstellung. Illustration von vector4stock auf Free-pik.com

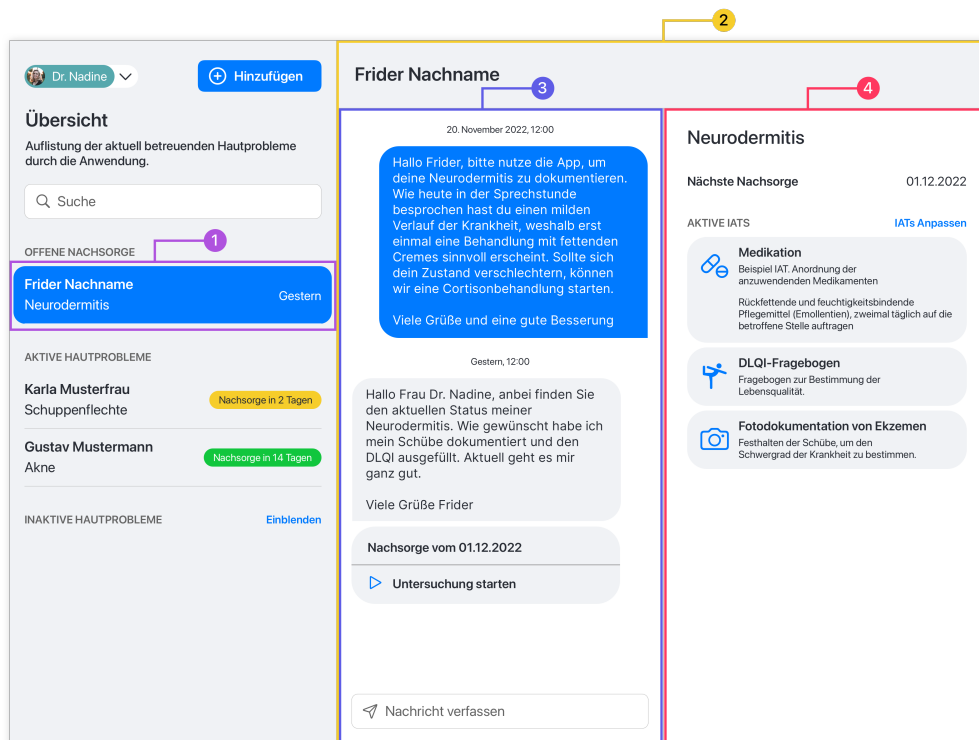


Abbildung 4: Detailansicht Ärzteportal; Quelle: Eigene Darstellung

sem Konzept wird eine Kombination aus einem regelbasierten Chatbot und einem intelligenten Chatbot verwendet. Der regelbasierte Chatbot gibt Antwortmöglichkeiten vor, bzw. mögliche Aktionen des Nutzers. Es wird die Menüführung der Anwendung durch den Chatbot abgedeckt. Ein intelligenter Chatbot soll auf Fragen des Patienten zur Krankheit antworten. Aus Singhal et al. [26] geht ein Language-Model namens Med-PaLM hervor, dessen Ziel es ist, auf medizinische Fragen qualitativ hochwertig zu antworten. Med-PaLM soll dabei die Möglichkeiten darlegen und dazu anregen, eine solche Technologie in der Medizin anzuwenden. Aus diesem Grund wird der intelligente Chatbot vorerst zu Testzwecken simuliert und als Erweiterung (IAT) in das Konzept integriert.

5.2.5 Prototypische Implementierung

Als prototypische Implementierung wurde ein MVP der Patienten-App erstellt. Dieser wurde als native iOS-App in Swift 5.7.2 für iOS 16.0 entwickelt. Es wurde ein GitLab-Repository¹ erstellt und zur Versionierung des Codes genutzt. In diesem Repository ist eine Demonstration des MVPs in Form eines Videos zu finden. Als Graphical User Interface (GUI)-Framework wurde eine Kombination aus dem UIKit- und SwiftUI-Framework verwendet [27], [28].

