



UNIVERSITÄT ZU LÜBECK
INSTITUT FÜR MULTIMEDIALE
UND INTERAKTIVE SYSTEME

Direktorin: Prof. Dr.-Ing. Nicole Jochems

Altersgerechte Technikentwicklung: Ein partizipativer Ansatz am Beispiel des Historytelling-Systems

Inauguraldissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der Universität zu Lübeck

Aus der Sektion Informatik / Technik

vorgelegt von
Torben Volkmann, M.Sc.
aus Heide

Lübeck, 2025

1. Berichterstatterin: Prof. Dr.-Ing. Nicole Jochems
2. Berichterstatterin: Prof. Dr. rer. pol Claudia Müller

Tag der mündlichen Prüfung: 24.06.2025

Zum Druck genehmigt. Lübeck, den 03.07.2025

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Torben Volkmann, M.Sc.

Zusammenfassung

Die allgegenwärtige und für jeden verständliche Interaktion mit digitalen Technologien stellt eine der zentralen Herausforderungen für die Mensch-Computer-Interaktion-Forschung dar. Dabei wird die Teilhabe aller Gesellschaftsgruppen zunehmend wichtiger, um von den Vorteilen der Digitalisierung profitieren zu können. Insbesondere ältere Erwachsene stehen oft vor Barrieren im Umgang mit digitalen Technologien, weshalb der Erwerb digitaler Kompetenzen und die Förderung lebenslangen Lernens entscheidend für ihre Teilhabe sind. Dies erfordert nicht nur technische Lösungen, sondern auch einen gesellschaftlichen Wandel, um die digitale Spaltung zu verringern und allen Bevölkerungsgruppen, insbesondere in einer alternden Gesellschaft, den Zugang zu digitalen Technologien zu erleichtern.

Diese Arbeit zielt darauf ab, sowohl die digitale Teilhabe älterer Erwachsener als auch demokratische Prinzipien wie Inklusion und Gleichberechtigung im Entwicklungsprozess zu stärken. Indem ältere Erwachsene aktiv in die Entwicklung digitaler Technologien einbezogen werden, sollen ihre spezifischen Bedürfnisse und Präferenzen in die Gestaltung der Lösungen einfließen. Der partizipative Ansatz verringert die digitale Spaltung und fördert eine inklusive Gesellschaft, in der alle Bevölkerungsgruppen – unabhängig von Alter oder digitaler Vorerfahrung – gleichermaßen von der fortschreitenden Digitalisierung profitieren können.

Ein konkretes Beispiel für die Anwendung dieses partizipativen Ansatzes ist das Historytelling-System, das es älteren Erwachsenen ermöglicht, ihre Lebensgeschichten digital festzuhalten und zu teilen. Um die Forschungsfrage zu beantworten, werden im Folgenden vier zentrale Ergebnisse präsentiert, die den Entwicklungsprozess und die Gestaltungsprinzipien des Systems darlegen. Erstens wird ein erweitertes Modell zur Technologieakzeptanz speziell für ältere Erwachsene präsentiert. Zweitens wird die Entwicklung von Gestaltungsrichtlinien vorgestellt, die altersbedingte Veränderungen berücksichtigen und im Historytelling-System Anwendung finden. Drittens wird ein agiler, partizipativer Technikentwicklungsprozess beschrieben, der die Entwicklung des Historytelling-Systems unterstützt. Viertens wird ein Reflexionsframework entwickelt, das die Akteure, Methoden und Ziele partizipativer Technikentwicklungsprozesse systematisch einordnet. Darauf aufbauend wurde ein Reflexionswerkzeug erstellt, mit dem die Methodendurchführungen der Historytelling-Systementwicklung eingeordnet wurden.

Damit leistet diese Arbeit insgesamt einen wichtigen Beitrag zur Gestaltung inklusiver digitaler Technologien und bietet einen Ansatz, der die Teilhabe älterer Erwachsener fördert und gleichzeitig zur digitalen Inklusion in einer alternden Gesellschaft beiträgt.

Abstract

The ubiquitous and universally comprehensible interaction with digital technologies represents one of the central challenges for human-computer interaction research. The participation of all social groups is becoming increasingly important in order to benefit from the advantages of digitalisation. Older adults in particular often encounter barriers when using digital technologies, which is the reason that acquiring digital skills and promoting lifelong learning are crucial for their participation. This requires not only technical solutions, but also social change to reduce the digital divide and facilitate access to digital technologies for all population groups, especially in an ageing society.

This work aims to strengthen both the digital participation of older adults and democratic principles such as inclusion and equality in the development process. By actively involving older adults in the development of digital technologies, their specific needs and preferences should be incorporated into the design of the solutions. The participatory approach reduces the digital divide and promotes an inclusive society in which all population groups - regardless of age or previous digital experience - can benefit equally from advancing digitalisation.

A concrete example of the application of this participatory approach is the Historytelling system, which enables older adults to digitally record and share their life stories. In order to answer the research question, four key findings are presented below, outlining the development process and design principles of the system. Firstly, an extended model of technology acceptance specifically for older adults is presented. Secondly, the development of design guidelines that take into account age-related changes and are applied in the Historytelling system is presented. Thirdly, an agile, participatory technology development process is described that supports the development of the Historytelling system. Fourthly, a reflection framework is developed that systematically categorises the actors, methods and goals of participatory technology development processes. Building on this, a reflection tool was created to categorise the methods used in Historytelling system development.

Overall, this thesis makes an important contribution to the design of inclusive digital technologies and offers an approach that promotes the participation of older adults and at the same time contributes to digital inclusion in an ageing society.

Danksagungen

Diese Arbeit hat nur einen Autor. Dennoch wäre diese Arbeit ohne die große Unterstützung vieler in dieser Form nicht möglich gewesen. Auch wenn ich sie nicht alle namentlich erwähnen kann, möchte ich einige ganz besonders hervorheben.

Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr. Nicole Jochems für die Möglichkeit, während der Bearbeitung dieser Arbeit neue Themenfelder zu erkunden und wissenschaftlich mitzugestalten. Ich habe großen Respekt vor ihrer Offenheit auch gegenüber experimentellen Ansätzen und für den Vertrauensvorschuss, den sie mir vor der Einarbeitung in unbekannte Forschungsgebiete gegeben hat – insbesondere dort, wo Ziel und Ergebnis zu Beginn noch nicht absehbar waren. Für ihr kontinuierliches Vertrauen und ihre fachliche Unterstützung, insbesondere in der intensiven Phase vor der Abgabe, danke ich ihr sehr. Auch danken möchte ich Prof. Dr. Claudia Müller für ihre Bereitschaft, meine Arbeit zu begutachten.

Mein Dank gilt auch den zahlreichen Kolleg:innen, die mich während der Arbeit an dieser Dissertation inhaltlich, organisatorisch und persönlich unterstützt haben. Besonders hervorheben möchte ich Katharina Weiß, Dr. Daniel Wessel und Dr. Jan Kopetz die mich von Beginn an unterstützt und auch in der Schlussphase mit wertvollem Feedback bereichert haben. Anja Minzlaff, Carola Mohrmann und Jork Milde danke ich herzlich für ihre administrative und technische Unterstützung, die maßgeblich zum reibungslosen Verlauf meiner Arbeit beigetragen hat.

Ebenso danke ich den Studierenden, die sich im Rahmen von Qualifizierungsarbeiten und anderen Projektaktivitäten eingebracht haben. Besonders erwähnen möchte ich Amelie Unger und Leonie - inzwischen als Kolleg:innen - sowie Deniz Akyildiz, Fabian Vorholt, Friedemann Dohse Isabella Miller und Nikolas Knickrehm, mit denen gemeinsame Publikationen entstanden sind.

Ich danke dem Landfrauen Berkenthin und Umgebung e.V. für die engagierte und langjährige Zusammenarbeit im Rahmen meiner Forschung. Die durchgeführten Workshops mit den Mitgliedern waren ein zentraler Bestandteil der partizipativen Ausgestaltung dieser Arbeit und haben wesentlich dazu beigetragen, dass die Arbeit in dieser Form umgesetzt werden konnte. Mein besonderer Dank gilt Angelika von Keiser für ihr Vertrauen, ihre Offenheit und die konstruktive Begleitung dieses Prozesses von Anfang an.

Ein großer Dank gebührt meiner Familie, die schon früh meine Begeisterung für Neues und für die Welt der Informatik bestärkt haben. Ohne ihre beständige Unterstützung, ihr Verständnis, sowie ihr Rückhalt in Zeiten von Be ohne deren Rückhalt und Ermutigung diese Arbeit in dieser Form nicht möglich gewesen wäre.

Ein großer Dank gilt meiner Familie, die mich nicht nur während des Schreibprozesses, sondern über den gesamten langen Weg bis zur Fertigstellung dieser Arbeit begleitet hat. Ihre beständige Unterstützung, ihr Verständnis für die besonderen Anforderungen dieses Projekts sowie ihr Rückhalt in Zeiten von Unsicherheit und Belastung haben maßgeblich dazu beigetragen, dass ich diesen Weg überhaupt gehen konnte. Ohne sie wäre diese Arbeit in dieser Form nicht möglich gewesen.

Zu guter Letzt danke ich meiner Frau Anna und meiner Tochter Frida, die mich insbesondere in der Endphase getragen, motiviert und mit großer Geduld begleitet haben. Danke für alles.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Schwerpunkte der Arbeit	3
1.2	Forschungsfragen	4
1.3	Wissenschaftlicher Beitrag	5
1.4	Aufbau der Arbeit	8
2	Erweiterung bestehender Technologieakzeptanzmodelle um altersdifferenzierte Faktoren	10
2.1	Technologieakzeptanzkriterien als Einflussfaktoren auf Technologienutzung	11
2.2	Technologieakzeptanzmodell	11
2.3	Die vereinheitlichte Theorie zur Akzeptanz und Nutzung von Technologie	15
2.4	Senioren-Technologieakzeptanzmodell	17
2.5	Entwicklung eines erweiterten Senioren-Technologieakzeptanzmodells	20
2.6	Limitationen	27
2.7	Zusammenfassung und Fazit	28
3	Ableitung von Gestaltungsrichtlinien für digitale Systeme auf Basis der Einordnung menschlicher Altersveränderungen	30
3.1	Informationsverarbeitende Modelle der Mensch-Computer-Interaktion	31
3.2	Der Alterungsprozess als Einflussfaktor auf Fähigkeiten und Fertigkeiten	32
3.3	Methodisches Vorgehen bei der Erhebung von Anforderungen	34
3.4	Sensorische Veränderungen im Alter und abgeleitete Gestaltungsanforderungen	36
3.5	Kognitive Veränderungen im Alter und abgeleitete Gestaltungsanforderungen	45
3.6	Motorische Veränderungen im Alter und abgeleitete Gestaltungsanforderungen	56
3.7	Limitationen	58
3.8	Zusammenfassung und Fazit	59
4	Entwicklung eines menschenzentrierten Technikentwicklungsprozesses zur aktiveren Nutzer:innen-Einbindung	61
4.1	Menschenzentrierter Gestaltungsprozess nach DIN ISO 9241-210	62
4.2	Goal-Directed-Design Prozess	65

4.3	Activity-Centered-Design	68
4.4	Partizipative Gestaltung	70
4.5	Entwicklung eines Gestaltungsprozesses für gegenseitiges Verständnis – der Empathy-Driven-Development Prozess	72
4.6	Limitationen	80
4.7	Zusammenfassung und Fazit	81
5	Anwendung des Empathy-Driven-Development Prozesses am Beispiel des Historytelling-Systems	83
5.1	Vorgehensweise bei der Entwicklung	84
5.2	Ergebnisse der Verständnisphase	89
5.3	Ergebnisse der Gestaltungsphase	95
5.4	Konzept der softwaretechnischen Umsetzung	110
5.5	Erkenntnisse aus dem praktischen Einsatz	120
5.6	Limitationen	128
5.7	Zusammenfassung und Fazit	129
6	Entwicklung eines Frameworks und Werkzeugen zur Reflexion Partizipativer Technikentwicklung	132
6.1	Literaturrecherche und Entwicklung des W3-Frameworks	133
6.2	Schlüsselaspekte der Akteure partizipativer Technikentwicklungsprozesse – Wer partizipiert mit wem?	135
6.3	Schlüsselaspekte der Methoden partizipativer Technikentwicklungsprozesse – In was wird partizipiert?	141
6.4	Schlüsselaspekte der Ziele partizipativer Technikentwicklungsprozesse – Warum und mit welchem Ziel wird partizipiert?	147
6.5	Entwicklung von Werkzeugen zur Erhebung und Visualisierung der Dimensionen des W3-Frameworks	152
6.6	Limitationen	162
6.7	Zusammenfassung und Fazit	163
7	Zusammenfassung und Ausblick	164
7.1	Zusammenfassung der Arbeit	164
7.2	Ausblick	172
	Abkürzungsverzeichnis	176
	Abbildungsverzeichnis	178
	Tabellenverzeichnis	181
	Literatur	183

Anhang	215
A Altersdifferenzierte Gestaltungsrichtlinien	216
B Gestaltungskarten	220
C Fragebogen für das W3-Framework	231
D Methodendurchführungen zur Entwicklung des Historytelling-Systems	239

1

Einleitung

Die Digitalisierung durchdringt alle Lebensbereiche und beeinflusst, wie wir arbeiten, lernen, kommunizieren und unterhalten werden. Digitale Technologien sind allgegenwärtig: Sie sind in Smartphones, Computern, Smart-TVs und in Haushaltsgeräten integriert [Cotten, 2017]. Beispiele für Digitalisierung finden sich beispielsweise im Bildungs-, Unterhaltungs- und Gesundheitskontext.

Im Bildungssektor haben digitale Werkzeuge die Art und Weise, wie Lehrende und Lernende interagieren, grundlegend verändert. Digitale Plattformen und Anwendungen wie Wikis, Blogs und virtuelle Lernumgebungen ermöglichen es Lehrkräften, den Unterricht interaktiver und zugänglicher zu gestalten. Lernmaterialien sind heute oft online verfügbar und digitale Prüfungen ermöglichen eine effizientere Bewertung von Schüler:innen und Student:innen. Massive Open Online Courses (MOOCs) eröffnen zudem vielen Menschen weltweit die Möglichkeit, an Bildungsangeboten teilzunehmen, unabhängig von ihrem geografischen Standort [Alruthaya, Nguyen und Lokuge, 2021; Sibagariang u. a., 2023; Spiteri und Chang Rundgren, 2020].

Im Unterhaltungskontext nimmt insbesondere die Bedeutung von Videospielen weiter zu. Videospiele haben sich zu einer populären Form der Unterhaltung entwickelt und bieten Spieler:innen weltweit neue Formen des interaktiven Erlebens [Cheah, Shimul und Phau, 2022]. Gleichzeitig verändert sich die Art und Weise, wie Menschen Fernsehen und Musik konsumieren. Streaming-Dienste für Videos und Musik haben die klassischen Medien wie das lineare Fernsehen und das Radio in vielen Haushalten ersetzt und bieten Nutzer:innen die Möglichkeit, jederzeit und überall auf Inhalte zuzugreifen [Sibagariang u. a., 2023].

Auch im Gesundheitswesen hat die Digitalisierung Fortschritte gebracht. Telemedizinische Anwendungen ermöglichen es Patient:innen, medizinische Dienstleistungen ohne physische Anwesenheit zu nutzen, was den Zugang zu Gesundheitsdiensten verbessert. Digitale Überwachungssysteme und Diagnosewerkzeuge unterstützen das medizinische Personal bei der frühzeitigen Erkennung von Krankheiten und tragen zur effizienteren Verwaltung von Gesundheitsdaten bei. Diese Technologien erhöhen nicht nur die Flexibilität und Erreichbarkeit von Gesundheitsdiensten, sondern tragen auch zur Entlastung der Gesundheitssysteme bei [Golinelli u. a., 2020; Jayaraman u. a., 2020; Senbekov u. a., 2020].

Die als zentrale Herausforderung formulierte „allgegenwärtige, nahtlose und unmittelbar verständliche digitale Kommunikation und Mensch-Computer-Interaktion für die breite Bevölkerung“ der Gesellschaft für Informatik e.V.¹ kann als Reaktion auf die weiter fortschreitende Digitalisierung gesehen werden. Dieser Ansatz sollte sich darauf konzentrieren, dass jede Person unabhängig von Alter, Bildung und sozialem Status von den Chancen der Digitalisierung profitieren kann.

Gleichzeitig stehen die Digitalisierung und die alternde Gesellschaft vor der Herausforderung einer digitalen Spaltung. Ältere Erwachsene haben häufig einen eingeschränkten Zugang zu digitalen Technologien, was zu einer ungleichen Verteilung der Nutzungsmöglichkeiten führt. Diese Ungleichheit zeigt sich sowohl im Zugang zu technischen Geräten als auch in der Fähigkeit, diese effektiv zu nutzen. Gerade das Alter spielt hier eine zentrale Rolle: Viele ältere Erwachsene haben Schwierigkeiten, dem schnellen technologischen Fortschritt zu folgen, was die digitale Spaltung weiter vertieft [Yu, 2011; Fang u. a., 2018; van Deursen, van Dijk und Peters, 2011; Atkinson, Black und Curtis, 2008; Casado-Muñoz, Lezcano-Barbero und Rodríguez-Conde, 2015; Pruchno, 2019].

Dabei bieten moderne Technologien großes Potenzial, das Leben älterer Menschen zu erleichtern und ihre Lebensqualität zu verbessern. Sie können soziale Isolation verringern, die Unabhängigkeit im Alltag fördern und den Zugang zu wichtigen Dienstleistungen wie Gesundheitsversorgung und Behörden vereinfachen. Jedoch ist die vollständige Nutzung dieser Vorteile oft durch mangelnde Zugänglichkeit eingeschränkt. Es wird häufig angenommen, dass ältere Menschen Technologien ablehnen, dabei liegt das Problem häufig in der fehlenden Niedrigschwelligkeit der Systeme, die ihre Nutzung erschwert [Cotten, 2017; Peine und Neven, 2018; Begueria, Beneito-Montagut und Cassián-Yde, 2018; Giaccardi, Kuijer und Neven, 2016].

Der demografische Wandel in Deutschland und anderen Industrienationen verstärkt diese Problematik zusätzlich. Der Anteil älterer Menschen wächst stetig, was nicht nur eine Herausforderung beispielsweise für die Renten- und Pflegesysteme darstellt, sondern auch die Frage aufwirft, wie diese Bevölkerungsgruppe digital integriert werden kann. Angesichts der wachsenden Anzahl älterer Menschen, muss die digitale Teilhabe dieser Generation gefördert werden. Dies ist ein wichtiger Baustein, der dazu beitragen kann, die zunehmende Altersarmut und soziale Isolation zu verringern. Der technologische Fortschritt sollte daher auch auf die Bedürfnisse älterer Menschen abgestimmt werden, um eine inklusive digitale Gesellschaft zu schaffen [Bonin und Arnds, 2003; Wilkowska, Brauner und Ziefle, 2018; United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2020].

Darüber hinaus leisten ältere Erwachsene einen wichtigen Beitrag zur Gesellschaft. Beispielsweise sind viele ältere Menschen als informelle Pflegekräfte tätig, unterstützen jüngere Generationen bei der Kinderbetreuung oder engagieren sich ehrenamtlich in Vereinen. Diese Aktivitäten fördern nicht nur das soziale Miteinander, sondern ermöglichen es den jüngeren Generationen, produktiver zu sein, indem sie ihre eigenen beruflichen Aufgaben besser wahrnehmen können. Die Erfahrung und die zeitliche Flexibilität, die ältere Menschen mitbringen, machen sie zu einer wichtigen Unterstützung in der Gesell-

¹<https://gi.de/>

schaft, sei es als Vorbilder, Freiwillige oder in sozialen Netzwerken [Calvo-Sotomayor und Atutxa, 2022; Cook, 2011; Czaja, 2017; Goughler und Trunzo, 2005; Hoyer, 1998; Principi u. a., 2012].

Neben der informellen Betreuung und dem sozialen Engagement tragen ältere Menschen auch durch ihre Erfahrung zur Gesellschaft bei. Dies beinhaltet die Fähigkeit, in herausfordernden Situationen besonnen und zielorientiert zu handeln. Gleichzeitig birgt die Erfahrung das Potenzial, als Mentoren jüngeren Generationen wertvolle Lebenserfahrungen weiterzugeben. Ein verstärkter Fokus auf lebenslanges Lernen und die Förderung digitaler Kompetenzen bei älteren Erwachsenen kann ihre aktive Rolle in der Gesellschaft weiter stärken und gleichzeitig das Potenzial in einer älter werdenden Gesellschaft besser ausschöpfen [Merriam und Kee, 2014; Czaja, 2017; Rowe, 2015].

In einer Welt, in der die digitalen Möglichkeiten einen immer größeren Platz einnehmen, ist es also von entscheidender Bedeutung, dass jede Person unabhängig von Alter, Bildung und sozialem Status von den Chancen der Digitalisierung profitieren kann. Insbesondere auch älteren Erwachsenen sollte die Möglichkeiten von lebenslangem Lernen und dem kontinuierlichen Erwerb digitaler Kompetenzen offenstehen.

1.1 Schwerpunkte der Arbeit

Die übergeordnete Zielsetzung dieser Dissertation besteht darin, die Bedürfnisse und Präferenzen älterer Erwachsener in den Mittelpunkt der Gestaltung und Entwicklung digitaler Lösungen zu stellen, um ihre Teilhabe an der fortschreitenden Digitalisierung zu verbessern. Ein zentrales Anliegen ist es, die digitale Spaltung zu verringern, indem Barrierefreiheit und universeller Zugang zu digitalen Technologien gefördert werden. Dies ist nicht nur eine technische Herausforderung, sondern auch eine soziale, die im Kontext einer alternden Gesellschaft von entscheidender Bedeutung ist. Die Arbeit befasst sich mit den Idealen von Demokratie sowie Gleichberechtigung und untersucht, wie Technologien ältere Erwachsene in der digitalen Welt aktiv unterstützen können. Ziel ist es, den Wohlstand und die Lebensqualität dieser wachsenden Bevölkerungsgruppe zu sichern und gleichzeitig zur Stabilität und Integration der gesamten Gesellschaft beizutragen.

Dadurch werden drei zentrale Herausforderungen der Mensch-Computer-Interaktion adressiert:

- Unter *Barrierefreiheit und universellem Zugang* werden die Herausforderungen zusammengefasst, digitale Technologien für Nutzer:innen mit unterschiedlichen Einschränkungen und älteren Erwachsenen nutzbar zu machen. Der Bereich des universellen Zugangs zu Technologie umfasst die rechtliche Auffassung, dass alle Bürger:innen unabhängig von Einschränkungen und Alter gleichwertigen Zugang und Möglichkeiten der Interaktion zu Informationstechnologien haben sollten [Stephanidis u. a., 2019].
- Die Mensch-Computer-Interaktion sollte *soziale gesellschaftliche Herausforderungen* adressieren, in denen die Ideale von Demokratie, Gleichberechtigung, Wohlstand sowie Stabilität verfolgt und geschützt werden. Dabei sollte insbesondere auch ein Augenmerk auf aktive Partizipation in Technikentwicklungsprozessen und die Rolle von Technologie selbst gelegt werden [Stephanidis u. a., 2019].

- Die Forschung sollte einen Schwerpunkt auf die Entwicklung von Technologien legen, die *ältere Erwachsene* dabei *unterstützen*, unabhängig und gesund alt werden zu können. Dabei ist die Aufrechterhaltung einer hohen Lebensqualität von besonderer Bedeutung. Zudem sollte die Möglichkeit eines lebenslangen Lernens forciert werden [Shneiderman u. a., 2016].

Im Rahmen der Schwerpunktsetzung dieser Dissertation werden nicht nur technische, sondern auch soziale und gesellschaftliche Faktoren berücksichtigt, mit dem Ziel, altersgerechte digitale Lösungen zu entwickeln. Dabei wird das Problem der digitalen Spaltung zwischen älteren und jüngeren Generationen explizit entgegengewirkt, indem Partizipation und Inklusion älterer Erwachsener im Fokus stehen. Die in dem Rahmen erarbeiteten Modelle und Richtlinien werden anhand eines speziell entwickelten Forschungssystems erprobt, um deren Praxistauglichkeit und Wirksamkeit zu überprüfen.

Die menschenzentrierte Gestaltung nach ISO 9241-210 dient als methodischer Rahmen, um die Bedürfnisse und Fähigkeiten älterer Erwachsener im Entwicklungsprozess zu berücksichtigen. Partizipative Gestaltung erscheint hierbei besonders geeignet, da sie eine direkte Einbindung der Nutzer:innen in die Entwicklung unterstützt.

Eine der größten Herausforderungen liegt dabei darin, ältere Menschen dazu zu befähigen, aktiv an der Entwicklung digitaler Technologien mitzuwirken. Häufig gibt es Barrieren wie mangelnde technische Vorkenntnisse, Unsicherheiten oder auch das Gefühl, dass die Entwicklungen nicht für sie relevant seien. Auch auf Entwicklerseite bestehen Vorurteile, die Partizipation älterer Menschen als weniger produktiv oder relevant zu betrachten. Diese Arbeit zielt darauf ab, solche Hürden abzubauen, indem sie Wege aufzeigt, wie die Beteiligung älterer Menschen in Entwicklungsprozessen gefördert werden kann, um Technologien zu schaffen, die tatsächlich ihren Bedürfnissen entsprechen.

Schließlich verfolgt diese Forschungsarbeit das Ziel, Aspekte herauszuarbeiten, wie ältere Erwachsene beim Zugang zu Informationen, Kommunikation und Unterhaltung unterstützt werden können, um eigenständig, gesund und aktiv zu altern. Die nach wie vor eingeschränkte Verbreitung von Technologie unter älteren Erwachsenen stellt eine Herausforderung dar, die sowohl die Gesellschaft – beispielsweise in Form von digitaler Spaltung [Yu, 2011; Atkinson, Black und Curtis, 2008; Pruchno, 2019] oder Altersdiskriminierung [Schaie, 2016] – als auch die entsprechenden Individuen betrifft – beispielsweise wenn die Bedienung von Smartphones für den Zugang zu Online-Shops eine große Hürde darstellt. Moderne Technologien bergen das Potenzial, den Alltag älterer Menschen zu verbessern, ihre soziale Einbindung zu fördern und ihre Lebensqualität zu steigern. Die vollständige Ausschöpfung dieses Potenzials erfordert jedoch ein tiefes Verständnis der zugrunde liegenden Dynamiken und Mechanismen, die die Interaktion zwischen älteren Erwachsenen und Technologie beeinflussen. In diesem Kontext umfasst die Forschung die Analyse von Bedarfen und Bedürfnissen im Bereich des Austauschs und der Kommunikation [Cotten, 2017].

1.2 Forschungsfragen

Basierend auf den beschriebenen Schwerpunkten der Arbeit wurden die folgenden Forschungsfragen abgeleitet:

- **Forschungsfrage 1:** Welche Faktoren beeinflussen die Nutzungsintention und die langfristige Techniknutzung von älteren Erwachsenen?
- **Forschungsfrage 2:** Wie lassen sich altersbedingte Veränderungen zu einzelnen Teilbereichen des menschlichen informationsverarbeitenden Systems zuordnen und welche altersdifferenzierten Gestaltungsrichtlinien ergeben sich aus diesen Veränderungen?
- **Forschungsfrage 3:** Wie kann der menschenzentrierte Gestaltungsprozess nach DIN 9241-210 so angepasst werden, dass die aktive Partizipation am Technikentwicklungsprozess gefördert wird?
- **Forschungsfrage 4:** Wie kann die partizipative Zusammenarbeit systematisiert und reflektiert werden, um eine erfolgreiche partizipative Gestaltung zu ermöglichen?

1.3 Wissenschaftlicher Beitrag

Dieser Abschnitt widmet sich der Darstellung des wissenschaftlichen Beitrags, der sich durch die Beantwortung der Forschungsfragen ergibt. Durch systematische Untersuchungen und neuartige Ansätze strebt diese Dissertation an, bestehende Wissenslücken zu schließen und neue Erkenntnisse zu generieren, die einen signifikanten Fortschritt in der Gestaltung digitaler Lösungen für ältere Erwachsene darstellen. Das vorliegende Kapitel stellt den erwarteten Beitrag dieser Forschungsarbeit heraus, um einen klar definierten Rahmen für die wissenschaftliche Relevanz dieser Dissertation zu schaffen.

Beiträge in der Mensch-Computer-Interaktion-Forschung können in verschiedene Kategorien und Bereiche unterteilt werden. Wobbrock und Kientz [2016] haben in ihren Ausführungen diese Beiträge in sieben Forschungsbereiche eingeteilt.

- *Empirische Beiträge* erweitern die Wissensbasis durch Ergebnisse basierend auf Beobachtungen und Datenerhebungen;
- *Artefakt-Beiträge* entstehen durch gestaltungsorientierte Aktivitäten und werden häufig durch empirische Forschungsbeiträge ergänzt;
- *Methodologische Beiträge* liefern neues Wissen darüber, wie MCI-Praktiker:innen und Forschende ihre Arbeit durchführen;
- *Theoretische Beiträge* bestehen aus neuen oder verbesserten Konzepten, Definitionen, Modellen, Prinzipien oder Frameworks, in denen die Prozesse und Ziele der MCI-Forschung beschrieben werden, sowie welche Beiträge als Ergebnisse der Forschung zu erwarten sind;
- *Datensatz-Beiträge* beschreiben und analysieren Daten und gehen häufig mit einer Analyse derer Charakteristika einher;
- In *Survey-Beiträgen* werden Metaanalysen durchgeführt und wissenschaftliche Beiträge untersucht, um Trends und Lücken zu identifizieren;
- *Meinungsbeiträge* werden auch Essays oder Argumentationen genannt und versuchen, die Meinung der Lesenden zu verändern.

In dieser Dissertation wurden folgende wissenschaftliche Beiträge in Form von empirischen, methodologischen und theoretischen Beiträgen erarbeitet.

Zur Beantwortung der ersten Forschungsfrage wurde der Schwerpunkt auf die Technologieakzeptanz gelegt. Dabei wurden die Faktoren des Technologieakzeptanzmodells sowie der vereinheitlichten Theorie zur Akzeptanz und Nutzung von Technologie als Basis für das Senioren-Technologieakzeptanzmodell herangezogen, das gezielt auf die Bedürfnisse älterer Erwachsener ausgerichtet ist. Zusätzlich wurden weitere Kriterien identifiziert, die altersbedingte Veränderungen berücksichtigen und als Einflussfaktoren für die Technologieakzeptanz bei älteren Erwachsenen dienen. Auf dieser Basis wurde ein eigenes, auf die Bedürfnisse älterer Nutzer:innen zugeschnittenes Technologieakzeptanzmodell entwickelt.

- Ein erweitertes Modell zur Technologieakzeptanz für ältere Erwachsene basierend auf dem Technologieakzeptanzmodell nach Davis [1989], der vereinheitlichten Theorie und Nutzung von Technologie nach Venkatesh u. a. [2003], dem Senioren-Technologieakzeptanzmodell nach Chen und Chan [2014] und einer systematischen Literaturrecherche zur Technikakzeptanz bei älteren Erwachsenen (siehe Abschnitt 2.1)
- Eine auf vorhandener Literatur basierende Kriterienliste, kategorisiert nach individuellen, sozialen und System-Faktoren, die als Einflussfaktoren für die Technologienutzung älterer Erwachsene gelten (siehe Abschnitt 2.1)

Bei diesen Beiträgen handelt es sich um *empirische Beiträge* sowie *theoretische Beiträge*.

Das entwickelte Technologieakzeptanzmodell bietet einen Mehrwert für Praktiker:innen und Forscher:innen, indem es Einblicke in die Technologieakzeptanz älterer Erwachsener ermöglicht und gleichzeitig auf andere Nutzungsgruppen übertragbar ist. Durch die differenzierte Betrachtung der Akzeptanz-Aspekte können spezifische Herausforderungen und Potenziale für verschiedene Nutzungsgruppen besser verstanden werden, was eine nahtlose Integration von Erkenntnissen ermöglicht.

Zur Beantwortung der zweiten Forschungsfrage wurde die Ableitung von altersdifferenzierten Gestaltungsrichtlinien fokussiert. Dafür wurde zunächst ein informationsverarbeitendes Modell der Mensch-Computer-Interaktion entwickelt, das das menschliche Teilsystem in Sensorik, Kognition und Motorik unterteilt. Basierend auf Literaturrecherchen wurde der Zusammenhang zwischen dem entwickelten informationsverarbeitenden Modell, altersbedingten Veränderungen und Gestaltungsrichtlinien abgeleitet und einzelne Gestaltungsrichtlinien beschrieben. Die folgenden Teilergebnisse wurden erarbeitet:

1. Informationsverarbeitendes Modell der Mensch-Computer-Interaktion
2. Kategorisierungssystem von altersbedingten Veränderungen zur Verknüpfung von Gestaltungsempfehlungen (siehe Abschnitt 3.2 und 3.3)
3. 20 Gestaltungsrichtlinien im Hinblick auf altersbedingte sensorische Veränderungen (Siehe Abschnitt 3.4)
4. 26 Gestaltungsrichtlinien im Hinblick auf altersbedingte kognitive Veränderungen (siehe Abschnitt 3.5)
5. 9 Gestaltungsrichtlinien im Hinblick auf altersbedingte motorische Veränderungen (siehe Abschnitt 3.6)
6. Systematisierung der Gestaltungsrichtlinien basierend auf einem komponentenbasierten Softwareentwicklungsansatz (siehe Abschnitt 5.3)

7. Exemplarischer Einsatz und praktische Umsetzung der Gestaltungsrichtlinien mit Hilfe von Webtechnologien in einem digitalen System (siehe Abschnitt 5.3)

Bei diesen Beiträgen handelt es sich um *empirische Beiträge* sowie *theoretische Beiträge*.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung liefern einerseits Gestalter:innen von digitalen Systemen Hinweise, wie sie diese altersbedingten Veränderungen in der Gestaltung ihrer Systeme berücksichtigen können und andererseits Wissenschaftler:innen die Möglichkeit, eigene Ergebnisse in eine Taxonomie zur weiteren Standardisierung der Forschung altersgerechter Gestaltungsrichtlinien einzuordnen.

Zur Beantwortung der dritten Forschungsfrage wurde der Fokus auf bestehende Technikentwicklungsprozesse gelegt. Dafür wurden zunächst menschenzentrierte Technikentwicklungsprozesse analysiert. Um die aktive Partizipation am Technikentwicklungsprozess zu forcieren, wurde der menschenzentrierte Gestaltungsprozess nach ISO 9241-210 angepasst. Folgende Teilbeiträge wurden hierbei erarbeitet:

1. Ein Prozess zur altersgerechten menschenzentrierten Gestaltung basierend auf dem menschenzentrierten Gestaltungsprozess nach ISO-9241-210, dem Activity Centered Design, dem Goal Directed Design und der partizipativen Gestaltung, der den Fokus auf einen aktiven Nutzer:innen-Einbezug legt (siehe Abschnitt 4.1, 4.2, 4.3 und 4.4)
2. Richtlinien zur Zusammenarbeit mit älteren Erwachsenen (siehe Abschnitt 4.5)
3. Erkenntnisse aus dem praktischen Einsatz der Richtlinien zur Zusammenarbeit (siehe Abschnitt 5.5)
4. Erkenntnisse aus dem praktischen Einsatz des Empathy-Driven-Development Prozesses (siehe Abschnitt 5.5)

Bei diesen Ergebnissen handelt es sich um *methodologische* und *empirische Beiträge*.

Der entwickelte Prozess bietet neue Ansätze für die Entwicklung digitaler Technologien für ältere Erwachsene. Der Prozess ermöglicht eine systematische Bewältigung von Herausforderungen und eröffnet Möglichkeiten zur praktischen Erprobung und Optimierung. Praktiker:innen profitieren besonders von der agilen Zusammenarbeit, die den Anforderungen der digitalen Transformation gerecht wird und eine gezielte Einbindung der Nutzenden mit der Expertise von Gestalter:innen verbindet.

Bei der vierten Forschungsfrage wurde der Fokus auf die partizipative Gestaltung gelegt. Zur Beantwortung wurde ein Reflexionsframework entwickelt, das die Akteure, Methoden und Ziele partizipativer Gestaltung einordnet. Darauf aufbauend wurde ein Reflexionswerkzeug entwickelt, welches zur Reflexion nach einer Methodendurchführung genutzt werden kann. Erste Daten wurden im Rahmen des Forschungssystems erhoben. Zur Beantwortung der vierten Forschungsfrage wurden die folgenden wissenschaftlichen Beiträge erarbeitet:

1. Ein Framework für die Klassifizierung partizipativer Technikentwicklungsvorhaben (siehe Abschnitt 6.2, Abschnitt 6.3 und Abschnitt 6.4)
2. Visualisierungen basierend auf dem entwickelten Framework, um die Reflexionsergebnisse des Frameworks einfacher kommunizieren zu können (siehe Abschnitt 6.5)

3. Werkzeuge für den praktischen Einsatz des entwickelten Reflexionsframeworks (siehe Abschnitt 6.5)

Bei diesen Beiträgen handelt es sich um *theoretische* und *methodologische Beiträge*.

Das entwickelte Reflexionswerkzeug fungiert als Instrument für Forschende und Teilnehmende in partizipativen Technikentwicklungsprozessen. Es fördert ein vertieftes Verständnis der Gestaltungspraxis und ermöglicht die systematische Einordnung und zeitliche Bewertung partizipativer Interventionen. Da Partizipation häufig dynamisch verläuft, bietet das Werkzeug zudem Unterstützung beim Monitoring und der Weiterentwicklung eigener partizipativer Projekte.

1.4 Aufbau der Arbeit

Der Aufbau der Arbeit folgt den in Abschnitt 1.2 beschriebenen Forschungsfragen.

Kapitel 2 beschreibt die Erforschung individueller Reaktionen auf Informationstechnologien; ihre Auswirkungen auf die Nutzungsintention und tatsächliche Nutzung sind häufig zitierte Forschungsgegenstände. Der Zusammenhang dieser Faktoren wird in den vorgestellten Technologieakzeptanzmodellen erläutert. Das vorgestellte Senioren-Technologieakzeptanzmodell (STAM) wird um weitere Faktoren zu einem erweiterten Senioren-Technologieakzeptanzmodell (E-STAM) weiterentwickelt.

Kapitel 3 bietet eine Untersuchung altersbedingter Charakteristika im Kontext der Gestaltungsrichtlinien für digitale Systeme. Dafür wird zunächst das genutzte Modell des menschlichen und technischen Teilsystems bei der Informationsverarbeitung erläutert. Zudem wird der Alterungsprozess im Allgemeinen als Einflussfaktor auf individuelle Fähigkeiten und Fertigkeiten eingeordnet und dabei sowohl zwischen unterschiedlichen Alterungsverläufen unterschieden als auch eine psychosoziale Sichtweise auf den Alterungsverlauf beschrieben. Diese Grundlagen werden genutzt, um altersbedingte sensorische, kognitive und motorische Veränderungen zu beschreiben und Gestaltungsanforderungen an digitale Systeme abzuleiten. Das dritte Kapitel legt somit das theoretische Fundament für die gesamte Arbeit, indem es altersbedingte Charakteristika identifiziert und deren Bedeutung für die Gestaltung digitaler Systeme aufzeigt. Es dient als Grundlage für die weiteren Analysen und Empfehlungen, die im Verlauf der Dissertation entwickelt werden.

Kapitel 4 behandelt Technikentwicklungsprozesse als zentralen Faktor eines Projekterfolgs. Im Rahmen der Arbeit werden in diesem Zusammenhang menschenzentrierte Technikentwicklungsprozesse vorgestellt. Dazu zählen der menschenzentrierte Gestaltungsprozess nach ISO 9241-210 und die partizipative Gestaltung. Basierend auf diesen Erkenntnissen und der Beantwortung der ersten Forschungsfrage wird ein altersgerechter menschenzentrierter Gestaltungsprozess abgeleitet und detailliert vorgestellt.

In Kapitel 5 wird die Anwendung des im vorherigen Kapitel entwickelten Technikentwicklungsprozesses beschrieben. Als Praxisbeispiel dient das Historytelling-System, welches darauf abzielt, älteren Erwachsenen die Möglichkeit zu geben, ihre Lebensgeschichte digital zu dokumentieren und mit anderen zu teilen. Dieses System entstand in einer engen, fünfjährigen Zusammenarbeit mit der potenziellen Zielgruppe ($N = 429$) und wurde in 54 Methodendurchführungen softwaretechnisch realisiert. Dabei fanden die in Kapitel 3 aufgestellten altersdifferenzierten Gestaltungsrichtlinien Anwendung

und wurden weiter präzisiert. Abschließend werden in diesem Kapitel die Ergebnisse des Empathy-Driven-Development-Prozesses auf Basis seiner Grundprinzipien validiert und angewendet.

Kapitel 6 behandelt die Entwicklung eines Frameworks und entsprechender Werkzeuge zur Reflexion partizipativer Technikentwicklungsprozesse. Auf der Grundlage einer Literaturrecherche wurde ein Reflexionsframework konzipiert, das die zentralen Aspekte Akteure, Methoden und Ziele in 10 Dimensionen und 21 Subdimensionen beschreibt. Aufbauend auf diesem theoretischen Framework wurden Werkzeuge entwickelt, die die praktische Anwendung des Frameworks unterstützen. Dazu gehört ein Fragebogen, der die einzelnen Dimensionen erfasst, sowie eine Visualisierung, die die Auswertung und Interpretation der Fragebogenergebnisse erleichtert. Überdies wurde ein neuartiges, interaktives Erhebungswerkzeug entwickelt, das die Visualisierung direkt in den Analyseprozess integriert. Diese Auswertungen und Visualisierungen bildeten die Grundlage für die Entwicklung einer Webseite, die es Forschenden ermöglicht, das Framework sowie die zugehörigen Werkzeuge und Visualisierungen effizient zu nutzen.

2

Erweiterung bestehender Technologieakzeptanzmodelle um altersdifferenzierte Faktoren

In den letzten Jahrzehnten hat die rasante Entwicklung digitaler Technologien den Alltag aller Altersgruppen tiefgreifend verändert. Besonders ältere Erwachsene stehen vor spezifischen Herausforderungen und Chancen im Umgang mit neuen Technologien. Digitale Technologien können dazu beitragen, ihre Autonomie zu erhalten, indem sie Unterstützung bei Routineaufgaben, Online-Einkäufen oder der Kommunikation bieten. Damit diese Vorteile jedoch realisiert werden können, ist die Akzeptanz solcher Technologien entscheidend.

Technologieakzeptanzmodelle bieten eine strukturierte Herangehensweise, um die Faktoren zu analysieren, die die Nutzung digitaler Technologien beeinflussen – wie beispielsweise Gebrauchstauglichkeit, wahrgenommener Nutzen und soziale Einflüsse. Diese Faktoren sind besonders für ältere Erwachsene von Bedeutung, da sie häufig vor anderen Hürden stehen als jüngere Nutzer:innen. Traditionelle Technologieakzeptanzmodelle berücksichtigen jedoch nicht immer ausreichend die besonderen Bedürfnisse und Herausforderungen, denen ältere Erwachsene beim Umgang mit neuen Technologien begegnen. Dazu zählen altersbedingte Veränderungen in kognitiven Fähigkeiten, technologische Vorbehalte und mangelnde Erfahrung. Eine Erweiterung der bestehenden Modelle ist daher erforderlich, um diese Aspekte differenzierter abzubilden und die spezifischen Bedürfnisse dieser wachsenden Bevölkerungsgruppe zu berücksichtigen [Chen und Chan, 2014].

Dieses Kapitel zielt darauf ab, ein bestehendes Technologieakzeptanzmodell für ältere Erwachsene (STAM) zu erweitern [Chen und Chan, 2014]. Zunächst werden in Abschnitt 2.2 und 2.3 die zwei Technologieakzeptanzmodelle vorgestellt, die die Grundlage für das STAM bilden. Abschnitt 2.4 erläutert die Anpassungen und neuen Einflussfaktoren des STAM, die speziell auf die Zielgruppe älterer Erwachsener zugeschnitten sind. Darauf aufbauend wird in Abschnitt 2.5 die Entwicklung eines erweiterten Modells (E-STAM) präsentiert, das auf einer systematischen Literaturrecherche basiert und die Technikakzeptanz älterer Erwachsener noch differenzierter erfasst.

2.1 Technologieakzeptanzkriterien als Einflussfaktoren auf Technologienutzung

Die Erforschung individueller Reaktionen auf Informationstechnologien, ihre Auswirkung auf die Nutzungsintention und tatsächliche Nutzung sind häufig zitierte Forschungsthemen [Lin, 2013; Scholtz, Mahmud und Ramayah, 2016; Venkatesh u. a., 2003]. Der Zusammenhang dieser Faktoren ist in Abbildung 2.1 skizziert. Bei der menschenzentrierten Entwicklung digitaler Systeme wird die Betrachtung der Technologieakzeptanz vorrangig durch die *wahrgenommene Nützlichkeit*, *wahrgenommene Gebrauchstauglichkeit* sowie die *Handlungsabsicht* geprägt [Salovaara und Tamminen, 2009; Davis, 1985]. Die *wahrgenommene Nützlichkeit* wird als das Ausmaß definiert, in dem eine Person glaubt, dass die Nutzung eines bestimmten Systems ihre Arbeitsleistung verbessern könnte. Die *wahrgenommene Gebrauchstauglichkeit* beschreibt, inwieweit eine Person davon ausgeht, dass die Nutzung des Systems keine zusätzlichen Anstrengungen erfordert [Davis, 1989]. Dabei konnte in zahlreichen Studien gezeigt werden, dass die *wahrgenommene Nützlichkeit* einen positiven Einfluss auf die tatsächliche Nutzung und die Gebrauchstauglichkeit hat. Gleichzeitig hat die *wahrgenommene Gebrauchstauglichkeit* einen positiven Effekt auf die *wahrgenommene Nützlichkeit* [Lin, 2013; Scholtz, Mahmud und Ramayah, 2016]. In der Mensch-Computer-Interaktion-Forschung hat sich insbesondere die Evaluation der Gebrauchstauglichkeit als gängige Praxis zur Überprüfung der Bedienbarkeit digitaler Systeme etabliert. Hierfür werden in der Regel Gebrauchstauglichkeitsstudien durchgeführt, in denen Teilnehmende in kontrollierten Bedingungen Aufgaben durchführen müssen. Dies ermöglicht die Messung und Interpretation verschiedener Aspekte der Gebrauchstauglichkeit, um zu analysieren, inwieweit das digitale System so gestaltet ist, dass es den Nutzer:innen eine sachgerechte Anwendung erlaubt. [Zhang und Adipat, 2005].

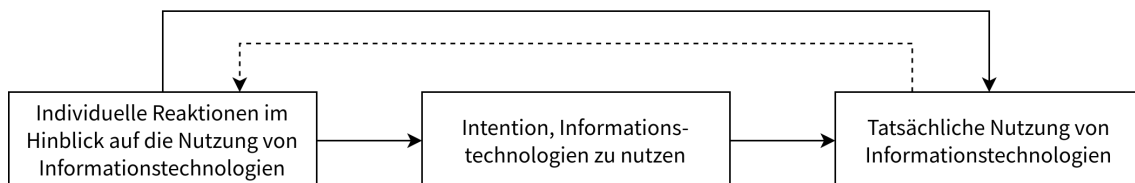


Abbildung 2.1: Grundlegendes Konzept für Nutzungsakzeptanzmodelle nach Venkatesh u. a. [2003]

2.2 Technologieakzeptanzmodell

Das Technologieakzeptanzmodell (TAM) [Davis, 1985; Davis, 1989] basiert vornehmlich auf zwei menschlichen Verhaltenstheorien der Psychologie (*Theorie des überlegten Handelns* [Ajzen und Fishbein, 1980; Fishbein und Ajzen, 1975]; *Theorie des geplanten Verhaltens* [Ajzen, 1991]) und hat sich zu einem der prägenden Modelle zur Erklärung menschlichen Verhaltens in Bezug zur Akzeptanz oder der Ablehnung von Technologie entwickelt. In

2 Erweiterung bestehender Technologieakzeptanzmodelle um altersdifferenzierte Faktoren

diesem Modell bestimmen primär die Variablen *wahrgenommene Gebrauchstauglichkeit* und die *wahrgenommene Nützlichkeit* in einem Zusammenspiel von Einflussvariablen die Nutzungsintention [Marangunić und Granić, 2015].

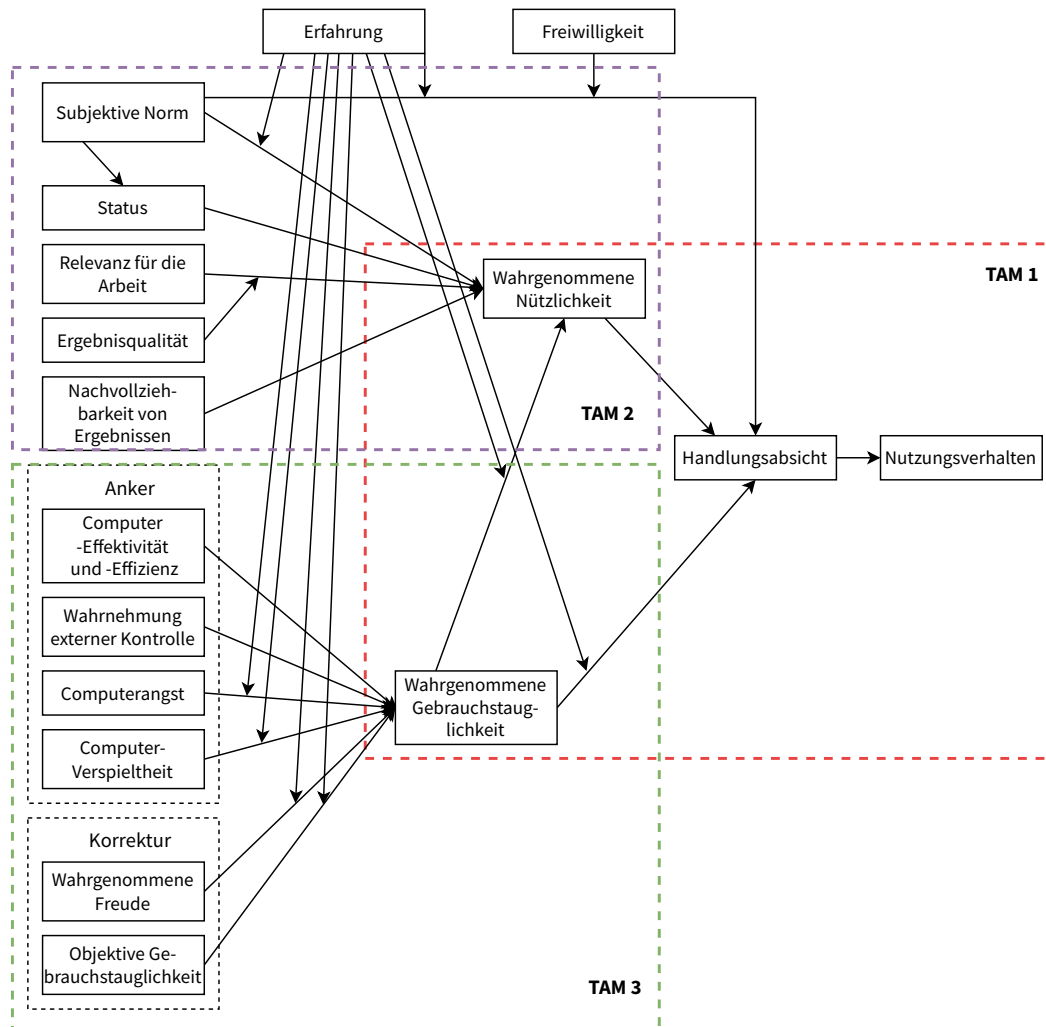


Abbildung 2.2: Technologieakzeptanzmodell 1, 2 und 3 nach Venkatesh und Bala [2008]

Das Modell wurde iterativ weiterentwickelt und um weitere Einflussvariablen erweitert. Meilensteine sind hierbei insbesondere das Technologieakzeptanzmodell 2 (TAM2) [Venkatesh und Davis, 2000; Venkatesh, 2000] und das Technologieakzeptanzmodell 3 (TAM3) [Venkatesh und Bala, 2008]. In Abbildung 2.2 ist diese Entwicklung abgebildet.

Initial wurde im TAM davon ausgegangen, dass die *Einstellungen gegenüber Technologien* die *wahrgenommene Nützlichkeit* und die *wahrgenommene Gebrauchstauglichkeit* direkt beeinflusst. Zusätzlich hat die *wahrgenommene Gebrauchstauglichkeit* einen direkten Einfluss auf die *wahrgenommene Nützlichkeit* [Davis, 1985].

Beide Variablen werden zudem von Gestaltungsaspekten des Systems beeinflusst [Davis, 1989]. In einer nachfolgenden Iteration des TAM wurde die *Einstellung gegenüber Technologien* als Variable jedoch entfernt, weil kein direkter Zusammenhang zwischen der *Einstellung gegenüber Technologien*, der *wahrgenommenen Nützlichkeit und Gebrauchstauglichkeit* sowie des Nutzungsverhaltens gezeigt werden konnte (siehe Abbildung 2.2) [Davis, 1989].

Die Grundlage für die Erweiterung von TAM2 auf TAM3 bildet die These, dass die Reaktionen auf eine Technologie sich mit der Zeit und der Erfahrung der Nutzer:innen verändern [Venkatesh und Bala, 2008]. Das Modell erweitert TAM2 dafür um neue Beziehungen zwischen den Kriterien. Die *Erfahrung* konnte dahingehend als Moderator-Variable identifiziert werden für (1) die Beziehung von *wahrgenommener Gebrauchstauglichkeit* und *wahrgenommener Nützlichkeit* (2) *Computerangst* und *wahrgenommener Gebrauchstauglichkeit* sowie (3) *wahrgenommener Gebrauchstauglichkeit* und *Nutzungsintention*. Dabei zeigt sich, dass mit einem höheren *Erfahrungsniveau* der Effekt der *wahrgenommenen Gebrauchstauglichkeit* auf die *Nutzungsintention* abnimmt, der Effekt der *wahrgenommenen Gebrauchstauglichkeit* auf die *wahrgenommene Nützlichkeit* jedoch ansteigt. Insgesamt ist die *wahrgenommene Nützlichkeit* zudem der stärkste Prädiktor für die Systemnutzung an sich [Venkatesh und Bala, 2008]. Die Autor:innen schlagen deswegen eine Kombination von Maßnahmen vor, die vor und nach einer Technologieeinführung ergriffen werden sollten. Zu den Maßnahmen vor der Technologieeinführung zählen die Beachtung von Design-Charakteristiken, die partizipative Einbindung von Nutzenden, die Unterstützung des Managements und die Nutzung von Anreizen. Zu den Maßnahmen nach der Einführung zählen das Training und die Unterstützung durch Organisationen oder Peers [Venkatesh und Bala, 2008].

Da die *wahrgenommene Nützlichkeit* und die *wahrgenommene Gebrauchstauglichkeit* als primäre Faktoren ermittelt wurden, um die *Nutzungsintention* zu beeinflussen, entwickelten Venkatesh und Davis [2000] das erweiterte TAM2, in dem Variablen identifiziert wurden, die die *wahrgenommene Nützlichkeit* beeinflussen. Die für die *wahrgenommene Nützlichkeit* identifizierten Variablen sind in Tabelle 2.1 dargestellt.

Tabelle 2.1: Übersicht der Variablen und Definitionen für die wahrgenommene Nützlichkeit im TAM2-Modell nach Venkatesh und Davis [2000]

Variablen	Definition nach Venkatesh und Davis [2000]
Subjektive Norm	der Einfluss Dritter auf das eigene Verhalten
Image	das Ausmaß, in dem die Nutzung eines Systems eine Verbesserung des eigenen sozialen Status hervorruft
Relevanz für die Arbeit	das Ausmaß, inwieweit das System auf die eigene Arbeit anwendbar ist
Ergebnisqualität	das Ausmaß, in dem das System die Aufgabe erfüllt
Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse	die Herstellung von verständlichen Ergebnissen

Venkatesh [2000] schlägt vor, die Gebrauchstauglichkeit in zwei Schritten zu betrachten. Zunächst sind die Erwartungen an ein neues System in der generellen Meinung gegenüber der Technologienutzung *verankert*. Mit zunehmender Expertise bezüglich eines bestimmten Systems *korrigieren* die Nutzenden die wahrgenommene Gebrauchstauglichkeit und reflektieren die eigene Interaktion mit dem System. Die dafür aufgestellten Anker- und Korrektur-Variablen sind in Tabelle 2.2 dargestellt. Im TAM3 wurden diese Variablen mit dem TAM2 kombiniert, um ein integriertes Modell abzuleiten (siehe Abbildung 2.2) [Venkatesh und Bala, 2008].

Tabelle 2.2: Übersicht der Anker- und Korrektur-Variablen und Definitionen für die wahrgenommene Nützlichkeit im TAM3-Modell

Variablen	Definition nach Venkatesh und Davis [2000]
Ankervariablen	
Computer-Effektivität und -Effizienz	das Ausmaß, in dem ein Individuum glaubt, dass die Möglichkeit besteht, eine spezifische Aufgabe mit dem System durchzuführen [Compeau und Higgins, 1995]
Wahrnehmung der externen Kontrolle	das Ausmaß, in dem ein Individuum glaubt, dass die organisatorischen und technischen Ressourcen vorhanden sind, um die Systemnutzung zu unterstützen [Venkatesh u. a., 2003]
Computerangst	das Ausmaß der individuellen Zurückhaltung oder Angst, wenn Nutzer:innen der Computernutzung ausgesetzt sind [Venkatesh, 2000]
Computer-Verspieltheit	die Fähigkeit einer Person, spontan und flexibel auf neue Situationen zu reagieren, ohne sich an festgelegte Denkmuster zu halten [Webster und Martocchio, 1992]
Korrekturvariablen	
Wahrgenommene Freude	das Ausmaß, in dem eine Aktivität eines bestimmten Systems selbst als angenehm empfunden wird, unabhängig jeglicher Leistungskonsequenzen, die sich aus der Systemnutzung ergeben [Venkatesh, 2000]
(Objektive) Gebrauchstauglichkeit	die messbare Effizienz und Effektivität eines Systems bei der Ausführung spezifischer Aufgaben anhand von objektiven Kriterien, wie der benötigten Zeit, um eine Aufgabe abzuschließen [Venkatesh, 2000]

Abschließend bietet das TAM eine theoretische Grundlage zur Bewertung der Akzeptanz digitaler Technologien. Es fokussiert auf zwei zentrale Variablen: die wahrgenommene Nützlichkeit (perceived usefulness) und die wahrgenommene Gebrauchstauglichkeit (perceived ease of use). Insgesamt liefert das Technologieakzeptanzmodell Einsichten für den Einsatz digitaler Systeme bei älteren Erwachsenen, sollte jedoch um soziale, emotionale und individuelle Faktoren erweitert werden.

2.3 Die vereinheitlichte Theorie zur Akzeptanz und Nutzung von Technologie

Auf Basis des Technologieakzeptanzmodells (TAM) 1 – 3 und weiteren Modellen zur Technologieakzeptanz wurden die vereinheitlichte Theorie zur Akzeptanz und Nutzung von Technologie (Unified Thoery of Acceptance and Use of Technology; UTAUT) [Venkatesh u. a., 2003] und die Erweiterung UTAUT2 [Venkatesh, Thong und Xu, 2012] entwickelt (für eine Übersicht der Konstrukte und Variablen siehe Tabelle 2.3 und Abbildung 2.3).

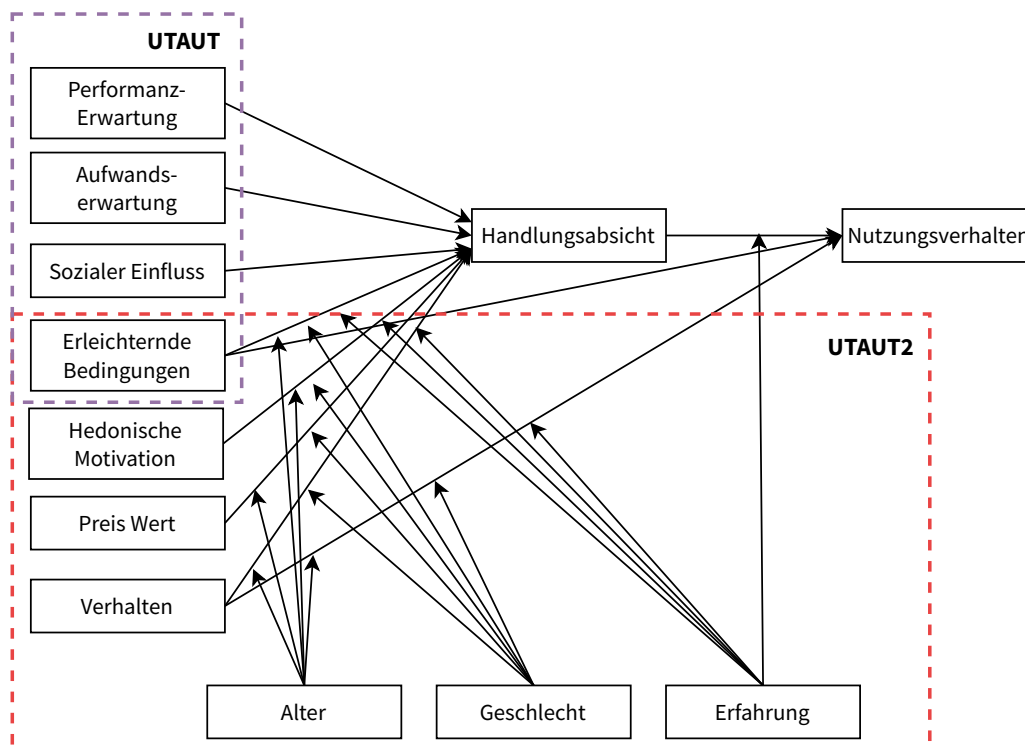


Abbildung 2.3: Die vereinheitlichte Theorie zur Akzeptanz und Nutzung von Technologie (UTAUT) [Venkatesh, Thong und Xu, 2012]

Venkatesh u. a. [2003] stellen die These auf, dass vier primäre Einflussfaktoren existieren, die die *Nutzungsintention* und die *Systemnutzung* selbst beeinflussen:

- *Leistungserwartung*: Das Ausmaß, in dem ein:e Nutzer:in glaubt, dass das System hilft, Ziele im Beruf zu erreichen.
- *Aufwandserwartung*: Das Ausmaß, wie effizient ein System genutzt werden kann.
- *Erleichternde Bedingungen*: Das Ausmaß, in dem eine Person glaubt, dass eine organisatorische und technische Infrastruktur existiert, um die Nutzung des Systems zu unterstützen.
- *Sozialer Einfluss*: Das Ausmaß, in dem eine Person glaubt, dass es wichtig für andere ist, dass sie ein neues System nutzt.

Tabelle 2.3: Konstrukte, Variablen und Modelle der vereinheitlichten Theorie zur Akzeptanz und Nutzung von Technologie (UTAUT) und dessen Erweiterung (UTAUT2). Die Tabelle basiert auf [Chang, 2012] und wurde um UTAUT2-Konstrukte [Venkatesh, Thong und Xu, 2012] erweitert.

Konstrukt	Modell	Variable
Leistungserwartung	UTAUT	Wahrgenommene Nützlichkeit Extrinsische Motivation Jobpassung Relativer Vorteil Ergebniserwartung
Aufwandserwartung	UTAUT	Wahrgenommene Gebrauchstauglichkeit Komplexität
Erleichternde Bedingungen	UTAUT	Wahrgenommene Verhaltenskontrolle Unterstützende Faktoren Kompatibilität
Sozialer Einfluss	UTAUT	Subjektive Normen Soziale Faktoren Reputation
Hedonische Motivation	UTAUT2	Wahrgenommene Freude
Kosten-Nutzen	UTAUT2	Preis Qualität des Produkts
Vorerfahrung	UTAUT2	Bisheriges Verhalten Bisherige Erfahrung

Zudem dienen Alter, Geschlecht, Erfahrung und die Nutzungsfreiwilligkeit als moderierende Variablen im UTAUT-Modell.

Das UTAUT2-Modell basiert auf dem UTAUT-Modell und legt den Fokus auf die Gruppe der Konsument:innen. [Venkatesh, Thong und Xu, 2012]. Das Modell erweitert die unabhängigen Variablen des UTAUT-Modells um

- *Hedonische Motivation*: Die hedonische Motivation ist definiert als Spaß oder Freude, die durch die Technologienutzung entsteht.
- *Kosten-Nutzen*: Kosten-Nutzen sind definiert als der Kompromiss zwischen wahrgenommenen Vorteilen einer Applikation und monetären Aufwänden, diese zu nutzen.
- *Vorerfahrung*: Sie beschreibt den Grad, in dem eine Person bereits mit einem bestimmten technologischen Umfeld vertraut ist und Aufgaben automatisch ausführt.

Venkatesh, Thong und Xu [2012] stellen zudem die These auf, dass im Konsum-Kontext beispielsweise Informations- und Trainingsmaterial öffentlich zur Verfügung stehen sollte und so die Nutzungsintention direkt beeinflusst werden kann. Des Weiteren bleiben die moderierenden Faktoren Alter, Geschlecht und Erfahrung aus dem UTAUT-Modell erhalten. Die Nutzungsfreiwilligkeit wird im UTAUT2-Modell nicht weiter betrachtet.

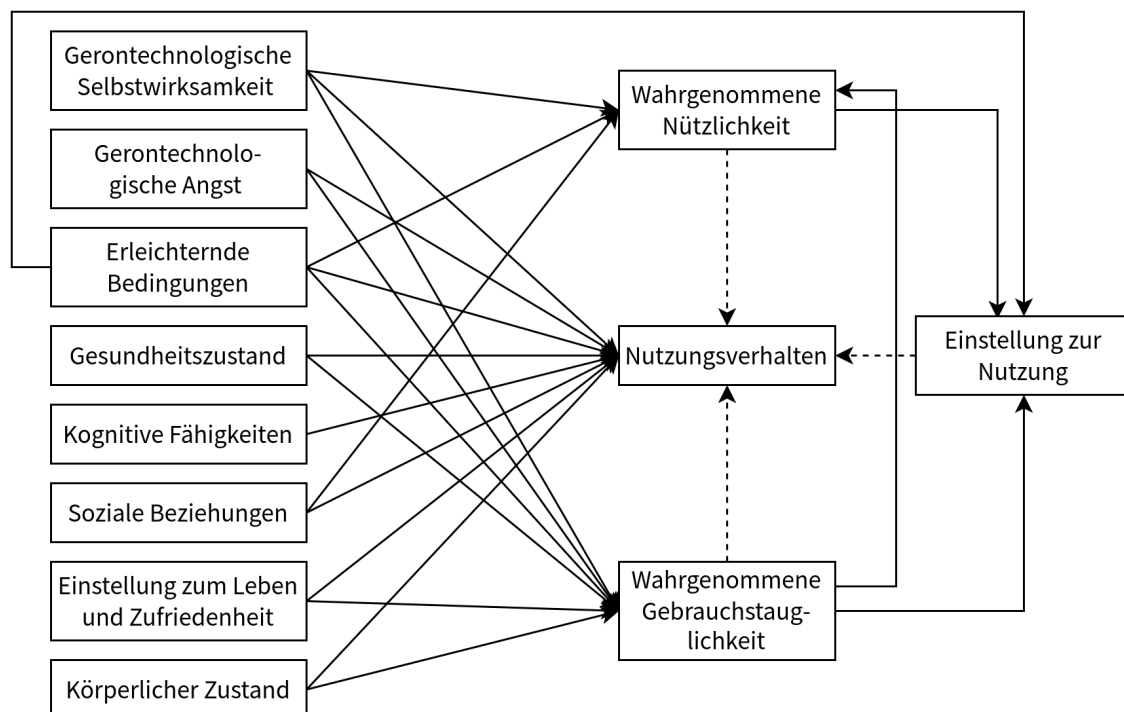
Abschließend erweitert das UTAUT-Modell das TAM und bietet eine Analyse der Faktoren, die die Nutzung von Technologien beeinflussen. Diese Theorie identifiziert vier Schlüsselfaktoren, die die Akzeptanz und Nutzung von Technologien vorantreiben: Leistungserwartung, Aufwandserwartung, sozialer Einfluss und erleichternde Bedingungen. Insgesamt bietet das UTAUT-Modell eine solide Grundlage für die Analyse der Akzeptanz digitaler Systeme bei älteren Erwachsenen. Sie betont die Bedeutung von Leistung, Aufwand, sozialen Einflüssen und unterstützenden Bedingungen, die alle entscheidend für die erfolgreiche Einführung und Nutzung von Technologien in dieser Zielgruppe sein können. Allerdings sollte die UTAUT durch zusätzliche Überlegungen zu den speziellen Bedürfnissen und Herausforderungen älterer Erwachsener ergänzt werden, um eine Strategie zur Förderung der Technologieakzeptanz zu entwickeln.

2.4 Senioren-Technologieakzeptanzmodell

TAM und UTAUT sind zwei häufig genutzte Technologieakzeptanzmodelle, die übereinstimmend und fundiert die Nutzungsintention und Nutzung in unterschiedlichen Kontexten beschreiben können. Bisher haben sie jedoch nicht die einzigartigen Charakteristika, Fähigkeiten und Einschränkungen von älteren Erwachsenen explizit, sondern lediglich das Alter global als moderierende Variable betrachtet. *Hohe Kosten*, die *physischen Einschränkungen* potenzieller Nutzender und die daraus resultierende *niedrige Gebrauchstauglichkeit*, sowie eine generell *negative Einstellung gegenüber Technologien* sind die primären Prädiktoren für die Nichtnutzung von Technologien durch ältere Erwachsene [Coleman u. a., 2010; Gibson, Forbes und Hanson, 2010]. Forschungsergebnisse zeigen, dass die Heterogenität einer Gruppe mit zunehmendem Alter ansteigt und die physischen, psychologischen und sozialen Charakteristika die Interaktion mit technischen Produkten und Dienstleistungen verändern können [Chen und Chan, 2014]. Jedoch muss erneut die

Diversität älterer Erwachsener einbezogen werden – vorrangig die Heterogenität bezüglich Limitationen, Erfahrungen und Fähigkeiten, die die Nutzung beeinflussen können [Coelho u. a., 2015; Demirbilek und Demirkan, 2004; Kopeć, Nielek und Wierzbicki, 2018].

In diesem Zusammenhang haben Chen und Chan [2014] bestehende Technologieakzeptanzmodelle erweitert, indem sie altersbedingte Charakteristika hinzugefügt haben. Betrachtet wurde hierbei Technologieakzeptanz, insbesondere im Kontext von Gerontechnologien (Technologien zur Verbesserung der täglichen Funktionsfähigkeit älterer Menschen [Bouma, 1992b]). Für die Erstellung des Senioren-Technologieakzeptanzmodells (Senior Technology Acceptance Model, STAM) wurden Modifikationen an einer Kombination aus UTAUT und TAM vorgenommen, die die physischen und psychosozialen Charakteristika und erlebten Herausforderungen älterer Erwachsener einbeziehen (siehe Abbildung 2.4). Die Konstrukte *wahrgenommene Nützlichkeit*, *wahrgenommene Gebrauchstauglichkeit* und *Nutzungsintention* werden in diesem Modell beeinflusst durch:



Kontrollvariablen: Alter Geschlecht, Bildungsniveau, Ökonomischer Status

Abbildung 2.4: Senioren-Technologieakzeptanzmodell [Chen und Chan, 2014].

- *Gerontechnologische Selbstwirksamkeit*: Das Gefühl, Gerontechnologien erfolgreich nutzen zu können (siehe auch UTAUT)
- *Gerontechnologische Angst*: Das individuelle Maß an Angst, wenn eine Person mit der Möglichkeit konfrontiert wird, Gerontechnologien zu nutzen (siehe auch UTAUT)
- *Erleichternde Bedingungen*: Wahrgenommene objektive Unterstützungsmöglichkeiten für die Nutzung von Gerontechnologien (siehe auch UTAUT)

und von den nutzer:innenübergreifenden Technologieakzeptanzmodellen übernommen. Zudem wurden altersbedingte Gesundheits- und Fähigkeitskonstruktionen ergänzt. Diese setzen sich zusammen aus den selbst eingeschätzten Faktoren:

- *Gesundheitszustand*: Allgemeiner Gesundheitszustand einer einzelnen Person, aber auch Gesundheitszustand im Vergleich zu Gleichaltrigen, individuelles Seh- und Hörvermögen sowie Bewegungsfähigkeit.
- *Kognitive Fähigkeiten*: Kognitive Fähigkeiten in Bezug auf Denken, Lernen, Gedächtnis und Konzentration.
- *Soziale Beziehungen*: Zufriedenheit mit persönlichen Beziehungen und die Unterstützung von Freunden und Familie sowie Teilnahme an sozialen Aktivitäten.
- *Einstellung zum Leben und Zufriedenheit*: Einstellungen zum eigenen Altern und der allgemeinen Lebenszufriedenheit und -qualität.
- *Körperlicher Zustand*: Maß, in dem entscheidende Aktivitäten des täglichen Lebens selbstständig ausgeführt werden können.

Kontrollvariablen sind im STAM das *Alter*, das *Geschlecht*, das *Bildungslevel* sowie der *ökonomische Status*. Es konnte kein signifikanter Einfluss auf die eigentliche Nutzung durch die *wahrgenommene Nützlichkeit*, *wahrgenommene Gebrauchstauglichkeit* und *Nutzungsintention* festgestellt werden. Stattdessen hatten – im Gegensatz zum UTAUT-Modell – *Selbstwirksamkeit* und *Angst* einen direkten Einfluss auf das Nutzungsverhalten älterer Erwachsener. Dies deutet darauf hin, dass die allgemeine Nutzung von Gerontotechnologien bei älteren Erwachsenen weniger von ihren Einstellungen und Überzeugungen zu diesen Technologien abhängt, sondern vielmehr von Faktoren wie Selbstwirksamkeit und den Rahmenbedingungen beeinflusst wird [Chen und Chan, 2014].

Durch die fokussierte Betrachtung von Charakteristika älterer Erwachsene kann Technikakzeptanz für diese Zielgruppe spezifischer eingeordnet werden. Dennoch birgt auch dieses Modell Grenzen:

1. Die empirischen Daten für das Modell basieren lediglich auf älteren Erwachsenen aus Hongkong. Der Bildungsgrad älterer Erwachsene in China ist nicht repräsentativ für viele westliche Länder [Chen und Chan, 2014]. Gleichzeitig ist der Bildungsgrad aber ein Prädiktor für die Technologieakzeptanz, was zu einer Verschiebung von Nutzungseffekten in der Studie geführt haben könnte. Zudem ist China eine kollektivistisch geprägte Kultur. Schepers und Wetzels [2007] konnten jedoch zeigen, dass subjektive Normen und Gebrauchstauglichkeit in individualistisch geprägten Kulturen einen anderen Wert haben [Chen und Chan, 2014; Ma, Chan und Teh, 2021].
2. Der Rechercheprozess zum Aufstellen des ersten Akzeptanzkriterienkatalogs bleibt unklar und wird in der Arbeit von Chen und Chan [2014] nicht weiter ausgeführt. Es wird lediglich auf das Technologieakzeptanzmodell (TAM) und die vereinheitlichte Theorie zur Akzeptanz und Nutzung von Technologie (UTAUT) verwiesen und deren Akzeptanzkriterien als Basis genutzt.
3. Es bleibt unklar, welche Alterungseffekte einen Einfluss auf die wahrgenommene Nützlichkeit und die Nutzungsintention haben. Dabei konnten keine signifikanten Alterseffekte auf die wahrgenommene Nützlichkeit und Nutzungsintention gemessen

werden, wenn Angst und erleichternde Bedingungen mitbetrachtet wurden. Gleichzeitig wurde herausgefunden, dass erleichternde Bedingungen bei der Technologieakzeptanz eine große Rolle spielen.

4. Zeitliche Aspekte werden nicht weiter betrachtet. Studien konnten zeigen, dass ältere Erwachsenen mehr Zeit als jüngere benötigen, um sich neue Technologien anzueignen [Chen und Chan, 2014].

Die Herausforderungen zur Untersuchung der Technologieakzeptanz von älteren Erwachsenen sind vielfältig. Die Anpassung an unterschiedliche kognitive und physische Fähigkeiten älterer Erwachsener erfordert eine sorgfältige Gestaltung von Technologien, um sicherzustellen, dass diese für die Nutzer:innen zugänglich sind. Angesichts des demografischen Wandels bei gleichzeitiger gesellschaftlicher Technologieabhängigkeit und digitaler Spaltung sind die spezifischen Bedürfnisse und Herausforderungen älterer Erwachsener in der Technologieakzeptanz besonders relevant. Um diese komplexen Einflussfaktoren umfassend zu verstehen und angemessen zu adressieren, sollte eine systematische Literaturrecherche durchgeführt werden, die weitere relevante Aspekte und Lösungsansätze identifiziert.

2.5 Entwicklung eines erweiterten Senioren-Technologieakzeptanzmodells

Ein detailliertes Verständnis der für die Technikakzeptanz wesentlichen Faktoren ist entscheidend, um das Potenzial von digitalen Technologien für ältere Erwachsene auszu-schöpfen und gebrauchstaugliche Systeme entwickeln zu können [Cotten, 2017].

2.5.1 Vorgehen

Zur Erweiterung des STAM (E-STAM) um weitere Einflussfaktoren auf die Technologieakzeptanz wurde eine systematische Literaturrecherche in der *ACM Digital Library*² am 01.02.2022 durchgeführt, bei der die Kurzzusammenfassungen durchsucht wurden:

Abstract:(„acceptance“ OR „adoption“) AND („factors“ OR „influence“) AND („older adults“ OR „elderly“).

Durchführung des Screenings

In der Identifikationsphase wurden zunächst relevante Publikationen mithilfe des Suchterms in der ACM-Datenbank ermittelt. Hierfür wurde der beschriebene Suchterm verwendet. Während dieser Phase wurden insgesamt 43 Artikel identifiziert, die im Screening berücksichtigt wurden.

Nach einem initialen Screening anhand von Titeln und Kurzzusammenfassungen wurden 20 Quellen ausgeschlossen. Eine weitere Überprüfung der Volltexte führte zum Ausschluss von weiteren sieben Quellen (siehe Abbildung 2.5). Ausschlusskriterien für diese Auswahl waren Kontexte wie Robotik oder autonomes Fahren ($N = 11$), mangelnde

² dl.acm.org

Betrachtung von Technologieakzeptanz ($N = 9$), abweichende Zielgruppe ($N = 4$), unpassender Inhaltstyp ($N = 2$) und abweichende Sprache ($N = 1$). Die eingeschlossenen Publikationen umfassen Forschungsartikel und Kurzpapiere, die sich mit der Nutzungsgruppe älterer Erwachsener im Kontext digitaler Software-Systeme in Deutsch oder Englisch befassen.

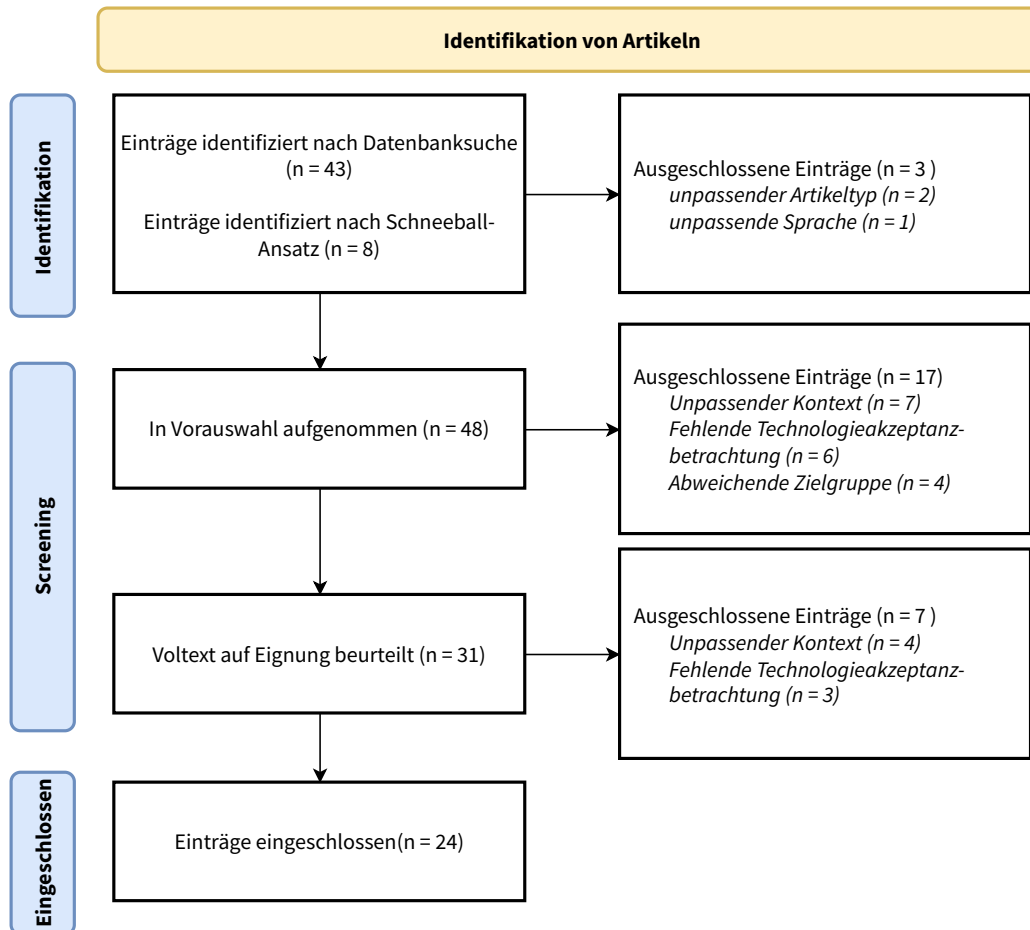


Abbildung 2.5: PRISMA-Fluss-Diagramm der systematischen Literaturrecherche zur Erweiterung des Senioren-Technologieakzeptanzmodells

Nach einem abschließenden Screening der Volltexte wurden 16 Quellen aus der Literaturrecherche in die Erweiterung des STAM einbezogen. Neben diesen wurden acht weitere Quellen aus einer Recherche im Schneeball-Ansatz [Wohlin, 2014] einbezogen. Aus den insgesamt 24 einbezogenen Quellen wurden 56 Aspekte identifiziert, die einen Einfluss auf die Technologieakzeptanz haben. Ein Clustering dieser Aspekte wurde mithilfe eines Affinitätsdiagramms vorgenommen. Dafür wurden zunächst die einzelnen Teilaspekte des STAM (*wahrgenommene Gebrauchstauglichkeit*, *wahrgenommene Nützlichkeit*, *Nutzungsimpulsion*, *erleichternde Bedingungen*, *sonstige Einflussfaktoren*, *Nutzungsverhalten*) als Überschriften abgebildet und die einzelnen Aspekte eingruppiert.

Clustering wurde genutzt, um die Menge an unstrukturierten Informationen, die aus den verschiedenen Quellen gewonnen wurden, effizient zu ordnen und systematisch zu gruppieren. Diese Methode ermöglichte es, die verschiedenen Aspekte der Technologieakzeptanz übersichtlich darzustellen und thematische Zusammenhänge zu identifizieren, die auf den ersten Blick nicht erkennbar waren. Durch das strukturierte Vorgehen konnten Muster und wiederkehrende Themen leichter erkannt werden. Ebenso bot das Clustering eine hohe Flexibilität. Dadurch konnten die identifizierten Aspekte kontinuierlich verfeinert werden.

2.5.2 Ergebnisse

Eine Analyse der erleichternden Bedingungen ergab eine Unterteilung in soziale Faktoren und System-Faktoren. Die sonstigen Einflussfaktoren wurden in individuelle Faktoren umbenannt. Für den E-STAM sind diese Faktoren analog zum TAM3 [Venkatesh und Bala, 2008] wie folgt definiert:

- Individuelle Faktoren sind definiert als Faktoren, die durch ein Individuum selbst beeinflusst werden.
- Soziale Faktoren sind definiert als Faktoren, die durch Personen im sozialen Umfeld der Nutzenden beeinflusst werden.
- System-Faktoren sind definiert als Faktoren, die dem System zugeschrieben und durch Veränderungen am digitalen System beeinflusst werden können.

Aufgrund der hohen Anzahl der zu unterscheidenden Charakteristika wurde in einem weiteren Schritt ein höherer Abstraktionsgrad für die Einflussfaktoren von *wahrgenommener Gebrauchstauglichkeit*, *wahrgenommener Nützlichkeit*, *Nutzungsintention* und *Nutzungsverhalten* analog zum von Venkatesh und Bala [2008] aufgestellten theoretischen Frameworks gewählt. Durch die Abstraktion wurde die Nutzbarkeit des Modells gewährleistet. Die Details zu den Kategorien sind in den Tabellen 2.4 für die individuellen Faktoren, Tabelle 2.5 für die sozialen Faktoren und Tabelle 2.6 für die System-Faktoren dargestellt.

Tabelle 2.4: Altersbedingte Technologieakzeptanzkriterien, die der individuellen Ebene zuzuordnen sind. WN = Wahrgenommene Nützlichkeit; WG = Wahrgenommene Gebrauchstauglichkeit; NI = Nutzungsintention; NV = Nutzungsverhalten; ■ = statistisch signifikanter Zusammenhang; ◻ = qualitativ berichteter Zusammenhang; □ = kein Zusammenhang

Faktor	WN	WG	NI	NV	Quellen
Alter	□	□	□	□	Szabo u. a. [2018]; Pruchno [2019]
Angst	□	□	□	◻	Atkinson u. a. [2016] ^{NV} , Czaja und Lee [2006], Heerink u. a. [2008]

2 Erweiterung bestehender Technologieakzeptanzmodelle um altersdifferenzierte Faktoren

Faktor	WN	WG	NI	NV	Quellen
(Arbeits-)Erfahrung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Heerink u. a. [2008] ^{WG,NV} , Lee und Coughlin [2014] ^{WG,NV} , Jaschinski [2014]
Aufrichtigkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hsiao u. a. [2018] ^{NI}
Aufwandserwartung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lan u. a. [2020] ^{NI}
Bildung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fang u. a. [2018], Grates u. a. [2018] ^{NV} , Mitzner u. a. [2018], Pruchno [2019],
Eigenes Angebot freiwilliger Arbeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mitzner u. a. [2018] ^{NV}
Einstellung gegenüber Technologie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Czaja und Lee [2006]
Erwartung an die eigene Leistung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lan u. a. [2020] ^{NI}
Geschlecht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pruchno [2019] ^{NV}
Gesundheit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Jaschinski [2014] ^{NI}
Informationszugang	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fang u. a. [2018] ^{NI,NV}
Kontextinteresse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Beh, Pedell und Doube [2015] ^{NI}
Lernbereitschaft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Neves u. a. [2015]
Motorische Leistungsfähigkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Neves u. a. [2015] ^{NI}
Neugierde	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fang u. a. [2018] ^{NI,NV}
Nutzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lee und Coughlin [2014] ^{WN,NI}
Persönliche Überzeugungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Charness und Boot [2016] ^{NI} , Fang u. a. [2018] ^{NI}
Persönliches Vergnügen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fang u. a. [2018] ^{NI,NV}
Psychisches Wohlbefinden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Szabo u. a. [2018] ^{NI,NV} , Wu u. a. [2019]
Selbstbewusstsein	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Czaja und Lee [2006] ^{NI}
Selbstvertrauen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Beh, Pedell und Doube [2015] ^{NI,NV} , Lee und Coughlin [2014] ^{WG,NI,NV}
Technologieaffinität	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Beh, Pedell und Doube [2015] ^{NV} , Czaja und Lee [2006]
Technologie-Erfahrung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fang u. a. [2018] ^{NV} , Lee und Coughlin [2014] ^{NV}
Technologie-Glaube	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ahmad und Mozelius [2019], Hsiao u. a. [2018] ^{NI,NV} , Lan u. a. [2020] ^{NI}

2 Erweiterung bestehender Technologieakzeptanzmodelle um altersdifferenzierte Faktoren

Faktor	WN	WG	NI	NV	Quellen
Technologie-Kompetenz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Beh, Pedell und Doube [2015], Neves u. a. [2015] ^{NI}
Unabhängigkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lee und Coughlin [2014] ^{NI,NV}

Tabelle 2.5: Altersbedingte Technologieakzeptanzkriterien, die der sozialen Ebene zuzuordnen sind. WN = Wahrgenommene Nützlichkeit; WG = Wahrgenommene Gebrauchstauglichkeit; NI = Nutzungsintention; NV = Nutzungsverhalten; ■ = statistisch signifikanter Zusammenhang; ◻ = qualitativ berichteter Zusammenhang; □ = kein Zusammenhang

Faktor	WN	WG	NI	NV	Quellen
Soziale Normen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fang u. a. [2018]
Sozialer Status	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mitzner u. a. [2018] ^{NV}
Sozialer Zuspruch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fang u. a. [2018] ^{NI,NV}
Technischer Support	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lee und Coughlin [2014] ^{NI, NV} , Wu u. a. [2019]
Trainingsmöglichkeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Czaja und Lee [2006] ^{NI,NV} , Fang u. a. [2018] ^{NI, NV}
Unterstützendes soziales Netzwerk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	■	<input type="checkbox"/>	Czaja und Lee [2006], Grates u. a. [2018] ^{NI,NV} , Kim u. a. [2016] ^{NI} , Lan u. a. [2020] ^{NI} , Lee und Coughlin [2014] ^{NI,NV} , Neves u. a. [2015] ^{NI} Lindberg und De Troyer [2020], Wu u. a. [2019]
Fehlende menschliche Interaktion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Jaschinski [2014]
Angst vor sozialen Stigmata	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Jaschinski [2014]

2 Erweiterung bestehender Technologieakzeptanzmodelle um altersdifferenzierte Faktoren

Tabelle 2.6: Altersbedingte Technologieakzeptanzkriterien, die dem technischen System zuzuordnen sind. WN = Wahrgenommene Nützlichkeit; WG = Wahrgenommene Gebrauchstauglichkeit; NI = Nutzungsintention; NV = Nutzungsverhalten; ■ = statistisch signifikanter Zusammenhang; ◻ = qualitativ berichteter Zusammenhang; □ = kein Zusammenhang

Faktor	WN	WG	NI	NV	Quellen
Abstraktion	□	□	□	□	Atkinson u. a. [2016]
Nutzung von Affordanzen	□	□	□	◻	Atkinson u. a. [2016] ^{NV} , Neves u. a. [2015] [*]
Art der Anwendung	□	◻	□	□	Czaja und Lee [2006] ^{WG}
Bekanntheit	□	□	◻	□	Jaschinski [2014] ^{NI}
Einfachheit	□	□	◻	□	Jaschinski [2014] ^{NI}
Emotionalität der Gestaltung	□	□	◻	□	Lee und Coughlin [2014] ^{NI} Lindberg und De Troyer [2020] Wu u. a. [2019]
Flexibilität und Anpassbarkeit	□	□	◻	□	Jaschinski [2014] ^{NI}
Gebrauchstauglichkeit	◻	□	□	□	Lee und Coughlin [2014], Renaud und Biljon [2008] ^{WN} , Lindberg und De Troyer [2020]
Informationsgehalt	□	□	□	□	Wu u. a. [2019]
Unterstützung von Fähigkeiten	□	□	◻	□	Jaschinski [2014] ^{NI}
Kognitive Kosten	□	■	□	□	Charness und Boot [2016] ^{WG}
Monetäre Kosten	□	□	◻	◻	Charness und Boot [2016] ^{NI,NV} , Lee und Coughlin [2014] ^{NI} , Jaschinski [2014] ^{NI}
Lernförderlichkeit	◻	□	◻	□	Renaud und Biljon [2008] ^{WN,NI}
Beachtung von Privatsphäre	□	□	□	◻	Charness und Boot [2016] ^{NV} , Jaschinski [2014] ^{NV} , Zhang und Shahriar [2020] ^{NV}
Reliabilität	□	□	□	□	Heerink u. a. [2008]
Servicequalität	□	□	■	□	Lan u. a. [2020] ^{NI}
Sicherheit	□	□	◻	□	Jaschinski [2014] ^{NI}
Förderung sozialer Interaktion	□	□	□	◻	Jaschinski [2014] ^{NV}
Klare Vorteile und Wert	□	□	□	◻	Jaschinski [2014] ^{NV} , Lee und Coughlin [2014]
Vertrauen	□	□	■	□	Hsiao u. a. [2018] ^{NI}

Faktor	WN	WG	NI	NV	Quellen
Zugang zur Technologie und Infrastruktur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Lee und Coughlin [2014] ^{NI,NV} , Hsiao u. a. [2018]

In Technologieakzeptanzmodellen wird zwischen *wahrgenommener Gebrauchstauglichkeit* und *wahrgenommener Nützlichkeit* unterschieden. Studien konnten zeigen, dass es eine Korrelation zwischen der *wahrgenommenen Gebrauchstauglichkeit* und der *objektiven Gebrauchstauglichkeit* gibt, wohingegen die *wahrgenommene Nützlichkeit* ein unabhängiger Faktor davon ist [Neves u. a., 2015; Renaud und Biljon, 2008; Heerink u. a., 2008].

Die hohe Priorität sozialer Faktoren zeigt sich in der Visualisierung im Einfluss auf individuelle und System-Faktoren. Zudem können einige soziale Einflussfaktoren andere individuelle und System-Faktoren bezüglich der Technologieakzeptanz ausgleichen. Beispielsweise kann eine starke soziale Unterstützung eine schwach ausgeprägte Digitalkompetenz ausgleichen [Neves u. a., 2015; Renaud und Biljon, 2008; Heerink u. a., 2008]. Deswegen werden im E-STAM die Barrieren gesondert aufgeführt und eine Verbindung zwischen den sozialen Faktoren, den Barrieren und dem Nutzungsverhalten gezogen. Zudem existiert eine im STAM dargestellten Korrelation zwischen der *wahrgenommenen Gebrauchstauglichkeit* und der *Nutzungsintention* [Heerink u. a., 2008; Kim u. a., 2016]. Auch wenn soziale Einflussfaktoren bisher nur teilweise betrachtet werden, zeigt sich, dass es eine Korrelation zwischen sozialen Fähigkeiten und dem Nutzungsverhalten gibt [Renaud und Biljon, 2008; Heerink u. a., 2008].