5.3 Evaluierung

Durch einen Usability-Test mit acht Probanden ist die prototypische Implementierung erprobt worden. Das Ziel war, das Konzept aus Sicht potenzieller Nutzer zu evaluieren. Die Aufgabe der Probanden war, mit der App eine teledermatologische Nachsorge durchzuführen. Da es sich bei dem Konzept um kein fertiges Produkt handelt und nach dem UCD-Prozess die Einbeziehung der Nutzer ausschlaggebend ist, ist neben der Be-

wertung der Usability der Anwendung ein weiteres Ziel, die qualitative Einschätzung der Probanden zum Konzept herauszufinden. Zum einen soll so das Interesse der Patienten an der Nutzung einer TA für die Nachsorge und zum anderen das Konzept des digitalen Assistenten in Form eines Chatbots evaluiert werden.

Aus den Ergebnissen des Usability-Tests geht hervor, dass die Probanden tendenziell interessiert an einer teledermatologischen Nachsorge sind, allerdings nur unter gewissen Umständen.

Für die Nutzung der *Derma-App* spricht zum einen die Ortsunabhängigkeit, die Zeitersparnis durch den Entfall der Anfahrt und eventueller Wartezeiten sowie die schnelle Hilfe durch den integrierten Chatbot. Auch die Personalisierung des Hautproblems auf die Bedürfnisse des Patienten sowie die Möglichkeit des Informationsbezugs durch die Anwendung wurden als positiv empfunden. Dies bestätigt die Anforderungen, welche in der Querschnittsstudie gesammelt wurden. Gegen die Nutzung der *Derma-App* sprechen ein möglicher Vertrauensverlust in die Behandlung. Die Probanden sind der Meinung, dass eine teledermatologische Behandlung mittels SAF nicht mit einer Vor-Ort-Untersuchung vergleichbar sei. Demnach könnte die Behandlungsqualität leiden. Bei schwerwiegenden Verläufen bevorzugen die Probanden den persönlichen Kontakt direkt zu einem Arzt und nicht mittels der *Derma-App* zu kommunizieren. In diesem Fall würden die Probanden eine Videosprechstunde (Realtime-Datenübertragung) bevorzugen. Dieser würden die Probanden mehr vertrauen, da sie den persönlichen Kontakt zum Arzt haben. Außerdem können bei schwerwiegenden Fällen Rückfragen schneller geklärt werden. Bei einem milden Verlauf der Krankheit sind die Probanden an der Nutzung der Anwendung interessiert. Jedoch ist sie nicht gleichzusetzen mit dem Goldstandard, der Vor-Ort-

¹ Abrufbar unter: <https://gitlab.mi.hdm-stuttgart.de/ns162/derma-app>

Würden Sie eine teledermatologische Nachsorge durchführen ...	(1)	(2)	(3)	(4)	\bar{x}	s	D
... mittels der <i>Derma-App</i>	0	1	1	6	3,6	0,7	4
... mittels der Videosprechstunde	0	4	4	0	2,5	0,5	2;3

Tabelle 1: Ergebnis der Fragen B.1 und C.1: Bereitschaft für die Nutzung einer teledermatologischen Anwendung. Vergleich *Derma-App* und Videosprechstunde. Dargestellt wird die Verteilung der Antworten (n=8) auf der Likert-Skala (1 - „stimme gar nicht zu“ bis 4 - „stimme voll zu“) sowie der arithmetische Mittelwert, die Standardabweichung der Stichprobe und der Modus.

Untersuchung. Dieser Umstand war bereits vor dieser Arbeit bekannt, da auch von Bussinger [7] die Empfehlung ausgesprochen wurde, eine teledermatologische Betreuung zusätzlich zu nutzen. Im Vergleich zur Videosprechstunde wird an der *Derma-App* dennoch mehr Interesse gezeigt (siehe Tabelle 1). Aus dem Interview mit den Hautärzten wurde bereits angemerkt, dass hinter einer TA eine Hautarztpraxis stehen muss, um bei schwerwiegenden Fällen schnell reagieren zu können. Diese Aussage wird dadurch bekräftigt.