Zusätzlich zur *wahrgenommenen Nützlichkeit*, *wahrgenommenen Gebrauchstauglichkeit* und *Nutzungsintention* als prädiktive Faktoren für das *Nutzungsverhalten* wurde als zeitliche Komponente die *Lernintention* und die *wahrgenommene Lernförderlichkeit* hinzugefügt und so das Modell mit den identifizierten Faktoren erweitert [Renaud und Biljon, 2008; Kim u. a., 2016]. Die *wahrgenommene Lernförderlichkeit* hat dabei einen direkten Einfluss auf die *Lernintention* und das *Nutzungsverhalten*. Zudem wirken individuelle, soziale und System-Faktoren auf diese ein [Renaud und Biljon, 2008]. Schließlich konnten bereits Faktoren identifiziert werden, die das Lernen positiv beeinflussen [Beh, Pedell und Doubé, 2016].

Die Lernintention ist definiert als die Intention, Zeit für das Lernen eines digitalen Systems aufzuwenden [Kim u. a., 2016]. Die wahrgenommene Lernmöglichkeit ist definiert als das Maß, inwiefern eine Person glaubt, dass ein System in Zukunft leicht zu nutzen sein wird [Renaud und Biljon, 2008].

Aus der Literaturrecherche konnte das in Abbildung 2.6 dargestellte *Erweiterte Senioren-Technologieakzeptanzmodell* (E-STAM) aufgestellt werden. Die nicht mehr im Modell dargestellten Faktoren, die einen Einfluss auf die *Nutzungsintention*, *wahrgenommene Nützlichkeit*, *wahrgenommene Gebrauchstauglichkeit* und das *Nutzungsverhalten* haben, werden als *individuelle Faktoren* (Tabelle 2.4), *soziale Faktoren* (Tabelle 2.5) und *System-Faktoren* (Tabelle 2.6) in dem Modell tabellarisch aufgeführt

Das E-STAM-Modell stellt eine Weiterentwicklung im Bereich der Technologieakzeptanz dar und deckt Aspekte ab, die im STAM-Modell und in allgemeinen Modellen nicht abgedeckt sind. Das Modell basiert auf etablierten Modellen und Literaturfunden und wurde für den praktischen Einsatz in den in Kapitel 4 entwickelten Prozess integriert. Die

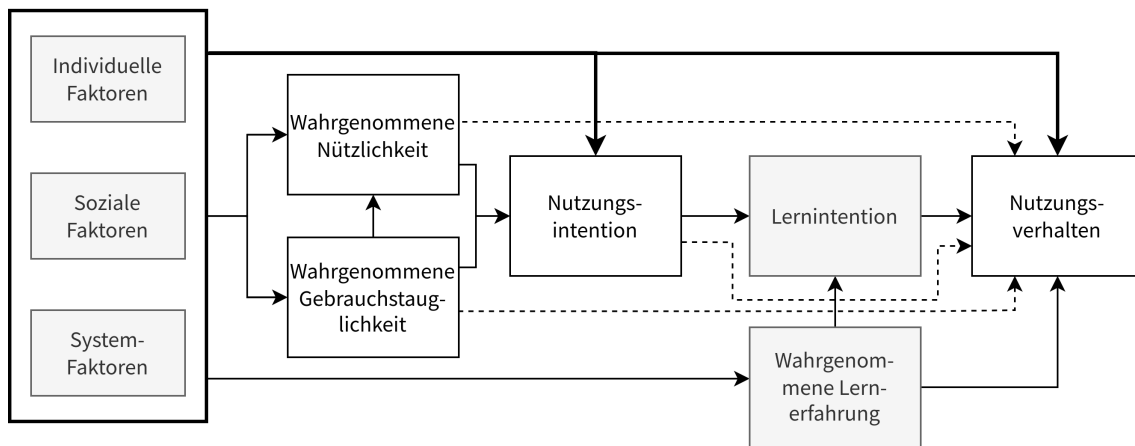


Abbildung 2.6: Visualisierung des E-STAM: Erweitertes Senior TAM Modell. Die neu hinzugefügten Komponenten sind grau markiert.

Auslagerung der Akzeptanzfaktoren in individuelle, soziale und System-Faktoren macht das E-STAM-Modell nicht nur für ältere Erwachsene anwendbar, sondern ermöglicht auch seine Übertragung auf andere Nutzungsgruppen. Diese Generalisierung kann die Relevanz des Modells in verschiedenen Kontexten verstärken. Mithilfe der Akzeptanz-Aspekte im E-STAM-Modell können in Zukunft tiefgreifende Untersuchungen der Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Faktoren und der Nutzungsakzeptanz durchgeführt werden. Dies kann dazu beitragen, sowohl Herausforderungen als auch Potenziale unterschiedlicher Nutzungsgruppen zu identifizieren und zu verstehen.

2.6 Limitationen

Modelle vereinfachen die Realität, um nützlich und anwendbar zu sein. Insbesondere bei Technologieakzeptanzmodellen ist diese Vereinfachung notwendig, um komplexe soziale und psychologische Phänomene greifbar zu machen. Durch die Reduktion auf wenige Variablen wird es möglich, systematisch zu analysieren, wie Menschen mit Technologien interagieren. Allerdings führt diese Vereinfachung auch zu Einschränkungen, da wichtige Einflussfaktoren unberücksichtigt bleiben können. Ein auf TAM basierendes Modell wie STAM ist daher an diese Limitationen gebunden – es macht Technologieakzeptanz zwar verständlicher, jedoch auf Kosten der vollständigen Abbildung der Realität.

Die Wirksamkeit von Technologieakzeptanzmodellen kann je nach Anwendungskontext variieren. Ein Modell, das für die Akzeptanz von Smartphones entwickelt wurde, funktioniert möglicherweise nicht mit der gleichen Wirksamkeit für Medizinprodukte.

Zudem wird die Heterogenität der Nutzungsgruppe dadurch nicht betrachtet. Dies ist insbesondere bei älteren Erwachsenen eine Herausforderung, weil mit steigendem Alter auch die interindividuelle Heterogenität steigt.

Das in der Arbeit vorgestellte STAM [Chen und Chan, 2014] wurde in einem fernöstlichen Kulturkreis entwickelt und ist möglicherweise nicht anwendbar auf die westliche Welt. Andererseits werden die meisten Studien zu Technologieakzeptanzmodellen in west-

lich geprägten Kulturen durchgeführt. Sie decken daher möglicherweise die Einflussfaktoren für die Technologieakzeptanz nicht kulturübergreifend ab. Kulturelle Unterschiede in Werten und Einstellungen können die Technologieakzeptanz stark beeinflussen.

Technologieakzeptanzmodelle konzentrieren sich häufig auf rational motivierte Faktoren wie objektive Gebrauchstauglichkeit, Produktivitätssteigerung oder Preis-Leistungs-Verhältnis. Diese Ansätze lassen jedoch emotionale Aspekte oft außer Acht, die einen erheblichen Einfluss auf die Akzeptanz haben können. Emotionen wie Angst oder Freude spielen eine zentrale Rolle bei der Entscheidung älterer Erwachsener, neue Technologien zu nutzen. Wenn etwa Freude an der Nutzung als positive Erfahrung erlebt wird, steigt die Akzeptanz. Umgekehrt kann die Angst vor einer zu komplexen Bedienung oder vor Fehlern die Bereitschaft zur Nutzung stark vermindern, auch wenn die objektiven Vorteile klar sind.

Zudem stellen stereotypische Zuschreibungen von Ängsten bei älteren Erwachsenen eine zusätzliche Herausforderung dar. Oft wird ihnen pauschal unterstellt, dass sie Technik ablehnen, was ihre Selbstwahrnehmung negativ beeinflussen kann. Wenn ältere Menschen glauben, dass sie grundsätzlich Angst vor Technologie haben sollten, kann dies ihre Akzeptanz weiter senken. Solche Zuschreibungen verstärken die Herausforderung, da sie zu einer selbst erfüllenden Prophezeiung führen können, bei der die Annahme von Angst ihre tatsächliche Nutzung behindert. Hier besteht die Herausforderung, weiter differenziertere Modelle zu entwickeln, die diese Stereotypen überwinden und die tatsächlichen Bedürfnisse und Emotionen älterer Erwachsener besser berücksichtigen.

Abschließend stammen die meisten Daten zur Validierung von Technologieakzeptanzmodellen aus subjektiven Selbstberichten der Nutzer:innen. Es wird also häufig nicht die tatsächliche Nutzung erfasst, sondern eventuell durch soziale Erwünschtheit oder Erwartungen verzerrt.

2.7 Zusammenfassung und Fazit

Im Rahmen dieses Kapitels wurde ein erweitertes Modell zur Technologieakzeptanz für ältere Erwachsene entwickelt, das auf dem Technologieakzeptanzmodell (TAM) [Davis, 1989], der vereinheitlichten Theorie zur Akzeptanz und Nutzung von Technologie (UTAUT) [Venkatesh u. a., 2003], dem Senioren-Technologieakzeptanzmodell (STAM) [Chen und Chan, 2014] sowie einer systematischen Literaturrecherche zur Technikakzeptanz bei älteren Erwachsenen basiert. Das neue Modell, E-STAM, berücksichtigt altersdifferenzierte Faktoren und strukturiert die Einflussfaktoren in individuelle, soziale und Systemfaktoren.

Technologieakzeptanz ist ein entscheidender Faktor für die erfolgreiche Nutzung digitaler Technologien, insbesondere bei älteren Erwachsenen. Die etablierten Akzeptanzmodelle, wie TAM und UTAUT, bieten wertvolle Ansätze, um die Nutzungsintention und tatsächliche Nutzung zu erklären. Während TAM den Fokus auf Gebrauchstauglichkeit und Nützlichkeit legt, erweitert UTAUT diesen Ansatz durch die Berücksichtigung sozialer Einflüsse, erleichternder Bedingungen und zusätzlicher Variablen, die für Konsument:in-

nen relevant sind. Das STAM baut auf diesen Modellen auf und adressiert die spezifischen Herausforderungen älterer Erwachsener, darunter physische Einschränkungen und negative Einstellungen gegenüber Technologien.

Das hier entwickelte E-STAM geht einen Schritt weiter, indem es zusätzlich die Lernintention und wahrgenommene Lernförderlichkeit älterer Erwachsener integriert. Auf Basis einer systematischen Literaturrecherche wurden 56 relevante Faktoren identifiziert, die einen Einfluss auf die Akzeptanz digitaler Technologien bei älteren Erwachsenen haben. Diese Faktoren wurden in individuelle, soziale und System-Faktoren kategorisiert und in Tabellen strukturiert dargestellt.

Das E-STAM liefert wertvolle Erkenntnisse sowohl für die Praxis als auch für die Forschung. Es bietet Praktiker:innen konkrete Anhaltspunkte, wie digitale Technologien so gestaltet werden können, dass sie die spezifischen Bedürfnisse und Fähigkeiten älterer Erwachsener berücksichtigen. Gleichzeitig stellt das Modell Forscher:innen eine differenzierte Analyse der Technologieakzeptanz zur Verfügung, die auf andere Nutzungsgruppen übertragen werden kann, um technologische Lösungen zielgruppengerecht zu entwickeln.

In den folgenden Kapiteln wird das E-STAM weiter vertieft und als Grundlage für die Entwicklung altersdifferenzierter Gestaltungsrichtlinien (Kapitel 3), die Untersuchung partizipativer Technikentwicklungsprozesse (Kapitel 4) sowie die spezifische Analyse der Bedürfnisse älterer Nutzungsgruppen (Kapitel 5) genutzt. Diese Kapitel tragen dazu bei, die theoretischen Ansätze in die Praxis zu überführen und technologische Lösungen zu entwickeln, die den Anforderungen einer alternden Gesellschaft gerecht werden.

3

Ableitung von Gestaltungsrichtlinien für digitale Systeme auf Basis der Einordnung menschlicher Altersveränderungen

Das Altern ist ein individueller und vielschichtiger Prozess, der sich in sensorischen, kognitiven und motorischen Fähigkeiten unterschiedlich äußert. Diese zunehmende Vielfalt stellt Gestalter:innen digitaler Systeme vor die Herausforderung, die heterogenen Bedürfnisse älterer Erwachsener zu berücksichtigen. Standardisierte Lösungen greifen hier oft zu kurz und müssen durch flexible, bedarfsorientierte Ansätze ergänzt werden. Statt Alter als Synonym für Einschränkungen zu betrachten, sollten Gestalter:innen ein differenziertes Verständnis für die individuellen Fähigkeiten und Bedürfnisse älterer Nutzer:innen entwickeln. Dadurch können die Potenziale dieser vielfältigen Gruppe optimal genutzt und digitale Systeme zugänglicher und gebrauchstauglicher gestaltet werden.

Um die menschlichen Faktoren zu identifizieren, die für die Technikinteraktion entscheidend sind, wird zunächst auf Basis bestehender Literatur ein informationsverarbeitendes Modell für die Mensch-Maschine-Interaktion entwickelt. Das in diesem Kapitel entwickelte informationsverarbeitende Modell für die Mensch-Maschine-Interaktion fokussiert sich auf die zentralen menschlichen Schnittstellen – Sensorik, Kognition und Motorik. Diese Funktionen bestimmen maßgeblich, wie Nutzer:innen mit Technologien interagieren und welche Anforderungen an die Gestaltung gestellt werden. Ein vertieftes Verständnis dieser Faktoren ermöglicht die Ableitung spezifischer Richtlinien, die digitale Systeme für ältere Erwachsene effektiver und zugänglicher machen.

Im Abschnitt 3.2 werden vier unterschiedliche Alterungsverläufe vorgestellt, die die unterschiedlichen Auswirkungen des Alterns auf die menschlichen Fähigkeiten verdeutlichen. Diese Einordnungen dienen als Grundlage, um differenzierte Gestaltungsrichtlinien zu entwickeln, die altersbedingte Veränderungen gezielt adressieren.

Darauf aufbauend werden in diesem Kapitel sensorische (Abschnitt 3.4), kognitive (Abschnitt 3.5) und motorische (Abschnitt 3.6) Funktionen analysiert, um spezifische Gestaltungsrichtlinien für die Entwicklung gebrauchstauglicher digitaler Technologien für ältere Erwachsene abzuleiten.

Im Anschluss wird eine Literaturrecherche bezüglich Gestaltungsrichtlinien für ältere Erwachsene und dessen Einordnungssystematik für die Komponenten des menschlichen Teilsystems beschrieben. Aus diesen Ergebnissen werden Gestaltungsrichtlinien formuliert, welche die altersbedingten Veränderungen reflektieren. Die entwickelten Gestaltungsrichtlinien können Praktiker:innen als Handlungsempfehlungen dienen, wie altersbedingte Veränderungen in der Sensorik, Kognition und Motorik bei der Gestaltung digitaler Systeme berücksichtigt werden sollten. So können gebrauchstaugliche Technologien entstehen, die älteren Erwachsenen eine verbesserte Interaktion mit digitalen Systemen ermöglichen.

3.1 Informationsverarbeitende Modelle der Mensch-Computer-Interaktion

Die Interaktion zwischen Mensch und Computer kann als ein Prozess zur Informationsverarbeitung beschrieben werden, in dem Personen mit einer digitalen Technologie eine spezifische Aufgabe mit einem bestimmten Ziel bearbeiten [DIN e.V. (Hrsg.), 2019].

Modelle und Theorien von Verarbeitungssystemen können dabei unterstützen, konkrete Prozesse zu identifizieren. In der Mensch-Computer-Interaktion-Forschung (MCI-Forschung) wird hierbei klassischerweise von einem menschlichen und einem technischen Subsystem ausgegangen (siehe Abbildung 3.1), wobei das Zusammenspiel der Teilsysteme über die Gesamt-Performanz entscheidet [Proctor und Van Zandt, 2018; Kantowitz und Sorkin, 1983].

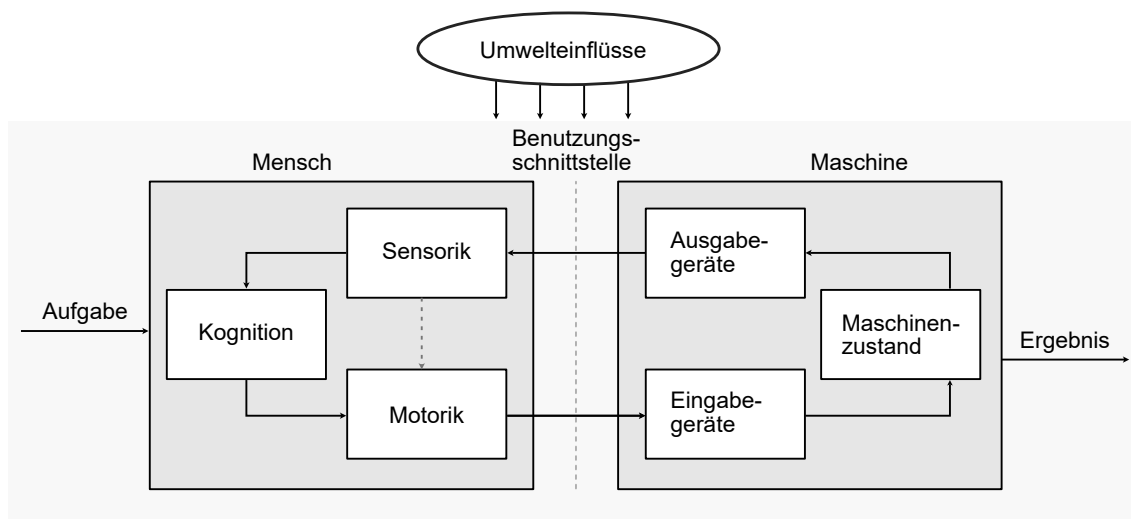


Abbildung 3.1: Modell des menschlichen und technischen Teilsystems bei der Informationsverarbeitung (basiert auf Kantowitz und Sorkin [1983]; Lemmer u. a. [2021]; Beyerer u. a. [2022]; Proctor und Van Zandt [2018]; Wickens u. a. [2013]; Martinez [2019])

Das Modell des menschlichen und technischen Teilsystems bei der Informationsverarbeitung (Abbildung 3.1) bildet die Grundlage für die Einordnung der menschlichen Altersveränderungen und die Ableitung von Gestaltungsrichtlinien digitaler Systeme. Das Modell basiert auf Kantowitz und Sorkin [1983], Lemmer u. a. [2021], Beyerer u. a. [2022], Proctor und Van Zandt [2018], Wickens u. a. [2013] und Martinez [2019]. Es beschreibt die Interaktion zwischen dem menschlichen und dem technischen Teilsystem über eine Benutzungsschnittstelle [Kantowitz und Sorkin, 1983]. Die Mensch-Maschine-Interaktion beginnt typischerweise mit einer extern herangetragenem (Teil)-Aufgabe und endet mit dessen Ergebnis. Unterschiedliche Umwelteinflüsse können die Leistungsfähigkeit von Mensch und Maschine beeinflussen [Lemmer u. a., 2021; Beyerer u. a., 2022]. In dieser Interaktion werden Informationen kontinuierlich ausgetauscht. Die menschliche Informationsverarbeitung erfolgt über drei Subsysteme, beginnend mit dem sensorischen System für die Erkennung und Identifizierung eines Stimulus. Anschließend durchläuft sie weiterverarbeitende Prozesse im kognitiven System, die zu Entscheidungen führen. Die gewonnenen Informationen werden genutzt, um im motorischen System eine Aktion vorzubereiten, auszuwählen und in Bewegung umzusetzen [Proctor und Van Zandt, 2018].

Das technische System ermöglicht, das sensorische System des Menschen mithilfe visueller, auditiver oder haptischer Ausgabegeräte zu stimulieren. Diese Reize führen direkt oder nach kognitiven Prozessen zu einer Handlung des Menschen. Bei der kognitiven Verarbeitung spielen insbesondere Aufmerksamkeitsressourcen, das Kurzzeitgedächtnis und das Langzeitgedächtnis eine Rolle [Wickens u. a., 2013]. Für eine vereinfachte Modellierung wird eine klare Trennung zwischen diesen Systemen angenommen, obwohl sie in enger Wechselbeziehung stehen [Martinez, 2019]. Durch Aktionen des Menschen (hier: der Nutzer:innen) werden wiederum Steuerungselemente auf den Eingabegeräten des technischen Systems aktiviert [Kantowitz und Sorkin, 1983].

In diesem Kapitel werden die altersbedingten Charakteristika und damit das menschliche Teilsystem fokussiert. Im technischen System wird daher vereinfacht von automatisch herbeigeführten Systemzuständen ausgegangen.

3.2 Der Alterungsprozess als Einflussfaktor auf Fähigkeiten und Fertigkeiten

Altern ist ein hoch-individueller Prozess. Sind interindividuelle Unterschiede mit jüngem Alter noch relativ gering, werden diese mit dem Älterwerden stärker [Czaja und Lee, 2006]. Dies gilt im Allgemeinen für alle menschlichen Funktionen und Prozesse. So unterscheiden sich ältere Erwachsene oft deutlich in ihren Fähigkeiten, Fertigkeiten und Erfahrungen voneinander. Aus diesem Grund sollten bei der Altersgruppe der älteren Erwachsenen zusätzlich je nach Kontext weiter differenziert werden [Czaja und Lee, 2006]. Wichtig ist, dass das Alter nicht mehr als ein chronologischer Marker für eine Vielzahl an Veränderungen ist, denen Menschen im Alterungsprozess unterliegen.

In der Forschung ist zudem nicht einheitlich definiert, wann ein Individuum zur Gruppe der älteren Erwachsenen zählt. In den Alterswissenschaften (Gerontologie) ist die Einordnung in ein chronologisches Alter gebräuchlich, auch wenn im Rahmen des Alterungsprozesses mindestens in den biologischen, psychologischen, kognitiven und

sozialen Dimensionen differenziert werden sollte. Typische Modelle beschreiben Menschen ab dem Alter von 60 oder 65 Jahren als ältere Erwachsene [Czaja u. a., 2019]. Weitere Ausdifferenzierungen sind jedoch möglich und in der Literatur teilweise gebräuchlich. Beispielsweise unterscheiden Czaja u. a. [2019] zwischen den jüngeren älteren Erwachsenen (65 – 74 Jahre), den alten älteren Erwachsenen (75 – 84 Jahre) und den ältesten älteren Erwachsenen (ab 85 Jahren).

Forschungsergebnisse aus Langzeitstudien haben ergeben, dass grundlegend zwischen vier Alterungsverläufen unterschieden werden kann [Schaie, 2008; Schaie, 2016]: normal alternde Personen, erfolgreich alternde Personen (die super-normalen), Personen, die milde kognitive Einschränkungen entwickeln und Personen, die klinisch – beispielsweise mit Demenz – diagnostiziert werden.

Das am häufigsten auftretende Muster ist das des normalen Alterns. Menschen, die diesem Muster unterliegen, erreichen ihren Leistungshöhepunkt in der frühen Lebensmitte, welche bis in die späte fünfte Lebensdekade oder die frühe sechste Lebensdekade anhält. Dann nehmen die kognitiven Fähigkeiten langsam bis in die frühe achte Lebensdekade ab, mit einer stärkeren Abnahme in den letzten Jahren vor dem Tod. Bei den normal alternden Personen kann zwischen zwei Sub-Typen unterschieden werden. Der erste Typ erhält eine hohe kognitive Funktionalität und bleibt bis kurz vor dem Tod unabhängig. Die zweite Gruppe benötigt im hohen Alter eine größere Unterstützung und verbringt mit einer höheren Wahrscheinlichkeit eine gewisse Zeit in einer Pflegeeinrichtung [Schaie, 2016; Schaie, Willis und Grace I.L. Caskie, 2004].

Eine kleine Gruppe von Individuen durchlebt einen häufig als erfolgreiches Altern beschriebenen Verlauf [Fillit u. a., 2002; Rowe und Kahn, 1987]. Mitglieder dieser Gruppe haben häufig einen hohen sozio-ökonomischen Status oder haben genetische Vorteile. Sie erreichen den Höhepunkt ihrer kognitiven Fähigkeiten typischerweise in der späten Lebensmitte und haben deswegen eine länger anhaltende kognitive Entwicklung. Auch diese Gruppe zeigt eine sehr milde Abschwächung kognitiver Fähigkeiten, vor allem auch bei der Durchführung von Aufgaben mit hohem Tempo. Sie erhalten ihre allgemeine kognitive Funktionalität zumeist bis kurz vor dem Tod. Neurotische und konservative Charaktereigenschaften sind häufig weniger stark ausgeprägt als bei den normal alternden Personen [Schaie, 2016].

Die Eigenschaften der Personengruppe, die im Alter eine milde kognitive Einschränkung entwickeln, sind nicht eindeutig definiert. Menschen in dieser Gruppe haben jedoch gemein, dass die Leistung ihrer kognitiven Fähigkeiten stärker abnimmt [Schaie, 2016].

Der letzte Alterungsverlauf beinhaltet Personen, die klinisch mit einer kognitiven krankheitsbedingten Einschränkung diagnostiziert werden. Ein typisches Beispiel hierfür ist die Demenz-Diagnose. Menschen dieser Gruppe unterliegen starken Einschränkungen in ihrem Alltag, bedingt durch die eingeschränkten kognitiven Funktionen [Schaie, 2016].

Gestaltungsrichtlinien für digitale Technologien sollten aufgrund der Vielfalt von Alterungsverläufen und damit verbundenen individuellen Unterschieden differenziert und flexibel sein. Wegen der heterogenen Bedürfnisse älterer Erwachsener sollten solche Richtlinien die spezifischen Anforderungen an Sensorik, Kognition und Motorik berücksichtigen, um eine hohe Gebrauchstauglichkeit von digitalen Systemen zu ermöglichen. Es ist essenziell, dass digitale Lösungen nicht auf einem einheitlichen Bild des Alterns basieren, sondern die Bandbreite der physischen und kognitiven Fähigkeiten innerhalb

verschiedener Alterungsprozesse adressieren, um eine inklusive Gestaltung zu ermöglichen. Gestaltungsrichtlinien sollten gezielt auf spezifische individuelle Veränderungen abgestimmt werden.

3.3 Methodisches Vorgehen bei der Erhebung von Anforderungen

Da die Literatur bezüglich Gestaltungsrichtlinien ältere Erwachsene nur als homogene Gruppe betrachtet und somit die vielfältigen Bedürfnisse und Fähigkeiten nicht berücksichtigt [bspw. Leavitt und Schneiderman, 2006], wurde für die Ableitung der Zusammenhänge zwischen altersbedingten Veränderungen und Anforderungen an digitale Mensch-Maschine-Systeme (MMS) ein iterativer Grounded-Theory Ansatz gewählt, in dessen Rahmen zwei Literaturrecherchen durchgeführt wurden [Charmaz, 2012]. Das methodische Vorgehen und die daraus entstandene Struktur der folgenden Abschnitte sind in Abbildung 3.2 dargestellt.

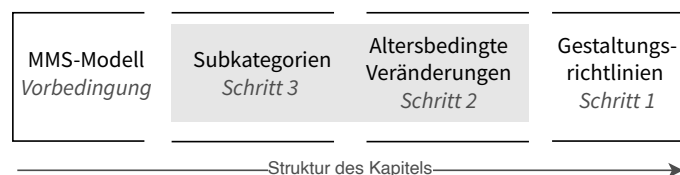


Abbildung 3.2: Vorgehen bei der Literaturrecherche bezüglich der Gestaltungsrichtlinien für ältere Erwachsene und Aufbau in der Arbeit. Dargestellt ist die Struktur des Kapitels in Kombination mit dem Vorgehen der Literaturrecherche in einzelnen Schritten.

Zunächst wurden einerseits bestehende Gestaltungsrichtlinien und andererseits altersbedingte Veränderungen aus der Literatur herausgearbeitet. Das in Abschnitt 3.1 erarbeitete Modell wurde als Rahmen zur ersten Kategorisierung der Gestaltungsrichtlinien verwendet. Die extrahierten Richtlinien wurden deduktiv den drei Phasen des menschlichen informationsverarbeitenden Systems zugeordnet und in einem Open-Coding-Verfahren [Strauss und Corbin, 1990] verschlagwortet, um ähnliche Richtlinien zu übergeordneten Richtlinien zusammenzufassen. In einem zweiten Schritt wurden die kodierten Gestaltungsrichtlinien mit den identifizierten altersbedingten Veränderungen verknüpft und diese Verknüpfungen in sensorische, kognitive oder motorische Veränderungen kategorisiert. So konnte identifiziert werden, welche spezifischen Gestaltungsrichtlinien auf bestimmte altersbedingte Veränderungen ausgerichtet sind. Dieser Prozess diente dazu, systematische Zusammenhänge zwischen Richtlinien und Altersveränderungen aufzudecken und die Literaturergebnisse zu strukturieren. Auf Basis der identifizierten Kategorien und Beziehungen wurden Subkategorien wie spektrale, lokale und temporale Auflösungen gebildet und die Verknüpfungen erneut kategorisiert. Dabei wurde iterativ auf die Literatur zurückgegriffen, um die Verankerung der Kategorien in der Literatur sicherzustellen. Dieser Prozess des konstanten Vergleichens wurde fortlaufend genutzt, um neue Richtlinien und Altersveränderungen zu vergleichen und in das bestehende

System zu integrieren. Neue Datenpunkte oder Richtlinien wurden immer wieder mit bereits erarbeiteten Codes und Kategorien abgeglichen, um Widersprüche oder neue Erkenntnisse aufzudecken.

Am Ende konnte solch eine Theorie entwickelt werden, die die Relevanz der Gestaltungsrichtlinien für spezifische altersbedingte Veränderungen erklärt. Diese Theorie bietet eine praxisorientierte Grundlage für die Entwicklung von Systemen, die altersgerecht gestaltet sind und gezielt auf die individuellen Bedürfnisse und Einschränkungen älterer Nutzer:innen eingehen.

3.3.1 Literaturrecherchen

Die erste Literaturrecherche konzentrierte sich auf Gestaltungsrichtlinien, die speziell auf ältere Erwachsene abzielen.

Die systematische Literaturrecherche wurde am 22.09.2021 mithilfe der ACM Digital Library³ durchgeführt. Bei der Suche wurden Titel und Kurzzusammenfassung berücksichtigt. Der Suchterm erzielte insgesamt 49 Suchergebnisse:

Abstract:(„older adults“ OR „Elderly“ OR „seniors“) AND Abstract:(„design guidelines“ OR „Interface guidelines“ OR „Guidelines for designers“ OR „Usability guidelines“) OR (Title:(„older adults“ OR „Elderly“ OR „seniors“) AND Title: („design guidelines“ OR „Interface guidelines“ OR „Guidelines for designers“ OR „Usability guidelines“))

Durch einen Schneeball-Ansatz konnten neun weitere Quellen für die Aufstellung der Richtlinien identifiziert werden [Wohlin, 2014].

Die zweite Literaturrecherche wurde zielgerichtet durchgeführt, um ein breites Spektrum an Forschungsarbeiten einzubeziehen, die über den üblichen Umfang des MCI-Literaturkorpusses hinausgehen [Cook, 2019; Grant und Booth, 2009]. Zur Herausarbeitung der altersbedingten Veränderungen wurden dabei einerseits hoch indizierten Fachzeitschriften im Bereich der Gerontologie (insbesondere *Age and Ageing*, *Neurobiology of Aging*, *Psychology of Aging* und *Journals of Gerontology*) einbezogen und andererseits mithilfe von *Google Scholar* Forschung in unterschiedlichen Disziplinen wie Lebenswissenschaften und in weitere Bereiche der Psychologie ausgeweitet.

Screening

In der Screening-Phase wurden Titel und Kurzzusammenfassung der identifizierten Publikationen gesichtet und die Publikationen nach formalen Kriterien überprüft. Danach wurden die Publikationen nach den inhaltlichen Kriterien überprüft.

Für die Literaturrecherche wurden Publikationen ausgewählt, die im Volltext zugänglich waren und in Fachzeitschriften oder Sammelbänden veröffentlicht wurden. Inhaltlich mussten der Titel oder die Zusammenfassung der Arbeiten klar darauf hinweisen, dass sie sich mit der Entwicklung von Richtlinien zur Gestaltung von digitalen Systemen für ältere Erwachsene beschäftigen. Publikationen wurden ausgeschlossen, wenn sie lediglich ein Call for Papers für Workshops waren oder nicht in englischer oder deutscher Sprache verfasst wurden. Inhaltlich wurden Quellen ausgeschlossen, die keine allgemein

³ dl.acm.org

3 Ableitung von Gestaltungsrichtlinien für digitale Systeme auf Basis der Einordnung menschlicher Altersveränderungen

anwendbaren Richtlinien präsentierten oder eine abweichende Zielgruppe adressierten. Basierend auf diesen Kriterien wurden insgesamt 39 Quellen ausgeschlossen (siehe Abbildung 3.3). Von diesen boten $N = 18$ keine allgemein anwendbaren Richtlinien (z. B. nur für Roboter), $N = 15$ adressierten eine unpassende Zielgruppe, $N = 3$ stellen sich als Workshop-Beschreibungen heraus und $N = 3$ Quellen waren nicht in englischer oder deutscher Sprache verfasst.

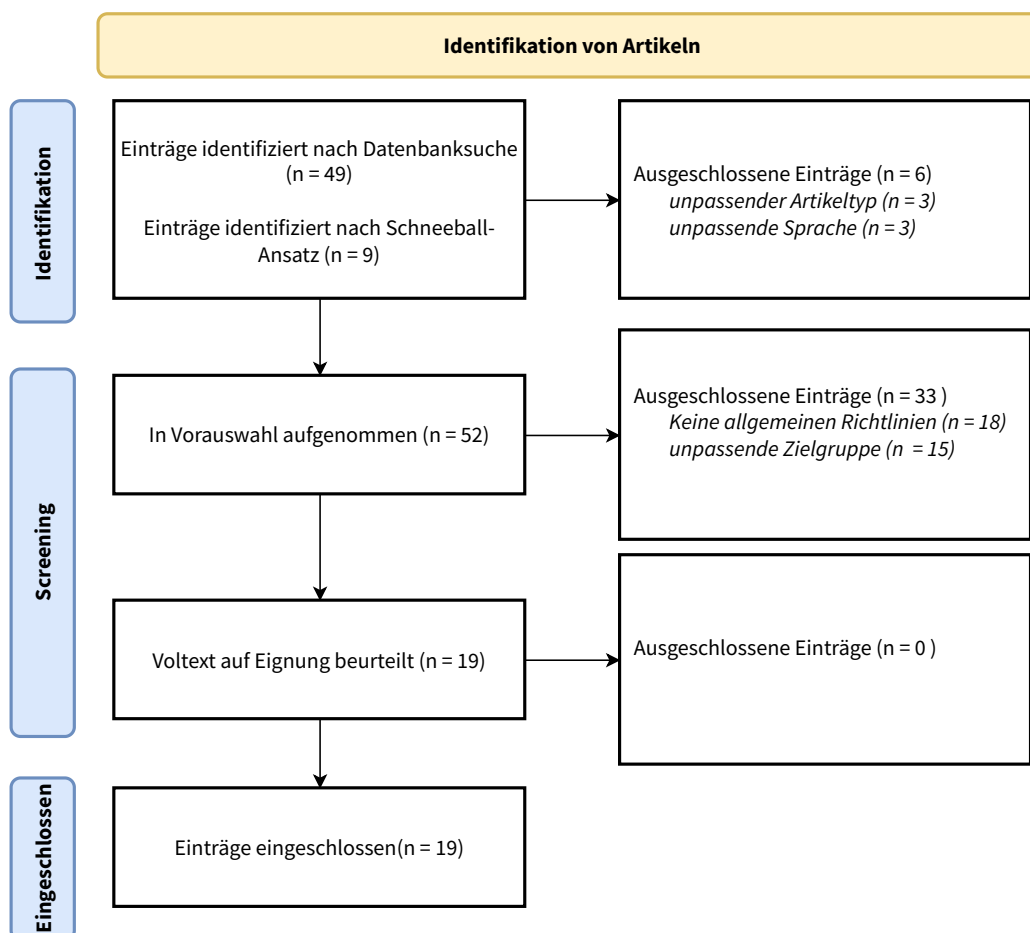


Abbildung 3.3: PRISMA-Fluss-Diagramm der systematischen Literaturrecherche zur Ableitung der Gestaltungsrichtlinien für ältere Erwachsene

3.4 Sensorische Veränderungen im Alter und abgeleitete Gestaltungsanforderungen

Hinsichtlich der Sensorik wird in der Mensch-Computer-Interaktion häufig zwischen dem visuellen, dem auditiven System und der Tastwahrnehmung unterschieden. Alle drei Systeme unterliegen unterschiedlichen altersbedingten Effekten und Veränderungen. Da

in der systematischen Literaturrecherche keine Gestaltungsrichtlinien gefunden wurden, die der Tastwahrnehmung zugeordnet werden können, wird diese im weiteren Verlauf nicht weiter betrachtet.

3.4.1 Visuelles System

Für die Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen ist es wichtig, die Prinzipien der Informationsverarbeitung und die Besonderheiten des sensorischen Systems zu berücksichtigen. Beispielsweise erfordert das Lesen von Bildschirmhalten oder das Erkennen von Icons eine präzise visuelle Wahrnehmung, die stark vom Zustand des visuellen Systems abhängt. Im Laufe des Lebens verändern sich die Strukturen des Auges, was sich direkt auf die Fähigkeit auswirkt, Details zu erkennen und visuelle Informationen schnell zu verarbeiten. Solche altersbedingten Veränderungen müssen daher in der Gestaltung berücksichtigt werden, um die Nutzung solcher Systeme zu erleichtern [Proctor und Van Zandt, 2018; Owsley, 2011; Spear, 1993; Haegerstrom-Portnoy und Morgan, 2007].

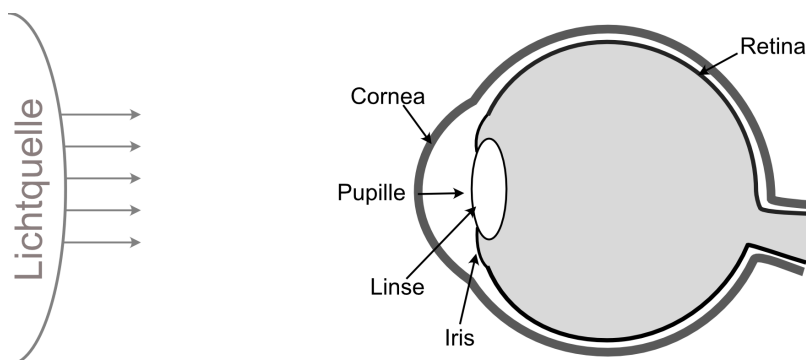


Abbildung 3.4: Abstrahiertes Modell eines menschlichen Auges (nach Proctor und Van Zandt [2018])

Eine schematische Darstellung des Auges ist in Abbildung 3.4 dargestellt. Diese zeigt, dass für die Wahrnehmung visueller Informationen Licht von einer Quelle ausgestrahlt oder von einer Oberfläche reflektiert werden muss. Das Licht gelangt durch die transparente Hülle der Cornea und durch die in ihrer Größe variablen Pupille in das Auge. Die Pupille ist eine Öffnung in der Mitte der Iris. Die Iris selbst ist der farbige Teil des Auges und gleichzeitig ein Muskel in Torus-Form, der die Menge des Lichteinfalls kontrolliert. Das Licht wird dann durch die Linse auf die Retina geleitet. Die Linse kann daraufhin ihre Form verändern und damit die Fokussierung anpassen (Akkommodation). Die größte Fokussierungsleistung und damit die Fähigkeit, ein Bild scharf darzustellen, wird durch die dynamische Veränderung der Cornea und der Linse erbracht. Wenn Licht in das Auge gelangt, wird es durch Rezeptoren in der Retina im hinteren Teil des Auges aufgenommen. Jede dieser Rezeptoren enthält ein Fotopigment, das chemisch mit Licht unterschiedlicher Wellenlänge reagiert. Zellen generieren dann basierend auf der chemischen Reaktion ein elektrochemisches Signal, das in Nervenzellen der Retina weitergegeben wird [Proctor und Van Zandt, 2018; Schieber, 2006]. Die Retina besteht hauptsächlich aus zwei Regionen: der Makula und der peripheren Retina. Die Makula ist eine Region im Zentrum, die für

feine Auflösungen zuständig ist. Sie wird von Zäpfchen dominiert, die für das Farbsehen und eine hohe Auflösung spezialisiert sind. Die periphere Retina wird von Stäbchen dominiert, die für geringe Lichtbedingungen ausgerichtet sind [Schieber, 2006].

Spektrale Auflösung

Die Menge des Lichts, das in das Auge eintritt, wird durch die Pupillenöffnung und durch den Iris-Muskel reguliert [Schieber, 2006]. Mit dem Alter nimmt der durchschnittliche Durchmesser der Pupille bei gleichbleibender Beleuchtung ab. Dadurch reduzieren sich die Sehschärfe und die Kontrastempfindlichkeit. Auch wenn dieser Effekt durch stärkere Beleuchtung abgemildert werden kann, bleibt eine Verminderung der Leistungsfähigkeit selbst bei hoher Beleuchtungsintensität bestehen [Winn u. a., 1994; Kasthurirangan und Glasser, 2006]. Zudem finden sich altersbedingte Veränderungen beim photopischen und skoptischen Sehen, wodurch sich ältere Erwachsene in der Regel langsamer an dynamische Veränderungen von Lichtverhältnissen anpassen können als jüngere [Schieber, 2006; Andersen, 2012; Richards, 1977]. Dies führt dazu, dass ältere Erwachsene häufig eine geringere Leistungsfähigkeit bei Aufgaben haben, die bei dämmerigem Licht oder in der Nacht durchgeführt werden [Kline u. a., 1992; Jackson, Owsley und McGwin, 1999]. Dieser Effekt beeinflusst auch Informationsverarbeitungsprozesse wie das Erkennen von Objekten [Seichepine u. a., 2012].

Ältere Erwachsene haben mit zunehmendem Alter Probleme bei der Unterscheidung von Farben. Der primäre Grund dafür ist die Abnahme der Sensitivität für niedrige Wellenlängen des Lichts, insbesondere dem Spektrum der blau-gelben Farben. Vor allem die wahrgenommene Sättigung einer Farbe unterscheidet sich bei vielen älteren Erwachsenen im Gegensatz zu jüngeren Menschen [Schieber, 2006]. Die Hauptursache dafür ist die altersbedingte Veränderung der Linse. Diese betreffen die Erhöhung der Linsenmasse, die Verringerung maximaler Krümmungsradius und die Veränderung der Linsenoberfläche, was zu einer altersbedingten Veränderung der Akkommodation führt [Aliò, Anania und Sagnelli, 2008; Artal, 2008; Kasthurirangan und Glasser, 2006]. Zudem wird die Linse altersbedingt trüber [Weale, 1973]. Das erhöht die optische Dichte und führt zu einer abnehmenden Lichtdurchlässigkeit. Dies sorgt auch dafür, dass das Licht im Auge weiter gestreut und ein größeres Lichtspektrum vor allem am blauen Ende des Spektrums absorbiert wird, sodass Farben im blauen sowie gelben Spektrum, und damit auch deren Mischfarben wie Grüntöne, weniger gut wahrgenommen werden können [Schieber, 2006; Aliò, Anania und Sagnelli, 2008; Beatty u. a., 1999]. Auch die altersbedingte Degeneration der Makula führt zu einer Abnahme der Sehfähigkeit des Lichts im blauen Spektrum [Binder und Falkner-Radler, 2008; Schieber, 2006; Beatty u. a., 1999].

Abgeleitete Gestaltungsanforderungen

Aus den wahrnehmungsspezifischen Veränderungen des visuellen Systems hinsichtlich der spektralen Auflösung (WVS) des visuellen Systems und den daraus resultierenden Einbußen in der Sehschärfe, Kontrastempfindlichkeit und der allgemeinen Schwierigkeit, Farben zu unterscheiden, lassen sich Schlussfolgerungen für die Entwicklung gebrauchstauglicher digitaler Systeme ziehen.

- WVS-1 Farben:** Da Blau-Töne häufig schlecht voneinander unterschieden werden können, sollten die Kombination von Farben, Texturen und Bildern entsprechend ausgewählt werden. Die Nutzung von dicht beieinander liegenden Farbtönen sollte insbesondere im Blau- und Grün-Spektrum vermieden werden. Zudem sollten Farben nicht als einziges Medium genutzt werden, um Informationen kenntlich zu machen. Stattdessen kann eine Kombination aus Farben, Icons und Grafiken genutzt werden [Patsoule und Koutsabasis, 2012; Ellis und Kurniawan, 2000; Finn und Johnson, 2016; Kurniawan und Zaphiris, 2005; Sears und Jacko, 2007; Carmien und Manzanares, 2014; Díaz-Bossini und Moreno, 2014].
- WVS-2 Icons:** Icons sollten leicht unterscheidbar und in ihrer Bedeutung verständlich sein. Icons und andere Grafiken sollten zudem von Relevanz sein und nicht aus rein dekorativen Zwecken genutzt werden [Kurniawan und Zaphiris, 2005; Czaja und Lee, 2006].
- WVS-3 Konsistenz:** Es sollte eine einfache, aber bedeutungsvolle Designsprache angestrebt werden. Dafür sollte ein Mix aus plakativen und konsistenten sowie nicht ablenkenden Gestaltungselementen gewählt werden. Auf optionale Designelemente sollte verzichtet werden [Kurniawan und Zaphiris, 2005; Norval, Arnott und Hanson, 2014; Finn und Johnson, 2016].
- WVS-4 Kontrast:** Der Kontrast einzelner Elemente zueinander sollte einerseits so hoch wie möglich gewählt werden (Mindestkontrastverhältnis 5:1) und andererseits anpassbar gestaltet werden. Insbesondere zwischen den Elementen des Vorder- und Hintergrunds sollte ein hoher Kontrast genutzt werden. Bei der konkreten Umsetzung bezüglich des Kontrasts zwischen Vorder- und Hintergrund existieren widersprüchliche Empfehlungen. Einerseits trägt die Kombination aus einem hellen Hinter- und einem dunklen Vordergrund zu einem starken negativen Kontrast bei, der Ablenkung verhindert. Andererseits reduziert die Nutzung eines dunklen Hinter- mit einem hellen Vordergrund die Blendung und der Text wirkt kontrastreicher [Arfaa und Wang, 2014; Carmien und Manzanares, 2014; Ellis und Kurniawan, 2000; Finn und Johnson, 2016; Proctor und Van Zandt, 2018; Sears und Jacko, 2007; Díaz-Bossini und Moreno, 2014; Nunes, Kerwin und Silva, 2012; Dyk, Renaud und Biljon, 2012].

Lokale Auflösung

Aspekte, die für eine hohe räumliche Auflösung relevant sind, sind vor allem die Sehschärfe und die Kontrast-Sensitivität [Schieber, 2006]. Die Sehschärfe wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst, beispielsweise durch die Streuung des in das Auge einfallenden Lichts, die Größe der Pupille, die Stärke der Beleuchtung, die Belichtungszeit und die Leistung des stimulierten Retina-Bereichs [Kalloniatis und Luu, 1995]. Ältere Erwachsene sehen sich der Abnahme der Sehschärfe ausgesetzt, weil die Leistung der Makula (ein Teil der Retina) altersbedingt abnimmt [Pescosolido und Karavitis, 2008]; die Linsentrübung und damit die Streuung des Lichts im Auges zunimmt [Cerulli und Missiroli, 2008; Schieber, 2006; Baldwin und Mills, 1981; Guirao, Redondo und Artal, 2000] und sich mit fortschreitendem Alter die Wahrscheinlichkeit für Krankheiten wie dem Grünen Star erhöht, bei der insbesondere die Nervenfasern des Sehnervs geschädigt werden [Freeman

u. a., 2005]. Die Sehschärfe kann bis zu einem gewissen Grad mit Brillen korrigiert werden und bleibt damit in der Regel bis in die sechste Lebensdekade auf einem hohen Niveau, verschlechtert sich danach jedoch mit zunehmendem Alter [Schieber, 2006; Bergman und Sjöstrand, 2002; Haegerstrom-Portnoy, Schneck und Brabyn, 1999; Andersen, 2012]. Die Kontrast-Sensitivität beeinflusst ebenfalls die Sehschärfe. Bei geringem Kontrast ist die Sehschärfe ebenfalls niedrig. Dieser Effekt verstärkt sich mit abnehmender Beleuchtungsintensität [Haegerstrom-Portnoy, Schneck und Brabyn, 1999]. Die Kontrast-Sensitivität nimmt vorwiegend aufgrund der altersbedingten Verkleinerung der Pupille und der altersbedingten Erhöhung der Linsendichte zu. Vor allem in den höheren Frequenz-Bereichen reduziert sich die Kontrast-Sensitivität aufgrund der geringeren Beleuchtung der Retina [Owsley, Sekuler und Siemsen, 1983].

Gestaltungsanforderungen

Aus den identifizierten wahrnehmungsspezifischen Veränderungen des visuellen Systems im Bereich der lokalen Auflösung (WVL) ergeben sich folgende Gestaltungsanforderungen für digitalen Mensch-Maschine-Systeme.

- WVL-1 Elementgrößen:** Alle angezeigten Elemente sollten eine für die Zielgruppe angemessene Größe besitzen, die basierend auf den Anforderungen einzelner Individuen anpassbar sein sollte [Patsoule und Koutsabasis, 2012].
- WVL-2 Gruppierung und Positionierung:** Zusammengehörende Elemente sollten gruppiert werden. Die wichtigsten Elemente sollten im Zentrum oder im Vordergrund positioniert werden. Vor allem sich bewegende Elemente sollten nicht peripher angeordnet werden [Finn und Johnson, 2016; Sears und Jacko, 2007; Kurniawan und Zaphiris, 2005; Nunes, Kerwin und Silva, 2012; Díaz-Bossini und Moreno, 2014].
- WVL-3 Hervorhebungen:** Wichtige Informationen sollten gezielt hervorgehoben werden, um häufig genutzte Funktionen deutlich sichtbar und leicht auffindbar zu machen. Dadurch werden die Anforderungen an das räumliche Sehen reduziert und die Orientierung im digitalen Raum verbessert [Kurniawan und Zaphiris, 2005; Czaja und Lee, 2006; Finn und Johnson, 2016; Ellis und Kurniawan, 2000].
- WVL-4 Schriftgröße:** Die Benutzung einer angemessenen Schriftgröße ist die wichtigste Anforderung an textuelle Elemente. Die Literatur spricht hier häufig von einer Schriftgröße von 12 bis 14 Punkt, wobei hier der Kontext mit berücksichtigt werden muss. Eine bessere Betrachtung der Schriftgröße ist das Bogenmaß, bei der die Schriftgröße in Abhängigkeit der Sehentfernung (Abstand zum Bildschirm) berechnet wird [Jochems, 2010]. Zudem sollte die Schriftgröße an individuelle Anforderungen angepasst werden können [Carmien und Manzanares, 2014; Arfaa und Wang, 2014; Ellis und Kurniawan, 2000; Patsoule und Koutsabasis, 2012; Finn und Johnson, 2016; Nunes, Kerwin und Silva, 2012; Dyk, Renaud und Biljon, 2012].
- WVL-5 Schriftart:** Bei digitalen Systemen, die von älteren Erwachsenen genutzt werden, sollten Sans-serif-Schriftarten (bspw. Helvetica) genutzt werden. Sie führen zu effizienteren Nutzungsschnittstellen und ältere Erwachsene beschreiben sie als

angenehmer als serif-Schriftarten. Zudem sollte der Text bündig in Leserichtung ausgerichtet sein [Ellis und Kurniawan, 2000; Kurniawan und Zaphiris, 2005; Finn und Johnson, 2016].

WVL-6 Weißraum: Das Layout eines digitalen Systems sollte großzügig mit Weißraum gestaltet sein. Dies verhindert, dass die Nutzer:innen die Schaltflächen versehentlich betätigen und unterstützt sie bei der Suche nach den wichtigsten Elementen. Eine ausreichende Menge an Weißraum umfasst auch die Verwendung eines großzügigen Zeilenabstands [Carmien und Manzanares, 2014; Ellis und Kurniawan, 2000; Kurniawan und Zaphiris, 2005; Finn und Johnson, 2016; Patsoule und Koutsabasis, 2012; Nunes, Kerwin und Silva, 2012].

WVL-7 Klickbare Flächen: Klickbare Flächen sollten eine angemessene Größe besitzen. Zudem sollte es ein Feedback geben, sobald auf eine Fläche geklickt wurde [Ellis und Kurniawan, 2000; Arfaa und Wang, 2014; Kurniawan und Zaphiris, 2005; Patsoule und Koutsabasis, 2012; Dyk, Renaud und Biljon, 2012].

Temporale Auflösung

Eine häufig auftretende altersbedingte Veränderung ist der Verlust der Fähigkeit, schnelle temporale Änderungen in der Umgebung zu erkennen und effizient zu verarbeiten. Diese lässt sich sowohl dem sensorischen System als auch dem kognitiven System zuordnen. In dieser Arbeit wird die Veränderung dem sensorischen System zugeordnet, weil bereits eine Veränderung im visuellen System zu einer Veränderung der temporalen Auflösung führen kann. Insbesondere altersbedingte Veränderungen der Retina führen zu einer höheren Wahrnehmungsschwelle für sich verändernde Ereignisse und damit zu einer Verschlechterung in der temporalen Auflösung [Eriksen, Hamlin und Breitmeyer, 1970]. Ältere Erwachsene nehmen oft direkt aufeinanderfolgende Ereignisse, die von jüngeren Erwachsenen als getrennt wahrgenommen werden, als nicht unterscheidbar wahr. Dies führt dazu, dass ältere Erwachsene Herausforderungen bei der Wahrnehmung von Bewegungen haben [Kline u. a., 1990; Schieber und Kline, 1982; Scialfa u. a., 1992; Andersen, 2012].

Abgeleitete Gestaltungsanforderungen

Vor dem Hintergrund der festgestellten wahrnehmungsspezifischen Veränderungen im visuellen System im Kontext der temporalen Auflösung (WVT) ergeben sich Gestaltungsanforderungen technologischer Lösungen.

WVT-1 Sich bewegende Elemente: Bewegungen können von der eigentlichen Zielerreichung ablenken. Aus diesem Grund sollte die Verwendung von sich bewegenden Elementen auf ein Minimum beschränkt werden. Dies gilt hauptsächlich für Pop-ups und animierte Werbung. Falls Animationen notwendig sind, sollten sie gezielt eingesetzt werden [Arch, Abou-Zahra und Henry, 2009; Kurniawan und Zaphiris, 2005; Ellis und Kurniawan, 2000].

WVT-2 Alternativen zu Nicht-Text-Elementen: Ältere Erwachsene sollten die Option haben, Textalternativen für Nicht-Text-Elemente zu wählen. Dies betrifft insbesondere Videos und komplexe grafische Abbildungen [Finn und Johnson, 2016; Patsoule und Koutsabasis, 2012].

3.4.2 Auditives System

Das auditive System ist zentral für die verbale Kommunikation und notwendig für viele Signalfunktionen. Bei diesem System werden auditive Stimuli durch mechanische Übertragungen von Vibrationen des Trommelfells aufgenommen. In einem nächsten Schritt werden Knochen durch die Vibration in Schwingung versetzt und übertragen diese auf eine zweite Membran (ovales Fenster), die das Mittelohr von dem Innenohr trennt. Die Vibration der zweiten Membran setzt eine Flüssigkeit in der Cochlea in Bewegung, die wiederum Haarzellen stimuliert, welche die Informationen in neuronalen Impulsen codieren [Wingfield und Lash, 2016]. Eine schematische Darstellung des Ohrs ist in Abbildung 3.5 gezeigt.

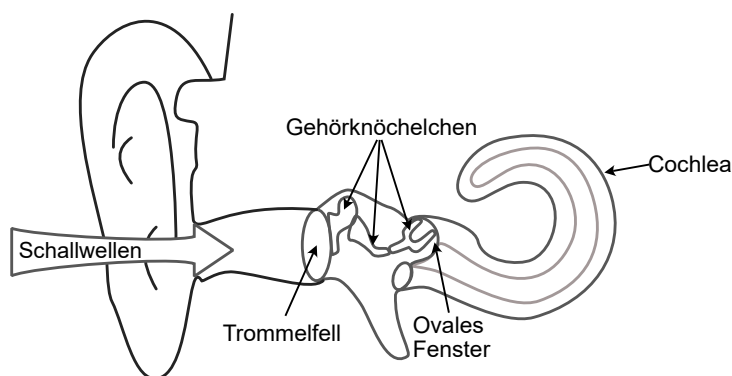


Abbildung 3.5: Abstrahiertes Modell eines menschlichen Ohrs (nach Proctor und Van Zandt [2018])

Im Gegensatz zu den altersbedingten Veränderungen des visuellen Systems sind die genauen Einflussfaktoren auf die Abnahme der Leistungsfähigkeit bei auditiven Veränderungen größtenteils noch ungeklärt und Gegenstand aktueller Forschung. Eine Zuordnung physiologischer oder neuraler Veränderungen auf die einzelnen Leistungsaspekte ist derzeit nicht möglich [Bowl und Dawson, 2019]. Als gesichert gilt jedoch, dass die Altersschwerhörigkeit (Presbyakusis) das Ergebnis unterschiedlicher physiologischer Veränderungen und eine Akkumulation aus lebenslanger Lärmbelastung, Krankheiten und deren Behandlungen sowie genetischen Faktoren ist. Als Folge leidet eine hohe Zahl älterer Erwachsener an einer reduzierten Hörempfindlichkeit und Sprachverständnis in lauten Umgebungen, einer verlangsamten Verarbeitung akustischer Informationen und einer beeinträchtigten Lokalisierung von Schallquellen [Huang und Tang, 2010].

Der einsetzende Hörverlust kann hierbei als leitungsbedingter und sensorineuraler Hörverlust klassifiziert werden. Der leitungsbedingte Hörverlust wird häufig durch Probleme des externen oder des mittleren Ohrs ausgelöst, die die Weiterleitung von Tönen

und Konversationen stören. Sie haben in der Regel eine mechanische Ursache (z. B. ein perforiertes Trommelfell). Der sensorineurale Hörverlust ist in der Regel auf eine Schädigung der für die Umwandlung von mechanischen Vibrationen zu elektrischen Potenzialen zuständigen Haarzellen in der Cochlea oder auf Schädigung der für die Weiterleitung notwendigen Nerven zurückzuführen [Wingfield und Lash, 2016; Roth, Hanebuth und Probst, 2011; Walling und Dickson, 2012; Yueh u. a., 2003; Wingfield, Tun und McCoy, 2005]. Das Hörvermögen älterer Erwachsener nimmt im Allgemeinen ab, wobei die individuelle Stärke dieser Abnahme variiert [Wingfield und Lash, 2016]. Zwischen 40 % und 45 % der älteren Erwachsenen leiden unter altersbedingter Hörschwäche, wobei Männer häufiger betroffen sind als Frauen. Der Anteil der Personen mit Hörschwäche steigt mit zunehmendem Alter auf bis zu 83 % bei Personen ab dem 70. Lebensjahr. In über 90 % der Fälle handelt es sich bei dem altersbedingten Hörverlust um einen sensorineuralen Hörverlust [Wingfield und Lash, 2016; Czaja u. a., 2019; Cruickshanks u. a., 1998].

Spektrale Auflösung

Veränderungen in der spektralen Auflösung machen sich im auditiven System durch Veränderungen in der Frequenzwahrnehmung bemerkbar. Die spektrale Auflösung nimmt dabei im Allgemeinen mit zunehmendem Alter ab. Dieser Prozess setzt jedoch nicht erst im hohen Alter ein. Physiologisch beginnt dies in der dritten Lebensdekade vorrangig bei hohen Frequenzen und verläuft in der Regel schrittweise [Roth, Hanebuth und Probst, 2011; Yueh u. a., 2003]. Für Konversationen benötigte Frequenzen sind häufig ab der fünften Lebensdekade betroffen [Roth, Hanebuth und Probst, 2011]. Vor allem die Wahrnehmung stimmloser Konsonanten (t, p, k, f, s und ch) wird zunehmend herausfordernder. Gleichzeitig wird auch die Identifizierung von Vokalen und das Sprachverständnis in jeder Situation beeinträchtigt. Ältere Erwachsene klagen häufig darüber, dass sie eine Person in einer Konversation hören, aber nicht verstehen. Zudem werden im zunehmenden Alter hochfrequente Warnsignale wie Pieptöne und entweichender Dampf nicht gehört oder lokalisiert, was potenziell schwerwiegende Folgen haben kann [Proctor und Van Zandt, 2018; Huang und Tang, 2010].

Neben der spektralen Auflösung verändert sich altersbedingt auch die Fähigkeit zur Frequenzunterscheidung. Dies kann insbesondere dazu führen, dass sich die Sprache schwieriger von Hintergrundgeräuschen unterscheiden lässt, was hauptsächlich die Kommunikation in sozialen Kontexten erschwert [Walling und Dickson, 2012; Wingfield, Tun und McCoy, 2005; Yueh u. a., 2003].

Abgeleitete Gestaltungsanforderungen

Die wahrnehmungsspezifischen Veränderungen des auditiven Systems älterer Erwachsener im Bereich der spektralen Auflösung (WAS) bieten eine Grundlage für die Ableitung von spezifischen Gestaltungsanforderungen in digitalen Systemen.

- WAS-1 Lautstärke:** Präferenzen, die sich aus dem auditiven System ergeben, sind sehr individuell. Es sollte immer die Möglichkeit geben, über die Intensität des Stimulus entscheiden zu lassen. Im besten Fall können Nutzende über die Lautstärke einzelner Frequenzen entscheiden [Sears und Jacko, 2007; Finn und Johnson, 2016; Dyk, Renaud und Biljon, 2012].
- WAS-2 Adaptierbarkeit:** Nutzende sollten die Möglichkeit haben, ihr Ausgabegerät auszuwählen und die Lautstärke selbst einzustellen. Zudem sollten sie bei Sprachsystemen die Ausgabe-Stimme verändern können [Finn und Johnson, 2016].
- WAS-3 Frequenz:** Weil hohe Frequenzen als Erstes verloren gehen, sollten diese vermieden werden. Im besten Fall liegen diese im Bereich von 500 - 2000 Hz [Carmien und Manzanares, 2014; Sears und Jacko, 2007; Finn und Johnson, 2016].
- WAS-4 Redundanz:** Auditive Signale sollten stets als Redundanz zu anderen Signalen, wie Vibrationen, visuellen Darstellungen oder schriftlichen Texten, eingesetzt werden. Besonders Alarme sollten in einer multimodalen Form gestaltet werden, vor allem in lauten Kontexten [Carmien und Manzanares, 2014; Finn und Johnson, 2016; Sears und Jacko, 2007].

Lokale Auflösung

Insbesondere bei älteren Erwachsenen ist die Fähigkeit, Geräusche zu identifizieren und zu lokalisieren, beeinträchtigt [Huang und Tang, 2010].

Die Leistung bei binauralen und räumlichen Aufgaben ist bei älteren Erwachsenen mit und ohne Hörverlust häufig schlechter im Vergleich zu jungen Personen mit normalem Hörvermögen. Die Ergebnisse variieren jedoch stark zwischen den Teilnehmer:innen, selbst bei derselben Aufgabe [Koehnke und Besing, 2001].

Abgeleitete Gestaltungsanforderungen

Die Identifikation von wahrnehmungsspezifischen Veränderungen des auditiven Systems bezüglich der lokalen Auflösung (WAL) legt die Notwendigkeit von Gestaltungsanforderungen in diesem Bereich nahe.

- WAL-1 Lokalisierung:** Die Dauer von Tönen, die lokalisiert werden müssen, sollte lang genug sein, damit Menschen genug Zeit haben, ihre Köpfe zu drehen und die Quelle zu identifizieren [Sears und Jacko, 2007].

Temporale Auflösung

Altersbedingte Veränderungen in der temporalen Auflösung führen zu einer Abnahme der Effizienz bei der schnellen Erkennung aufeinanderfolgender Geräusche und der Verarbeitung ihrer Reihenfolge. Effiziente zeitliche Verarbeitungsprozesse sind vor allem für die Sprachwahrnehmung von entscheidender Bedeutung. Angesichts durchschnittlicher Sprechgeschwindigkeiten von 140 bis 180 Wörtern pro Minute im normalen Gespräch kann geschlussfolgert werden, dass sich eine verminderte zeitliche Auflösung negativ auf die Erkennung von Sprache und anderen komplexen Signalen auswirkt [Wingfield, Tun und McCoy, 2005].

Abgeleitete Gestaltungsanforderungen

Die analysierten wahrnehmungsspezifischen Veränderungen im auditiven System im Kontext der temporalen Auflösung (WAT) unterstreichen die Bedeutung gezielter Gestaltungsanpassungen in digitalen Systemen für ältere Erwachsene.

WAT-1 Anpassbare Geschwindigkeit: Nutzende sollten die Möglichkeit haben, alle auditiven Stimuli erneut abzuspielen und die Geschwindigkeit anzupassen [Finn und Johnson, 2016].

3.5 Kognitive Veränderungen im Alter und abgeleitete Gestaltungsanforderungen

Sobald in der Wahrnehmungsphase ausreichend viele Informationen zur Klassifikation eines Signals gesammelt wurden, werden die Signale in der Kognitionsphase mit dem Ziel einer geeigneten Handlungsausführung weiter verarbeitet. Diese Prozesse beinhalten unter anderem das Abrufen von Informationen aus dem Gedächtnis, den Vergleich wahrgenommener Informationen sowie Entscheidungsfindungsprozesse [Proctor und Van Zandt, 2018]. Im Folgenden werden daher die Aufmerksamkeit und Ablenkung, das Kurzzeit- und das Langzeitgedächtnis sowie deren altersbedingten Veränderungen aufgezeigt und anhand bestehender Literatur Gestaltungsrichtlinien abgeleitet.

3.5.1 Aufmerksamkeit

Die Aufmerksamkeit wird als die Fähigkeit definiert, Ereignisse bewusst wahrzunehmen und zu verarbeiten [Farage u. a., 2012]. Ablenkung und Multitasking stellen wesentliche Herausforderungen für die menschliche Aufmerksamkeit dar, da sie die Fähigkeit beeinträchtigen, Informationen bewusst wahrzunehmen und effektiv zu verarbeiten. Während Ablenkungen die Fokussierung auf eine Aufgabe erschweren, führt Multitasking oft zu einer verminderten Qualität der Informationsverarbeitung, da die kognitiven Ressourcen auf mehrere Aufgaben verteilt werden müssen [Mahoney u. a., 2010].

Ablenkung

Allgemein haben ältere Erwachsene größere Schwierigkeiten mit der Ablenkung als jüngere Erwachsene [Gazzaley u. a., 2005]. Vor allem herausfordernde kognitive Aufgaben benötigen eine höhere Kapazität bezüglich der Aufmerksamkeit, was durch die höhere Ablenkungsbereitschaft konterkariert wird. Zudem konnte gezeigt werden, dass ältere Erwachsene aufgrund geringerer Aufmerksamkeitsressourcen im Allgemeinen einen höheren kognitiven Aufwand als jüngere Erwachsenen betreiben müssen. Um Informationen für die langfristige Speicherung zu verarbeiten, müssen ältere Erwachsene demzufolge Alternativstrategien entwickeln [Balota, Dolan und Duchek, 2000].

Bei Ablenkungen muss die Aufmerksamkeit neu ausgerichtet werden. Generell zeigen ältere Erwachsene hier eine verminderte Leistungsfähigkeit, die Flexibilisierung bezüglich der Aufmerksamkeit nimmt dahingehend ab [Wickens u. a., 2013; Sit und Fisk, 1999].

Gleichzeitig sinkt die Möglichkeit selektiver Filterung mit dem Alter [Wickens u. a., 2013; Sears und Jacko, 2007; Czaja und Lee, 2006]. Allerdings kann die flexible Allokation der Ressourcen trainiert werden. Ältere Erwachsene profitieren dabei deutlich stärker von Training als jüngere Erwachsene [Wickens u. a., 2013; Sit und Fisk, 1999; Kramer, Larish und Strayer, 1995].

Abgeleitete Gestaltungsanforderungen

Die beschriebene kognitionsspezifischen Veränderungen und damit verbundene gesteigerte Ablenkungsbereitschaft und verminderte Leistungsfähigkeit bei der Aufmerksamkeitsallokation (KAA) älterer Erwachsener legt nahe, dass spezifische Anpassungen in der Gestaltung digitaler Systeme erforderlich sind.

KAA-1 Gleichzeitige Stimuli: Die Gestaltung sollte darauf abzielen, unbeabsichtigte Ablenkungssituationen zu minimieren, indem potenziell irrelevante Reize reduziert werden, die gleichzeitig mit relevanten Informationen auftreten. Dabei ist es wichtig, konkurrierende Stimuli zu vermeiden und sicherzustellen, dass kritische Aufgaben klar hervorgehoben und ohne störende Nebeneffekte präsentiert werden [Finn und Johnson, 2016; Sears und Jacko, 2007; Patsoule und Koutsabasis, 2012; Nunes, Kerwin und Silva, 2012; Dyk, Renaud und Biljon, 2012; Díaz-Bossini und Moreno, 2014]. Informationen sollten klar und übersichtlich dargestellt werden, wobei der Fokus auf den aktuell relevanten Inhalten liegt. Unwichtige Informationen sollten in den Hintergrund treten oder vollständig ausgeblendet werden. Zudem sollte der Zweck jeder Komponente deutlich vermittelt werden, um die Verarbeitung der zentralen Aufgaben zu unterstützen und die kognitive Belastung zu reduzieren [Arch, Abou-Zahra und Henry, 2009; Czaja und Lee, 2006; Patsoule und Koutsabasis, 2012].

KAA-2 Handlungsaufforderung: Die Gestaltung sollte die aktuell wichtigste Aktion klar hervorheben, um die Führung der Nutzer:innen zu erleichtern. Dabei sollten Alternativen dezent im Hintergrund bleiben, um Überforderung zu vermeiden. Informationen darüber, was nach der Durchführung einer Aktion zu erwarten ist, sollten unterstützend bereitgestellt, aber nicht überbetont werden. Es sollte eine klare Unterscheidung zwischen optionalen und verpflichtenden Aktionen getroffen werden, zum Beispiel durch unterschiedliche visuelle Hervorhebungen wie Farben oder Symbole [Carmien und Manzanares, 2014; Patsoule und Koutsabasis, 2012; Ellis und Kurniawan, 2000; Díaz-Bossini und Moreno, 2014].

Multitasking

Die Filtertheorie der Aufmerksamkeit besagt, dass Menschen in ihrer Informationsverarbeitung nur eine begrenzte Anzahl an Reizen gleichzeitig verarbeiten können. Bei Multitasking müssen daher irrelevante Informationen gefiltert werden, um die Konzentration auf mehrere Aufgaben zu ermöglichen. Da jedoch die Kapazität der Aufmerksamkeit begrenzt ist, führt Multitasking oft dazu, dass der Filterprozess überlastet wird. Dies kann zu einer ineffektiven Verarbeitung der relevanten Reize führen und erklärt, warum

Multitasking so herausfordernd ist: Der Versuch, mehrere Aufgaben gleichzeitig zu bewältigen, überfordert die Aufmerksamkeitssysteme, die nur begrenzt selektiv filtern können [Broadbent, 1958].

Mit zunehmendem Alter können die Filtermechanismen ineffizienter werden, was dazu führt, dass ältere Erwachsene möglicherweise Schwierigkeiten haben, irrelevante Informationen zu unterdrücken und sich auf relevante Informationen zu konzentrieren. Dies kann zu einer erhöhten Ablenkbarkeit und einer verringerten Fähigkeit führen, sich auf komplexe Aufgaben zu konzentrieren, insbesondere wenn mehrere Informationsquellen gleichzeitig verarbeitet werden müssen [Proctor und Van Zandt, 2018; Moray, 1993].

Die Performanz bei der Durchführung mehrerer Aufgaben sinkt deutlich, wenn die Kapazitätsgrenze der kognitiven Ressourcen erreicht ist. In diesem Fall müssen die verfügbaren Ressourcen neu allokiert werden, was die Effizienz der Aufgabebearbeitung beeinträchtigt. Besonders Aufgaben, die dieselben sensorischen und motorischen Modalitäten beanspruchen, führen zu einer geringeren Performanz, da die konkurrierenden Anforderungen die Verarbeitungskapazität stärker belasten. Solange jedoch die Kapazitätsgrenze nicht überschritten wird, können mehrere Aufgaben gleichzeitig bewältigt werden [Proctor und Van Zandt, 2018].

Bei komplexen Aufgabenkonstrukten ist eine strategische Aufgaben-Koordination unerlässlich. Mit zunehmendem Alter zeigen ältere Personen eine geringere Leistungsfähigkeit bei Aufgaben, die das Prinzip der Aufmerksamkeitsteilung nutzen, sowie bei komplexen, das Arbeitsgedächtnis beanspruchenden Aufgaben. Das lässt sich mit Training teilweise ausgleichen [Wickens u. a., 2013; Verhaeghen u. a., 2003; Sit und Fisk, 1999; Plude, Enns und Brodeur, 1994]. Auch ist bei älteren Erwachsenen häufig eine längere Zeitspanne zur Lenkung ihres Fokus von einem Stimulus auf den nächsten erforderlich als bei jüngeren Personen [Farage u. a., 2012].

Abgeleitete Gestaltungsanforderungen

Die altersbedingte Einschränkung der kognitiven Leistungsfähigkeit bei der Aufmerksamkeitsteilung, insbesondere in Bezug auf komplexe Multitasking-Aufgaben (KAM), bietet eine Grundlage zur Ableitung von Gestaltungsanforderungen für digitale Systeme.

KAM-1 Aufmerksamkeitswechsel: Konkurrierende Anzeigen (bspw. Splitscreen) oder gleichzeitige Präsentation unterschiedlicher Formen von Informationen (z. B. Text und Sprache) sollten vermieden werden. Außerdem sollten große und häufige Änderungen in der Benutzungsschnittstelle vermieden werden [Czaja und Lee, 2006; Norval, Arnott und Hanson, 2014; Nunes, Kerwin und Silva, 2012; Abeele u. a., 2021].

KAM-2 Aufgabenabschluss: Die Darstellung des Abschlusses einer Aufgabe sollte eindeutig und unmissverständlich erfolgen [Czaja und Lee, 2006; Norval, Arnott und Hanson, 2014; Nunes, Kerwin und Silva, 2012; Abeele u. a., 2021].

3.5.2 Arbeitsgedächtnis

Das Kurzzeit- oder Arbeitsgedächtnis beschreibt die Fähigkeit eines Individuums, Informationen vorübergehend aktiv zu halten und sie zu manipulieren, um sie für weitere Verarbeitungsprozesse verfügbar zu machen. Es spielt eine entscheidende Rolle in allen Verarbeitungsprozessen. Menschen wären ohne das Arbeitsgedächtnis beispielsweise nicht in der Lage zu argumentieren, Probleme zu lösen, zu sprechen und Sprache zu verstehen [Proctor und Van Zandt, 2018; Jonides, Lacey und Nee, 2005; Martinez, 2019].

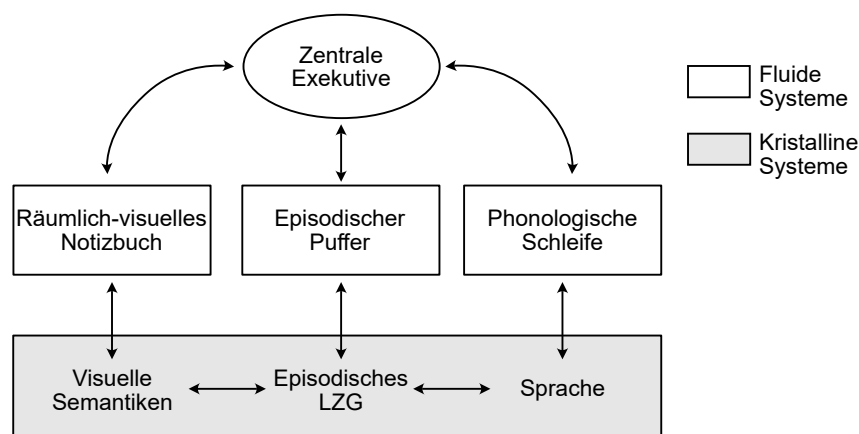


Abbildung 3.6: Modell des Arbeitsgedächtnisses nach Baddeley [2000]. Das kristalline System ist in Grau dargestellt, das fluide System in Weiß (LZG = Langzeitgedächtnis).

Eines der bekanntesten Arbeitsgedächtnismodelle wurde von Baddeley und Hitch [1974] entwickelt und später durch Baddeley [2000] und Baddeley, Eysenck und Anderson [2020] weiterentwickelt (siehe Abbildung 3.6). Das Modell besteht aus drei Speichersystemen: dem räumlich-visuellen Notizbuch, dem episodischen Puffer und der phonologischen Schleife. Weiterhin gibt es ein Kontrollsystem, das zentrale Exekutive genannt wird. Zusammen bilden sie die fluiden Systeme. In den fluiden Systemen werden argumentative Aspekte verarbeitet. Sie hängen eng mit der Möglichkeit zusammen, Neues zu lernen [Czaja und Lee, 2006].

Dem gegenüber stehen die kristallinen Systeme. Sie definieren das Wissen einer Person, welches durch Bildung und Erfahrung erworben wird [Czaja und Lee, 2006].

Das räumlich-visuelle Notizbuch ist ein auf wenige Objekte begrenzter Speicher für räumlich-visuelle Informationen. Dieser Speicher ist beispielsweise für menschliche Kreativität und Argumentationsvermögen wichtig. Beim episodischen Puffer wird davon ausgegangen, dass ungefähr vier Informationsteile in mehrdimensionalen Codes gespeichert werden können [Proctor und Van Zandt, 2018; Marois und Ivanoff, 2005; Czaja und Lee, 2006].

Dies erlaubt eine Interaktion zwischen den verschiedenen Teilkomponenten des Arbeitsgedächtnisses mit dem Langzeitgedächtnis (LZG) [Baddeley, Eysenck und Anderson, 2020]. Die phonologische Schleife besteht aus einem Speicher, in dem Informationen für kurze Zeit als phonologische Codes gespeichert werden können, und aus einem ar-

tikulatorischen Wiederholungssystem. Dieses kann Informationen aktiv halten, indem diese durch sogenanntes stilles Sprechen wiederholt werden [Baddeley, 2000; Proctor und Van Zandt, 2018].

Die zentrale Exekutive fungiert als Kontrollsystem für die Aufmerksamkeit. Sie steuert und überwacht die Aktivitäten der phonologischen Schleife sowie des räumlich-visuellen Notizblocks. Eine Aufgabe der zentralen Exekutive ist die Fokussierung und die Verteilung der Aufmerksamkeit. Dabei spielen insbesondere Aufmerksamkeitswechsel von einer Aufgabe zur anderen und die Koordination des Arbeitsgedächtnisses mit dem Langzeitgedächtnis eine übergeordnete Rolle [Proctor und Van Zandt, 2018].

Speicherung und Abruf von Informationen

Altersbedingte Effekte führen ähnlich wie bei der Aufmerksamkeitskapazität zu einer Einschränkung der Kapazität des Speichers des fluiden Systems. Es konnte zudem gezeigt werden, dass die Leistung älterer Erwachsener mit zunehmender Komplexität kognitiver Aufgaben abnimmt, die das Arbeitsgedächtnis beanspruchen (z. B. verbales Denken, räumliche Vorstellungskraft) [Balota, Dolan und Duchek, 2000]. Diese verminderte Leistungsfähigkeit beim Speichern und Abrufen von Informationen im Arbeitsgedächtnis tritt im Alltag vor allem beim Verstehen von geschriebener und gesprochener Sprache auf. In diesem Kontext sind die Anforderungen an das Arbeitsgedächtnis besonders hoch. Dabei müssen Informationen aus dem semantischen Gedächtnis abgerufen und Informationen aus Sätzen und Absätzen zusammengeführt werden. Die Lese-Effizienz wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Darunter fallen der Grund des Lesens, die Art des Materials sowie der Bildungshintergrund des Lesers und Charakteristika der Umgebung [Proctor und Van Zandt, 2018]. Begrenzungen der Kapazität führen häufig zu einer schlechteren Speicherung integrierter Informationen, die beispielsweise für das Textverständnis erforderlich sind [Balota, Dolan und Duchek, 2000].

Abgeleitete Gestaltungsanforderungen

Basierend auf den erkannten kognitionsspezifischen Veränderungen bezüglich des Arbeitsgedächtnisses im Kontext der Speicherung und des Abrufs von Informationen (KAS) lassen sich konkrete Empfehlungen für die Entwicklung gebrauchstauglicher Technologien ableiten.

KAS-1 Erinnerungsnotwendigkeit minimieren: Die Anforderungen an das Arbeitsgedächtnis sollten auf ein Minimum reduziert werden. Komplexe Vorgänge sollten nicht aus dem Gedächtnis abgerufen werden müssen. Alternativ sollten Unterstützungsmöglichkeiten oder Möglichkeiten zum kontinuierlichen Lernen bereitgestellt werden. Ein Beispiel hierfür ist das Erinnern an bereits besuchte URLs oder Links [Ellis und Kurniawan, 2000; Czaja und Lee, 2006; Ellis und Kurniawan, 2000; Finn und Johnson, 2016; Khan u. a., 2010; Díaz-Bossini und Moreno, 2014; Gerling u. a., 2012].

- KAS-2 Flache Hierarchien:** In der Navigation sollten Hierarchien vor allem flach und breit gehalten werden, wobei stets ein Kompromiss zwischen Flexibilität und reduzierter Komplexität gefunden werden muss [Arfaa und Wang, 2014; Finn und Johnson, 2016; Ellis und Kurniawan, 2000; Arch, Abou-Zahra und Henry, 2009; Carmien und Manzanares, 2014; Nunes, Kerwin und Silva, 2012].
- KAS-3 Linearer Pfad:** Durch eine Benutzungsschnittstelle sollte eine lineare Pfadführung sowie einfache Möglichkeiten zum Zurückkommen an den Startpunkt angeboten werden [Arfaa und Wang, 2014; Finn und Johnson, 2016; Ellis und Kurniawan, 2000; Arch, Abou-Zahra und Henry, 2009; Carmien und Manzanares, 2014; Nunes, Kerwin und Silva, 2012].
- KAS-4 Gruppierung:** Die wichtigsten Informationen sollten gruppiert, kategorisiert und eindeutig präsentiert werden [Patsoule und Koutsabasis, 2012; Kurniawan und Zaphiris, 2005; Carmien und Manzanares, 2014; Arfaa und Wang, 2014; Czaja und Lee, 2006].
- KAS-5 Konsistenz:** Konsistenz dient der Unterstützung des Arbeitsgedächtnisses und der Reduzierung der Komplexität. Die Konsistenz sollte sich nicht nur auf das Erscheinungsbild erstrecken, sondern insbesondere auch auf die Navigation und die Durchführung von Aufgaben [Ellis und Kurniawan, 2000; Finn und Johnson, 2016; Norval, Arnott und Hanson, 2014; Czaja und Lee, 2006; Nunes, Kerwin und Silva, 2012].
- KAS-6 Eindeutigkeit:** Die Beschriftungen, Schaltflächen und Symbole sollten klar und aussagekräftig gestaltet sein, um ihre Funktionen deutlich zu kommunizieren. Zudem ist es wichtig, dass sie sich visuell ausreichend voneinander abheben, um Verwechslungen zu vermeiden [Finn und Johnson, 2016; Carmien und Manzanares, 2014; Kurniawan und Zaphiris, 2005; Nunes, Kerwin und Silva, 2012; Sharit u. a., 2011].
- KAS-7 Systemstatus:** Der aktuelle Status eines Systems sollte klar dargelegt werden [Finn und Johnson, 2016; Carmien und Manzanares, 2014; Kurniawan und Zaphiris, 2005; Nunes, Kerwin und Silva, 2012; Sharit u. a., 2011].
- KAS-8 Terminologie:** Um die Verständlichkeit digitaler Systeme für ältere Erwachsene zu erhöhen, sollte Fachterminologie vermieden werden. Falls Fachbegriffe unvermeidbar sind, sollte ein Glossar zur Erklärung dieser Begriffe integriert werden [Arfaa und Wang, 2014; Czaja und Lee, 2006; Díaz-Bossini und Moreno, 2014].
- KAS-9 Einfache Sprache:** Es ist empfehlenswert, eine einfache und vertraute Sprache zu verwenden, die präzise und direkt ist. Die Sätze sollten kurz sein, um rasch zur Kernaussage zu gelangen [Czaja und Lee, 2006; Finn und Johnson, 2016; Sharit u. a., 2011; Nunes, Kerwin und Silva, 2012; Díaz-Bossini und Moreno, 2014; Dyk, Renaud und Biljon, 2012].

Verarbeitung von Informationen

Aufgrund der Kapazitätsbegrenzung müssen Informationen, die im Kurzzeit- und Arbeitsgedächtnis benötigt werden, ständig verarbeitet und ausgetauscht werden. Dadurch können sie in das räumlich-visuelle Notizbuch, den episodischen Puffer und die phonologische Schleife zwischengespeichert und gegebenenfalls langfristig im Langzeitgedächtnis

gespeichert werden. Die Leistung bei der Verarbeitung von Informationen nimmt im Allgemeinen altersbedingt ab [Czaja und Lee, 2006]. Dies äußert sich einerseits in einer Reduzierung der Anzahl der gleichzeitig verarbeiteten Informationen und andererseits in einer verschlechterten Leistung bei der Verarbeitung von Informationen aus der Umgebung [Czaja und Lee, 2006; Wickens u. a., 2013; McCarley u. a., 2004]. Zusätzlich nimmt die Verarbeitungsgeschwindigkeit ab und die Ausführungszeiten zu. Die Verarbeitungsgeschwindigkeit ist ein wesentlicher Bestandteil der kognitiven Funktion und betrifft Aktivitäten des täglichen Lebens wie das Erkennen von Buchstaben, Nummern, Mustern und Sprache [Sears und Jacko, 2007]. Bei älteren Erwachsenen kann die Faustregel angewendet werden, dass die Ausführungszeit bei unbekannten Aufgaben häufig etwa 1,5- bis 2-mal so hoch ist wie bei jüngeren Erwachsenen. Dies gilt insbesondere beim Erlernen neuer Aufgaben. Die Durchführung bekannter, automatisierter Aktivitäten ist hiervon ausdrücklich ausgenommen. Ältere Erwachsene können möglicherweise altersbedingte Veränderungen durch ihre gesammelten Erfahrungen und die damit verbundene kristalline Intelligenz teilweise ausgleichen, was in der Gestaltung von Systemen berücksichtigt werden kann, indem bekannte Konzepte und Fähigkeiten angesprochen werden [Sears und Jacko, 2007; Balota, Dolan und Duchek, 2000].

Abgeleitete Gestaltungsanforderungen

Die identifizierten altersbedingten kognitiven Veränderungen des Arbeitsgedächtnisses in der Informationsverarbeitung (KAV) deuten darauf hin, dass besondere Gestaltungsanforderungen für digitale Systeme erforderlich sind. Zu diesen Veränderungen zählen eine verringerte Fähigkeit zur gleichzeitigen Verarbeitung von Informationen, eine eingeschränkte Leistung bei der Wahrnehmung von Umgebungsinformationen sowie eine abnehmende Verarbeitungsgeschwindigkeit.

- KAV-1 Zeit:** Es sollte genügend Zeit eingeplant werden, um Informationen zu lesen, zu verarbeiten und angemessen auf Aufforderungen und Anfragen zu reagieren. Zum Beispiel sollten Nachrichten nicht automatisch nach einer festgelegten Zeit verschwinden [Kurniawan und Zaphiris, 2005; Czaja und Lee, 2006; Finn und Johnson, 2016; Nunes, Kerwin und Silva, 2012; Díaz-Bossini und Moreno, 2014].
- KAV-2 Aufgaben logisch aufbereiten:** Aufgaben sollten logisch aufeinanderfolgen, einen Fluss bilden und logisch abgeschlossen werden. Zur Unterstützung können Hilfen oder Anleitungen bereitgestellt werden [Norval, Arnott und Hanson, 2014; Finn und Johnson, 2016].
- KAV-3 Feedback:** Klar verständliches Feedback sollte unmittelbar zur Verfügung stehen, zum Beispiel, um den aktuellen Fortschritt einer Aufgabe anzuzeigen, das Abschließen einer Aufgabe zu bestätigen oder bereits besuchte Links zu kennzeichnen. Dabei sollte verdeutlicht werden, welche Aktionen erforderlich sind und welche Möglichkeiten das System bietet [Czaja und Lee, 2006; Kurniawan und Zaphiris, 2005; Finn und Johnson, 2016; Nunes, Kerwin und Silva, 2012; Sharit u. a., 2011].

- KAV-4 Fehlbedienung:** Fehlbedienungen sollten möglichst präventiv abgefangen werden, etwa durch Bestätigungsdialoge. Falls dennoch ein Fehler auftritt, muss eine einfache Korrektur möglich sein [Czaja und Lee, 2006; Patsoule und Koutsabasis, 2012; Finn und Johnson, 2016; Nunes, Kerwin und Silva, 2012].
- KAV-5 Sprungmarken:** An jeder Stelle der Benutzungsschnittstelle sollte es die Möglichkeit geben, zum *sicheren* Ursprungszustand zurückzukehren. Dies kann beispielsweise mit einem *Zurück zur Startseite* Button umgesetzt werden [Massimi, Baecker und Wu, 2007; Finn und Johnson, 2016; Carmien und Manzanares, 2014; Gerling u. a., 2012].
- KAV-6 Übersicht:** Die Benutzungsschnittstelle sollte auf einen Blick die wichtigsten Informationen präsentieren, dabei kann beispielsweise eine Sitemap unterstützen [Kurniawan und Zaphiris, 2005; Czaja und Lee, 2006; Finn und Johnson, 2016; Carmien und Manzanares, 2014].
- KAV-7 Redundanz:** Es sollten mehrere redundante Möglichkeiten angeboten werden, um wichtige Informationen in einem System zu finden [Finn und Johnson, 2016; Patsoule und Koutsabasis, 2012; Kurniawan und Zaphiris, 2005; Carmien und Manzanares, 2014; Sharit u. a., 2011].
- KAV-8 Vorauswahl:** Wichtige Aktionen, Funktionen oder Inhalte sollten vorausgewählt werden [Carmien und Manzanares, 2014; Bixter, Blocker und Rogers, 2018].
- KAV-9 Bewegende Elemente:** Bewegungen wie Blinken und helle, laute oder unerwartete Elemente ziehen Aufmerksamkeit auf sich und sollten nur für kritische Aspekte genutzt werden [Sears und Jacko, 2007; Ellis und Kurniawan, 2000; Sharit u. a., 2011; Díaz-Bossini und Moreno, 2014].

3.5.3 Langzeitgedächtnis

Im Langzeitgedächtnis können Informationen lange Zeit gespeichert werden [Baddeley, Eysenck und Anderson, 2020]. Es wird davon ausgegangen, dass Erinnerungen im Langzeitgedächtnis von der Kindheit an ein ganzes Leben lang gespeichert werden können und es keine Kapazitätseinschränkungen gibt, um Informationen zu erwerben, zu speichern und abzurufen. Im Gegensatz zu Informationen im Arbeitsgedächtnis benötigen sie auch keine ständige Wiederholung, um bestehen zu bleiben [Proctor und Van Zandt, 2018; Magnussen u. a., 2006].

Nach einem Modell von Squire [1992] kann beim Langzeitgedächtnis zwischen dem deklarativen (expliziten) und dem nicht-deklarativen (impliziten) Gedächtnis unterschieden werden (siehe Abbildung 3.7). Das deklarative Gedächtnis setzt sich aus dem semantischen und dem episodischen Gedächtnis zusammen. Das semantische Gedächtnis bezieht sich auf das Erinnern von faktischem Wissen und enthält Informationen darüber, wie die Gesellschaft funktioniert. Das semantische Wissen wird bis in die 6. und 7. Lebensdekade aufgebaut und zeigt danach nur leichte Abschwächungen [Baddeley, Eysenck und Anderson, 2020; Proctor und Van Zandt, 2018; Tulving, 1972; McNamara, 2013; Squire, 1992; Brickman und Stern, 2009]. Das episodische Gedächtnis enthält hingegen Informationen darüber, an welchem Ort und zu welchem Zeitpunkt Ereignisse stattgefunden haben. Auch wenn das semantische und das episodische Gedächtnis konzeptuell unterschiedlich sind, interagieren die beiden Systeme miteinander. Eine Unterform des episodischen

Gedächtnisses ist zudem das Quellengedächtnis. Dieses enthält insbesondere den Kontext, in denen die Informationen verarbeitet wurden. Altersbedingte Veränderungen des deklarativen Gedächtnisses zeigen sich vor allem im episodischen Gedächtnis [Brickman und Stern, 2009; Balota, Dolan und Duchek, 2000].

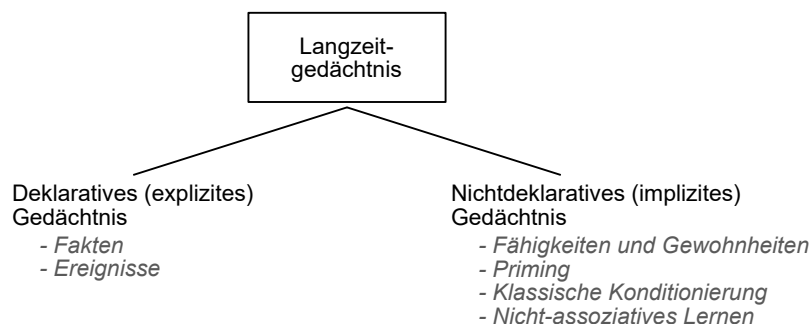


Abbildung 3.7: Elemente des Langzeitgedächtnisses (nach Squire [1992])

Das nicht-deklarative Gedächtnis hingegen bezieht sich auf den unbewussten Abruf von Informationen. Es enthält Informationen, die während des Fähigkeiten-Erwerbs und klassischer Konditionierung erworben werden, sowie Gewohnheiten. Die durchgeführten Aktivitäten variieren hierbei in ihrer Automatizität [Baddeley, Eysenck und Anderson, 2020; Squire, 1992; Sears und Jacko, 2007]. Das nicht-deklarative Gedächtnis ist das System, das für das unbewusste Lernen genutzt wird. Es wird typischerweise in das prozedurale Gedächtnis und Priming unterteilt. Es besteht aus mehreren voneinander abgrenzbaren Prozessen, darunter (a) Wiederholungseffekte (Priming); (b) Erwerb und Beibehaltung von motorischen, Wahrnehmungs- oder Problemlösungsfähigkeiten und Gewohnheiten; (c) einfache klassische Konditionierung; und (d) nicht-assoziatives Lernen [Squire, 1992; Brickman und Stern, 2009; Woodruff-Pak und Finkbiner, 1995; Tunney u. a., 2002]. Die beiden Systeme des nicht-deklarativen Gedächtnisses unterliegen nur schwachen altersbedingten Veränderungen [Brickman und Stern, 2009; Balota, Dolan und Duchek, 2000].