		Benchmark
Pragmatische Qualität	2,1	Ausgezeichnet
Hedonische Qualität	1,5	Gut
Overall	1,8	Ausgezeichnet

Tabelle 2: Ergebnis des UEQ-S. Berechnung nach Schrepp [29]

Der Chatbot ist in der *Derma-App* als digitaler Assistent, zur Anleitung durch die Nachsorge sowie zum Beziehen von Informationen integriert. Die qualitative Meinung zum digitalen Assistent fiel positiv aus. Ob der digitale Assistent bei der Anleitung der Nachsorge hilfreich war, spiegelt sich in der Usability der Anwendung wider. Diese ist durch den UEQ-S gemessen worden. In diesem Fall ist die pragmatische Qualität relevant, welche mit +2,1 hoch ist (siehe Tabelle 2). Die *Derma-App* ist unterstützend und einfach. Damit kann gesagt werden, dass der digitale Assistent bei der Bedienung der Anwendung hilfreich ist. Die Länge der Texte gilt es jedoch zu optimieren. Ob der digitale Assistent als Informationsquelle geeignet ist wurde ebenfalls erfragt. Dabei sind die Probanden zwar der Meinung, dass es sinnvoll sei, merken jedoch ein fehlendes Vertrauen in die Richtigkeit der Informationen an. Bei schwerwiegenden Problemen würden sie lieber den Arzt selbst befragen. Ein Optimierungsvorschlag ist das zusätzliche Ausweisen der Informationsquelle.

6 Fazit

Eine auf der SAF-Methode basierenden teledermatologischen Nachsorge kann die Betreuung der Patienten unterstützen und bietet dem Haut-

arzt sowie Patient die Vorteile einer orts- und zeitunabhängigen Behandlung. Für Hautärzte besteht der Vorteil mobil arbeiten zu können und für Patienten besteht zudem der Vorteil der Zeiterparnis durch den Entfall der Anfahrt und eventueller Wartezeit.

Zu beachten ist, dass eine Fernbehandlung vertretbar sein muss und der Patient mit der Behandlung vertraut ist. Handelt es sich um einen schweren Verlauf der Krankheit, ist ein direkter Kontakt zum Arzt sinnvoll (Vor-Ort-Untersuchung oder Videosprechstunde). Durch den Einsatz in einer Hautarztpraxis besteht der Vorteil, dem Patienten eine Kombination der unterschiedlichen Behandlungsvarianten anzubieten, wodurch auch eine schnelle Reaktion bei schwerwiegenden Fällen ermöglicht wird.

Teil des Konzepts ist die Personalisierung der Funktionen der Patienten-App auf die Bedürfnisse des Patienten. Die Erweiterungen (IATs) sowie die Möglichkeit des Informationsbezugs durch die Anwendung wurde dabei von den Probanden des Usability-Tests als positiv empfunden.

7 Ausblick

In dieser Arbeit ist der Fokus auf die Behandlung von Neurodermitis gelegt worden. Zusätzlich ist die Entwicklung weiterer IATs sinnvoll, um die Anwendung bei unterschiedlichen Hautproblemen einsetzen zu können. Zum Beispiel ist der Einsatz der Anwendung für die Wundversorgung denkbar. Für weitere Funktionen ist eine erneute nutzerbasierte Anforderungsanalyse notwendig. In dieser Arbeit sind bereits zwei weitere Funktionen genannt worden, welche als IAT denkbar wären. Zum einen besteht der Wunsch nach einer Funktion, die bei der Auslösersuche von Neurodermitis unterstützt. Denkbar in Form einer sogenannten Tagebuchfunktion, ähnlich wie es der Deutsche Allergie- und Asthmabund e.V. [30] empfiehlt. Zum anderen könnte eine Funktion zur Selbstdokumentation von verdächtigen Nävi ein weiteres IAT sein. Durch das Verwenden eines kostengünstigen Mikroskop-Aufsatzes² für Smartphones könnte eine standardisierte Aufnahme von Nävus erfolgen und so vom Patienten selbst der zeitliche Verlauf festgehalten werden.