Speicherung von Informationen

Ältere Erwachsene benötigen mehr Zeit für das Erlernen von Prozessen als jüngere Erwachsene. Aus diesem Grund muss bei der Analyse altersbedingter Effekte zwischen der benötigten Zeit, dem Lernprozess und der Gedächtnisleistung für eine Aufgabe unterschieden werden [Murty u. a., 2009]. Um Informationen im Langzeitgedächtnis zu speichern, kann zwischen Auswendiglernen, Wiederholungen und Elaborieren unterschieden werden. Beim Elaborieren werden neu erworbene Informationen mit alten Informationen im Langzeitgedächtnis verbunden [Proctor und Van Zandt, 2018]. Insbesondere die Elaboration und die Wiederholung führen zu besserer Leistung bei Erinnerungsaufgaben. Auch wenn Auswendiglernen die Leistungsfähigkeit bei Wiedererkennungstests verbessert, wird auch diese durch die Elaboration noch weiter verbessert [Proctor und Van Zandt, 2018; Jacoby, 1999; Hintzman, 2010; Brady u. a., 2008; Burgess und Hitch, 2006]. Die Abfrage von Elementen aus dem Langzeitgedächtnis hat zudem eine höhere Erfolgschan-

ce, wenn Hinweisreize genutzt werden. Um den richtigen Hinweisreiz zu nutzen, ist es entscheidend, in welcher Art und Weise und welche spezifischen Informationen verwendet werden. Ein Hinweisreiz ist effektiv, wenn er der ursprünglichen Encodierung ähnelt [Tulving und Thomson, 1973]. Die Betrachtung des Kontexts und damit verbundene Hinweisreize sind vor allem bei älteren Erwachsenen wichtig, die Probleme haben, Informationen abzurufen [Proctor und Van Zandt, 2018; Craik und Bialystok, 2006].

Abgeleitete Gestaltungsanforderungen

Die altersbedingten kognitiven Veränderungen im Langzeitgedächtnis bezüglich der Speicherung von Informationen (KLS) und die daraus resultierende längere Zeit für das Erlernen neuer Prozesse sowie die verstärkte Notwendigkeit von Hinweisreizen für das Lernen ermöglichen es, Schlussfolgerungen für die Entwicklung digitaler Systeme zu ziehen.

KLS-1 Trainingsangebot: Trainingsangebote können dabei unterstützen, die Fähigkeiten der älteren Erwachsenen zur effektiven Nutzung von Technologien zu fördern. Bei der Gestaltung dieses Angebots ist es wichtig, die spezifischen Ziele, Fähigkeiten und Erfahrungsniveaus der Teilnehmenden zu berücksichtigen. Dies kann beispielsweise durch die Bereitstellung von Fortbildungskursen sowie durch Selbstlernmaterialien geschehen, die den Lernenden ermöglichen, in ihrem eigenen Tempo zu arbeiten [Czaja und Lee, 2006; Zhang u. a., 2019].

Abruf von Informationen

Der Abruf der Informationen im Langzeitgedächtnis zur Nutzung, beispielsweise im Kurzzeitgedächtnis, unterliegt starken altersbedingten Veränderungen [Balota, Dolan und Duchek, 2000]. Ein Effekt mit hoher Bekanntheit, der im Alltag häufig auftritt, ist das sogenannte TOT-Phänomen (tip-of-the-tongue), bei dem ältere Erwachsene versuchen, den Namen einer Person oder ein selten genutztes Wort, das zur entsprechenden Situation passt, explizit abzurufen. Das TOT-Phänomen beschreibt hier das Gefühl, das richtige Wort zu kennen, aber die frustrierende Unfähigkeit, es tatsächlich aus dem Gedächtnis abzurufen. Diese Ergebnisse können auf ein spezifisches Defizit beim Zugriff auf die phonologischen Codes zurückgeführt werden, die notwendig sind, um ein Wort aus semantischen oder lexikalischen Codes abzurufen [Balota, Dolan und Duchek, 2000].

Abgeleitete Gestaltungsanforderungen

Die altersbedingten kognitiven Veränderungen im Langzeitgedächtnis, insbesondere beim Abruf von Informationen (KLA), sowie die erhöhte Wahrscheinlichkeit von Phänomenen wie dem TOT-Effekt durch eingeschränkten Zugriff auf phonologische Codes, unterstreichen die Notwendigkeit gezielter Gestaltungsstrategien in digitalen Systemen.

KLA-1 Metaphern: Benutzungsschnittstellen sollten eine ausgewogene Kombination aus visuellen Metaphern und klaren Textinformationen verwenden, um die Informationsvermittlung zu optimieren. Diese Mischung ermöglicht es, komplexe

Abläufe darzustellen und eine Verbindung zu den bisherigen Erfahrungen der Nutzer:innen herzustellen. Symbole können etwa die vertrauten Objekte oder Aktionen repräsentieren und in Kombination mit erklärenden Texten eingesetzt werden, um den Nutzer:innen die Navigation und Nutzung der Schnittstelle zu erleichtern [Khan u. a., 2010; Gerling u. a., 2012; Zhang u. a., 2019]

Verarbeitung von Informationen

Die Verarbeitung von Informationen im Langzeitgedächtnis spielt eine entscheidende Rolle in der Speicherung und dem Abruf von Wissen und Erfahrungen. Für ältere Erwachsene und insbesondere bei den Personen, die Probleme mit ihrem deklarativen Gedächtnis haben, sind Eselsbrücken von besonderer Bedeutung. Allerdings vergessen diese Gruppen häufig diese zu benutzen [Proctor und Van Zandt, 2018; Poon und Walsh-sweeney, 1981; Brickman und Stern, 2009; Woodruff-Pak und Finkbiner, 1995]. Damit die Leistungsfähigkeit erhalten bleibt, werden alternative Strategien und Kompensationsmechanismen eingesetzt, die andere altersbedingte Effekte ausgleichen können [Murty u. a., 2009]. Die Wahrscheinlichkeit altersbedingter Defizite steigt dabei im ähnlichen Maß wie die der erfahrungsbedingten Veränderungen [Lustig und Lin, 2016]. Es gibt zudem eine stärker werdende Evidenz, dass ältere Erwachsene Leistungseinbußen in ihrem Quellengedächtnis ausgesetzt sind [Brickman und Stern, 2009].

Auch wenn Lernprozesse älterer Erwachsener langsamer ablaufen, können sie häufig nach dem ersten Lernen Fähigkeiten genauso schnell oder sogar schneller wieder erlernen als jüngere Menschen, dies gilt auch bei langen Pausen zwischen der Anwendung von Gelerntem. Aufgaben und Aktivitäten, die vor dem fortgeschrittenen Altersprozess erlernt wurden, bleiben bis ins hohe Alter erhalten [Sears und Jacko, 2007; Brickman und Stern, 2009].

Abgeleitete Gestaltungsanforderungen

Die identifizierten altersbedingten kognitiven Veränderungen des Langzeitgedächtnisses im Bereich der Verarbeitung von Informationen (KLV) legen nahe, dass gezielte Gestaltungsrichtlinien entwickelt werden müssen, um digitale Systeme gebrauchstauglicher zu gestalten. Diese Veränderungen umfassen die Notwendigkeit von Kompensationsstrategien für altersbedingte Veränderungen in der Speicherung und dem Abruf von Informationen sowie Leistungseinbußen im Quellengedächtnis.

KLV-1 Konsistenz: Funktion und Inhalt der Elemente, alle Informationen, das Layout und die Designsprache sollten klar und konsistent sein. Unnötige Komplexität sollte vermieden werden. Nur so können ältere Erwachsene Wissen über einzelne Applikationen hinaus erwerben und digitales Selbstvertrauen aufbauen [Patsoule und Koutsabasis, 2012; Norval, Arnott und Hanson, 2014; Czaja und Lee, 2006; Finn und Johnson, 2016; Arch, Abou-Zahra und Henry, 2009].

- KLV-2 Personalisierung:** Personalisierungsoptionen sollten sorgfältig in das digitale System integriert werden. Nutzer:innen sollten regelmäßig an ihre vorgenommenen Anpassungen erinnert werden, da ältere Erwachsene häufig Schwierigkeiten haben, sich an ihre individuellen Einstellungen zu erinnern [Arch, Abou-Zahra und Henry, 2009].
- KLV-3 Veränderungen bei Updates:** Bei der Veröffentlichung neuer Versionen eines digitalen Systems sollte auf vorhandenem Wissen aufgebaut werden. In diesem Zusammenhang sollten neue Versionen nur graduell angepasst und nicht grundlegend verändert werden, um die Vorhersehbarkeit zu gewährleisten. Diese Anpassungen betreffen Elemente, Informationen, das Layout und die Designsprache. Daher ist die Entwicklung eines einfachen und klaren Gestaltungsmodells ratsam, das das Vokabular der Zielgruppe verwendet und keine umfangreiche Vorerfahrung erfordert [Finn und Johnson, 2016; Patsoule und Koutsabasis, 2012].
- KLV-4 Individualisierung:** Individualisierungsmöglichkeiten sollten basierend auf den veränderten Verarbeitungs- und Ausführungszeiten sowie den Präferenzen, Erwartungen, Erfahrungen und Fähigkeiten der Nutzer:innen angeboten werden. Die Veränderung von häufig wiederholenden Elementen oder Aktionen sollte vermieden werden [Patsoule und Koutsabasis, 2012; Czaja und Lee, 2006; Sharit u. a., 2011; Bright und Coventry, 2013].
- KLV-5 Konsistenz:** Alle Interface-Elemente sollten sowohl in ihrem Erscheinungsbild als auch in ihrer Position konsistent sein. Informationen sollten zudem einheitlich priorisiert werden. Veränderungen von Layouts, Navigationsstrukturen und Interaktionen auf verschiedenen Benutzungsschnittstellen sollten vermieden werden [Arch, Abou-Zahra und Henry, 2009; Carmien und Manzanares, 2014; Arfaa und Wang, 2014; Nunes, Kerwin und Silva, 2012].

3.6 Motorische Veränderungen im Alter und abgeleitete Gestaltungsanforderungen

Als letzter Schritt der Informationsverarbeitung wird nach der Wahrnehmungs- und Kognitionsphase eine geeignete Aktion ausgewählt und durchgeführt, sofern diese notwendig wird [Proctor und Van Zandt, 2018]. Wichtige Faktoren sind dabei die Auswahl einer geeigneten Entscheidung sowie die Übertragung dieser Entscheidung auf neuromuskuläre Kommandos. Diese Aktionen benötigen Zeit. Im Allgemeinen steigt die benötigte Zeit mit der Komplexität der Auswahl an. Limitationen sind hier vor allem im physischen Bereich zu treffen [Proctor und Van Zandt, 2018]. In der Aktionsphase betreffen altersabhängige Effekte die eigene Stärke, die Interaktionsgeschwindigkeit und damit die Geschicklichkeit. Training kann dabei unterstützen, altersspezifischen motorischen Effekten entgegenzuwirken [Pauwels u. a., 2015].

3.6.1 Stärke

Ältere Erwachsene weisen im Vergleich zu jüngeren Erwachsenen tendenziell eine geringere physische Stärke auf und haben mit einer höheren Wahrscheinlichkeit physische Einschränkungen wie Arthritis oder Hand-Tremor. Deswegen haben sie häufig Schwierigkeiten, Knöpfe zu bedienen, die eine hohe Kraft oder einen weiten Auslöseweg erfordern, insbesondere wenn diese Handlungen über längere Zeit ausgeführt werden müssen [Rahman, Sprigle und Sharit, 1998; Proctor und Van Zandt, 2018].

Abgeleitete Gestaltungsanforderungen

Aus den identifizierten motorischen altersbedingten Veränderungen im Bereich der Stärke (MS) ergeben sich die folgenden Gestaltungsrichtlinien:

- MS-1 Gewicht:** In einigen Anwendungsfällen, wie bei der Nutzung von Mäusen als Eingabegeräten in Arbeitskontexten, spielt das Gewicht eine Rolle. Mögliche altersbedingte Einschränkungen sollten dabei berücksichtigt werden [Abeele u. a., 2021].
- MS-2 Heben des Arms:** In einigen Anwendungsfällen, insbesondere bei der Nutzung von interaktive Touchscreens müssen die Arme eine bestimmte Zeit hochgehalten werden. Mögliche altersbedingte Einschränkungen sollten dabei berücksichtigt werden [Fietkau, 2017].

3.6.2 Geschicklichkeit

Die Geschicklichkeit nimmt im Alter typischerweise ab. Dazu gehören die Fähigkeiten, feine Fingerbewegungen auszuführen, Objekte aufzuheben und zu tragen, sowie Objekte zu greifen und zu drücken. Für die gleiche Bewegung und Aktion benötigen ältere Erwachsene mehr Zeit und die Bewegungen sind weniger präzise. Im Schnitt ist die Dauer einer Aktion 1,5- bis 2-mal länger als bei jüngeren Erwachsenen [Proctor und Van Zandt, 2018].

Abgeleitete Gestaltungsanforderungen

Aus den identifizierten motorischen Veränderungen im Bereich der Geschicklichkeit (MG) und der sich daraus ergebenden geringeren Präzision und erhöhter Zeitbedarf, können Gestaltungsanforderungen für digitale Systeme abgeleitet werden.

- MG-1 Scrollen:** Scrollbars sollten vermieden werden, weil ältere Erwachsene häufig Geschicklichkeitsprobleme haben. Stattdessen sollten beispielsweise alle wichtigen Informationen auf einen Blick sichtbar sein [Arfaa und Wang, 2014; Kurniawan und Zaphiris, 2005; Carmien und Manzanares, 2014; Nunes, Kerwin und Silva, 2012; Díaz-Bossini und Moreno, 2014].
- MG-2 Zeigen und klicken:** Zielobjekte sollten je nach Kontext eine bestimmte Größe besitzen (bei Smartphones mind. 16,5 × 16,5 mm) und eine klare Bestätigung anzeigen, wenn sie erreicht wurden. Zudem sollte je nach Kontext Platz zwischen zwei Zielen eingefügt (bei Smartphones 3,17 - 6,34 mm) werden. Wenn Text ausgewählt werden soll, muss hier besondere Rücksicht auf die Textgröße genommen werden.

Aufgrund der häufig auftretenden Schwierigkeit, präzise und schnelle Klickfolgen auszuführen und eine reduzierte Augen-Hand-Koordination sollten Doppelklicks vermieden werden [Finn und Johnson, 2016; Kurniawan und Zaphiris, 2005; Carmien und Manzanares, 2014; Ellis und Kurniawan, 2000; Dyk, Renaud und Biljon, 2012; Díaz-Bossini und Moreno, 2014].

MG-3 Gesten: Falls Gesten genutzt werden, sollte in der Applikation ein Training für diese angeboten werden [Finn und Johnson, 2016; Carmien und Manzanares, 2014].

MG-4 Zeitanpassung: Nutzer:innen sollte viel Zeit bei der Durchführung von Aufgaben eingeräumt werden. Time-Outs sollten vermieden werden. Die gegebenenfalls eingeschränkte Bewegungsfreiheit älterer Erwachsener sollte insbesondere bei Aufgaben mit Zeitdruck beachtet werden [Finn und Johnson, 2016; Ellis und Kurniawan, 2000; Fietkau, 2017].

MG-5 Varianz: Aufgrund der Varianz in der Motorik sollten unterschiedliche Eingabemodalitäten basierend auf Präferenzen, Erwartungen und Möglichkeiten angeboten werden [Massimi, Baecker und Wu, 2007; Patsoule und Koutsabasis, 2012; Finn und Johnson, 2016; Fietkau, 2017].

3.7 Limitationen

Das Modell der altersdifferenzierten Gestaltungsrichtlinien bietet einen Überblick darüber, welche Richtlinien auf spezifische altersbedingte Veränderungen angewendet werden sollten. Es kann Gestalter:innen dabei unterstützen, altersbedingte Herausforderungen systematisch zu adressieren. Gleichzeitig wird der Blick darauf gelenkt, dass ältere Erwachsene keine homogene Gruppe darstellen, sondern erhebliche interindividuelle Unterschiede aufweisen, die in der Gestaltung unbedingt berücksichtigt werden müssen.

Eine der zentralen Einschränkungen liegt in der Begrenzung auf das abgeleitete Mensch-Maschine-Modell und den spezifischen altersbedingten Veränderungen des menschlichen Teilsystems. Dies bedeutet, dass die Empfehlungen auf die identifizierten Aspekte der Informationsverarbeitung (sensorische, kognitive und motorische Fähigkeiten) fokussieren. Dies führte dazu, dass die Kategorisierung den Limitationen des Modells unterlag, was zu einer möglichen Verzerrung der Ergebnisse führte. Ferner wurde im Rahmen der zweiten Literaturrecherche ein nicht-systematischer Ansatz gewählt. Damit lassen sich die Ergebnisse der Recherche nicht identisch reproduzieren.

Eine weitere Limitation ergibt sich aus der Methodik der Literaturrecherche. Kontextspezifische Gestaltungsrichtlinien, insbesondere solche für spezialisierte Technologien wie Roboter oder medizinische Geräte, wurden bewusst ausgeschlossen, weil der Fokus auf kontextübergreifenden Gestaltungsrichtlinien für ältere gelegt wurde. Dies kann dazu führen, dass die abgeleiteten Gestaltungsempfehlungen möglicherweise nicht vollständig in unterschiedlichen technologischen Kontexten verankert sind. Eine mögliche Strategie, um die Limitation des Fokus auf kontextübergreifende Gestaltungsrichtlinien abzumildern, besteht darin, in zukünftigen Studien kontextspezifische Richtlinien gezielt durch einen menschenzentrierten Gestaltungsprozess zu ermitteln. Die daraus gewonnenen Ergebnisse könnten anschließend abstrahiert und in spezifische Richtlinien überführt

werden, die eine präzisere Anpassung an unterschiedliche Anwendungskontexte ermöglichen. Dies würde sowohl die Praxisorientierung als auch die Relevanz der Richtlinien erhöhen.

Die Abwesenheit von praktischen Anleitungen kann zu einer gewissen Unsicherheit bei der konkreten Umsetzung führen. Entwickler:innen und Designer:innen könnten Schwierigkeiten haben, die allgemeinen Prinzipien der Richtlinien in spezifische Designentscheidungen zu übersetzen. Dies könnte zu einer Inkonsistenz in der Anwendung der Richtlinien führen und potenziell die Gebrauchstauglichkeit der entwickelten Technologien beeinträchtigen. Des Weiteren könnten die fehlenden praktischen Hinweise auch zu Herausforderungen bei der Bewertung und Überprüfung der Umsetzung führen. Ohne klare Richtlinien zur Evaluation könnten Entwickler:innen Schwierigkeiten haben, den Erfolg ihrer Implementierungen zu messen und notwendige Anpassungen vorzunehmen.

3.8 Zusammenfassung und Fazit

In diesem Kapitel wurden altersdifferenzierte Gestaltungsrichtlinien für digitale Systeme entwickelt, die speziell auf die sensorischen, kognitiven und motorischen Veränderungen älterer Erwachsener eingehen. Diese Richtlinien basieren auf einem Mensch-Maschine-Interaktionsmodell, mit dessen Hilfe die Auswirkungen altersbedingter Veränderungen in der Informationsverarbeitung beleuchtet wurden. Ziel dieser Richtlinien ist es, die Gebrauchstauglichkeit digitaler Systeme für ältere Erwachsene zu verbessern (für einen Überblick siehe Anhang A und Anhang B).

Das entwickelte Kategorisierungssystem für altersbedingte Veränderungen bildet die Grundlage für die Zuordnung spezifischer Gestaltungsempfehlungen. Insgesamt wurden 57 Gestaltungsrichtlinien abgeleitet, die auf die altersbedingten Veränderungen in Sensorik, Kognition und Motorik abgestimmt sind. Diese Richtlinien dienen als praxisnaher Leitfaden für die Entwicklung von digitalen Systemen, die die Bedürfnisse älterer Nutzer:innen in den Fokus stellen.

Die Interaktion zwischen Mensch und Maschine wurde dabei als ein Prozess der Informationsverarbeitung betrachtet, in dem Personen eine Aufgabe mit einem klar definierten Ziel ausführen (siehe Abschnitt 3.1). Menschliche und technische Subsysteme – wie Eingabegeräte, kognitive Fähigkeiten und Umwelteinflüsse – wirken in diesem Prozess zusammen. Altersbedingte Veränderungen in der Wahrnehmung und Verarbeitung von Informationen beeinflussen diesen Interaktionsprozess maßgeblich.

Die Betrachtung des Alterungsprozesses erlaubt eine gezielte Differenzierung der Zielgruppe der älteren Erwachsenen (siehe Abschnitt 3.2). Diese reicht von jungen alten Erwachsenen (65–74 Jahre) bis zu den ältesten älteren Erwachsenen (85+ Jahre). Weiterhin wurde zwischen normal alternden Personen, erfolgreich alternden Personen und solchen mit kognitiven Einschränkungen unterschieden. Diese Kategorisierung ermöglicht eine präzisere Anpassung der Gestaltungsrichtlinien an unterschiedliche Nutzungsgruppen.

Auf Basis einer Literaturrecherche zu altersbedingten Veränderungen in der Sensorik (Abschnitt 3.4), Kognition (Abschnitt 3.5) und Motorik (Abschnitt 3.6) wurden Gestaltungsempfehlungen für diese Bereiche abgeleitet. Besondere Aufmerksamkeit galt den Veränderungen des visuellen und auditiven Systems, wobei Aspekte wie spektrale, lokale

und temporale Auflösung differenziert betrachtet wurden. Für den kognitiven Bereich wurden Empfehlungen bezüglich Aufmerksamkeit, Arbeitsgedächtnis und Multitasking entwickelt, während im motorischen Bereich zwischen Stärke und Geschicklichkeit unterschieden wurde.

Ein zentraler Aspekt dieser Arbeit ist die Erkenntnis, dass universelle Gestaltungsempfehlungen oft unzureichend sind. Stattdessen müssen individuelle Präferenzen und Fähigkeiten der Nutzer:innen berücksichtigt werden (siehe unter anderem *visuelles System* > *Kontext* und *auditives System* > *Lautstärke*). Demzufolge ist die Personalisierung und Anpassung von digitalen Systemen entscheidend, um den Bedürfnissen und Veränderungen im Nutzungskontext gerecht zu werden.

Durch die identifizierten Zusammenhänge zwischen altersbedingten Veränderungen in den menschlichen Teilsystemen der Informationsverarbeitung und diesen Empfehlungen ist es möglich, digitale Technologien besser auf die Bedürfnisse der Zielgruppen anzupassen. Diese Erkenntnisse sind besonders relevant im Rahmen des Technologieentwicklungsprozesses (siehe Kapitel 4), wo die abgeleiteten Richtlinien zur Entwicklung passgenauer Lösungen beitragen können.

Die hier erarbeiteten Empfehlungen bieten somit nicht nur theoretische Einsichten, sondern auch konkrete Handlungsanweisungen für die Praxis. In Kapitel 5 werden diese Gestaltungsempfehlungen weiter vertieft, um die Entwicklung eines gebrauchstauglichen digitalen Systems mit und für ältere Erwachsene zu unterstützen.

4

Entwicklung eines menschenzentrierten Technikentwicklungsprozesses zur aktiveren Nutzer:innen-Einbindung

In den letzten Jahrzehnten wurden verschiedene Ansätze entwickelt, um Nutzer:innen aktiv in den Gestaltungsprozess digitaler Systeme einzubeziehen. Bereits in den 1970er Jahren begannen Forschende, Faktoren zu identifizieren, die den Erfolg oder Misserfolg von Technologieprojekten beeinflussen. Ein zentrales Ziel war es, die Entwicklung digitaler Technologien zu systematisieren und zu kontrollieren. Dennoch bleibt die erfolgreiche Implementierung solcher Ansätze bis heute eine große Herausforderung [McLeod und MacDonell, 2011].

Die menschenzentrierte Gestaltung ist ein Ansatz, der darauf abzielt, menschliche Bedürfnisse systematisch in den Mittelpunkt des Gestaltungsprozesses zu rücken. Dies geschieht durch ein tiefes Verständnis der Anforderungen, Wünsche und Fähigkeiten der Nutzer:innen, das mithilfe von Methoden wie Beobachtungen, Interviews und Studien mit Nutzer:innen gewonnen wird. Ein zentraler Aspekt dieses Prozesses ist die iterative Einbindung von Nutzer:innen. Ihr Feedback wird kontinuierlich in den Designprozess integriert, um sicherzustellen, dass die entwickelten Technologien den tatsächlichen Anforderungen entsprechen und gebrauchstauglich sind [Sanders und Stappers, 2008; Melles, Albayrak und Goossens, 2021; Sherman u. a., 2024].

Wie in den Kapiteln 2 und 3 dargestellt, beeinflusst eine Vielzahl interindividueller Faktoren die Nutzung und Akzeptanz von Technologien. Insbesondere für jüngere Softwareentwickler:innen stellt es jedoch oft eine Herausforderung dar, sich in die Perspektive einer älteren Nutzungsgruppe zu versetzen [Volkman, Sengpiel und Jochems, 2022]. Ältere Menschen haben häufig andere Bedürfnisse, Prioritäten und Erwartungen, die sich aufgrund altersbedingter Veränderungen deutlich von denen jüngerer Personen unterscheiden. Diese Unterschiede zu verstehen und in den Designprozess zu integrieren, ist eine besondere Herausforderung [Eisma u. a., 2004].

Die Entwicklung von Technologien für ältere Erwachsene erfordert daher ein tieferes Verständnis der individuellen Unterschiede in dieser Nutzungsgruppe. Eine Möglichkeit, dies zu erreichen, besteht darin, ältere Nutzer:innen aktiv in den Entwicklungsprozess einzubinden. Durch ihre Teilnahme können Technologien entstehen, die besser auf ihre spezifischen Bedürfnisse und Fähigkeiten abgestimmt sind.

Im Folgenden wird die Entwicklung eines empathie-zentrierten Gestaltungsprozesses beschrieben, der das gegenseitige Verständnis zwischen unterschiedlichen Interessengruppen fördern soll. Dabei werden vier menschenzentrierte Gestaltungsansätze untersucht: der ISO 9241-210-Standard, das Goal-Directed Design (GDD), das Activity-Centered Design (ACD) und der Partizipative Designansatz (PD) (siehe Abschnitte 4.1, 4.2, 4.3 und 4.4). Ein besonderes Augenmerk liegt auf der aktiven Einbindung der Nutzer:innen – ein zentraler Aspekt der empathischen Gestaltung – sowie auf den jeweiligen Stärken und Schwächen der untersuchten Ansätze.

Abschnitt 4.5 beschreibt den im Rahmen dieser Dissertation entwickelten Gestaltungsprozess zur Förderung des gegenseitigen Verständnisses. Erkenntnisse aus den Kapiteln 2 und 3 fließen dabei in die Entwicklung dieses Prozesses ein.

4.1 Menschzentrierter Gestaltungsprozess nach DIN ISO 9241-210

Der Menschzentrierte Gestaltungsprozess (engl.: Human-Centered-Design; HCD) ist ein in der ISO 9241-210 [DIN e.V. (Hrsg.), 2020] definierter und damit als internationaler Standard anerkannter Entwicklungsprozess. Durch die Standardisierung kann eine gewisse Konsistenz über verschiedene Gestaltungsprozesse hinweg gewährleistet werden [Thomas, Remy und Bates, 2017]. Der in der Norm vorgestellte Prozess beschreibt ein Vorgehensmodell und menschenzentrierte Gestaltungsaktivitäten, die auf die Verbesserung der Gesamtqualität von rechnergestützten interaktiven Systemen abzielen (siehe Abbildung 4.1).

Nach dem Deutschen Institut für Normung (DIN e.V. (Hrsg.) [2020]) sind für einen menschenzentrierten Entwicklungsprozess folgende Grundsätze zu befolgen: Eine umgesetzte Gestaltungslösung sollte „auf einem umfassenden Verständnis der Benutzer, Aufgaben und Arbeitsumgebung“ beruhen, der Benutzer:innen „während der Gestaltung in die Entwicklung“ einbezieht. „Das Verfeinern und Anpassen von Gestaltungslösungen wird fortlaufend [iterativ] auf der Basis benutzerzentrierter Evaluierung“ mit dem Ziel vorangetrieben, „bei der Gestaltung [...] die gesamte User Experience“ zu berücksichtigen. Das Gestaltungsteam vereint dabei „fachübergreifende Kompetenzen und Gesichtspunkte“ [DIN e.V. (Hrsg.), 2020].

Daraus ergibt sich die Anforderung, Benutzer:innen in den Gestaltungs- und Entwicklungsprozess einzubeziehen. Diese dienen als eine „wertvolle Wissensquelle über den Nutzungskontext, die Aufgaben und darüber, wie Benutzer voraussichtlich mit dem zukünftigen Produkt, System oder der Dienstleistung arbeiten werden“ [DIN e.V. (Hrsg.), 2020]. Benutzer:innen sollen zudem phasenweise aktiv in die Entwicklung und Gestaltung eingebunden werden. Art und Häufigkeit dieser Beteiligung können je nach Projekt und Anforderungsprofil variieren. Besonders die Entwicklung von Konsumentenprodukten erfordert eine hinreichende Analyse der verschiedenen Nutzungsgruppen, um differen-

4 Entwicklung eines menschenzentrierten Technikentwicklungsprozesses zur aktiveren Nutzer:innen-Einbindung

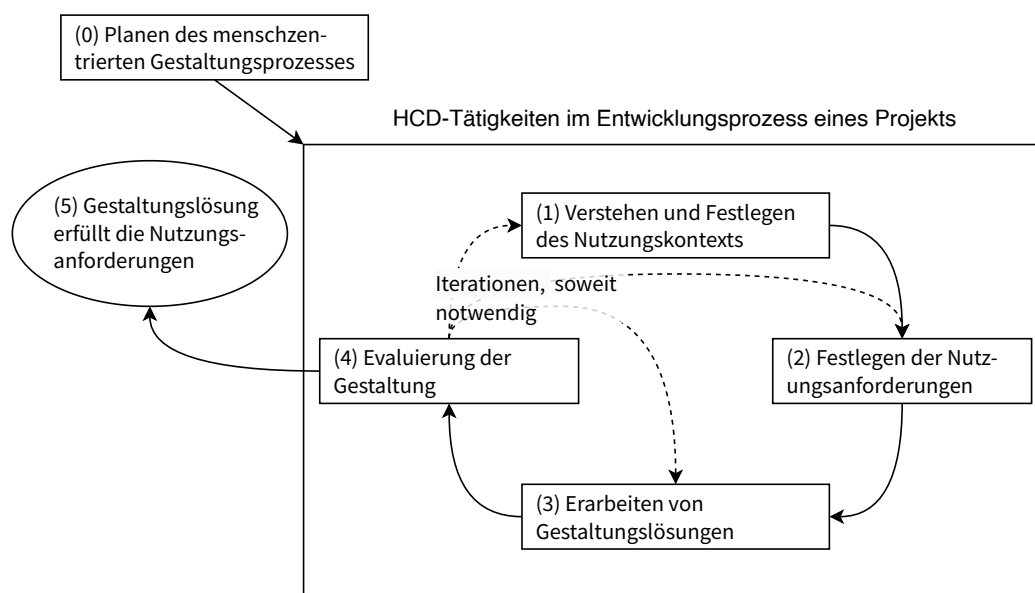


Abbildung 4.1: Vereinfachte Darstellung des menschenzentrierten Entwicklungsprozesses nach DIN e.V. (Hrsg.) [2020]

zierte Merkmalsbeschreibungen berücksichtigen zu können. Auch in diesem Fall sollen Benutzer:innen oder geeignete Vertreter:innen in die Entwicklung einbezogen werden, um „durch Prüfung der vorgeschlagenen Gestaltungslösungen eine Rückmeldung zu liefern“ [DIN e.V. (Hrsg.), 2020].

Der menschenzentrierte Gestaltungsprozess beginnt mit einer sorgfältigen Planung (0). Die Tätigkeiten, die sich den menschenzentrierten Aktivitäten widmen, setzen sich zusammen aus (1) dem Verstehen und Festlegen des Nutzungskontexts, (2) dem Festlegen der Nutzungsanforderungen, (3) der Erarbeitung von Gestaltungslösungen und (4) der Evaluierung der Gestaltung. Die in der Planung entwickelten Anforderungen werden genutzt, um zu bestimmen, wann eine (5) Gestaltungslösung die Nutzungsanforderungen erfüllt (siehe Abbildung 4.1).

Im Entwicklungsprozess eines Projekts ergibt die Kombination aus „Darstellung, Funktionalität, Systemleistung, dem interaktiven Verhalten und den unterstützenden Ressourcen“ im Zusammenhang mit den „bisherigen Erfahrungen, Einstellungen, Kompetenzen, Gewohnheiten und der Persönlichkeit“ der Benutzer:innen einen Schwerpunkt auf die gesamte Nutzungserfahrung, über die Gebrauchstauglichkeit als Maß für die Nutzbarkeit eines Produktes hinaus.

Grenzen des menschenzentrierten Gestaltungsprozesses betreffen (1) die Ergebnisse des Prozesses, (2) den Übergang vom Festlegen der Nutzungsanforderungen zur Erarbeitung von Gestaltungslösungen, (3) die Dynamik des Nutzungskontexts, (4) den betrachteten Wirkungsbereich, der mit den Methoden abgedeckt werden kann, (5) den Fokus auf eine gleichbleibende Nutzung und (6) den Fokus auf einzelne Individuen.

4 Entwicklung eines menschenzentrierten Technikentwicklungsprozesses zur aktiveren Nutzer:innen-Einbindung

1. Zweifel an der Wirksamkeit: Es liegen keine empirischen Ergebnisse hinsichtlich der Effektivität des menschenzentrierten Gestaltungsansatzes bei der Entwicklung digitaler Systeme vor. Es bleibt unklar, inwiefern die mit diesem Ansatz entwickelten Systeme tatsächlich dazu beitragen, die Anwender:innen in ihrer Arbeitsumgebung zu befähigen oder ob sie lediglich ausreichend zufriedengestellt werden [Norman, 2005; Macdonald, 2005; Heimgärtner, 2014].
2. Fokus auf Aufgaben: Weil der menschenzentrierte Gestaltungsprozess den Schwerpunkt auf unmittelbare, spezifische Aufgaben statt auf menschliche Aktivitäten und Ziele legt, kann die Innovationskraft gehemmt werden. Außerdem kann der menschenzentrierte Ansatz Menschen ausschließen, die nicht dem typischen Nutzungsprofil entsprechen, da der Prozess die Vielfalt an Fähigkeiten und Bedürfnissen oft vernachlässigt [Norman, 2005].
3. Unklarer Übergang von Anforderungen zur Gestaltungslösung: Der menschenzentrierte Gestaltungsprozess basiert auf Regeln der Ingenieurwissenschaften. Informationen über den Nutzungskontext und Nutzungsanforderungen werden systematisch erhoben und analysiert. Die Herausforderung besteht jedoch darin, die gesammelten Informationen in eine präzise und gebrauchstaugliche Gestaltungslösung zu transformieren. Es bleibt unklar, wie Methoden und Richtlinien dazu beitragen können, diese Lücke zu schließen [Wood, 1998].
4. Defizite in der Systemanalyse: Der menschenzentrierte Gestaltungsprozess verfügt über wenige Methoden und Theorien zur Analyse komplexer Systeme, die über den Arbeitskontext hinausgehen. Diese enge Sichtweise kann Innovationen behindern und die Komplexität sowie ökologischen und soziopolitischen Auswirkungen technischer Systeme maskieren [Thomas, Remy und Bates, 2017; Schweikardt, 2009].
5. Nutzungsdynamik bleibt unberücksichtigt: Zielgruppen verändern sich sowohl während der Entwicklung als auch während der Nutzung eines Systems, indem sie sich beispielsweise immer mehr Wissen aneignen. Dieses Phänomen wird im menschenzentrierten Gestaltungsprozess jedoch unzureichend berücksichtigt, da dieser in erster Linie auf die Analyse der Anforderungen und den anfänglichen Nutzungskontext fokussiert ist. Zwar sind iterative Schritte zur Evaluation und Anpassung vorgesehen, doch bleibt die dynamische Weiterentwicklung der Nutzer:innen, wie der Zuwachs an Fachwissen oder die Veränderung ihrer Bedürfnisse und Kompetenzen, oft unterbeleuchtet [Norman, 2005; Diaper und Stanton, 2004; Lim, 1996].
6. Fokus auf das Individuum: Der Fokus auf Vorlieben, Abneigungen, Fertigkeiten und Fähigkeiten einzelner Personen im Fokus des Prozesses kann als Schwäche des menschenzentrierten Gestaltungsprozesses angesehen werden, da entwickelte Gestaltungslösungen für Personen oder Gruppen ungeeignet sein können, die nicht aktiv in den Gestaltungsprozess einbezogen werden [Norman, 2005].

Zusammenfassend ist der menschenzentrierte Gestaltungsprozess nach DIN e.V. (Hrsg.) [2020] ein etablierter Gestaltungsansatz mit klar aufgestelltem Prozessmodell. In Bezug auf die aktive Einbindung von Nutzer:innen bietet dieser einen großen Handlungsspielraum. Besonders die Betonung auf individuelle Bedürfnisse und der unklare Übergang von Nutzungsanforderungen zur Gestaltung sind Bereiche, die durch eine verstärkte Einbindung unterschiedlicher Interessengruppen adressiert werden könnten.

4.2 Goal-Directed-Design Prozess

Der Goal-Directed Design-Prozess (GDD) stellt eine Weiterentwicklung des menschenzentrierten Entwicklungsprozesses dar und bietet methodische Ansätze für den Übergang von Nutzungsanforderungen zur Erarbeitung von Gestaltungslösungen unter Berücksichtigung der Dynamik des Nutzungskontexts.

Der GDD zielt darauf ab, die Lücke zwischen der Analyse von Nutzungsanforderungen und den abgeleiteten Gestaltungsmaßnahmen zu schließen (vgl. Limitation 3 des menschenzentrierten Gestaltungsprozesses). Im Gegensatz zum menschenzentrierten Gestaltungsprozess legt GDD weniger Wert auf die (Arbeits-)Aufgaben, sondern setzt seinen Schwerpunkt auf die umfassende Betrachtung von Zielen, Bedarfen und Bedürfnissen und dem Verhalten der Nutzer:innen (vgl. Limitation 2 des HCD-Prozesses). Das Ziel besteht darin, digitale Systeme zu entwickeln, die die Bedürfnisse der Nutzer:innen effektiv adressieren [Cooper u. a., 2014]. Wichtiger Bestandteil des Goal-Directed Design sind die Prinzipien, Schemata, Prozesse und Praktiken, die miteinander verknüpft das Grundgerüst bilden, um die Herausforderungen der menschenzentrierten Gestaltung zu bewältigen und eine effektive Verbindung zwischen Nutzungsanalyse und Gestaltungspraxis herzustellen [Williams, 2009] (vgl. Limitation 3 des HCD-Prozesses):

1. Prinzipien: Gestalter:innen müssen eine bestimmte Anzahl an bewährten Gestaltungsprinzipien kennen und anwenden können (z.B. Nutzung von White Space, Vermeidung störender Elemente).
2. Schemata: Schemata sind vorgefertigte Lösungen. Sie können entweder auf Verhalten der Nutzenden basieren (Verhaltensschemata) oder auch vorgefertigte Gestaltungslösungen sein (Gestaltungsschemata; z.B. Gestaltungsrichtlinien).
3. Prozess: Diese Komponente enthält die Planung, Durchführung, Modellierung und Spezifikation von Anforderungen und ähnelt stark den Prozessschritten des menschenzentrierten Gestaltungsprozesses.
4. Praktiken: Praktiken beziehen sich auf die organisatorische Kommunikation, die GDD-Ansätze und Anwendungen im Kontext unterstützen können.

Insbesondere durch den Einsatz von Methoden wie Personas, Szenarien und kontextübergreifenden Interaktionsparadigmen wird eine flexible Gestaltung von Interaktion ermöglicht, indem verschiedene Nutzungssituationen antizipiert und technische Systeme an vielfältige Nutzungsgruppen und deren individuelle Anforderungen angepasst werden können (vgl. Limitation 3 und 5 des HCD-Prozesses) [Fore u. a., 2013].

Bei der Anwendung von GDD werden Methoden aus der Ethnografie, der Marktforschung, dem Scenario-Based Design und klassische Interaktionsprinzipien miteinander kombiniert. Der Prozess kann in sechs Phasen unterteilt werden: Recherche, Modellierung, Anforderungen, Framework, Verfeinerung und Unterstützung (siehe Abbildung 4.2) [Cooper, Reimann und Cronin, 2007].

In der *Recherche*phase (1) werden Ziele und Motivationen basierend auf existierenden Arbeitsroutinen, Produkten und Nutzenden analysiert. In der *Modellierungs*phase (2) werden Verhaltens- und Arbeitsprozess-Muster aufgedeckt und analysiert. Dazu werden etwa Personas und Nutzendenrollen sowie Domänenmodelle aufgestellt. In der *Anforderungs*phase (3) werden Methoden des Scenario-Based Design genutzt, um Informationen

4 Entwicklung eines menschenzentrierten Technikentwicklungsprozesses zur aktiveren Nutzer:innen-Einbindung

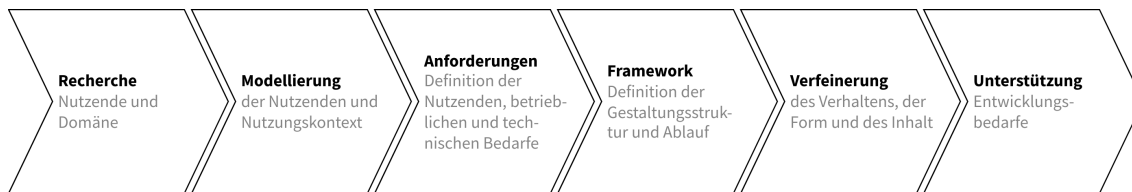


Abbildung 4.2: Goal-Directed Design Prozess

über die Nutzenden, die Domäne und andere Modelle in ein Design-Framework überführen zu können. Dabei sollte der Schwerpunkt auf den Zielen und Bedürfnissen der Nutzenden liegen und nicht auf den Aufgaben. Daraus können Anforderungsdefinitionen abgeleitet werden, denen in der Designphase gefolgt werden kann. In der *Framework-Phase* (4) erstellen Designer:innen die Konzeption eines Produkts, einschließlich eines Frameworks bezüglich des Produktverhaltens, Visual-Design und bedarfsweise die physische Form. Sobald ein Interaktionsframework erstellt wurde, können Designer:innen beginnen, ein visuelles Framework zu erstellen, in dem definiert wird, welcher visuelle Stil genutzt werden soll, einschließlich Typografie und Farbpalette. Die *Verfeinerungsphase* (5) ist der Framework-Phase sehr ähnlich, der Fokus liegt jedoch auf der konkreten Implementierung und Iteration durch Nutzer:innen-Feedback. Das Interaktionsdesign fokussiert hier mithilfe von Walkthrough-Szenarien auf die durchzuführenden Aufgaben. Das Ergebnis dieser Phase ist entweder eine genaue Spezifikation des Gestaltungsartefakts oder ein interaktiver high-fidelity-Prototyp. In der *Unterstützungsphase* (6) werden gegebenenfalls vorher getroffene Designentscheidungen überarbeitet, damit diese in das fertige Endprodukt integriert werden können, weil Gestaltungselemente teilweise vom Entwicklungsteam aufgrund von falschen Fähigkeitsannahmen oder einzuhaltenden Fristen nicht umsetzbar sind [Cooper u. a., 2014].

Ziele sind im GDD als Erwartungen an eine Endbedingung definiert. Aktivitäten und Aufgaben sind als Schritte auf dem Weg zur Zielerwartung definiert. Ziele sind kontextabhängig und hängen damit beispielsweise von der Charakterisierung der Nutzenden und den auszuführenden Aufgaben ab. Die Ziele, die von den Nutzenden erreicht werden können, lassen sich in Erlebnisziele, Endziele und Lebensziele unterteilen [Cooper u. a., 2014]:

Erlebnisziele beziehen sich auf die emotionalen und subjektiven Erfahrungen, die Nutzer:innen während der Interaktion mit einem System haben. Diese Ziele gehen über reine Funktionalität hinaus und konzentrieren sich darauf, wie sich Nutzer:innen fühlen, wenn sie das Produkt verwenden. Es geht darum, positive Erlebnisse wie Freude, Zufriedenheit oder Vertrauen zu fördern und negative Gefühle wie Frustration oder Überforderung zu minimieren. Erlebnisziele helfen dabei, die Nutzungserfahrung ganzheitlich zu gestalten und emotional ansprechend zu machen [Cooper u. a., 2014].

Endziele sind die übergeordneten, langfristigen Ziele, die Nutzer:innen erreichen möchten, indem sie ein System verwenden. Sie gehen über unmittelbare Aufgaben hinaus und umfassen das, was die Nutzer:innen wirklich mit dem System erreichen wollen. Beispielsweise könnte das Endziel eines Nutzers oder einer Nutzerin darin bestehen, ein Projekt erfolgreich abzuschließen oder die eigene Produktivität zu steigern. Diese Ziele leiten das Design des Systems, um sicherzustellen, dass es den Nutzer:innen nicht nur bei

der Erledigung von Aufgaben hilft, sondern auch bei der Erfüllung ihrer grundlegenden Bedürfnisse und Ziele. Lebensziele beziehen sich auf die tiefgreifenden, persönlichen Bestrebungen der Nutzer:innen, die über ihre Interaktionen mit dem System hinausgehen. Sie umfassen Aspekte wie die Verbesserung des eigenen Lebens, das Erreichen von Wohlstand, Gesundheit, Zufriedenheit oder persönlichem Wachstum. Diese Ziele sind langfristig und oft emotional geprägt, beeinflussen jedoch stark, wie und warum Nutzer:innen ein System verwenden. Das Design eines Systems sollte daher die Lebensziele der Nutzer:innen berücksichtigen, um eine tiefere, persönlichere Verbindung und ein besseres Nutzungserlebnis zu ermöglichen [Cooper u. a., 2014].

Während das Konzept der Ziele im GDD einen Beitrag dazu liefern kann, die Lücke zwischen der Analyse von Nutzungsanforderungen und den abgeleiteten Gestaltungslösungen zu schließen, existieren auch bei diesem Ansatz Limitationen. Vor allem besteht bei der Anwendung von GDD die Gefahr, die Nutzendeneinbindung zu vernachlässigen und es bestehen Defizite in der Systemanalyse:

1. Nutzendeneinbindung wird vernachlässigt: Der GDD-Prozess legt seinen Fokus auf die Analyse von Zielen und Nutzungskontexten anstatt primär auf Arbeitsaufgaben. Dies zielt darauf ab, eine tiefere Einbettung der entwickelten Lösungen in die tatsächlichen Bedürfnisse der Nutzer:innen zu gewährleisten. Dabei ist die aktive Einbindung von Nutzer:innen häufig kein Schwerpunkt. Stattdessen werden überwiegend Methoden verwendet, die abstrakte Repräsentationen von Nutzungsgruppen, wie Personas, als Ergebnis liefern [Blomquist und Arvola, 2002].
2. Defizite in der Systemanalyse: Die mangelnde Berücksichtigung komplexer (Umwelt-) Systeme wird durch GDD nicht adressiert, sondern teilweise verstärkt. Insbesondere die Darstellung von Nutzenden durch Personas, ein zentraler Aspekt des GDD, wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Personas beschreiben hypothetische Nutzende samt ihren Zielen und repräsentieren sie während des gesamten Gestaltungsprozesses. Personas weisen erstens methodische Schwächen auf, indem unter anderem die aktive Einbindung von Nutzer:innen häufig in Personas nutzenden Projekten keine Rolle spielt. Zweitens weisen sie darüber hinaus praktische Schwächen auf. Personas haben insbesondere fest definierte Eigenschaften, die sich nicht ändern und die komplexe Interaktion von Produkt und Umwelt nicht abbilden können [Matthews, Judge und Whittaker, 2012; Cabrero, Winschiers-Theophilus und Abdelnour-Nocera, 2016; Chapman und Milham, 2006; Blomquist und Arvola, 2002].

Goal-Directed-Design bietet methodische Ansätze, um den Übergang von Nutzungsanforderungen zu Gestaltungslösungen zu erleichtern, erkennt dabei die Notwendigkeit der Neugestaltung digitaler Produkte an und legt einen besonderen Wert auf spezifische Methoden sowie ethnografische Arbeit. Der Prozess lässt jedoch Lücken insbesondere in der Einbindung der Nutzenden und der Systemanalyse, die von anderen Prozessen adressiert werden können.

4.3 Activity-Centered-Design

Norman [2005] identifizierte als Schwäche von menschenzentrierter Gestaltung den Fokus auf Vorlieben, Abneigungen, Fertigkeiten und Fähigkeiten einzelner Personen oder Gruppen. Er führt aus, dass dies zu Gestaltungslösungen führen könne, die für nicht aktiv am Gestaltungsprozess beteiligte Personen oder Gruppen ungeeignet sind. Beim Activity-Centered Design (ACD) werden stattdessen menschliche Aktivitäten ins Zentrum der Aufmerksamkeit gerückt (adressiert Limitation 6 des HCD-Prozesses).

Auch wenn die theoretische Basis von ACD nicht eindeutig identifizierbar ist, fußt dieses neben Überlegungen aus der Mensch-Computer-Interaktion laut einiger Autoren [Gifford und Enyedy, 1999; Kaptelinin und Nardi, 1997; Williams, 2009] auch auf aktivitätstheoretischen Vorarbeiten von Vygotsky [1962] und Leont'ev [1978].

Die Activity Theory besagt, dass sich *Aktivitäten* in hierarchischen Strukturen abbilden lassen [Victor Kaptelinin, Bonnie A. Nardi und Catriona Macaulay, 1999, S28ff]. Die generelle Struktur einer Aktivität ist in Abbildung 4.3 dargestellt.

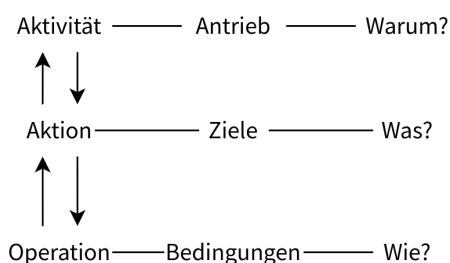


Abbildung 4.3: Generelle Struktur einer Aktivität nach Leont'ev [1978]

Aktivitäten können in *Aktionen* unterteilt werden. Mehrere Aktionen werden durchgeführt, um den *Antrieb* einer Aktivität zu erreichen. Menschen verfolgen mit Aktionen *Ziele*. Die Aktionen lassen sich wiederum in *Operationen* unterteilen. Operationen sind unbewusste Aktionen und werden häufig als Routineabläufe automatisch ausgeführt und unterliegen unterschiedlichen *Bedingungen* [Victor Kaptelinin, Bonnie A. Nardi und Catriona Macaulay, 1999; Gay und Hembrooke, 2004]. Aktivitäten werden *objektorientiert* durchgeführt, Menschen richten ihre Handlungen dafür auf ein spezifisches Ziel oder Objekt aus. Das bedeutet, dass die Antriebe bzw. Objekte der Menschen verstanden werden müssen, um die Aktivitäten von Menschen zu verstehen. Objekte können physischer Natur sein (bspw. Volltreffer auf einem Ziel) oder ideell (bspw. ein:e MCI-Forscher:in werden).

Wenn der menschenzentrierte Gestaltungsprozess nach DIN ISO 9241-210 von einem Fokus auf Aufgaben zu einem Fokus auf Aktivitäten wechselt, ergeben sich mehrere fundamentale Änderungen.

Zunächst könnte der Designprozess breiter gefasst werden, da Aktivitäten komplexer sind und multiple Ziele sowie Kontexte berücksichtigen. Dies könnte die Interaktion zwischen Nutzer:innen und Systemen bereichern, da unterschiedliche Aspekte des Verhaltens der Nutzer:innen und der sozialen Einbettung besser verstanden werden. Außerdem könnte die Gestaltung stärker an den Lebenskontext der Nutzer:innen angepasst, was die Gebrauchstauglichkeit erhöhen könnte.

Weil im Gegensatz zum menschenzentrierten Aufgabenfokus die durch das digitale System ermöglichten Aktivitäten oder Aufgaben fokussiert werden, führt dies zu einer fundamentalen Veränderung des Gestaltungsfokus beim ACD (adressiert Limitation 2 des HCD-Prozesses). Nutzende werden demzufolge als Partizipierende einer Aktivität verstanden und nicht als passive Teilnehmende eines digitalen Systems. Dadurch wird der Gestaltungsprozess breiter gefasst, da Aktivitäten komplexer sind und multiple Ziele sowie Kontexte berücksichtigt werden. Durch den Fokus auf Aktivitäten können auch Interaktionen zwischen Nutzer:innen und Systemen besser verstanden werden, da unterschiedliche Aspekte des Nutzungsverhaltens und der sozialen Einbettung besser verstanden werden können [Williams, 2009].

Im ACD wird kein neuer Prozess postuliert. Stattdessen wird vielmehr eine Veränderung bezüglich der Haltung von Forschenden und Praktiker:innen gefordert. Dafür sind vor allem zwei Konstrukte aus der Aktivitätstheorie (AT) [Leont'ev, 1978] von Relevanz: *digitale Systeme als digitale Werkzeuge* und *Aktivitäten*. Im Gegensatz zur menschenzentrierten Gestaltung wird davon ausgegangen, dass nicht nur Aktivitäten beziehungsweise Aufgaben ein digitales System beeinflussen, sondern eine wechselseitige Beziehung besteht, in der die Systeme selbst auch die Aktivitäten beeinflussen [Norman, 2005; Victor Kaptelinin, Bonnie A. Nardi und Catriona Macaulay, 1999; Cooper u. a., 2014, S.29ff].

Beim ACD wird davon ausgegangen, dass eine enge Verknüpfung zwischen digitalen Systemen und dem Nutzungskontext besteht. Ein zentraler Faktor dabei ist, dass digitale Systeme eine *Vermittlerrolle* innerhalb unterschiedlicher Kontexte einnehmen. Sie verändern als Werkzeuge die Art und Weise, wie Menschen mit der Realität interagieren. Die eingesetzten Systeme reflektieren die Erfahrungen anderer Menschen, die in der Vergangenheit ein ähnliches Problem lösen wollten. Deswegen sind langfristige Studien zur Analyse der Effekte notwendig, um die Vermittlerrolle digitaler Systeme zu verstehen. Die bei der Systemnutzung auftretenden Herausforderungen können so im Nutzungskontext evaluiert werden. Ferner sollte die Entwicklung digitaler Systeme auch in einem formativen Prozess – beispielsweise im Rahmen partizipativer Technikentwicklung – erfolgen, um die Komplexität von Aktivitäten und Zielen in Gestaltungen für digitale Systeme überführen zu können [Kaptelinin und Nardi, 2009; Gay und Hembrooke, 2004; Norman, 2005].

Obwohl das Activity Centered Design die Relevanz von Aktivitäten betont, weist es dennoch einige praktische Herausforderungen auf. Diese Schwächen können sich auf verschiedene Aspekte des Designs auswirken, sodass es wichtig ist, die Limitationen dieses Ansatzes zu betrachten.

1. ACD-Prozesse und -Methoden unzureichend definiert: Activity Centered Design befindet sich noch in einer theoretischen Phase [Kaptelinin und Nardi, 2009; Williams, 2009]. Damit können mit ACD zwar die theoretischen Hintergründe der Mensch-Computer-Interaktion nachvollzogen werden, der Prozess kann jedoch nur in Ansätzen von Praktiker:innen für die Entwicklung selbst eingesetzt werden. Eine Ausnahme bildet etwa das Activity System Model [Engeström, 2014].

4 Entwicklung eines menschenzentrierten Technikentwicklungsprozesses zur aktiveren Nutzer:innen-Einbindung

2. Theorieorientierung von ACD: Praktiker:innen und Forschende stehen vor der Herausforderung, dass Activity Centered Design in erster Linie dazu dient, ein tieferes Verständnis der theoretischen Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion zu erlangen [Williams, 2009].
3. Aktivitätstheoretische Einschränkungen: Die Analyse von mehreren Teil-Aktivitäten sowie gleichzeitig stattfindender separater Aktivitäten ist in der Aktivitätstheorie nicht vorgesehen, sodass das komplexe Zusammenspiel mehrerer (Teil-)Aktivitäten nicht abgebildet werden kann [Kaptelinin und Nardi, 2009].
4. Digitale Technologie als unpersönliches Werkzeug: ACD betrachtet digitale Technologien als nicht emotionale, sachliche Werkzeuge. Dies spiegelt jedoch nicht vollständig die Realität moderner digitaler Technologien wider. Mit ihrer zunehmenden Integration in den Alltag werden sie immer stärker mit emotionalen Aspekten verknüpft [Kaptelinin und Nardi, 2009].

Die Integration eines Aktivitäten-zentrierten Ansatzes in den Designprozess lenkt den Fokus auf die konkreten Handlungen und Abläufe der Nutzer:innen. Dies bedeutet jedoch nicht, dass bereits etabliertes Wissen und erlernte Prinzipien verworfen werden müssen. Vielmehr ermöglicht die Betrachtung von Aktivitäten eine ganzheitliche Sichtweise, indem sie Menschen und ihre Handlungen in den Mittelpunkt rückt. Gleichzeitig fehlt es jedoch noch an konkreten Prozessen und Methoden, um ACD praktisch einsetzen zu können.

4.4 Partizipative Gestaltung

Der Begriff partizipative Gestaltung (PD; aus dem Englischen *Participatory Design*) beschreibt verschiedene Aktivitäten zwischen mehreren Teilnehmer:innen in kollektiver *Reflexion in Aktion* bei der Entwicklung von Informations- und Kommunikationstechnologien. Dazu zählen das Erforschen, das Verstehen, das Nachdenken, der Aufbau und die Entwicklung des gegenseitigen Lernens [Simonsen und Robertson, 2012].

Die partizipative Gestaltung besteht grundlegend aus sechs Schritten: (1) Brücken zwischen den Designer:innen und Nutzer:innen bauen, (2) ein Nutzendenmodell entwickeln, (3) den Möglichkeitsraum eröffnen und Möglichkeiten eruieren, (4) Prototypen entwickeln (5) Feedback sammeln und einarbeiten sowie (6) iterieren [Ellis und Kurniawan, 2000].

Um der im menschenzentrierten Gestaltungsprozess nicht berücksichtigten Nutzungsdynamik (vgl. Limitation 5) zu begegnen, wird beim partizipativen Design die Rolle der Gestalter:innen hinterfragt. Im Gegensatz zum menschenzentrierten Gestaltungsprozess verfolgt PD einen kollaborativen Ansatz, bei dem Nutzer:innen aktiv als Mitgestalter:innen fungieren und ihre Perspektiven in allen Phasen des Designprozesses einbringen. Als eine Variante von menschenzentrierter Gestaltung konzentriert sich das partizipative Design (PD) darauf, die Bedarfe der Nutzer:innen noch stärker zu berücksichtigen, um gebrauchstaugliche Gestaltungslösungen zu erstellen. Die PD-Methodologie betont die Einbindung von Nutzer:innen, idealerweise über den gesamten Projektlebenszyklus hinweg [Duque u. a., 2019; Scariot, Heemann und Padovani, 2012].

Dafür werden Methoden benötigt, mit denen Gestalter:innen ihre Methoden- und Design-Macht sowie die Einbindung von Nutzer:innen besser reflektieren und kommunizieren können. Entwickler:innen und Forscher:innen teilen ihre Entscheidungsfindungs-

prozesse mit den Nutzenden während der Gestaltung und lernen dabei die Werte und Bedeutungen im Zusammenhang mit Technologien kennen [Macdonald, 2005; Norman, 2005; Scariot, Heemann und Padovani, 2012].

Die PD-Forschungsgemeinde stellt eine Sammlung von in der Praxis anwendbaren Theorien und Frameworks, Techniken und Methoden bereit, die sich mit der aktiven Beteiligung von Nutzer:innen als Partizipierende befassen. Der Schwerpunkt liegt hierbei, neben Systematiken zur Nutzer:innenbeteiligung und Kollaboration, auf der Befähigung von Nutzer:innen, der Berücksichtigung von einer Vielfalt von Perspektiven und iterativen Prozessen [Bratteteig und Wagner, 2014; Muller, 2009; Bratteteig u. a., 2013].

Partizipation geht einher mit einem gesteigerten Gefühl von Projektbesitz durch die Teilnehmer:innen sowie einer höheren Effizienz, einem besseren Verständnis und sozialem Zusammenhalt. Um Zweifeln an der Wirksamkeit zu begegnen (vgl. Limitation 1 des HCD-Prozesses) und die Defizite in der Systemanalyse zu adressieren (vgl. Limitation 4 des HCD-Prozesses), erhöht PD die Transparenz und Verantwortlichkeit, befähigt benachteiligte Gruppen und verbessert Lernen und Handeln [Pretty, 1995] (adressiert Limitation 1 und 4 des HCD-Prozesses).

PD hat sich von seinen experimentellen Anfängen entfernt und wird zunehmend professionalisiert. Zum aktuellen Zeitpunkt bestehen noch ungelöste Herausforderungen. Dazu zählen (1) *Vorbehalte* gegenüber partizipativer Gestaltung, (2) das *Partizipationsdilemma* und (3) *nicht-standardisierte Evaluationen* bei der Durchführung partizipativer Gestaltung sowie hohe Hürden zur Partizipation.

1. *Vorbehalte gegenüber partizipativer Gestaltung*: Vor allem Manager:innen, Politiker:innen und Fachkräfte stehen den qualitativen Eigenschaften von PD und dem unvorhersehbaren Verhalten von Teilnehmer:innen kritisch gegenüber [Voorberg, Bekkers und Tummers, 2015]. Auch Designer:innen haben häufig Vorbehalte gegenüber der aktiven Einbindung von Nutzenden in den Design-Prozess. Sie befürchten unter anderem, dass sie durch die Einbindung der Nutzenden beispielsweise bei Entscheidungsprozessen ihre besondere Expertise aufgeben [Muller, 2009].
2. *Partizipationsdilemma*: Die Idee einer umfassenden Partizipation aller beteiligten Interessengruppen ist oft idealisiert und in der Praxis schwer umsetzbar. Die Annahme, dass die sorgfältige Planung und Auswahl von Partizipationsmethoden automatisch einen repräsentativen Gestaltungsprozess sicherstellt, ist eine häufige Fehleinschätzung. Es ist vielmehr erforderlich, pragmatisch abzuwägen, welche Personen in welchen Prozessphasen gezielt eingebunden werden können. Verschiedene Gründe wie Zeitmangel, hohe Opportunitätskosten, geringes Selbstvertrauen, die Überzeugung, keinen Beitrag leisten zu können, negative Erfahrungen mit früheren Prozessen oder methodische Herausforderungen können hierbei eine Rolle spielen [Cornwall, 2008; Peschke, 1988; Sanders, Brandt und Binder, 2010].
3. *Spezifische Evaluationen*: Im Zuge der Professionalisierung von PD hat eine Standardisierung der Methoden stattgefunden. Diese basieren aber häufig auf Einschätzungen der Anwender:innen und sind nicht empirisch belegt [Gerrard und Sosa, 2014]. Ebenso stellt die Evaluation von partizipativen Gestaltungsprozessen eine besondere Herausforderung dar. Bisher existieren nur wenige systematisch durchgeführten Evaluationsstudien. Obwohl Frameworks zur Evaluation partizipativer Prozesse exi-

4 Entwicklung eines menschenzentrierten Technikentwicklungsprozesses zur aktiveren Nutzer:innen-Einbindung

stieren, werden diese häufig nicht eingesetzt. Ferner werden grundlegende partizipative Prinzipien, wie Demokratisierung, Empowerment oder gegenseitiges Lernen bei Evaluationen häufig nicht berücksichtigt [Bossen, Dindler und Iversen, 2016].

4. Voraussetzungsvolle Partizipation: In jeder partizipativen Methodendurchführung können Herausforderungen auftreten, die den gesamten PD-Prozess gefährden. Insbesondere der falsche Einsatz von Methoden – sei es zum ungeeigneten Zeitpunkt oder mit der falschen Nutzungsgruppe – kann entscheidend zum Scheitern beitragen [Kensing und Munk-Madsen, 1993].

Grundsätzlich ist es jedoch möglich und ratsam, unterschiedliche Interessengruppen in möglichst viele Produktentwicklungsschritte einzubinden, wenn eine Entwicklung stattfinden soll, die die Ziele dieser Interessengruppen berücksichtigt. So kann kollektives Wissen aufgebaut, gefördert und genutzt werden, wodurch wiederum neue Einsichten und eine Basis für Handlungsempfehlung entstehen können [Kopeć u. a., 2017; Coleman u. a., 2010]. Partizipative Gestaltung thematisiert insbesondere durch den Fokus auf die aktive Einbindung von Nutzer:innen verschiedene Limitationen des menschenzentrierten Gestaltungsprozesses. Zweifel an der Wirksamkeit und die Herausforderung von voraussetzungsvoller Partizipation bleiben jedoch bestehen.

4.5 Entwicklung eines Gestaltungsprozesses für gegenseitiges Verständnis – der Empathy-Driven-Development Prozess

In den vorangestellten Abschnitten dieses Kapitels wurden die Stärken und Schwächen der unterschiedlichen menschenzentrierten Ansätze beleuchtet (siehe Tabelle 4.1). Die vielfältigen Erkenntnisse aus diesen Analysen unterstreichen die Bedeutung einer integrativen Herangehensweise, die die verschiedenen vorgestellten Ansätze miteinander verknüpft. Mit dieser Herangehensweise sollen Synergien genutzt und Limitationen abgeschwächt werden.

Die Ergebnisse der Kapitel 2 und 3 legen zudem die Bedeutung individueller Fähigkeiten und Bedürfnisse nahe und unterstreichen die Notwendigkeit, altersbedingte Charakteristika in einen umfassenden, anpassbaren Prozess zur altersgerechten Gestaltung digitaler Systeme zu integrieren.

Basierend auf der Synthese der vorgestellten Gestaltungsprozesse und im Zusammenspiel mit der Entwicklung des Historytelling-Systems (Kapitel 5) wird im Folgenden ein Konzept eines Gestaltungsprozesses beschrieben, der einen Beitrag zur Mensch-Computer-Interaktion im Kontext der digitalen Technikentwicklung für ältere Erwachsene leisten. Die Grundlage für diesen Prozess wurde in Sengpiel, Volkmann und Jochems [2019] beschrieben. Seitdem wurde der Prozess laufend weiter entwickelt.

4 Entwicklung eines menschenzentrierten Technikentwicklungsprozesses zur aktiveren Nutzer:innen-Einbindung

Tabelle 4.1: Zusammenfassung der in den vorherigen Abschnitten identifizierten Limitationen menschenzentrierter Prozesse

Code	Limitation
Menschenzentrierte Gestaltung nach ISO 9241-210	
HCD-1	Zweifel an der Wirksamkeit
HCD-2	Fokus auf Aufgaben
HCD-3	Unklarer Übergang von Anforderungen zur Gestaltungslösung
HCD-4	Defizite in der Systemanalyse
HCD-5	Nutzungsdynamik bleibt unberücksichtigt
HCD-6	Fokus auf das Individuum
Goal Directed Design	
GDD-1	Nutzendeneinbindung wird vernachlässigt
GDD-2	Defizite in der Systemanalyse
Activity Centered Design	
ACD-1	Theorieorientierung von ACD
ACD-2	ACD-Prozesse unzureichend definiert
ACD-3	Aktivitätstheoretische Einschränkungen
ACD-4	Digitale Technologie als unpersönliches Werkzeug
Partizipative Gestaltung	
PD-1	Vorbehalte gegenüber partizipativer Gestaltung
PD-2	Partizipationsdilemma
PD-3	Nicht-Standardisierte Evaluationen
PD-4	Voraussetzungsvolle Partizipation

4.5.1 Konzept des Empathy-Driven-Development Prozesses

Die vorgestellten Gestaltungsansätze fokussieren jeweils unterschiedliche Perspektiven und Methoden für die Entwicklung digitaler Technologien. Dabei eint sie ein zentraler Kern: Sie stellen die Bedürfnisse, Kontexte und Ziele von Nutzer:innen in den Mittelpunkt und unterstützen dabei, gebrauchstaugliche technologische Lösungen zu schaffen [Wright und McCarthy, 2008].

Gemeinsamkeiten wie die iterative Entwicklung, die Einbeziehung der Zielgruppen in verschiedenen Phasen des Prozesses und die Betonung von Kontext und Nutzungsszenarien sind grundlegende Bausteine, die für eine erfolgreiche Gestaltung essenziell sind. Zudem zeigen alle Ansätze die Bedeutung von Kommunikation und Abstimmung zwischen allen Beteiligten auf, sei es durch explizite Partizipation (wie im Participatory Design) oder durch systematische Analyse und Modellierung der Nutzer:innen (wie im Goal Directed Design).

Diese Gemeinsamkeiten verdeutlichen, dass ein erfolgreicher Gestaltungsprozess auf gegenseitigem Verständnis und Empathie beruht. Verständnis ist notwendig, um die Perspektiven und Anforderungen aller Beteiligten zu berücksichtigen, während Empathie hilft, diese Perspektiven nicht nur zu erfassen, sondern auch wirklich nachzuvollziehen und wertzuschätzen [Wright und McCarthy, 2008].

4 Entwicklung eines menschenzentrierten Technikentwicklungsprozesses zur aktiveren Nutzer:innen-Einbindung

Auf dieser Grundlage wird im Folgenden die Entwicklung eines Gestaltungsprozesses beschrieben, der diese Prinzipien noch konsequenter und systematischer in den Mittelpunkt stellen soll. Ziel ist es, nicht nur die Perspektiven von Nutzenden und Entwickelnden zu integrieren, sondern eine aktive Zusammenarbeit und ein tiefes gegenseitiges Verständnis zu fördern – sowohl zwischen den beteiligten Personen als auch zwischen Mensch und Technologie.

Der im Folgenden als Empathy-Driven-Development (EDD) bezeichnete Prozess rückt gegenseitiges Verständnis in den Mittelpunkt des Gestaltungsprozesses. Der Begriff Empathie wurde im Kontext der Produktgestaltung Ende der 1990er Jahre eingeführt, als Unternehmen zunehmend erkannten, dass Empathie eine zentrale Voraussetzung ist, um Produkte zu entwickeln, die den Bedürfnissen der Nutzer:innen entsprechen. Insbesondere bei der Berücksichtigung persönlicher Erfahrungen und privater Kontexte unterstützt Empathie den Gestaltungsprozess entscheidend [Kouprie und Visser, 2009; Drouet, Sleswijk Visser und Lallemand, 2023].

Auch in der MCI-Forschung wird der gezielte Aufbau von Verständnis durch Gestalter:innen häufig als Empathieaufbau beschrieben. Diese Aktivitäten sind nicht nur unterstützend, sondern integraler Bestandteil des Gestaltungsprozesses [Bennett und Rosner, 2019].

Der Einsatz des EDD-Prozesses bedeutet eine Verschiebung in der Haltung der Gestalter:innen, von der Betrachtung rein rationaler Aspekte hin zu einer ausgewogenen Berücksichtigung von Ratio und Emotionen. Diese Herangehensweise soll dabei helfen, interindividuelle menschliche Eigenschaften zu verstehen. Dies kann bei der Ableitung helfen, warum Menschen ein Produkt mögen, nutzen oder besitzen wollen. Der Erfolg eines Produkts hängt maßgeblich davon ab, inwieweit Gestalter:innen eine Verbindung mit der Nutzungsgruppe aufbauen können. Es ist daher ratsam, dies bereits in frühen Entwicklungsphasen zu berücksichtigen [Dandavate, Sanders und Stuart, 1996; Kouprie und Visser, 2009].

Der EDD-Prozess basiert auf den Gestaltungsdimensionen von Informationstechnologien, die sich auf den Prozess und das Produkt, die aktuelle und zukünftige Situation sowie die Reflexion und Umsetzung beziehen. Dabei wird der Fokus auf zwei Aspekte gelegt: auf die Entwicklung des Systems und auf das Prozessmanagement. Bei der Entwicklung eines Systems liegt der Fokus auf der Analyse der aktuellen Situation und der Gestaltung für zukünftige Bedürfnisse und Anforderungen. Das Prozessmanagement hingegen umfasst die Bewertung der gegenwärtigen Situation und die Planung für die zukünftige Entwicklung [Andersen, 1990].

Durch die direkte Einbindung von Nutzer:innen in den Gestaltungsprozess werden die Perspektiven, Bedürfnisse und Anforderungen der Nutzer:innen berücksichtigt. Dies führt zu einem aktiven Einbezug von Nutzer:innen und trägt zur Anpassung an tatsächliche Bedürfnisse und Nutzungskontexte bei. Weiterhin fördert die direkte Einbindung auch eine Kultur der Zusammenarbeit und des gegenseitigen Lernens zwischen den Entwickler:innen und den zukünftigen Nutzer:innen der digitalen Systeme [Simonsen und Robertson, 2012].

4 Entwicklung eines menschenzentrierten Technikentwicklungsprozesses zur aktiveren Nutzer:innen-Einbindung

Für die im Rahmen dieser Arbeit spezifische Nutzungsgruppe der älteren Erwachsenen bedeutet dies unter Berücksichtigung von Technologieakzeptanzkriterien einen Fokus auf emotionale Aspekte, die Berücksichtigung von Lernbereitschaft und Motivation und Fokus auf soziale Integration sowie langfristiges Vertrauen.

Für die aktive Einbindung älterer Erwachsener im Rahmen des EDD-Prozesses ist die Berücksichtigung emotionaler Aspekte von zentraler Bedeutung. Da viele ältere Menschen Unsicherheiten im Umgang mit neuen Situationen und Methoden haben, ist es wichtig, ein vertrauensvolles Umfeld zu schaffen, in dem sie sich sicher fühlen. Einfühlsame Unterstützung und sensibler Umgang mit ihren Bedürfnissen tragen dazu bei, Hemmschwellen abzubauen und eine aktive Beteiligung zu fördern.

Motivation und Lernbereitschaft spielen eine große Rolle für die aktive Teilnahme älterer Erwachsener. Der EDD-Prozess sollte die Vorteile ihrer Einbindung klar kommunizieren und Möglichkeiten bieten, sich leicht und aktiv in den Gestaltungsprozess einzubringen. Durch klare Anleitungen und persönliche Unterstützung können mögliche Barrieren überwunden werden, sodass ältere Erwachsene ihre Fähigkeiten und Erfahrungen sinnvoll in den Prozess einbringen.

Ebenso legen viele ältere Menschen großen Wert auf soziale Interaktion und den Austausch mit anderen. Der EDD-Prozess sollte daher Gelegenheiten für sozialen Austausch bieten, um die Teilhabe zu fördern. Langfristige Begleitung und eine konstante Einbindung der älteren Erwachsenen schaffen Vertrauen und gewährleisten, dass sie sich dauerhaft aktiv am Gestaltungsprozess beteiligen können.

4.5.2 Schritte und Phasen im Empathy-Driven Development

Der EDD-Prozess besteht aus der Verständnisphase, der Gestaltungsphase und der Produktnutzungsphase (siehe Abbildung 4.4), die jeweils miteinander verbunden sind.

Die Verständnisphase

In dieser Phase geht es um das Planen und Festlegen der Nutzungsanforderungen für das zu entwickelnde System. Zum frühzeitigen Aufbau von Empathie ist der frühzeitige Einbezug der Nutzer:innen zentral. Gemeinsam werden die Gestaltungs- und Verständnisaktivitäten geplant, sowie die Nutzungsanforderungen festgelegt. Dabei werden die Nutzer:innen als Expert:innen ihrer eigenen Erfahrungen in ihrem Kontext geschätzt, während die Gestalter:innen Expert:innen in der methodischen Umsetzung und Planung des Prozesses sind. Ziel ist es, eine gemeinsame Zielsetzung für die vertiefte gemeinsame Entwicklung zu erarbeiten und ein gemeinsames Verständnis aufzubauen, auch im Sinne des gegenseitigen Empathieaufbaus. Diese Phase erlaubt, zu ersten Anforderungen zu gelangen, die dann in der nächsten Phase umgesetzt werden können.

4 Entwicklung eines menschenzentrierten Technikentwicklungsprozesses zur aktiveren Nutzer:innen-Einbindung

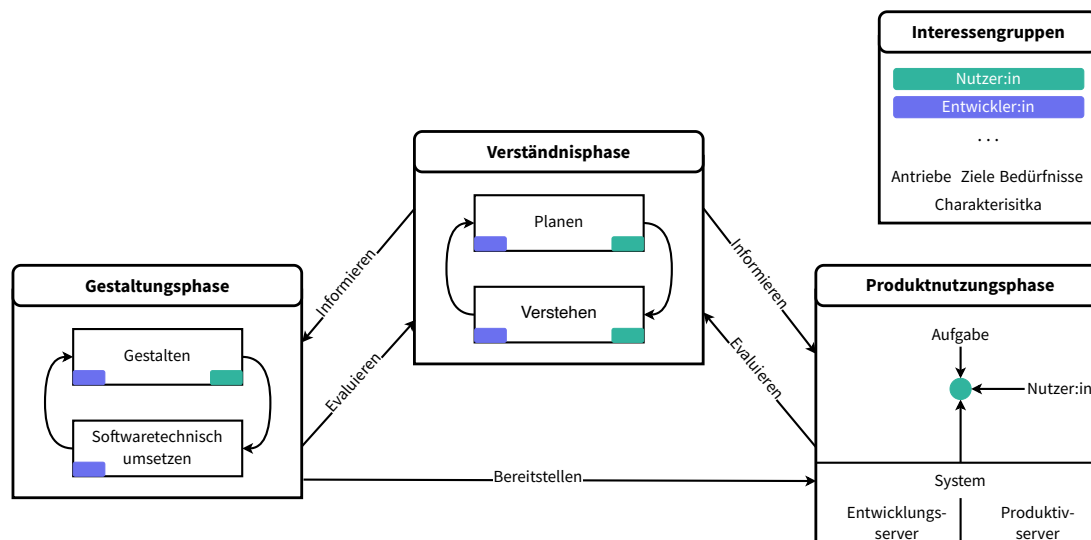


Abbildung 4.4: Empathy-Driven Development (EDD): Ein Prozess mit dem Fokus auf gegenseitiges Verständnis

Die Gestaltungsphase

Die Gestaltungsphase des Gestaltungsprozesses besteht aus zwei zentralen Schritten: dem Gestalten des digitalen Systems und der darauffolgenden softwaretechnischen Umsetzung. Das Gestalten geschieht in enger Zusammenarbeit mit der Zielgruppe (bspw. in Co-Design Workshops), um deren Bedürfnisse und Anforderungen präzise zu erfassen und zu berücksichtigen. Dabei werden adressatengerechte Methoden der Gestaltung eingesetzt, wie die Entwicklung von Szenarien, um die Zielgruppe bestmöglich anzusprechen und zu verstehen.

Die softwaretechnische Umsetzung erfolgt dann durch Expertenteams aus Entwickler:innen, ohne direkte Beteiligung der Zielgruppe. Sollten während dieser Phase Unklarheiten auftreten oder Anforderungen als unrealistisch erscheinen, besteht die Möglichkeit eines erneuten Einbezugs der Zielgruppe, um gemeinsam Lösungen zu erarbeiten.

Die Evaluierung der entwickelten Prototypen erfolgt in verschiedenen Graden, von Low-Fidelity bis High-Fidelity, sowie in unterschiedlichen Formen wie in Prototyping-Software erstellten oder bereits softwaretechnisch umgesetzte Prototypen. Dies ermöglicht eine umfassende Prüfung der Funktionalität, Gebrauchstauglichkeit und Erfüllung der Anforderungen der Nutzer:innen durch eine iterative Umsetzung des Systems.

Produktnutzungsphase

In der Nutzungsphase des Gestaltungsprozesses wird der Rahmen für die Nutzung und Testung des entwickelten Systems festgelegt. Dies umfasst die Bereitstellung der entwickelten Prototypen auf zwei unterschiedliche Ebenen: Erstens in einer Entwicklungsumgebung, in der der aktuelle Fortschritt des Systems getestet werden kann, und zweitens in einer stabilen Produktionsumgebung, die für die endgültige Nutzung bereitgestellt

wird. Diese Trennung ermöglicht es, iterative Verbesserungen vorzunehmen, ohne die stabile Version zu beeinträchtigen, und gewährleistet gleichzeitig eine sichere und kontrollierte Einführung neuer Funktionen oder Anpassungen in der Produktionsumgebung. Beispielsweise kann hierfür einerseits ein Entwicklungs-Server genutzt werden, auf dem der aktuelle Stand des Systems getestet wird und andererseits ein Produktiv-Server, auf dem eine stabile Version für die tatsächliche Nutzung zur Verfügung steht.

Die Produktnutzung in dieser Phase besteht aus einer Kombination des digitalen Systems selbst und den Nutzer:innen und den Aufgaben, die mit dem System ausgeführt werden sollen. Zur laufenden Überprüfung der Gebrauchstauglichkeit und Funktionalität des Systems werden formative Evaluationen durchgeführt. Diese können beispielsweise durch Fragebögen direkt im System erfolgen, um kontinuierliches Feedback von den Nutzer:innen zu erhalten oder durch teilnehmende Beobachtungen, um Feedback zu bestimmten Zeitpunkten zu erhalten.

Zusätzlich werden auch summative Evaluationen zu bestimmten Zeitpunkten durchgeführt, beispielsweise nach dem Erreichen bestimmter Meilensteine im Entwicklungsprozess. Diese Evaluationen dienen dazu, den Gesamterfolg des Systems zu bewerten und mögliche Verbesserungspotenziale zu identifizieren.

4.5.3 Synergien und Abgrenzung zu bestehenden Ansätzen

Im Folgenden wird EDD von den in diesem Kapitel untersuchten menschenzentrierten Gestaltungsansätzen abgegrenzt und die Grundprinzipien für den Einsatz des EDD-Prozesses detailliert beschrieben. Die Limitationen dieser Ansätze sind in Tabelle 4.1 dargestellt. Eine Kurzzusammenfassung der Grundprinzipien ist in Tabelle 4.2 dargestellt.

Tabelle 4.2: Grundprinzipien des Empathy-Driven-Design Prozesses

Code	Grundprinzip
EDD-1	Zusammenarbeit mit den Nutzer:innen von Beginn an
EDD-2	Iterative Zusammenarbeit mit Fokus auf Agilität
EDD-3	Einbindung unterschiedlicher Interessengruppen im Prozessverlauf
EDD-4	Gemeinsame Planung der Nutzer:innen-Einbindung in der Verständnisphase
EDD-5	Nutzung von partizipativen Methoden in der Gestaltungsphase
EDD-6	Nutzung von formativen Evaluationen zur iterativen Weiterentwicklung des Systems
EDD-7	Gestalter:innen fokussieren die gleichberechtigte Zusammenarbeit mit der Zielgruppe

EDD-1 —Zusammenarbeit mit den Nutzer:innen von Beginn an

Die Grundphilosophie von EDD zeichnet sich durch eine partizipative Haltung aus, die einen direkten Einbezug der Nutzer:innen von Anfang an in den Entwicklungsprozess vorsieht (adressiert GDD-1, HCD-4, HCD-5, GDD-2, ACD-1). Die zentrale Idee hinter

4 Entwicklung eines menschenzentrierten Technikentwicklungsprozesses zur aktiveren Nutzer:innen-Einbindung

EDD besteht darin, den HCD-Prozess nach ISO 9241-210 in zwei wesentliche Phasen aufzuteilen: Verständnis und Gestaltung. Dabei wird die Zusammenarbeit verschiedener Interessengruppen mit den Entwickler:innen betont, indem etwa Nutzer:innen schon früh in den Entwicklungsprozess eingebunden werden.

Für ältere Erwachsene bedeutet diese Grundphilosophie des Empathy Driven Development (EDD), dass ihre Bedürfnisse und Erfahrungen von Anfang an aktiv in den Entwicklungsprozess integriert werden. Da EDD eine partizipative Haltung einnimmt, werden ältere Erwachsene als gleichwertige Partner:innen im Prozess gesehen, was dazu beitragen soll, dass ihre Perspektiven ernst genommen werden und direkt in die Gestaltung der Lösungen einfließen.

EDD-2 — Iterative Zusammenarbeit mit Fokus auf Agilität

Ein Schwerpunkt liegt auf der Agilität in den Iterationen. Anstelle von langwierigen Analysen und detaillierten Spezifikationen steht die frühzeitige Durchführung kooperativer Gestaltungsinterventionen im Fokus, sobald ein gegenseitiges Verständnis von persönlichen Antrieben und Zielen sowie externen Bedingungen und dem Kontext geschaffen wurde. Diese agile Vorgehensweise ermöglicht eine flexible und anpassungsfähige Entwicklung digitaler Lösungen (HCD-5; PD-4).

Für ältere Erwachsene bedeutet der Fokus auf Agilität in den Iterationen, kontinuierlich Einfluss nehmen und Feedback geben zu können, wodurch die entwickelten Lösungen besser auf ihre sich verändernden Bedürfnisse und Alltagssituationen abgestimmt werden können.

EDD-3 — Einbindung unterschiedlicher Interessengruppen im Prozessverlauf

Ein weiteres Merkmal von EDD ist die variable Einbindung von Nutzer:innen und weiterer Interessengruppen in die einzelnen Prozessschritte. Diese Flexibilität erlaubt es, die Beteiligung im Laufe des Prozesses je nach Bedarf und Entwicklungsstadium anzupassen.

Dieses Prinzip bedeutet für die Zusammenarbeit mit älteren Erwachsenen, dass ihre aktive Beteiligung flexibel und bedarfsgerecht gestaltet werden kann. Im Entwicklungsprozess können ältere Erwachsene in den Phasen stärker eingebunden werden, in denen ihre spezifischen Bedürfnisse, Erfahrungen und Herausforderungen besonders relevant sind. Gleichzeitig können sie in Phasen, in denen weniger direkte Rückmeldungen von ihnen erforderlich sind, entlastet werden.

EDD-4 — Gemeinsame Planung der Nutzer:innen-Einbindung in der Verständnisphase

In der Verständnis-Phase steht die gemeinsame Planung der Nutzer:innen-Einbindung und des Prozesses im Mittelpunkt. Hierbei wird das Verständnis des abstrakten und konkreten Wissens der Nutzer:innen, des Kontexts sowie Anforderungen iterativ vertieft. Dieser Ansatz eröffnet die Möglichkeit, eine gemeinsame Grundlage für die nachfolgenden Gestaltungsaktivitäten zu schaffen (ACD-4; GDD-2; HCD-4; HCD-2; HCD-6).

Im Rahmen der Zusammenarbeit mit älteren Erwachsenen bedeutet dieses Prinzip, dass die aktive Einbindung der Nutzungsgruppe von Anfang an nicht nur als notwendig, sondern als eine grundlegende Voraussetzung für den Erfolg des Projekts angesehen wird.

EDD-5 —Nutzung von partizipativen Methoden in der Gestaltungsphase

In der Gestaltungsphase erfolgt ein iterativer Zyklus aus Gestaltung und softwaretechnischer Umsetzung. Durch Evaluationen kann eine Rückkopplung zum Verständnis erfolgen. Nach Erreichen des geplanten Verständnisses erfolgt die softwaretechnische Umsetzung. Die Planung und Priorisierung der für die Umsetzung relevanten Funktionalitäten basiert auf der gemeinsamen Einschätzung der verschiedenen Interessengruppen. Bei auftretenden Herausforderungen besteht die Möglichkeit eines Rücksprungs in die Gestaltungsphase und/oder die Verständnisphase (ACD-4; GDD-1; HCD-3; HCD-2).

Der iterative Ansatz in der Produktentwicklung ermöglicht eine fortlaufende Anpassung der Gestaltung und der technischen Umsetzung an die Bedürfnisse älterer Nutzer:innen. Durch regelmäßige Evaluationsphasen entsteht eine dialogorientierte Kultur, in der ältere Erwachsene aktiv Einfluss auf das Design nehmen und ihre Zufriedenheit mit dem Endprodukt erhöhen können. Die Möglichkeit, in frühere Prozessphasen zurückzukehren, fördert einen offenen Austausch über Herausforderungen und unterstützt die aktive Teilnahme älterer Erwachsener im Entwicklungsprozess.

EDD-6 —Nutzung von formativen Evaluationen zur iterativen Weiterentwicklung des Systems

Die Produktnutzung bildet den Abschluss des Prozesses, indem das System nach der softwaretechnischen Umsetzung in den Entwicklungs- oder Production-Status überführt wird. Für die Interaktion zwischen Mensch und System wird erneut das *Modell des menschlichen und technischen Teilsystems bei der Informationsverarbeitung* herangezogen.

Hierbei stehen der Mensch mit der Sensorik, Kognition und Motorik auf der einen Seite und die Maschine mit Ein- und Ausgabegeräten sowie dem Maschinenzustand auf der gegenüberliegenden Seite. Zwischen diesen beiden Akteuren liegt die Benutzungsschnittstelle. Für EDD wird dieses Modell abstrahiert. Aus der Betrachtung der Interaktion können durch Evaluationen neue Erkenntnisse für die Gestaltung gewonnen werden, die dann wieder in das System einfließen können. Die Evaluation kann dementsprechend beispielsweise aufgabenbasiert erfolgen und dabei Ziele, Bedürfnisse, Antriebe und Nutzer:innen-Charakteristika berücksichtigen. Abhängig von den Evaluationsergebnissen wird die Weiterentwicklung des Systems geplant oder Informationsmaterial (wie Anleitungen oder verbesserte Beschreibungen) erstellt (GDD-1; HCD-4; GDD-2; HCD-5; HCD-1; ACD-2; HCD-6).

Das Prinzip des Systems als Abschluss des Entwicklungsprozesses hat für die Zusammenarbeit mit älteren Erwachsenen mehrere wichtige Implikationen. Zunächst bedeutet es, dass die Interaktion zwischen den älteren Nutzer:innen und dem digitalen System besonders intensiv betrachtet wird, um sicherzustellen, dass ihre Sensorik, Kognition und Motorik angemessen berücksichtigt werden. Durch regelmäßige Evaluationen der Nutzung können wichtige Erkenntnisse über die Bedürfnisse, Antriebe und Charakteristika der älteren Nutzer:innen gewonnen werden, die in die weitere Entwicklung des Systems einfließen. Diese Rückmeldungen können dabei unterstützen, dass das digitale System den Erwartungen der älteren Nutzer:innen entspricht und kontinuierlich verbessert wird. Basierend auf den Evaluationsergebnissen können spezifische Materialien,

wie Anleitungen, erstellt werden, um die Gebrauchstauglichkeit weiter zu erhöhen und Unsicherheiten zu minimieren. Dies kann nicht nur die Akzeptanz des Systems erhöhen, sondern auch die langfristige Nutzung durch ältere Erwachsene, da ihre individuellen Erfahrungen und Herausforderungen aktiv in den Entwicklungsprozess einfließen.

EDD-7 —Gestalter:innen fokussieren die gleichberechtigte Zusammenarbeit mit der Zielgruppe

EDD ist ein Gestaltungsprozess mit klarem Fokus auf den Bedürfnissen der Nutzer:innen (vgl. ACD-3). Dabei wird die partizipative Zusammenarbeit mit der Zielgruppe als zentrale Schlüsselkomponente betont, wobei die Anerkennung der Motive, Ziele und Merkmale aller Interessengruppen im Vordergrund steht. Die Ergebnisse sollen direkt in die Systemgestaltung einfließen, indem die Zusammenarbeit mit den Zielgruppen intensiviert wird.

Ein zentraler Aspekt von EDD ist die veränderte Rolle der Gestalter:innen. Sie bringen ihre Expertise ein, fungieren aber gleichzeitig als Moderator:innen und fördern eine gleichberechtigte Zusammenarbeit mit der Zielgruppe. Während die Expertise der Gestalter:innen unentbehrlich bleibt, zielt der Prozess darauf ab, Empathie zu fördern, um die Perspektiven der Nutzer:innen besser zu verstehen. Dies erfordert die Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses, das auf Zusammenarbeit und Vertrauen beruht, ohne dass Gestalter:innen ihre fachlichen Rollen aufzugeben.

Durch die partizipative Zusammenarbeit mit der Zielgruppe und die Umgestaltung der Rolle von Gestaltenden strebt EDD an, das Design von Systemen und Produkten noch besser auf die Bedürfnisse und Anforderungen der Interessengruppen abzustimmen. Der Prozess zielt darauf ab, Systeme und Produkte mit hoher Gebrauchstauglichkeit zu entwickeln.

4.6 Limitationen

Der EDD-Prozess fokussiert auf Empathie und basiert auf menschenzentrierten Ansätzen. Der Prozess basiert auf Prinzipien, die MCI-Expert:innen bekannt sind, und legt einen besonderen Schwerpunkt auf die emotionale und rationale Einbindung der Zielgruppe. Mithilfe der sieben Grundprinzipien des EDD-Prozesses soll sichergestellt werden, dass sowohl die Bedürfnisse der Nutzer:innen als auch ihre Perspektiven im Gestaltungsprozess berücksichtigt werden. Dies ist besonders relevant, wenn junge Softwareentwickler:innen mit älteren Erwachsenen als Zielgruppe zusammenarbeiten, da der EDD-Prozess helfen soll, ein gegenseitiges Verständnis und eine emotionale Verbindung zu fördern.