²Ein Beispiel für ein Mini-Mikroskop als Smartphone-Aufsatz kann unter folgendem Link abgerufen werden: <https://amzn.eu/d/700zuyA>

Literatur

- [1] Ärzteblatt.de, *Dermatologen warnen vor Nachwuchsmangel*, Feb. 2022. Adresse: <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/131611/Dermatologen-warnen-vor-Nachwuchsmangel#:~:text=Montag,%207.%20Februar%202022&text=Berlin%20%E2%80%93%20Der%20Nachwuchsmangel%20in%20der,Vorfeld%20eines%20gemeinsamen%20Kongresses%20aufmerksam.> (besucht am 11.01.2023).
- [2] I. Hansen, M. Augustin, I. Schäfer und N. Mohr, „Epidemiologie von hautkrankheiten in deutschland: Systematische literaturanalyse des aktuellen forschungsstands – teil 1: Tumorerkrankungen der haut,“ *JDDG: Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, Jg. 20, Nr. 3, S. 257–271, März 2022. DOI: 10.1111/ddg.14746_g.
- [3] R.-D. Berndt, P. Preik und C. Takenga, „TeleDermatologie,“ *Der Hautarzt*, Jg. 70, Nr. 5, S. 335–342, März 2019. DOI: 10.1007/s00105-019-4375-y.
- [4] R. Höhl, „Fachkräftemangel macht arztpraxen zu schaffen,“ *HNO Nachrichten*, Jg. 51, Nr. 5, S. 9–9, Okt. 2021. DOI: 10.1007/s00060-021-7622-7.
- [5] B. Eschbacher, T. Junker, C. Schall und W. Serif, „Personalmangel: Mit diesen Folgen kämpfen Betriebe in Mannheim und der Region,“ *Mannheimer Morgen*, Aug. 2022. Adresse: https://www.mannheimer-morgen.de/wirtschaft_artikel,-wirtschaft-personalmangel-mit-diesen-folgen-kaempfen-betriebe-in-mannheim-und-der-region-_arid,1980623.html.
- [6] K. Ringwald, A. Arnold, H. Haase, M. Jünger und S. Lutze, „Telemedizinische nachsorge von patient*innenmithauterkrankungen,“ *Die Dermatologie*, Sep. 2022. DOI: 10.1007/s00105-022-05057-7.
- [7] S. Bussinger, „Nutzerbasierte Analyse telemedizinischer Anwendungen für digitale Sprechstunden,“ Magisterarb., Hochschule der Medien Stuttgart, 2020.
- [8] AG-Telemedizin und BÄK, *Telemedizinische Methoden in der Patientenversorgung – Begriffliche Verortung*, 2015. Adresse: https://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/_old-files/downloads/pdf-Ordner/Telemedizin_Telematik/Telemedizin/Telemedizinische_Methoden_in_der_Patientenversorgung_Begriffliche_Verortung.pdf (besucht am 01.10.2022).
- [9] M. Augustin, J. Wimmer, T. Biedermann et al., „Praxis der teledermatologie,“ *JDDG: Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, Jg. 16, S. 6–57, Juli 2018. DOI: 10.1111/ddg.13512.
- [10] G. Deter, *Aktueller Begriff: Telemedizin*, 2011. Adresse: <https://www.bundestag.de/resource/blob/191840/f03a819a557bc16821678aa947afe076/telemedizin-data.pdf> (besucht am 18.09.2022).
- [11] P. Reinders, M. Otten, M. Augustin, B. Stephan und N. Kirsten, „Anwendungsbereiche der teledermatologie,“ *Der Hautarzt*, Jg. 73, Nr. 1, S. 47–52, Nov. 2021. DOI: 10.1007/s00105-021-04917-y.
- [12] T. J. Brinker, A. Hekler, C. von Kalle et al., „Teledermatology: Comparison of store-and-forward versus live interactive video conferencing,“ *Journal of Medical Internet Research*, Jg. 20, Nr. 10, e11871, Okt. 2018. DOI: 10.2196/11871.
- [13] Infokom, *eHealth – telemedicine applications*. Adresse: https://infokom.de/en_us/#ehealth (besucht am 01.10.2022).
- [14] vesta Informationsportal, *Mobiles Teledermatologiesystem - Mobil Skin*. Adresse: <https://www.informationsportal.vesta-gematik.de/projekte-anwendungen/detail/projects/mobiles-teledermatologiesystem-mobil-skin/> (besucht am 02.10.2022).
- [15] R.-D. Berndt, *Anwendungsszenarien*. Adresse: <https://mfamily-health.de> (besucht am 02.10.2022).