Der Fokus auf die aktive Einbindung im EDD-Prozess kann dazu führen, dass die Herausforderungen des menschenzentrierten Gestaltungsprozesses nach ISO-9241-210 noch weiter verstärkt werden. Beispielsweise erfordert die Einbindung von Nutzer:innen oft viel Zeit und Ressourcen, da regelmäßige Fokusgruppen oder Workshops organisiert und koordiniert werden müssen. Gleichzeitig sind auch andere Aspekte für den Erfolg eines digitalen Systems relevant (siehe bspw. Kapitel 2). Beim Einsatz des EDD-Prozesses ist es also wichtig, den Prozess vorausschauend zu planen und laufend zu überprüfen.

4 Entwicklung eines menschenzentrierten Technikentwicklungsprozesses zur aktiveren Nutzer:innen-Einbindung

Die Vorbehalte gegenüber PD bestehen auch im EDD. Gegebenenfalls werden diese durch den Fokus auf Empathie im Gestaltungsprozess noch weiter verstärkt. Eine Herausforderung von EDD bleibt das Fehlen standardisierter Verfahren zur systematischen Überprüfung von Gestaltungsvorhaben. Allerdings kann der Prozess genutzt werden, um Gestaltungshypothesen zu beantworten und in dem Zusammenhang Reflexionswerkzeuge zu entwickeln.

Bei EDD kann, wie bei PD, der hohe Ressourcenaufwand für die Nutzer:innen und die Gestalter:innen eine Herausforderung darstellen. Nutzer:innen müssen möglicherweise Zeit für zusätzliche Methodendurchführungen aufbringen. Für Gestalter:innen bedeutet die Einbindung von Nutzer:innen in den Entwicklungsprozess zusätzlichen Aufwand, um Feedback zu analysieren und in das Projekt zu integrieren. Diese Beschränkungen führen in den meisten Fällen dazu, dass nicht alle potenziellen Nutzer:innen an den partizipativen Aktivitäten teilnehmen oder die Gestalter:innen nicht alle vorgeschlagenen Verbesserungen umsetzen können. Es ist wichtig, Strategien zu entwickeln, um diese Zeit- und Ressourcenbeschränkungen zu minimieren und den partizipativen Prozess effektiv zu gestalten.

Eine weitere Limitation des EDD-Prozesses liegt in der potenziellen Verzerrung durch die Auswahl der beteiligten Nutzer:innen. Auch wenn Repräsentanten einer Gruppe in den Gestaltungsprozess eingebunden werden, spiegeln diese oft nicht die volle Heterogenität der Gruppe wider. Besonders herausfordernd ist dies in Bereichen, in denen die aktivsten und lautstärksten Vertreter:innen häufig stark von den übrigen Gruppenmitgliedern abweichen. In solchen Fällen besteht die Gefahr, dass lediglich die Ansichten einer kleinen, aber präsenten Teilgruppe berücksichtigt werden. Gerade in diesen Fällen ist es erforderlich, Gestalter:innen als empathische Moderator:innen mit einer hohen Kommunikations- und Konfliktlösungsfähigkeit einzusetzen, die Methodendurchführungen leiten können.

4.7 Zusammenfassung und Fazit

Die Entwicklung von Technologien für ältere Erwachsene stellt eine besondere Herausforderung dar, da ihre vielfältigen Bedürfnisse und Erwartungen häufig von denen jüngerer Nutzungsgruppe abweichen. Insbesondere jüngere Entwickler:innen haben oft Schwierigkeiten, sich in die Perspektive älterer Menschen hineinzusetzen. Um einen Beitrag zur Lösung dieses Problems zu leisten, wurde der Empathy-Driven-Development (EDD)-Prozess entwickelt. Dieser zielt darauf ab, die Empathie der Gestalter:innen zu fördern und die Nutzer:innen aktiv in den Entwicklungsprozess einzubinden. So soll unterstützt werden, dass die entwickelten Technologien besser auf die Bedürfnisse der Nutzer:innen zugeschnitten sind.

In diesem Kapitel wurden vier menschenzentrierte Gestaltungsansätze untersucht: der Menschenzentrierte Gestaltungsprozess nach DIN e.V. (Hrsg.) [2020] (Siehe Abschnitt 4.1), Goal-Directed-Design (siehe Abschnitt 4.2), Activity-Centered-Design (siehe Abschnitt 4.3) und Partizipative Gestaltung (siehe Abschnitt 4.4). Jeder dieser Ansätze bringt Stärken in den Bereichen Beteiligung der Nutzer:innen und Aufgabenfokus mit sich, stößt jedoch auch auf Limitationen, insbesondere hinsichtlich der aktiven Einbindung der Nutzer:innen.

4 Entwicklung eines menschenzentrierten Technikentwicklungsprozesses zur aktiveren Nutzer:innen-Einbindung

Das Goal-Directed-Design (GDD) überwindet die Kluft zwischen Analyse und Gestaltung, indem es neue Methoden einführt, die den Übergang erleichtern [Cooper u. a., 2014]. Das Activity-Centered-Design (ACD) legt den Fokus auf die Aktivitäten der Nutzer:innen als zentrales Element der Anforderungsanalyse [Norman, 2005]. Die partizipative Gestaltung (PD) ermöglicht die Einbindung unterschiedlicher Interessengruppen als gleichberechtigte Partner:innen in den Entwicklungsprozess [Sanders und Stappers, 2008, bspw.].

Auf Basis dieser Erkenntnisse wurde ein neuer, agiler Gestaltungsprozess entwickelt, der auf eine empathische und aktive Beteiligung der Nutzer:innen abzielt. Durch die partizipative Zusammenarbeit und kooperative Methodendurchführung sollen die Perspektiven aller Interessengruppen systematisch in den Entwicklungsprozess integriert werden. Dabei soll der EDD-Prozess die Rolle der Gestalter:innen von Expert:innen zu gleichberechtigten Partner:innen in der Gestaltung transformieren.

Der EDD-Prozess bietet Forscher:innen und Praktiker:innen neue Ansätze zur Entwicklung digitaler Technologien, die flexibel an verschiedene Nutzungsgruppen angepasst werden können. Besonders wertvoll kann der Ansatz für agile Transformationsprozesse sein, da er die aktive Zusammenarbeit und den Aufbau von Empathie in den Mittelpunkt stellt. Obwohl der Prozess in dieser Arbeit auf ältere Erwachsene fokussiert ist, ist er durch seine Flexibilität auch für andere Zielgruppen anwendbar.

Die in diesem Kapitel präsentierten Ergebnisse bilden die Grundlage für die in den folgenden Kapiteln behandelten Aspekte. Kapitel 5 widmet sich der praktischen Erprobung des EDD-Prozesses in der Zusammenarbeit mit älteren Erwachsenen. In Kapitel 6 wird die Entwicklung und Anwendung eines Reflexionswerkzeugs zur Systematisierung partizipativer Technikentwicklung diskutiert.

5

Anwendung des Empathy-Driven-Development Prozesses am Beispiel des Historytelling-Systems

In diesem Kapitel liegt der Schwerpunkt auf der praktischen Anwendung und Evaluation der verschiedenen Phasen des Empathy-Driven-Development (EDD) Prozesses, der in Kapitel 4 entwickelt wurde. Der EDD-Prozess hebt die Bedeutung von Empathie hervor, insbesondere in der Gestaltung für ältere Nutzer:innen, da Entwickler:innen oft jünger sind und sich daher in die Perspektiven und Lebensrealitäten älterer Menschen nur schwer hineinversetzen können. Ältere Menschen sind jedoch eine sehr heterogene Gruppe, deren Bedürfnisse und Erwartungen sich häufig stark von stereotypen Vorstellungen unterscheiden. Ein tiefgehendes Verständnis dieser Zielgruppe ist daher unerlässlich, um gebrauchstaugliche digitale Technologien zu gestalten.

In diesem Kontext wurde ein System entwickelt, das es älteren Nutzer:innen ermöglichen soll, ihre Erinnerungen und Erfahrungen digital zu teilen – das sogenannte Historytelling-System (HT-System). Das HT-System orientiert während der Entwicklung an den Prinzipien des EDD-Prozesses und zielt darauf ab, das breite Spektrum an Erfahrungen, Fähigkeiten und Interessen dieser Altersgruppe zu berücksichtigen. Diese Zielsetzung basiert unter anderem auf dem Bedürfnis älterer Menschen, ihr Wissen weiterzugeben, was eine wichtige Rolle für deren psychisches Wohlbefinden spielt [Erikson und Erikson, 1998].

Die Entwicklung des HT-Systems erfolgte in enger Zusammenarbeit mit Vertreter:innen der Zielgruppe ($N = 429$) über einen Zeitraum von fünf Jahren und beinhaltete den Einsatz von 54 partizipativen Methodendurchführungen. Dabei wurden die altersgerechten Designrichtlinien, die in Kapitel 3 abgeleitet wurden, in der Praxis überprüft und präzisiert. Das HT-System dient somit als exemplarisches Modell für die Anwendung und Effektivität dieser Richtlinien.

Um die Entwicklung und Umsetzung des HT-Systems nachvollziehbar zu machen, werden in den folgenden Abschnitten die Vision und das Konzept des Systems, die angewandten Methoden des Entwicklungsprozesses sowie die technische Umsetzung detailliert beschrieben: Zunächst wird in Abschnitt 5.2 die Vision und das Konzept des HT-Systems detailliert erläutert, um einen Einblick in dessen Ziele und zentrale Anforderungen zu geben. Abschnitt 5.1 erläutert die Vision und das Konzept des HT-Systems und stellt dessen zentrale Anforderungen vor. In Abschnitt 5.3 wird die methodische

Herangehensweise beschrieben und die Einbettung des Systems in den EDD-Prozess veranschaulicht. Dabei wird ein besonderes Augenmerk auf die Methoden der einzelnen Entwicklungsphasen gelegt. Abschnitt 5.3 thematisiert die Anwendung der altersgerechten Gestaltungsrichtlinien im HT-System und veranschaulicht deren praktische Relevanz. Abschließend werden in Abschnitt 5.4 und Abschnitt 5.5 das Konzept zur technischen Umsetzung dargestellt und die Ergebnisse des Methodeneinsatzes sowie abgeleitete Richtlinien zur Zusammenarbeit mit älteren Erwachsenen diskutiert.

5.1 Vorgehensweise bei der Entwicklung

Der Fokus bei der Entwicklung des HT-Systems lag auf der iterativen Anwendung des EDD-Prozesses, um Beispiele für die in Kapitel 3 entwickelten Gestaltungsrichtlinien und Erkenntnisse für den zukünftigen Einsatz des EDD-Prozesses sowie zur Zusammenarbeit mit älteren Erwachsenen ableiten zu können. Das Vorgehen gliederte sich in die drei übergeordneten Prozessphasen: Verständnis, Gestaltung und Produktnutzung, wobei der Entwicklungsschwerpunkt im HT-Projekt auf den ersten beiden Phasen lag.

Im Rahmen der Entwicklung des HT-Systems wurden insgesamt 54 partizipative Methoden mit der Zielgruppe durchgeführt. Die Zuordnung der Methoden zu den Phasen des EDD-Prozesses sowie die Häufigkeit der Durchführung ist in Abbildung 5.1 dargestellt.

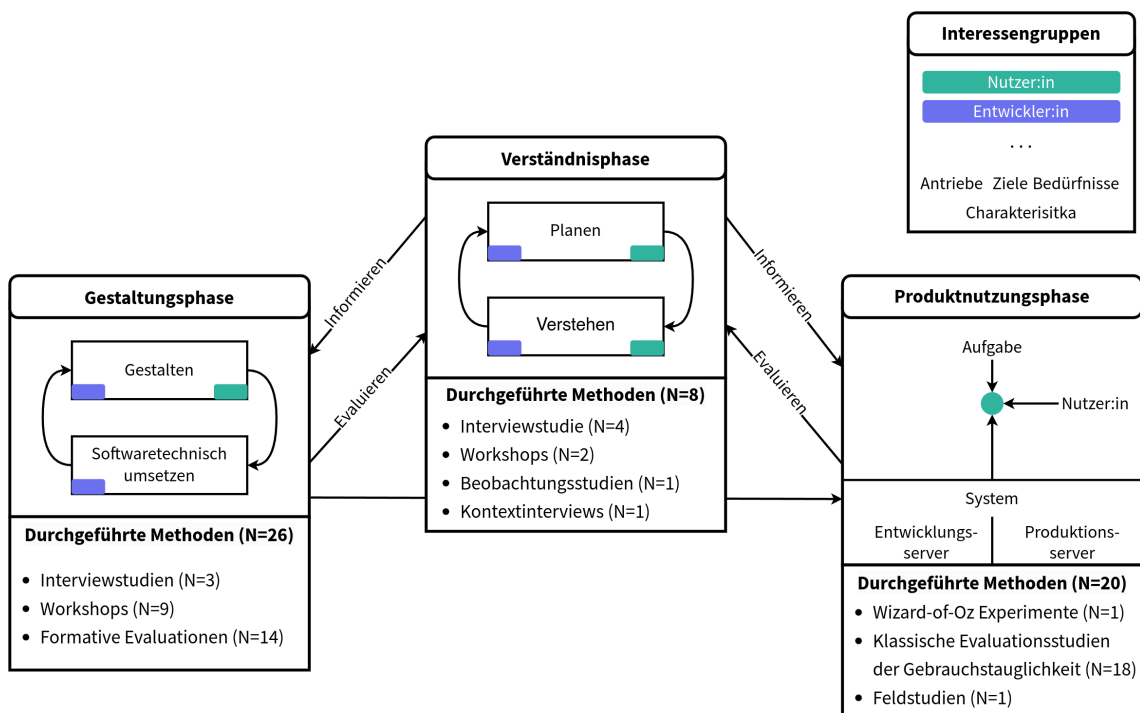


Abbildung 5.1: Methoden des Empathy-Driven-Development Prozesses in der Praxis. Die Häufigkeit der Methodendurchführungen ist jeweils hinter dem Methodennamen vermerkt.

5.1.1 Methoden der Verständnisphase

In der Verständnisphase der Entwicklung von HT wurden vier Interviewstudien, zwei Workshops, eine Beobachtungsstudie und ein Kontextinterview durchgeführt, um ein Verständnis der Nutzungsgruppe, ihrer Bedürfnisse und Herausforderungen aufzubauen (für einen Überblick siehe Abbildung 5.1). Während der Beobachtung wurde die Zielgruppe bei der Nutzung anderer Technologien beobachtet. Dadurch konnten Erkenntnisse über die Bedürfnisse und die Präferenzen der älteren Erwachsenen gewonnen werden. Interviews wurden geführt, um mögliche Touchpoints mit dem HT-System und den System-Komponenten abzuleiten. In der ersten Interviewstudie zu Beginn des Projekts wurde ein *User Centered Design Canvas*⁴ genutzt, um die Herausforderungen und Motive beim Teilen von Lebensgeschichten sowie potenzielle Lösungsmöglichkeiten abzuleiten (Ergebnisse aus der Interviewstudie sind in Abschnitt 5.2 dargelegt) [Volkman, Sengpiel und Jochems, 2016].

Im weiteren Verlauf der Entwicklung wurden Fokusgruppen und Kontextinterviews eingesetzt, um ein tieferes Verständnis für den Nutzungskontext und die spezifischen Anforderungen der Zielgruppe zu gewinnen. Durch die direkte Interaktion mit den Nutzer:innen konnten detaillierte Einblicke gewonnen und konkrete Herausforderungen identifiziert werden. Um gemeinsam mit den Nutzer:innen die dort abgeleiteten Anforderungen in Gestaltungshypothesen zu übersetzen, wurden Workshops durchgeführt. Diese kollaborative Herangehensweise ermöglichte es, die Perspektive der Nutzer:innen direkt in den Entwicklungsprozess einfließen zu lassen. Ergänzend zu den menschenzentrierten Methoden wurden auch literaturbasierte Recherchen durchgeführt, um den Stand der Technik für die Entwicklung der einzelnen Komponenten von HT zu ermitteln und das System auf einer wissenschaftlichen Grundlage aufzubauen. Durch die Kombination dieser verschiedenen Methoden in der Verständnisphase konnte ein umfassendes Bild der Nutzungsgruppe und ihrer Anforderungen gewonnen werden. Dieses Verständnis bildete die Basis für die Gestaltungsphase der einzelnen Komponenten von HT.

Ergebnisse aus der Verständnisphase können in zwei Ebenen kategorisiert werden. Einerseits legten die Ergebnisse den Planungsrahmen für die Systementwicklung des HT-Systems fest und andererseits stellten sie Erkenntnisse für die Entwicklung einzelner Komponenten bereit. Die für die Planung des Gesamtsystems relevanten Ergebnisse sind in Abschnitt 5.2 dargestellt. Die für einzelne Komponenten spezifischen Ergebnisse wurden in vier Beiträgen publiziert. Deren jeweiligen wissenschaftlichen Beiträge werden in Tabelle 5.1 dargestellt.

⁴<https://ucdc.therecangles.com/>

Tabelle 5.1: Publikationen aus der Anwendung des EDD-Prozesses, die der Verständnisphase zugeordnet werden können

Beitrag	Quelle
Sechs Faktoren, die bei der Entwicklung einer Feedback-Komponente für das HT-System beachtet werden sollten.	Volkmann, Sengpiel und Jochems [2017]
Informationen über Kontexte, in denen ältere Erwachsene ihre Lebensgeschichten weitergeben und über die Güte bekannter Stimulusmaterialien (bspw. Erinnerungsalben).	Volkmann u. a. [2018b]
Informationen über bisher genutzte Spracheingaben und die Herausforderungen älterer Erwachsener	Volkmann u. a. [2019a]
Informationen über die Ängste und wahrgenommene fehlende Kenntnisse bezüglich sozialer Netzwerkseiten von älteren Erwachsenen	Volkmann, Miller und Jochems [2020]

5.1.2 Methoden der Gestaltungsphase

In der Gestaltungsphase der Entwicklung des HT-Systems wurden drei Interviewstudien, neun Workshops und 14 formative Evaluationen eingesetzt, um die Nutzer:innen aktiv in den Gestaltungsprozess einzubinden und ihre Bedürfnisse und Anforderungen direkt in die Entwicklung einfließen zu lassen (für einen Überblick siehe Abbildung 5.1). So konnten funktionale Anforderungen für die einzelnen Komponenten abgeleitet werden. Interviews wurden durchgeführt, um die Teilnehmer:innen zu spezifischen, für eine Komponente erstellten Szenarien zu befragen. Diese Szenarien dienten als Grundlage für weitere Diskussionen und ermöglichten die Erfassung der Erwartungen, Wünsche und Bedenken der Nutzer:innen in Bezug auf konkrete Nutzungssituationen. Die Workshops dienten als Diskussionsplattform, um in enger Kooperation gemeinsam Ideen zu generieren und die Gestaltung der HT-Komponenten voranzutreiben. Dafür wurden einerseits Ergebnisse der Interviews vertieft und andererseits ko-kreativ Gestaltungsartefakte entwickelt.

Formative Evaluationen von Low- und High-Fidelity-Prototypen führten zu iterativen Verbesserungen bei der HT-Systementwicklung, indem von den Nutzer:innen frühzeitig Feedback eingeholt wurde. Durch die schrittweise Erhöhung des Detailgrads der Prototypen konnten Gestaltungsentscheidungen sukzessive verfeinert werden. Durch diese kollaborative Herangehensweise wurde sichergestellt, dass die Perspektive der Nutzer:innen in allen Gestaltungsentscheidungen berücksichtigt wurde.

Ergebnisse aus der Gestaltungsphase können in drei Ebenen kategorisiert werden. Erstens lieferten die Methodendurchführungen Informationen über Gestaltungen, die als Praxisbeispiele für die in Kapitel 3 entwickelten Gestaltungsrichtlinien für ältere Erwachsene genutzt wurden. Zweitens wurde aus den Ergebnissen der Zusammenarbeit mit den älteren Erwachsenen ein Prototyp softwaretechnisch umgesetzt. Drittens wurden Gestaltungsartefakte entwickelt, die die spezifischen Anforderungen und Bedürfnisse der

Zielgruppe erfüllen sollten. Die für einzelne Komponenten spezifischen Ergebnisse wurden in sechs Beiträgen publiziert. Deren jeweiligen wissenschaftlichen Beiträge werden in Tabelle 5.2 dargestellt.

Tabelle 5.2: Publikationen aus der Anwendung des EDD-Prozesses, die der Gestaltungsphase zugeordnet werden können

Beitrag	Quelle
Gestaltungselemente für die Feedback-Komponente im HT-System.	Volkmann, Sengpiel und Jochems [2017]
Aufgaben zur Beschreibung einer Eingabemaske für Geschichten im HT-System und spezifische Gestaltungselemente.	Volkmann u. a. [2018a]
Gestaltungselemente für Stimulusmaterial im HT-System. Gestaltungselemente für die Registrierung im HT-System	Volkmann u. a. [2018b] Volkmann, Sengpiel und Jochems [2018]
Gestaltungselemente für Sprachassistenten im HT-System	[Volkmann u. a., 2020b]
Anforderungen an ein digitales Design-System und dessen softwaretechnische Umsetzung	Volkmann u. a. [2019b]

5.1.3 Methoden der Produktnutzungsphase

In der Produktnutzungsphase der Entwicklung von HT wurde ein Wizard-of-Oz-Experiment und 18 Evaluationen der Gebrauchstauglichkeit durchgeführt (für einen Überblick siehe Abbildung 5.1). Im Rahmen dessen wurden in einem Mixed Method Ansatz quantitative und qualitative Daten erhoben. Dafür wurden etwa Interviews und Fragebögen (z.B. User Experience Questionnaire [Laugwitz, Held und Schrepp, 2008], System Usability Scale [Brooke, 1996] und Attrakdiff [Hassenzahl, Burmester und Koller, 2003]) eingesetzt. So konnten die entwickelten Komponenten jeweils im Gesamtsystem getestet und die Nutzung in der Praxis evaluiert werden. Ein zentraler Ansatz war der integrative Software-Entwicklungsansatz, bei dem die Komponenten direkt im Entwicklungssystem bereitgestellt wurden. Dies ermöglichte eine unmittelbare Testung der Funktionalität und Konsistenz der Komponenten im Zusammenspiel mit dem Gesamtsystem. Mithilfe der Gebrauchstauglichkeitsevaluation konnten im Rahmen von Beobachtungen der Nutzer:innen-Interaktionen, Interviews und unterschiedlichen Fragebögen Erkenntnisse über die Gebrauchstauglichkeit der Komponenten gewonnen werden.

Ergebnisse aus der Produktnutzungsphase betreffen die Gebrauchstauglichkeit der einzelnen Komponenten. Die für einzelne Komponenten spezifischen Ergebnisse wurden in fünf Beiträgen publiziert. Deren jeweiligen wissenschaftlichen Beiträge werden in Tabelle 5.3 dargestellt.

Tabelle 5.3: Publikationen aus der Anwendung des EDD-Prozesses, die der Produktnutzungsphase zugeordnet werden können

Beitrag	Quelle
Qualitative Evaluationsergebnisse bezüglich der entwickelten Eingabekomponente.	Volkmann u. a. [2018a]
Quantitative Evaluationsergebnisse für den im HT-System umgesetzten Sprachassistenten.	Volkmann u. a. [2020b]
Vergleichende Evaluationsergebnisse für Komponenten mit und ohne Berücksichtigung von Gestaltungsrichtlinien für ältere Erwachsene.	Volkmann u. a. [2019b]
Qualitative Evaluationsergebnisse bezüglich einer Komponente für Stimulusmaterial im HT-System.	Volkmann u. a. [2020a]
Quantitative Evaluationsergebnisse für eine Registrierungskomponente und eine Landing-Page für das HT-System	Volkmann, Miller und Jochems [2020]

5.1.4 Kurz- und langfristige Nutzer:innen-Einbindung

Die aktive Einbindung von Nutzer:innen war ein entscheidender Aspekt bei der Entwicklung des HT-Systems. Dabei war sowohl die kurzfristige Zusammenarbeit mit unterschiedlichen Einzelpersonen der Zielgruppe als auch die langfristige, vertiefte Zusammenarbeit mit einer festen Gruppe essenziell. Kurzfristige Kooperationen ermöglichten den Einbezug einer diversen Nutzungsgruppe, wodurch vielfältige Impulse erhalten wurden. Gleichzeitig war die kurzzeitige Zusammenarbeit eine ressourcensensible Möglichkeit, das System aus verschiedenen Perspektiven zu beleuchten. Eine langfristige Zusammenarbeit mit spezifischen Nutzungsgruppen ermöglichte eine regelmäßige, iterative Validierung und kontinuierliche Verbesserung. So konnte das System an die realen Bedürfnisse der Nutzer:innen angepasst werden. Die vertiefte Zusammenarbeit ermöglichte darüber hinaus, Aspekte wie Nachhaltigkeit der Zusammenarbeit und die iterative Komponenten-Entwicklung zu fokussieren [Volkmann, Sengpiel und Jochems, 2022; Volkmann, Dresel und Jochems, 2023].

Über einen Zeitraum von fünf Jahren wurden insgesamt 429 Teilnehmer:innen (316 weiblich, 105 männlich, im Alter zwischen 15 und 93 Jahren $M = 68,8$) in 54 partizipative Methoden Anwendungen eingebunden (siehe auch Tabelle 5.4).

Im Rahmen der kurz- und langfristigen Zusammenarbeit mit unterschiedlichen Nutzungsgruppen konnten im Rahmen der Nutzung des EDD-Prozesses Erkenntnisse auf zwei Ebenen abgeleitet werden. Erstens konnten praktische Erfahrungen für die Entwicklung mit dem EDD-Prozess gesammelt werden (Abschnitt 5.5.1). Zweitens konnten

Richtlinien zur Zusammenarbeit mit älteren Erwachsenen abgeleitet werden (Abschnitt 5.5.2). Weiterhin wurden Erkenntnisse in den in Tabelle 5.5 dargestellten Publikationen veröffentlicht.

Tabelle 5.4: Anzahl aller einbezogenen Teilnehmer:innen zur Entwicklung des Historytelling-Systems

Phase	N	Teilnehmer:innen Geschlecht			
		w	m	M_{Alter}	N_{Alter}
Verständnisphase	67	48	19	68,6	55
Gestaltungsphase	182	144	43	70,0	119
Produktnutzungsphase	180	124	43	68,1	141
Insgesamt	429	316	105	68,8	320

Tabelle 5.5: Publikationen aus der Anwendung des EDD-Prozesses, die der Zusammenarbeit mit der Zielgruppe zugeordnet werden können

Beitrag	Quelle
Kollaboration mit Gemeinschaften bei der partizipativen Technikentwicklung	Volkmann, Sengpiel und Jochems [2022]
Die Bedeutung von Initiative und externen Faktoren für die Ausgewogenheit von Machtverhältnissen bei der partizipativen Technikentwicklung	Volkmann, Dresel und Jochems [2023]

5.2 Ergebnisse der Verständnisphase

Zu Beginn des HT-Projekts wurden Interviews mit elf potenziellen Nutzer:innen (7 weiblich, 4 männlich) im Alter von 62 bis 81 Jahren ($M = 71.36$, $SD = 5.43$) durchgeführt, um Nutzungsanforderungen zu analysieren und eine erste Historytelling-Idee gemeinsam mit der Nutzungsgruppe zu schärfen. Die Ergebnisse wurden in einem *User Centered Design Canvas* zur weiteren Nutzung festgehalten [Volkmann, Sengpiel und Jochems, 2016]. Basierend auf den Ergebnissen wurde die zentrale Anforderung an das Projekt, ein primäres Nutzungsszenario, eine *User Journey Map* und der potenzielle Einfluss auf individueller, Gruppen- und gesellschaftlicher Ebene des Projekts abgeleitet. Diese initialen Erkenntnisse wurden im weiteren Projektverlauf iterativ angepasst und um *User Storys* sowie Systemanforderungen erweitert.

5.2.1 Ein Historytelling-Szenario: Carols Reise durch die Vergangenheit

Weil erste Konzepte eine direkte Möglichkeit für Teilnehmer:innen bieten, Gedanken zu äußern, können Szenarien und User Journeys bei der erfolgreichen Zusammenarbeit mit älteren Erwachsenen unterstützen, indem mit diesen Werkzeugen eine gemeinsame

Richtung und Zielvorstellung aufgebaut werden kann [Vines u. a., 2012]. Ein gut ausgearbeitetes erstes Konzept hilft außerdem dabei, die Erwartungen der Teilnehmenden zu moderieren und eine vertrauensvolle Atmosphäre zu schaffen [Bratteteig und Wagner, 2010].

Die zentrale Anforderung an das Projekt lässt sich in einem Satz zusammenfassen.

Das System soll ermöglichen, auf einer digitalen Netzwerk-Webseite Lebensgeschichten zu dokumentieren, diese mit multimedialen Inhalten anzureichern und sie zusätzlich in einen zeitlichen wie örtlichen Kontext zu bringen.

Um diese zentrale Anforderung an das HT-System zu veranschaulichen, wird im Folgenden ein konkretes Nutzungsszenario [Rosson und Carroll, 2007] beschrieben, das in Form eines Storyboards in Abbildung 5.2 visualisiert ist.

Carol Meyer ist eine 70-jährige Rentnerin, die durch ihre Heimatstadt fährt. Sie spricht mit ihrem besten Freund Oliver über eine Webseite namens HT. Auf dieser Webseite können Lebensgeschichten mit Freunden und Familie geteilt werden. Während der Busfahrt erinnert sich Carol an ein altes Rock 'n' Roll-Tanzcafé, das sich früher an der Stelle eines Bekleidungsgeschäfts befand. Inspiriert von dieser Erinnerung und Olivers Erzählungen über die Webseite, beschließt Carol zu Hause, ihre eigene Geschichte mithilfe des HT-Systems zu verfassen. Sie schreibt über emotionale Erlebnisse aus der Jugend, lädt Fotos hoch, markiert den Standort des Tanzcafés auf einer Karte und ordnet ihre Geschichte zeitlich ein. Ihre erste Lebensgeschichte ist somit fertig zum Teilen. Ihr stets an ihren Geschichten interessierter Enkel Conor erhält eine Benachrichtigung über die neue Geschichte seiner Großmutter. Inspiriert von der geteilten Geschichte seiner Großmutter, besucht Connor sie am nächsten Tag, um gemeinsam durch ihre Fotoalben zu stöbern. Carol freut sich, dass sich jemand an ihrer Geschichte interessiert ist. Durch die räumliche und zeitliche Einordnung von Carols Geschichte in HT, wird Carols Beitrag zu einem Teil einer größeren Geschichte, die von vielen Menschen erzählt und geteilt wird, wodurch sich ein gesamtheitliches Bild von Geschehnissen und Orten mit verschiedenen Meinungen aus unterschiedlichen Perspektiven formt.

Das Szenario liefert erste Ansätze, wie das System die Dokumentation und das Teilen von Lebensgeschichten mit multimedialen Inhalten und in einem zeitlichen und örtlichen Kontext ermöglicht und wie es die Verbindung zwischen Familienmitgliedern und Freunden stärken kann.

Um die Interaktionen der Nutzer:innen mit dem System noch detaillierter zu betrachten und die Touchpoints mit den einzelnen Systemteilen zu identifizieren, wurde im nächsten Schritt eine User Journey Map erstellt [Endmann und Keßner, 2016]. Diese visualisiert die Schritte, die Carol unternimmt, um ihre Geschichte zu veröffentlichen und Feedback zu erhalten, und legt den Fokus auf ihre emotionalen Zustände und Gedanken während des Prozesses (siehe Abbildung 5.3). Besonders wertvoll ist die User Journey Map für die Identifizierung von Momenten, in denen Carol besondere Freude oder Frustration erlebt. Diese emotionalen Hoch- und Tiefpunkte sind entscheidend für das Verständnis der Bedürfnisse der Nutzungsgruppe und somit für die gebrauchstaugliche Gestaltung des Systems. Beispielsweise könnte ein Moment der Freude entstehen,

5 Anwendung des Empathy-Driven-Development Prozesses am Beispiel des Historytelling-Systems



(1) Schauen wir auf unseren Star von Historytelling, Carol Meyer. Sie fährt gerade mit dem Bus durch ihre Heimatstadt und führt mit ihrem besten Freund Oliver eine angeregte Diskussion.



(2) Oliver hat vor ein paar Tagen eine Website gefunden, auf der man Lebensgeschichten mit Freunden und Familie teilen kann – Historytelling.



(3) Während Oliver mittlerweile den Bus verlassen hat, fährt Carol noch ein paar weitere Stationen. Sie sieht ein Bekleidungsgeschäft in der Annenstraße, das sie vorher noch nie so richtig wahrgenommen hat.



(4) Plötzlich erinnert sie sich – genau an dieser Stelle war damals das Rock 'n' Roll-Tanzcafé in dem sie so viele spaßige Wochenenden verbracht hat als sie noch jung war.



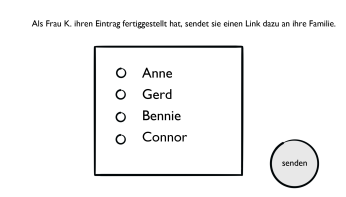
(5) Als Carol zu Hause ankommt, möchte sie sofort die Website, von der ihr Oliver im Bus erzählt hat, ausprobieren und ihre eigene erste Geschichte verfassen. Sie schaltet also ihren Laptop ein, macht sich ihren Lieblingstee und holt eines ihrer Fotoalben.



(6) Nach der Anmeldung auf der Historytelling-Webseite geht es direkt los mit dem Aufschreiben ihrer emotionalen Erlebnisse aus der Jugend.



(7) Dazu direkt noch ein paar Fotos aus den alten Zeiten hochladen und auf der Karte markieren, wo das Tanzcafé genau war. Carols erste Lebensgeschichte ist schon verfasst und kann veröffentlicht werden.



(8) In der Liste mit Carol Freunden und Familie findet sich auch ihr Enkel Connor wieder. Der kann nie genug von ihren alten Geschichten bekommen, hat jedoch leider immer wenig Zeit vorbeizukommen.



(9) Was ist das? Connor bekommt auf seinem Tablet eine Benachrichtigung, dass seine Großmutter eine neue Geschichte mit ihm teilen will.



(10) Inspiriert von Carols rührenden Geschichte möchte er mehr erfahren. Kurzum besucht Connor seine Großmutter am folgenden Tag, um zusammen durch Carol Fotoalben zu stöbern.



(11) Carol hat eine Menge zu erzählen und freut sich, dass endlich wieder jemand von ihren Storys begeistert ist.



(12) Mit Historytelling wird Carols Beitrag ein Puzzleteil von einer Geschichte, die von vielen Menschen erzählt und geteilt wird. So formt sich ein gesamtheitliches Bild von Geschehnissen und Orten mit verschiedenen Meinungen aus unterschiedlichen Sichtweisen.

Abbildung 5.2: Storyboard eines Historytelling-Szenarios (Illustration: Kai Simons)

5 Anwendung des Empathy-Driven-Development Prozesses am Beispiel des Historytelling-Systems

wenn Carol entdeckt, wie einfach es ist, eine Geschichte zu teilen. Allerdings könnte ein Moment der Frustration auftreten, nachdem sie eine Geschichte veröffentlicht hat, weil es gegebenenfalls länger dauert, bis jemand Interesse an ihrer Geschichte zeigt.

Carol Meyer						
🗨️ Eine Geschichte veröffentlichen und Feedback erhalten						
Journey Step	Entdeckung von Historytelling	Vergangene Erinnerungen	Informieren	Registrieren	Erstellung des ersten Beitrags	Feedback erhalten
Gefühle	Nachdenklich	Verträumt	fröhlich	entspannt	ängstlich	euphorisch
Gedanken	"Das gefällt mir! Aber bekomme ich das auch hin?"	"Das Geschäft erinnert mich an das Tanzcafé von damals!"	"Das sind ja so viele spannende Geschichten!"	"Ich möchte auch eine Geschichte schreiben!"	"Hoffentlich interessiert sich jemand für meine Geschichte!"	"Ich freue mich, dass meine Geschichte so gut ankommt!"
Touch Points	<ul style="list-style-type: none"> • Geschichtsübersicht • Einzelne Geschichten • Stimulusmaterial 	<ul style="list-style-type: none"> • Stimulusmaterial 	<ul style="list-style-type: none"> • Landing Page • Einzelne Geschichten • Geschichtsübersicht 	<ul style="list-style-type: none"> • Registrierung 	<ul style="list-style-type: none"> • Eingabe 	<ul style="list-style-type: none"> • Feedback
<p>Welche Komponenten von Historytelling sehen die Nutzer:innen?</p>						

Abbildung 5.3: User Journey Map basierend auf dem Historytelling-Szenario

5.2.2 Das HT-Projekt auf drei Ebenen

Das beschriebene Szenario verdeutlicht, wie HT auf der persönlichen, familiären und gesellschaftlichen Ebenen einen Mehrwert bieten kann (für eine grafische Darstellung der Ebene siehe Abbildung 5.4).



Abbildung 5.4: Die drei Ebenen des HT-Einflusses (Illustrator: Kai Simons)

Auf persönlicher Ebene soll das System älteren Erwachsenen wie Carol ermöglichen, ihre eigenen Lebensgeschichten zu dokumentieren, zu reflektieren und mit multimediale Inhalten anzureichern. Durch das Teilen dieser Geschichten auf der Plattform sollen sie ihre Erinnerungen lebendig halten können und ihre individuellen Erfahrungen wertge-

schätzt werden. Es soll dabei die Reminiszenz und kognitives Training unterstützen, das persönliche Wohlbefinden erhöhen und die Reflexion des eigenen Lebens erlauben [Molinari und Reichlin, 1985]. Im Gegensatz zum Verfassen fiktionaler Geschichten wird beim Teilen autobiografischer Lebensgeschichten zusätzlich das autobiografische Gedächtnis angesprochen [Conway und Pleydell-Pearce, 2000].

Auf familiärer Ebene soll HT die Verbindungen zwischen den Generationen stärken, mit Familienmitgliedern und Freunden. Wie im Szenario beschrieben, inspiriert Carols Geschichte ihren Enkel Connor dazu, mehr über ihre Vergangenheit erfahren zu wollen und gemeinsam mit ihr in Erinnerungen zu schwelgen. Das Teilen von Lebensgeschichten soll den Dialog, das gegenseitige Verständnis und die Wertschätzung innerhalb von Familien fördern. Es soll den jüngeren Generationen ermöglichen, ein tieferes Verständnis für die Erfahrungen und Perspektiven ihrer Vorfahren zu entwickeln. Zudem soll die Technologie erlauben, zeitversetzt zu kommunizieren, sodass Geschichten aufgezeichnet und später von anderen Familienmitgliedern angesehen werden können. Dies ermöglicht eine kontinuierliche Verbindung und den Austausch von Erinnerungen, auch wenn nicht alle Familienmitglieder gleichzeitig präsent sein können.

Abschließend kann HT auch auf gesellschaftlicher Ebene eine große Bedeutung haben. Indem Menschen wie Carol ihre persönlichen Geschichten teilen, sollen sie zu einem kollektiven Gedächtnis beitragen können. Die Plattform soll es ermöglichen, Erinnerungen an Orte, Ereignisse und Zeitperioden aus verschiedenen Blickwinkeln zu sammeln und zu bewahren. Durch die Verknüpfung dieser vielfältigen Perspektiven kann ein facettenreiches Bild der Vergangenheit entstehen, das zum Verständnis und zur Aufarbeitung der Geschichte beiträgt. HT schafft somit einen Raum für den Austausch, die Reflexion und die Bewahrung des kulturellen Erbes.

5.2.3 User Storys und Anforderungen an das System

Um die Anforderungen der Nutzer:innen verstehen zu können, standen die Bedürfnisse, Antriebe und Ziele der Zielgruppe im Mittelpunkt. Aus diesen Erkenntnissen ließen sich User Storys ableiten. Weil User Storys eine klassische Methode zur Anforderungserhebung in agilen Prozessen sind und in der softwaretechnischen Umsetzung genutzt werden können, unterstützen sie die agile Entwicklung im EDD-Prozess.

Im Rahmen der HT-Entwicklung wurden insgesamt fünf übergeordnete Epics und User Storys definiert, die die Grundlage für die Planung und Umsetzung des Systems bildeten (siehe Abbildung 5.5).

Epics sind mittel- bis langfristige Ziele oder Nutzer:innen-Bedürfnisse, die in kleinere übergeordnete Aktionen unterteilt werden. Diese Epics können thematisch gruppiert werden, um eine klare Struktur und Übersicht über die gesamte User-Journey zu schaffen und Bereiche für Verbesserungen leichter zu identifizieren. Aus den übergeordneten Epics werden User Storys abgeleitet: kleinere, überschaubare Aufgaben, die sich an den spezifischen Zielen der Nutzer:innen orientieren. Diese Struktur dient als Leitfaden für das Entwicklungsteam und fördert die Fokussierung auf die tatsächlichen Bedürfnisse der Nutzer:innen. Um den Entwicklungsprozess zu organisieren, kommen Swimlanes zum Einsatz. Hierbei handelt es sich um visuelle Linien, die sogenannte Release Slices (zusammenhängende Gruppen von User Storys) darstellen, die gemeinsam in einem einzigen

5 Anwendung des Empathy-Driven-Development Prozesses am Beispiel des Historytelling-Systems

Release oder einer Iteration veröffentlicht werden können. Swimlanes helfen, Funktionen zu priorisieren und unterstützen die agile Entwicklung, indem sie die Umsetzung von Releases übersichtlich und priorisiert gestalten ⁵.

Epic Entwicklung einer Eingabemaske	Epic Visualisierung einzelner Geschichten	Epic Möglichkeit zur Registrierung auf der Plattform	Epic Visualisierung öffentlicher Geschichten auf einem Zeitstrahl	Epic Nutzung von Stimulus-Material für das Verfassen neuer Geschichten
User Story Als Nutzer:in möchte ich Geschichten verfassen, anpassen und mit Medien und Ereignissen verknüpfen können, um persönliche Inhalte zu erstellen.	User Story Als Nutzer:in möchte ich Geschichten lesen, darauf reagieren können, um mit Inhalten interaktiv und individuell zu interagieren.	User Story Als neuer Nutzer:in möchte ich mich im System registrieren und mich vorab über das System informieren können, um es optimal nutzen zu können.	User Story Als Nutzer:in möchte ich Geschichten auf einem Zeitstrahl organisieren können, um Verknüpfungen zwischen den Geschichten darzustellen.	User Story Als Nutzer:in möchte ich Stimulus-Material durchsuchen, anschauen und in meine eigenen Geschichten integrieren können, um meine Kreativität zu unterstützen.
Aufgabe Nutzer:innen können neue Geschichten erstellen und Texte hinzufügen.	Aufgabe Nutzer:innen können eine Geschichte vollständig lesen.	Aufgabe Nutzer:innen können sich im System registrieren, indem sie eine E-Mail-Adresse, einen Nutzernamen und ein Passwort vergeben.	Aufgabe Nutzer:innen können einzelne Geschichten auf dem Zeitstrahl auswählen und anzeigen lassen.	Aufgabe Nutzer:innen können Stimulus-Material in verschiedenen Formen anschauen oder anhören, einschließlich: Audio-Dateien, Bilder, Datumsangaben, Überschriften und andere Geschichten
Aufgabe Nutzer:innen können Medien zu den Geschichten hinzufügen und eine Beschreibung für diese Medien anlegen.	Aufgabe Nutzer:innen können sich Medien in einer Galerie ansehen.	Aufgabe Nutzer:innen können sich vor der Registrierung FAQs zum System durchlesen.	Aufgabe Nutzer:innen können die Größe der Zeitabschnitte auf dem Zeitstrahl flexibel anpassen (z.B. Tage, Monate, Jahre).	Aufgabe Nutzer:innen können Geschichten auf einer persönlichen Pinnwand speichern und organisieren.
Aufgabe Nutzer:innen können die Reihenfolge der Textbausteine und Medien flexibel anpassen.	Aufgabe Nutzer:innen können Smileys als Reaktionen auf Geschichten abgeben.	Aufgabe Nutzer:innen können sich über sich über das Konzept „Historytelling“ informieren	Aufgabe Nutzer:innen können Verknüpfungen zwischen verschiedenen Geschichten anzeigen lassen, die inhaltliche oder zeitliche Zusammenhänge darstellen.	Aufgabe Nutzer:innen können eigenes Stimulus-Material hochladen.
Aufgabe Nutzer:innen können ihre Geschichte auf einer Zeitleiste zeitlich einordnen.	Aufgabe Nutzer:innen können sehen, wie viele Reaktionen (Smiley-Art und Anzahl) eine Geschichte bereits erhalten hat.	Aufgabe Nutzer:innen können sich vor der Registrierung öffentliche Geschichten im System anschauen.		Aufgabe Nutzer:innen können persönliche Einträge in Sammlungen oder Gruppen abspeichern.
Aufgabe Nutzer:innen können ihre Geschichte mit historischen Ereignissen verknüpfen.				Aufgabe Nutzer:innen können basierend auf vergebenen Tags nach Stimulus-Material suchen.
Aufgabe Nutzer:innen können die Anzeige des Systems (z.B. Farbschema, Layout) nach eigenen Vorlieben individualisieren.				Aufgabe Nutzer:innen können ihre bevorzugten Medientypen auswählen, die angezeigt werden sollen.
Aufgabe Nutzer:innen können die Sichtbarkeit ihrer Geschichte konfigurieren.				

Abbildung 5.5: HT-User-Stories zur Planung und Umsetzung des HT-Systems.

Die erste User Story befasste sich mit der Entwicklung eines Registrierungsprozesses, der es den Nutzer:innen erleichtern sollte, sich im System anzumelden. Eine weitere User Story fokussierte sich auf die Gestaltung einer Eingabemaske, mit der die Nutzer:innen Lebensgeschichten verfassen konnten. Ebenso wurden zwei zentrale User Storys für Visualisierungsoptionen der Lebensgeschichten entwickelt: eine für einzelne und eine für die Darstellung aller öffentlichen Geschichten auf einem Zeitstrahl. Diese Visualisierung-

⁵ <https://userstorymap.io/what-is-user-story-map/>, abgerufen am 27.10.2024

gen sollten die Geschichten für die Nutzer:innen greifbarer machen und eine einfache Navigation ermöglichen. Abschließend umfasste eine fünfte User Story die Nutzung von Stimulus-Materialien als Anker für das Verfassen neuer Geschichten.

5.3 Ergebnisse der Gestaltungsphase

In diesem Abschnitt wird die systematische Aufbereitung der Gestaltungsrichtlinien des HT-Systems beschrieben, die in einem komponentenbasierten Ansatz strukturiert wurden. Dieser Abschnitt baut auf den in Kapitel 3 erarbeiteten Gestaltungsrichtlinien auf und unterteilt sie in Token, Elemente, Komponenten und Seiten.

Ein zentraler Bestandteil dieses Abschnitts ist die detaillierte Beschreibung der speziell für das HT-System entwickelten grundlegenden Gestaltungsbausteine (Token), wie Farben und Schriftarten. Diese bilden die Grundlage für die Gestaltung der Benutzungsoberfläche und können zur Konsistenz des Systems beitragen.

Des Weiteren wird in diesem Abschnitt eine exemplarische Betrachtung der Seiten, Komponenten und Elemente des HT-Systems vorgenommen, wobei die Geschichteneingabe als Fallbeispiel herangezogen wird. Die Umsetzung der Gestaltung durch die zugrunde liegenden Richtlinien wird systematisch dargestellt, um die Verbindung zwischen Gestaltung und Richtlinien darzulegen.