- [16] B. Schäffler, *Landesärztekammer bawü erlaubt digitale diagnose für haut- und geschlechtskrankheiten*, Nov. 2018. Adresse: https://www.healthcaremarketing.eu/_rubric/detail.php?rubric=Medien&nr=59482 (besucht am 07. 11. 2022).
- [17] W. Sondermann, C. von Kalle, J. S. Utikal et al., „Externe wissenschaftliche evaluation der ersten teledermatologie-app ohne direkten patientenkontakt in deutschland („online hautarzt – App-Doc“),“ *Der Hautarzt*, Jg. 71, Nr. 11, S. 887–897, Juli 2020. DOI: 10.1007/s00105-020-04660-w.
- [18] C. Harders und T. Mühlhausen, *Onlinedoctor presskit 2022 - die plattform, die den digitalen zugang zu lokalen hautärztinnen und -ärzten schafft*, 2022. Adresse: https://cdn.onlinedoctor.de/wp-content/uploads/2022/09/08173431/08_22_OnlineDoctor-DE_PressKit-1.pdf (besucht am 07. 11. 2022).
- [19] Online Doctor, *Faq*. Adresse: <https://www.onlinedoctor.de/faq/> (besucht am 07. 11. 2022).
- [20] BÄK, „Hinweise und erläuterungen zu § 7 abs. 4 mbo-ä – behandlung im persönlichen kontakt und fernbehandlung,“ *Deutsches Ärzteblatt*, 2019. DOI: 10.3238/arztebl.2019.mbo.fernbehandlung. (besucht am 05. 11. 2022).
- [21] Rupp, *Requirements Engineering 6.A*. Carl Hanser Verlag GmbH Co, 2014, ISBN: 9783446438934.
- [22] P. Altmeyer, *Therapielexikon Dermatologie und Allergologie*. Springer Berlin Heidelberg, 2005. DOI: 10.1007/3-540-27648-3.
- [23] M. Richards und N. Ford, *Handbuch moderner Softwarearchitektur: Architekturstile, Patterns und Best Practices*, de. Heidelberg, Germany: O'Reilly, Dez. 2020.
- [24] Apple Developer, *Lists and tables*. Adresse: <https://developer.apple.com/design/human-interface-guidelines/components/layout-and-organization/lists-and-tables> (besucht am 21. 02. 2023).
- [25] S. Hundertmark, *Digitale Freunde - Wie Unternehmen Chatbots erfolgreich einsetzen koennen*, de. Weinheim, Germany: Wiley-VCH Verlag, Nov. 2020.
- [26] K. Singhal, S. Azizi, T. Tu et al., „Large language models encode clinical knowledge,“ Dez. 2022. arXiv: 2212.13138 [cs.CL].
- [27] Apple Developer, *Swiftui documentation*. Adresse: <https://developer.apple.com/documentation/swiftui/> (besucht am 23. 02. 2023).
- [28] Apple Developer, *UIKit*. Adresse: <https://developer.apple.com/documentation/uikit> (besucht am 23. 02. 2023).
- [29] M. Schrepp, *UEQ Data Analysis Tool*. Adresse: https://www.ueq-online.org/Material/Short_UEQ_Data_Analysis_Tool.xlsx.
- [30] Deutscher Allergie- und Asthmabund e. V. (DAAB), *Neurodermitis-tagebuch*. Adresse: <https://www.daab.de/fileadmin/images/haut/Pdf/Neurodermitis-Tagebuch.pdf> (besucht am 17. 01. 2023).