5.3.1 Komponentenbasierte Systematisierung der Gestaltungsrichtlinien

Bestandteile von Benutzungsschnittstellen können auf verschiedenste Arten systematisiert werden. Ein prominentes Beispiel zur Einteilung ist das von Frost [2016] entwickelte *Atomic Design*. Brad Frost nutzt *Atome* als elementare Bausteine, die alleinstehend keine Funktion besitzen. Dazu gehören unter anderem Buttons, Suchleisten oder Eingabefelder. *Atome* werden zu *Molekülen* kombiniert, die eine spezifische Funktion erfüllen, um etwa Buttons und Eingabefelder zu einem Suchformular zu verbinden. *Organismen* wiederum sind kombinierte Molekülgruppen, wie eine Suchleiste in einem Webseitenkopf. *Vorlagen* werden im Atomic Design genutzt, um Atome, Moleküle und Organismen in einer inhaltlichen Struktur darzustellen. So kann der Kontext der unterschiedlichen Teile dargestellt werden. Auch unterschiedliche Inhalte können auf Vorlagen getestet werden. *Seiten* sind letztlich spezifische Instanzen von Templates, die eine Benutzungsschnittstelle auf der finalen Webseite zeigen [Frost, 2016; Debenham, 2017].

Herausforderungen bei dem Atomic-Design-Ansatz sind die Unschärfe und die starre Struktur der Systematisierung [Debenham, 2017]. Eine Alternative zu diesem Ansatz ist daher die Reduzierung auf *Elemente*, *Komponenten* und *Muster*. Elemente beschreiben einerseits basale Gestaltungselemente, wie Farben, Schriftarten und andererseits das Gefühl, das eine Benutzungsschnittstelle vermittelt. Elemente können beispielsweise mithilfe von Collagen zu Beginn eines Projekts kommuniziert und ausgehandelt werden. Komponenten sind alle Teile einer Benutzungsschnittstelle. Dazu gehören etwa Buttons und Eingabefelder, aber auch die Kombinationen aus diesen. Analog zu den *Vorlagen* in der Kategorisierung von Frost [2016] beschreiben *Muster* die Zusammensetzungen von verschiedenen Komponenten [Debenham, 2017].

Bei der Entwicklung des HT-Systems wurde für die Gestaltung und Entwicklung eine Kombination aus diesen beiden Ansätzen gewählt. Dafür wurde eine Einordnung nach *Token*, *Elementen*, *Komponenten*, *Vorlagen* und *Seiten* vorgenommen (siehe Abbildung 5.6). So können die Elemente der Benutzungsschnittstellen einerseits systematisch eingeordnet und andererseits die notwendige Flexibilität bewahrt werden. Token sind ein wesentlicher Bestandteil des Design-Systems, der maßgeblich zur konsistenten und einheitlichen Nutzungserfahrung beiträgt. Sie definieren die grundlegenden Designelemente und sorgen dafür, dass diese in allen Anwendungen des Systems konsistent angewendet werden. Dazu zählen insbesondere die Farbpalette, Schriftarten und Schriftgrößen, aber auch die Beschreibung der genutzten Icon-Pakete und die Tonalität eines Projekts. Diese Token sind das Fundament, auf dem das gesamte Design-System aufgebaut ist. Die Zuordnung der Gestaltungsrichtlinien aus Kapitel 3 zu den Token ist in Tabelle 5.6 dargestellt. Elemente sind die elementaren Bausteine, die allein stehend keine Funktion besitzen. Dazu gehören zum Beispiel Buttons oder Eingabefelder. Komponenten bestehen aus mehreren Elementen mit mindestens einer bestimmten Funktion. Vorlagen beinhalten mehrere Elemente sowie Komponenten und beschreiben die Zuordnung dieser auf Layout-Ebene. Darüber hinaus wird aus dem Atomic Design Ansatz das Konzept der Seiten übernommen, die eine im System umgesetzte Instanz einer Vorlage beschreiben. Im Folgenden werden die einzelnen Schritte dieses Prozesses detailliert erläutert und anhand von Beispielen veranschaulicht.

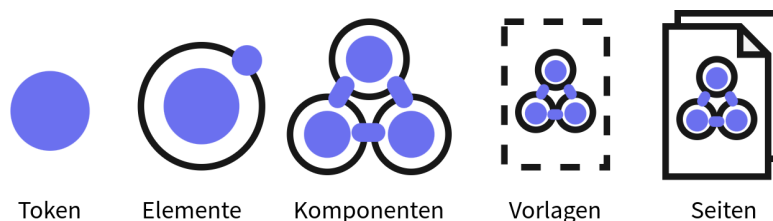


Abbildung 5.6: Komponentenbasierte Systematisierung der Gestaltungsrichtlinien zur Einordnung von Teilen der Benutzungsschnittstellen im Historytelling-System (Abbildung basiert auf [Frost, 2016])

Tabelle 5.6: Zuordnung der Gestaltungsrichtlinien zu Token

ID	Gestaltungsempfehlung	Ebene
WVS-1	Farben	Farben und Texturen kombinieren, blau-grün-Kombinationen vermeiden.
WVS-2	Icons	Relevante und verständliche Icons nutzen.
WVS-4	Kontrast	Kontrast von mind. 5:1 nutzen.
WVL-4	Schriftgröße	Schriftgröße von mind. 12 Punkt nutzen.
WVL-5	Schriftart	Sans-serif-Schriftarten bei Fließtexten nutzen.
WAS-3	Frequenz	Hohe tonale Frequenzen vermeiden.
KAS-5	Konsistenz	Konsistenz bei der Navigation und Aufgabebearbeitung sicherstellen.
KAS-6	Eindeutigkeit	Elemente benötigen verständliche Beschriftungen.
KAS-8	Terminologie	Technische Begriffe vermeiden.
KAS-9	Einfache Sprache	Einfache, vertraute Sprache nutzen.
KLV-1	Konsistenz	Unnötige Komplexität vermeiden.
KLV-3	Veränderungen bei Updates	System bei Updates nur graduell anpassen.

Elemente beinhalten alle Gestaltungsrichtlinien, die sich auf Aspekte beziehen, die keine funktionalen Anforderungen oder keine Elementgruppen betreffen. Das umfasst vor allem das Aussehen der Elemente, abgesehen vom gewählten Farbschema, und das Interaktionsverhalten. Die Zuordnung der Gestaltungsrichtlinien aus Kapitel 3 zu den Elementen ist in Tabelle 5.7 dargestellt.

Tabelle 5.7: Zuordnung zu Elementen

ID	Gestaltungsempfehlung	Ebene
WVL-1	Elementgrößen	Angemessene, individualisierbare Elementgrößen einsetzen.
WVL-7	Klickbare Flächen	Angeklickte Flächen sollten Feedback geben.
MG-2	Zeigen und klicken	Bei Zielobjekten kontextabhängig angemessene Größe nutzen.

Die Komponenten sind die Bausteine, die auf den Elementen aufbauen. Sie beinhalten Gestaltungsrichtlinien, die funktionale Anforderungen und Elementgruppen betreffen. Dazu gehören unter anderem Richtlinien zu Hervorhebungen, sich bewegende Elemente, Anzahl gleichzeitiger Stimuli und Fehlbedienungen. Sie stellen die funktionalen Teile des Design-Systems dar und sind für die Interaktion mit den Nutzer:innen verantwortlich. Die Zuordnung der Gestaltungsrichtlinien aus Kapitel 3 zu den Komponenten ist in Tabelle 5.8 dargestellt.

Tabelle 5.8: Zuordnung der Gestaltungsrichtlinien zu Komponenten

ID	Gestaltungsempfehlung	Kurzzusammenfassung
WVL-2	Gruppierung und Positionierung	Zusammengehörende Elemente gruppieren.
WVL-3	Hervorhebungen	Wichtige Informationen hervorheben.
WVL-6	Weißraum	Weißraum großzügig nutzen.
WVT-1	Sich bewegende Elemente	Sich bewegende Elemente auf ein Minimum beschränken.
WAT-1	Anpassbare Geschwindigkeit	Anpassbarkeit der Geschwindigkeit auditiver Stimuli sicherstellen.
KAA-1	Gleichzeitige Stimuli	Anzahl der Stimuli auf niedrigem Niveau halten.
KAM-1	Aufmerksamkeitswechsel	Gleichzeitige Präsentation von Informationen und Splitscreen vermeiden. Aufgabenabschluss kenntlich machen.
KAS-1	Erinnerungsnotwendigkeit minimieren	Komplexe Vorgänge einfach darstellen.
KAS-4	Gruppierung	Informationen gruppieren und kategorisieren.
KAV-1	Zeit	Ausreichend Zeit zur Informationsaufnahme- und -verarbeitung einplanen.
KAV-4	Fehlbedienung	Fehlbedienungen abfangen, bevor sie gemacht werden. Korrekturmöglichkeiten anbieten.
KAV-9	Bewegende Elemente	Sich bewegende Elemente nicht peripher anordnen.
KLA-1	Metaphern	Metaphern in Kombination mit Textinformationen einsetzen.
KLV-5	Konsistenz	Inhalte konsistent darstellen.

Die Vorlagen und Seiten sind jene Bestandteile des Design-Systems, die alle Gestaltungsrichtlinien umfassen, die auch kompositionelle oder komponentenübergreifende Aspekte betreffen. Sie beschreiben Aspekte der Aufgabenbearbeitung oder adressieren den generellen Aufbau. Sie liefern den Rahmen, in dem die Elemente und Komponenten eingesetzt werden, und bestimmen das Zusammenspiel, um eine kohärente Benutzungserfahrung zu schaffen. Die Zuordnung der Gestaltungsrichtlinien aus Kapitel 3 zu den Vorlagen und Seiten ist in Tabelle 5.9 dargestellt.

Tabelle 5.9: Zuordnung der Gestaltungsrichtlinien zu Vorlagen und Seiten

ID	Gestaltungsempfehlung	Ebene
WVS-3	Konsistenz	Konsistente Designsprache nutzen.
WVL-6	Weißraum	Weißraum großzügig verwenden.
WVT-2	Alternativen zu Nicht-Text-Elementen	Alternativen in Textform anbieten.
WAS-1	Lautstärke	Regelungsmöglichkeiten für Lautstärke bereitstellen.
WAS-2	Adaptierbarkeit	Mehrere Ausgabestimmen bereitstellen.
WAS-4	Redundanz	Auditive Signale redundant einsetzen.
WAL-1	Lokalisierung	Töne lang genug abspielen, um die Quelle lokalisieren zu können.
KAA-2	Handlungsaufforderung	Zu jeder Zeit möglichst genau eine durchzuführende Aktion klar hervorheben.
KAM-2	Aufgabenabschluss	Abgeschlossene Aufgaben klar darstellen.
KAS-2	Flache Hierarchien	Navigationshierarchien flach und breit halten.
KAS-3	Linearer Pfad	Navigationspfade linear gestalten.
KAS-7	Systemstatus	Den aktuellen Systemstatus klar darlegen.
KAV-2	Aufgaben logisch aufbereiten	Aufgaben logisch aufeinanderfolgen lassen.
KAV-3	Feedback	Aufgabenfeedback anbieten.
KAV-5	Sprungmarken	Rückkehr zum Ursprungszustand jederzeit ermöglichen.
KAV-6	Übersicht	Die Benutzungsschnittstelle präsentiert übersichtlich wesentliche Informationen.
KAV-7	Redundanz	Redundanz beim Finden wichtiger Informationen.
KAV-8	Vorauswahl	Primäre Aktion vorauswählen.
KLS-1	Trainingsangebot	Trainingsmöglichkeiten bereitstellen.
KLV-2	Personalisierung	Personalisierungsmöglichkeiten mit Bedacht einsetzen.
KLV-4	Individualisierung	Individualisierung nach Präferenzen, Erwartungen, Erfahrungen und Fähigkeiten anbieten.
MS-1	Gewicht	Gewicht und altersbedingte Einschränkungen kontextabhängig berücksichtigen.
MS-2	Heben des Arms	Altersbedingte Einschränkungen beim Heben des Arms kontextabhängig berücksichtigen.
MG-1	Scrollen	Scrollbars nach Möglichkeit vermeiden.
MG-3	Gesten	Bei der Nutzung von Gesten, Trainingsmöglichkeiten anbieten.
MG-4	Zeitanpassung	Nutzer:innen viel Zeit geben, Timeouts vermeiden.
MG-5	Varianz	Unterschiedliche Eingabemodalitäten anbieten.

Zusammen bilden diese fünf Bestandteile ein Design-System, das sowohl in seiner Gesamtheit als auch in den einzelnen Teilen konsistent ist. Das Design-System soll gewährleisten, dass jedes Element, jede Komponente, jede Vorlage und jede Seite aufeinander abgestimmt sind und zusammenwirken, um eine einheitliche und gebrauchstaugliche Benutzungsschnittstelle zu erzeugen.

In den folgenden Abschnitten werden für das vorgestellte Szenario exemplarisch die für das Geschichtschreiben notwendigen Token (5.3.2), Seiten (5.3.3), Komponenten (5.3.4) und Elemente (5.3.5) des HT-Systems detailliert beschrieben. Zunächst werden die einzelnen Komponenten beschrieben, um ihre strukturelle Einbettung zu verdeutlichen. Anschließend wird jeweils eine Visualisierung präsentiert, die die Funktion und den Aufbau zur besseren Verständlichkeit unterstützt. Schließlich wird die Umsetzung in Bezug auf die altersdifferenzierten Gestaltungsrichtlinien (Kapitel 3) eingeordnet, um sicherzustellen, dass die Gestaltung den Bedürfnissen und Fähigkeiten älterer Erwachsener entspricht und dadurch eine hohe Gebrauchstauglichkeit gewährleistet wird.

5.3.2 Gestaltung der Token

Im Folgenden werden die Token vorgestellt, die für den Erstellungsprozess von Geschichten genutzt wurden. Zu den beschriebenen Token gehören Farben, die zur visuellen Unterscheidung und Markenbildung beitragen sollten, Icons, die als visuelle Unterstützung dienen, Kontrast, der die Lesbarkeit und Zugänglichkeit von Inhalten reglementierten, sowie Schriftart und Schriftgröße, die die Textdarstellung beeinflussen haben. Abschließend wird die Terminologie betrachtet, um eine einheitliche und verständliche Ausdrucksweise zu fördern.

Farben

Das Historytelling-System nutzt als Farbpalette eine Kombination aus Primär- und Sekundärfarben, einer Grau-Farbpalette und Akzentfarben für besondere Ereignisse, wie Fehlermeldungen oder Bestätigungsdialoge. Für die Primär- und Sekundärfarbpalette wurde jeweils ein Lila-Ton in warmer und kalter Tonalität gewählt. Die primäre Farbe wird insbesondere für Buttons mit einer *Call-to-Action* genutzt. Für Warnungen und Hinweise, beispielsweise bei Falscheingaben, werden die Ampelfarben Rot, Gelb und Grün genutzt, die nicht als alleinige Signalgeber genutzt werden sollten, sondern in Kombination mit Text und Icons. Für die Schriftfarbe wird zur Vermeidung von absolutem Schwarz ein dunkles Grau verwendet. Die primäre und sekundäre Farbe sowie das Grauspektrum sind in Abbildung 5.7 abgebildet. Bei der konkreten Auswahl von Farben in den Komponenten und Elementen wurde zudem auf einen Kontrast von 5:1 geachtet (WVS-4).

5 Anwendung des Empathy-Driven-Development Prozesses am Beispiel des Historytelling-Systems

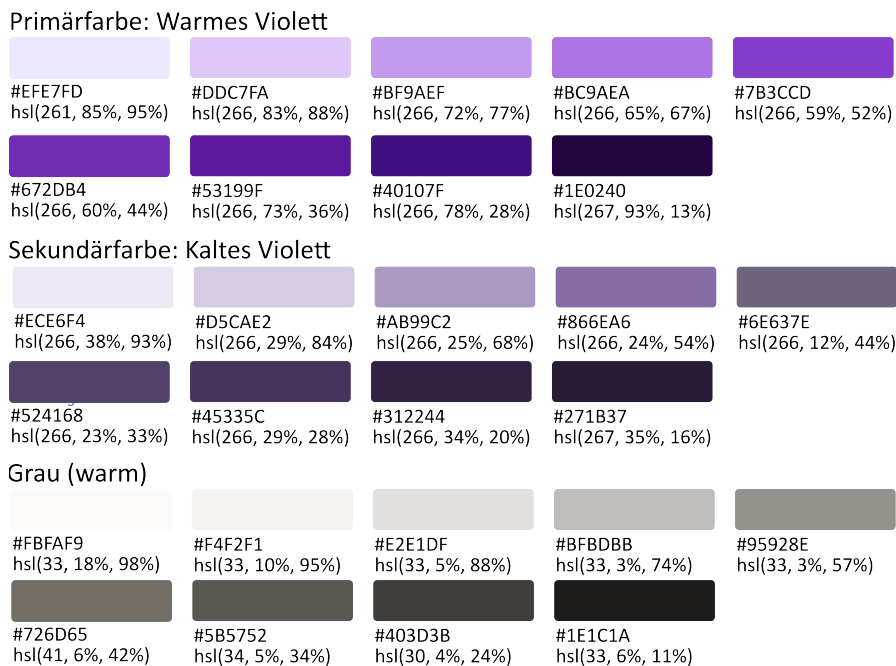


Abbildung 5.7: Auszug der Farbpalette des Historytelling-Systems. Abgebildet sind die Primär- und Sekundärfarben sowie die Grau-Farbpalette.

Icons und Eindeutigkeit

Zur konsistenten Darstellung von Icons werden soweit möglich die in der Webentwicklung etablierten *Font-Awesome-Icons*⁶ eingesetzt. Im Fall nicht passender Icons wurden Icons selbst erstellt, die im Stil der *Font-Awesome-Icons* gestaltet werden. Für die eindeutige Darstellung ist es insbesondere für Buttons wichtig, dass diese Icons immer mit Text kombiniert genutzt werden, um Fehlbedienungen entgegenzuwirken. Exemplarisch sind in Abbildung 5.8 fünf der eingesetzten HT-Icons dargestellt.



Abbildung 5.8: Icons aus dem Font-Awesome-Iconpaket. Diese sind beispielhaft in der Historytelling-Farbpalette dargestellt.

Schriftart und Schriftgröße

Hinsichtlich der Schriftart wird zwischen einer Sans-serif- und einer Serif-Schriftart unterschieden. Für den sans-serif-Stil wird die Schriftart *Helvetica*, für den serif-Stil wird die Schriftart *Merriweather* eingesetzt (WVL-5). Im Historytelling-System werden acht

⁶ <https://fontawesome.com>

verschiedene Schriftgrößen eingesetzt. Dabei wird eine frei fließende Typografie genutzt, um den unterschiedlichen Formfaktoren verschiedener Geräte gerecht zu werden, ohne *CSS-Breakpoints* einsetzen zu müssen (Abbildung 5.9).

CSS	em	px	pt	
4xL	3,052em	54,93px	41,2pt	Historytelling
3xL	2,441em	43,95px	32,96pt	Historytelling
2xL	1,953em	35,16px	26,37pt	Historytelling
xL	1,563em	28,16px	21,1pt	Historytelling
lg	1,25em	22,5px	16,88pt	Historytelling
base	1em	18px	13,5pt	Historytelling
sm	0,8em	14,4px	10,8pt	Historytelling
xs	0,64em	11,52px	8,64pt	Historytelling

CSS	em	px	pt	
4xL	3,052em	54,93px	41,2pt	Historytelling
3xL	2,441em	43,95px	32,96pt	Historytelling
2xL	1,953em	35,16px	26,37pt	Historytelling
xL	1,563em	28,16px	21,1pt	Historytelling
lg	1,25em	22,5px	16,88pt	Historytelling
base	1em	18px	13,5pt	Historytelling
sm	0,8em	14,4px	10,8pt	Historytelling
xs	0,64em	11,52px	8,64pt	Historytelling

Abbildung 5.9: Im Historytelling-System genutzte Schriftarten und Schriftgrößen bei einer voreingestellten Basisgröße von 16px. Nicht dargestellt ist die Schriftgröße in Abhängigkeit der Bildschirmbreite.

Zur Berechnung der Schriftgröße wird einerseits die Gerätebreite (vw , $1vw = \frac{1}{10}$ Bildschirmbreite) und andererseits die von der Schriftart und der von den Nutzenden eingestellten Basisgröße für Schriften abhängige CSS-Variable *em-Einheit* (im Browser typischerweise voreingestellt 16px) genutzt. Als Basisschriftgröße wird etwa die Funktion $calc(0.3vw + 1em)$ genutzt, um die beiden Variablen in Abhängigkeit voneinander zu setzen und die Schriftgröße zu bestimmen. Neben der Basisschriftgröße existieren zwei kleinere und fünf größere Schriftgrößen. Die Berechnung dieser Schriftgrößen wird nach dem *Major-Third-Prinzip* vollzogen. Bei der Verwendung dieses Prinzips zur Auswahl von Schriftgrößen wird das Verhältnis von 4:5 zwischen aufeinanderfolgenden Schriftgrößen definiert. Dadurch wächst jede Schriftgröße um das 1,25-fache der vorhergehenden.

den Schriftgröße [Bringhurst, 2019]. Die nächste kleinere Schriftart wird deswegen mit $calc(0.3vw + 0.8em)$ berechnet und die nächstgrößere Schriftart mit $calc(0.3vw + 1.25em)$. Das Bogenmaß wurde aus Gründen der Praktikabilität nicht weiter betrachtet, weil Bildschirmgrößen, Betrachtungsabstände und Anordnung von Bildschirmen stark voneinander variieren können (WVL-4).

Terminologie und einfache Sprache

Um eine möglichst breite Gruppe an Nutzer:innen anzusprechen und einbinden zu können, werden englische sowie fremd- oder fachsprachliche Begriffe vermieden. Außerdem wird stets ein positiver und höflicher Kommunikationston angestrebt, um die Beteiligungs- und Teilbereitschaft der Nutzer:innen zu fördern. Dies kann primär durch die Verwendung der Sie-Form, sowie von Höflichkeitsformen (bspw. *bitte*) umgesetzt werden. Zudem werden grammatikalisch einfach formulierte Texte eingesetzt.

5.3.3 Gestaltung der Seite zum Verfassen und Veröffentlichen von Geschichten

Für jede Spalte in dem Ergebnisteil der Verständnisphase dargestellten Anforderungen (Abbildung 5.5) wurde mindestens eine Seite entwickelt. Im Folgenden wird die Seite zur Unterstützung beim Verfassen und Veröffentlichen von Geschichten exemplarisch erläutert.

Die Eingabeseite des HT-Systems zielt darauf ab, es älteren Erwachsenen zu ermöglichen, ihre persönlichen Lebensgeschichten multimedial zu erfassen und mit anderen zu teilen. Diese Seite ermöglicht nicht nur, bestehende digitale Medien wie Fotos, Audio und Videos zu integrieren, sondern auch die direkte Aufnahme dieser Medien innerhalb der Seite. Ziel dabei war es, die Anforderungen in der Entwicklung der Eingabeseite zu berücksichtigen, um so eine gebrauchstaugliche Umgebung für das Erzählen und Teilen von autobiografischen Lebensgeschichten zu schaffen, die sowohl den Erzählenden als auch den Zuhörenden einen Mehrwert bietet.

Die Seite zur Erstellung und Veröffentlichung von Geschichten besitzt insgesamt sechs Abschnitte, um die Anforderungen der User Stories abzudecken. Dafür wurde oberhalb des Inhalts ein Fortschrittsindikator und unterhalb des Inhalts eine zusätzliche Navigationsleiste eingefügt. Über die Navigationsleiste ist eine Navigation durch die verschiedenen Abschnitte der Seite möglich. Zudem kann die Geschichte zu jeder Zeit verworfen und im letzten Abschnitt veröffentlicht werden. In jedem Abschnitt wird ein Informationstext dargestellt, der die erforderliche Eingabe beschreibt und motivierend und informierend wirken soll.

Die Seite umfasst Textfelder für Titel und Geschichteninhalt, ein Dropdown-Menü zur Einstellung von Beginn und Ende der Geschichte, Textfelder zur Verknüpfung der Geschichte mit historischen Ereignissen sowie eine interaktive Verknüpfung der Geschichte mit Orten. Anschließend können Medien (Fotos, Videos und Tonaufnahmen) zur multimedialen Anreicherung der Geschichte hochgeladen werden. Abschließend folgt eine Übersicht der erstellten Geschichte mit der Option zur Veröffentlichung. Nach der Ver-

5 Anwendung des Empathy-Driven-Development Prozesses am Beispiel des Historytelling-Systems

öffentlichung über einen Klick auf den entsprechenden Button wird eine Bestätigung angezeigt. Exemplarisch ist der Abschnitt zur Vergabe eines Titels in Abbildung 5.10 dargestellt.

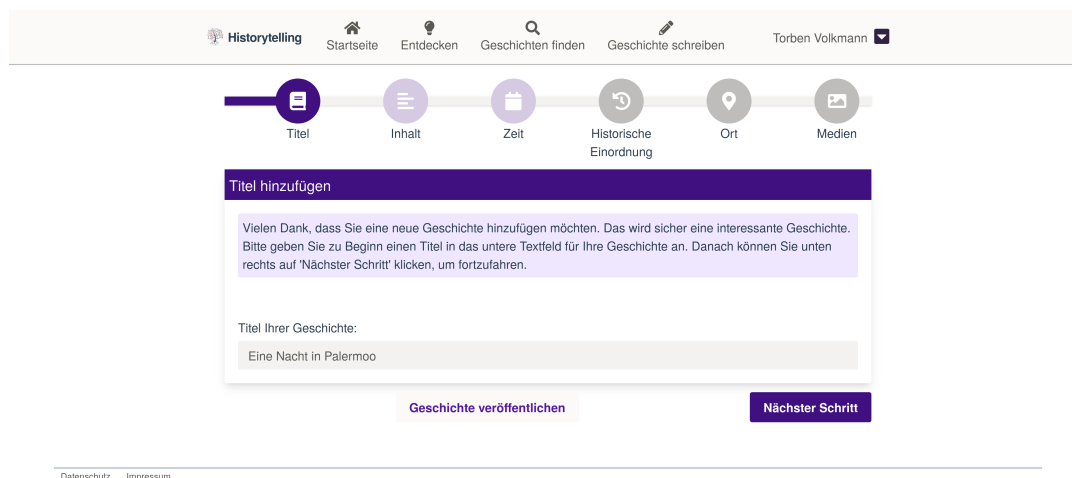


Abbildung 5.10: HT-Eingabeseite – zu sehen ist der erste Abschnitt, in dem der Titel der Geschichte gewählt werden kann.

Die Einhaltung der Gestaltungsrichtlinien für Konsistenz und Übersicht wird durch die Nutzung von Prozesskarten, Steps, Eingabefeldern und Bottom-Navigation gewährleistet (WVS-3, KAV-6). Das System folgt dabei einem einheitlichen Grundgerüst, wobei sich lediglich die Inhalte kontextabhängig von Schritt zu Schritt ändern. Darüber hinaus werden Aspekte der Token genutzt, um bei Gestaltungselementen wie Farben, Schriftarten und Schriftgrößen die Konsistenz sicherzustellen, selbst wenn Teile der Seite nicht als Element oder Komponente abgebildet, sondern speziell für die Eingabeseite entwickelt wurden.

Die Einhaltung der Gestaltungsrichtlinie für Weißraum wird durch großzügige Abstände zwischen den einzelnen Komponenten gewährleistet, die durch Außenabstände realisiert werden. Zusätzlich wird die Aufteilung der Seiten basierend auf CSS-Konfigurationen im CSS-Framework vorgenommen (WVL-6).

Durch klare, visuelle Handlungsanweisungen und einen automatischen Fokus auf aktive Elemente soll die Einhaltung der Gestaltungsrichtlinien für Handlungsaufforderungen und Vorauswahl gewährleistet werden (KAV-8). Dazu werden den Komponenten und Elementen die erforderlichen Eigenschaften zugewiesen, um etwa Eingabefelder automatisch zu fokussieren und Schaltflächen mit deutlichen Handlungsaufforderungen zu versehen.

Der Aufgabenabschluss (KAM-2) wird beim Erstellen einer Geschichte durch die Nutzer:innen selbst initiiert, in dem sie diese veröffentlichen. Dieser Abschluss wird zudem grafisch unterstützt, indem die eingegebenen Informationen abschließend auf einer Seite

zusammengefasst werden und die Möglichkeit zur Veröffentlichung besteht. Für einen flachen und geradlinigen Fortschritt im Prozess der Geschichtsveröffentlichung, wurde die Steps-Komponente eingesetzt (KAS-3, KAS-2, KAV-2, KAV-3, KAV-5, KAS-7). Dadurch soll zu jedem Zeitpunkt deutlich werden, welche Schritte vor der Veröffentlichung abgeschlossen werden müssen und welche noch ausstehen. Die Nutzer:innen haben die Möglichkeit, jederzeit vor- oder zurückzuspringen, um die angegebenen Informationen zu bearbeiten. Darüber hinaus wird durch den vorgegebenen Pfad eine klare Strukturierung der Geschichte unterstützt: Zunächst werden Titel und Inhalt eingegeben, bevor weitere Details wie Zeit, Ort und verbundene Ereignisse hinzugefügt werden können.

Wegen der hohen Verbreitung von Tablets und Laptops unter älteren Erwachsenen [Kim, Yao und Du, 2022] und dem Komfort einer Tastatur zum Verfassen von längeren Geschichten, wurde die Seite so gestaltet, dass bei typischen Bildschirmauflösungen für diese Geräte, Scrollen nur beim Verfassen von langen Texten erforderlich ist (MG-1). Das Textfeld wurde entsprechend angepasst, um sicherzustellen, dass die Seite ansonsten ohne weiteres Scrollen nutzbar ist. Geschichten können im Entwurfsmodus zwischengespeichert werden, falls sie nicht innerhalb einer Sitzung fertiggestellt werden. Timeouts konnten so vermieden werden (MG-3).

Vier der in Abschnitt 5.3.1 den Vorlagen und Seiten zugeordnete Gestaltungsrichtlinien können in dieser Seite nur teilweise adressiert werden, weil entweder die dafür zugrundeliegenden Funktionen auf Betriebssystem- und Browser-Ebene konfiguriert werden oder weil die Richtlinien nur auf inhaltlicher Ebene relevant sind.

So ist die Richtlinie für Alternative zu Nicht-Text-Elementen (WVT-2) nur begrenzt anwendbar, da Geschichten einen starken Fokus auf Text haben. Auf Benutzungsoberflächen wurde diesen Anforderungen jedoch durch die Kombination von Text, Icons und Farben entsprochen. Auf der Inhaltsebene haben die Nutzer:innen die Möglichkeit, neben Texten auch weitere Medien wie Videos, Bilder und Audiodateien hochzuladen, um ihre Geschichte anzureichern.

Auch die Aspekte Lautstärke (WAS-1) und Adaptierbarkeit auf auditiver Ebene (WAS-2) sind nur bedingt anwendbar. Für die Überprüfung der hochgeladenen Medien wird der Browser-eigene Medienplayer genutzt, der die notwendigen Bedienelemente zur Regelung der Lautstärke bereitstellt. Überdies wurden keine Elemente selbst entwickelt. Die Auswahl der Ausgabegeräte erfolgt auch auf Betriebssystem-Ebene.

Die Benutzungsschnittstelle selbst verwendet keine auditiven Signale, daher ist keine Anpassung auf dieser Ebene erforderlich (WAS-4). Auf inhaltlicher Ebene haben die Geschichtenerzähler:innen jedoch die Möglichkeit, ihre Medien mit zusätzlichen Informationen zu ergänzen, um dieser Anforderung gerecht zu werden.

5.3.4 Gestaltung der Komponenten

Im Folgenden wird eine Auswahl an Komponenten beschrieben, die im Erstellungsprozess für Geschichten genutzt wird. Diese Komponenten sind wesentliche Bausteine der Anwendung und tragen zur Struktur und Navigation bei. Zu den beschriebenen Komponenten zählen die Prozesskarte, die den Rahmen für den Geschichtserstellungsprozess bereitstellt, die Bottom-Navigation zur Navigation durch die verschiedenen Abschnitte sowie

die Schritte-Komponente, die Nutzer:innen durch die einzelnen Phasen des Geschichten-erstellungprozesses leitet. Jede dieser Komponenten wird im Detail vorgestellt, um ihre Funktion und Bedeutung im Gesamtkontext zu verdeutlichen.

Prozesskarte

Die Prozesskarte wird verwendet, wenn die Nutzer:innen durch mehrere Prozessschritte geleitet werden. Die Komponente besteht aus drei Abschnitten – Überschrift, Informationstext sowie Feedbacktext – und kann um optionale Elemente oder Komponenten ergänzt werden (siehe Abbildung 5.11). Der Inhalt der drei Abschnitte wird durch die Parameter definiert. Dafür stehen die drei Eigenschaften *heading*, *feedbackText* und *infoText* zur Verfügung.

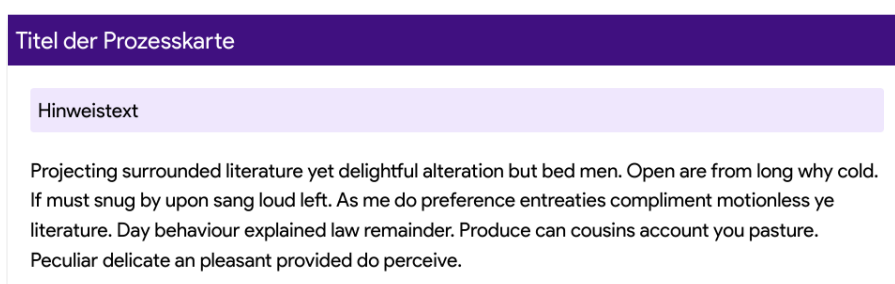


Abbildung 5.11: Prozesskarten-Komponente des Historytelling-Systems

Zur Hervorhebung wichtiger Informationen (WVL-3) wird eine klare Unterscheidung zwischen Titel, Feedbacktext und Informationstext durch die Verwendung unterschiedlicher Farbschattierungen erreicht. Dabei wird der Titel mit der stärksten Schattierung der Primärfarbe hervorgehoben, während der Feedbacktext eine weniger starke Schattierung aufweist. Der Informationstext besitzt keine Schattierung, um eine klare Hierarchie innerhalb der Komponente zu gewährleisten.

Um großzügig mit Weißraum umzugehen (WVL-6), werden Außenabstände für den Feedbacktext und den Informationstext festgelegt, um eine klare Trennung zwischen den Inhalten und eine verbesserte Lesbarkeit zu erreichen. Dies gewährleistet gleichzeitig eine Abgrenzung eingebetteter Inhalte vom Rest des Inhalts.

Die Anzahl gleichzeitiger Stimuli wird auf ein Minimum reduziert, um eine Überforderung der Nutzer:innen zu vermeiden (KAA-1). Gleichzeitig werden komplexe Vorgänge durch eine klare und konsistente Struktur unterstützt, wobei Feedback- und Informationstexte gezielt eingesetzt werden, um die Notwendigkeit des Erinnerns zu verringern (KAS-1). Dies soll dabei unterstützen, dass sich Nutzer:innen nicht ständig an neue Anordnungen oder Layouts anpassen müssen.

Die Gruppierung von Informationen erfolgt durch klare visuelle Trennung durch Farbcodierungen sowie eine einheitliche Gestaltung von Schriftgrößen und Zeilenabständen, um die Nutzungsführung zu verbessern und eine klare Strukturierung zu gewährleisten (KAS-4).

Bottom-Navigation

Die Bottom-Navigation dient zur Navigation in Prozessen. Sie besitzt insgesamt drei Positionen für Buttons. Es kann jeweils ein Button links, rechts und in der Mitte angezeigt werden (siehe Abbildung 5.12). Text, Link und Icon der Buttons können über die Attribute angepasst und mit unterschiedlichen Funktionen belegt werden.



Abbildung 5.12: Exemplarische Darstellung der Bottom-Navigation-Komponente des Historytelling-Systems

Die drei Buttons können unterschiedliche Funktionalitäten besitzen und sind aufgrund dessen räumlich voneinander getrennt. Gleichzeitig ergibt sich dadurch auch ein großzügiger, von der Bildschirmgröße abhängiger Weißraum (WVL-2, WVL-6, KAS-4). Der Button auf der rechten Seite ist der Primär-Button mit einem Call-to-Action-Aufruf. Dieser ist in der Primärfarbe hervorgehoben (WVL-3). Durch die Nutzung des Button-Elements ist eine konsistente Darstellung der Bottom-Navigation sichergestellt (KLV-5). Dadurch werden auch die zu den Elementen zugeordneten Gestaltungsrichtlinien abgedeckt (WVL-1, KAV-4, MG-1).

Schritte

Die Schritte-Komponente besteht aus einer Komposition mehrerer Schritt-Elemente und einer Fortschrittsanzeige (siehe Abbildung 5.13). Die Komponente wird immer dann verwendet, wenn Nutzer:innen durch einen Prozess durchgeführt werden, zum Beispiel wenn Daten der Nutzer:innen abgefragt werden.



Abbildung 5.13: Exemplarische Darstellung der Schritte-Komponente des Historytelling-Systems

Damit die Komponente universell eingesetzt werden kann, können eine Reihe unterschiedlicher Parameter spezifiziert werden, die die Anzahl und das Aussehen der einzelnen Steps verändern können. Um den Inhalt der einzelnen Schritt-Elemente festzulegen, wird der Parameter *steps* genutzt, in dem in einem Array pro Element ein Icon, ein Link, ein Titel und der aktuelle Status in JSON-Notation übergeben werden können. In Kombination mit dem *active* Parameter kann so der aktuelle Fortschritt für den Fortschrittsbalken errechnet und in der Komponente dargestellt werden. Sobald ein Schritt-Element angeklickt wird, sendet die Schritte-Komponente dieses Ereignis an die übergeordnete Komponente zur weiteren Auswertung.

Die Komponente besteht aus den Schritt-Elementen, deren Anzahl und Aussehen individuell festgelegt werden können. Um den Prozesscharakter dieser Komponente zu unterstützen, werden die einzelnen Schritte von links nach rechts aufgebaut. Sie werden durch den Fortschrittsbalken miteinander verbunden, um die Zusammengehörigkeit deutlich zu machen (WVL-2, KAA-1, KAS-4).

Die für die Nutzer:innen wichtigen Informationen und der aktuelle Systemstatus werden erstens durch die Schritt-Elemente hervorgehoben, indem der Status durch die Parameter an diese Elemente weitergegeben werden und zweitens durch den Fortschrittsbalken, der sich farblich dynamisch basierend auf den Fortschritt anpasst (WVL-3, KAS-1, KAM-1). Zur Verdeutlichung eines neuen Fortschritts wird die Fortschrittsleiste farblich animiert (WVT-1, KAV-9).

Außen- und Innenabstände für die gesamte Komponente werden genutzt, um den Weißraum großzügig zu setzen und eine Unterscheidbarkeit von der Schritte-Komponente zu sonstigen Komponenten zu gewährleisten (WVL-6).

Zur Gewährleistung von Konsistenz und Element-spezifischen Aspekten werden Schritt-Elemente eingesetzt (KLV-5, WVL-1, KAV-4, MG-1). Um die Konsistenz des Fortschrittsbalkens gegenüber dem restlichen System zu gewährleisten, werden die in den Token festgelegten Farben genutzt (KLV-5).

5.3.5 Gestaltung der Elemente

Im Folgenden werden die Elemente vorgestellt, die im Erstellungsprozess von Geschichten verwendet wurden: Buttons als interaktive Schaltflächen, Eingabefelder für Texteingaben und das Schritt-Element zur Unterstützung strukturierter Abläufe.

Button

Das Button-Element besteht aus fünf verschiedenen Button-Arten, die durch unterschiedliche Farben des in den Tokens definierten Farbspektrums repräsentiert werden. Um den Entwickler:innen die Möglichkeit zu bieten, bei der Entwicklung zwischen primären, sekundären und tertiären Aktionen zu unterscheiden, können diese unterschiedlich stark hervorgehoben werden. Darüber hinaus wird noch zwischen warnenden Buttons und Bestätigungsbuttons unterschieden (siehe Abbildung 5.14).



Abbildung 5.14: Button-Element des Historytelling-Systems. Die obere Reihe zeigt die vier aktiven Zustände, die untere Reihe die vier inaktiven Zustände.

Um das Button-Element universell einsetzen zu können, können eine Reihe unterschiedlicher Parameter gesetzt werden, die das Aussehen und Verhalten des Elements verändern. Mithilfe der übergebenen Parameter kann zwischen den in Abbildung 5.14 dargestellten Button-Zuständen gewechselt werden. Außerdem wird das Ereignis festgelegt, das die übergeordnete Komponente nutzen kann, um einen Button-Klick zu registrieren. Der Inhalt der Button-Komponente wird über dessen *Slot* festgelegt. Hierbei sind sowohl reine Text-Elemente möglich als auch HTML-Code, der typischerweise ein Icon und den anzuzeigenden Text enthält.

Die Einhaltung der Gestaltungsrichtlinien der Elementgröße (WVL-1, MG-1) betreffend wird durch CSS-Regeln sichergestellt. Die Buttongröße wird basierend auf der Schriftgröße und durch die Länge des Texts in den Buttons relativ berechnet. Bei angepasster Schriftgröße im Browser oder im Betriebssystem wird also auch das Button-Element skaliert. Für die Berechnung der Größe wird der Innenabstand (*padding*) des Buttons zum Rand des Buttons genutzt. Auf der x-Achse wird jeweils 1,5rem und auf der y-Achse jeweils 1rem Innenabstand aufaddiert. Der Button-Klick wird durch einen Einfachklick ausgelöst (MG-1).

Eingabefeld

Das Eingabefeld-Element besteht aus einem Label zur Beschriftung der Komponente, dem Eingabefeld selbst und einem Fehler-Container zur Darstellung von Fehlermeldungen (siehe Abbildung 5.15).

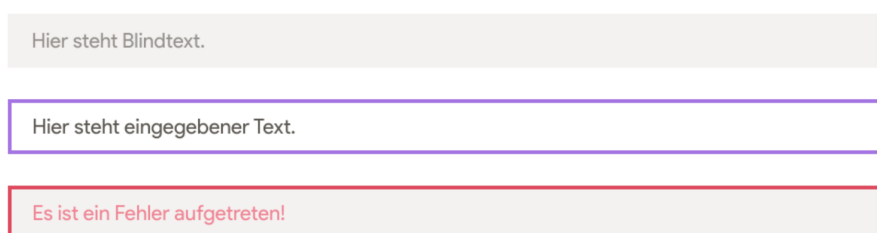


Abbildung 5.15: Eingabefeld-Element des Historytelling-Systems. Oben: nicht fokussiertes Eingabefeld mit Blindtext, Mitte: fokussiertes Eingabefeld mit eingegebenem Text, unten: Eingabefeld, das auf einen Fehler hinweist.

Das Eingabefeld-Element sollte in unterschiedlichen Komponenten und Seiten eingesetzt werden können. Deswegen können unterschiedliche Parameter gesetzt werden, die das Aussehen und Verhalten des Elements verändern. Unterschiedliche Typen von Textfeldern können über den *type*-Parameter definiert werden. Erlaubt ist dabei eine Teilmenge der möglichen HTML-Parameter (*email*, *number*, *password*, *search*, *text*). Ein Platzhalter-Text (*placeholder*) hilft neben dem Label für die Funktionserklärung des Textfeldes. Außerdem wird der Inhalt des Textfeldes zur Weiterverarbeitung in einer Variable (*value*) hinterlegt. Falls eine fehlerhafte Eingabe getätigt wird, wird dies in einem zusätzlichen Feld angezeigt. Der Hinweis, dass ein Fehler aufgetreten ist, wird in einer übergeordneten

Komponente festgelegt und an das Element übergeben (*hasError* und *errorHint*). Wenn in das Textfeld geklickt wird, erhält dieses den Fokus auf einer Seite. Dadurch erhält das Textfeld einen Rahmen in der Primärfarbe, wie in Abbildung 5.15 dargestellt.

Das Eingabefeld kommuniziert jede Änderung der Eingabe an die übergeordnete Komponente (*input* und *enter*), damit auf Eingaben reagiert werden kann und so unter anderem Fehlermeldungen direkt angezeigt werden können.

Bezüglich der Gestaltungsrichtlinien werden CSS-Regeln genutzt, um die gebrauchstaugliche Elementgröße (WVL-1) sicherzustellen. Sowohl Höhe als auch Breite werden relativ zur Schriftgröße berechnet (*1rem* auf der y-Achse und *2rem* auf der x-Achse). Die Breite des Elements kann über die Komponente weiter erhöht werden, falls notwendig. Fehlbedienung (KAV-4) kann durch Fehlermeldungen angezeigt werden, dafür stehen sowohl Parameter als auch HTML-Elemente und CSS-Regeln (siehe Abbildung 5.15) bereit. Das Textfeld kann mit einem einfachen Klick fokussiert werden und verliert mit einem einfachen Klick den Fokus (MG-1).

Schritt

Das Schritt-Element wird genutzt, um den aktuellen Schritt in einer Prozesskette darzustellen. Es besteht aus dem Button-Element, das so abgeändert wurde, dass es kreisförmig ist. Zudem wird das eigentlich in dem Button befindliche Text-Element unter dem Button-Element angezeigt. Je nach aktuellem Status wird das Element unterschiedlich stark hervorgehoben (siehe Abbildung 5.16).



Abbildung 5.16: Schritt-Element des Historytelling-Systems. Links: aktiver Schritt, Mitte: abgeschlossener Schritt, Rechts: noch abzuschließender Schritt

Zur Erfüllung der Gestaltungsrichtlinien werden CSS-Regeln genutzt, um die Elementgröße (WVL-1) zu definieren. Die Größe des Elements wird in der Regel durch eine Kombination aus Icongröße und Innenabstand definiert. Im Ausnahmefall greift jedoch eine Minimalgröße des Elements, die sich nach der eingestellten Standardschriftgröße des Nutzens orientiert. Da die Schritt-Komponente die Klick-Eigenschaften des Button-Elements erbt, wird auch der Schritt-Klick durch einen Einfachklick ausgelöst (MG-1).

5.4 Konzept der softwaretechnischen Umsetzung

Nachdem im vorherigen Abschnitt die komponentenbasierte Gestaltung des HT-Systems beschrieben wurde, folgt nun eine Darstellung der technischen Umsetzung des Systems. Dabei werden die einzelnen Komponenten und ihre Funktionalitäten näher erläutert.

Die Idee, Softwaresysteme komponentenbasiert zu entwickeln, wird seit einiger Zeit in der Gemeinschaft von Wissenschaftler:innen im Bereich Software-Engineering beleuchtet [Vale u. a., 2016]. Durch die Entwicklung und Verbreitung neuerer Frontend-Frameworks wie ReactJS⁷, Angular⁸ und Vue.js⁹ hat dieser Ansatz in den vergangenen Jahren auch in der Praxis-Gemeinschaft zunehmend an Bedeutung gewonnen und hat sich als ein Standard für webbasierte Software-Entwicklung etabliert [Vyas, 2022].

Der komponentenbasierte Softwareentwicklungsansatz bietet eine Reihe von Vorteilen bei der Entwicklung. Erstens verbessert er die Qualität durch die Wiederverwendung getesteter und validierter Softwarekomponenten. Durch die iterative Erstellung einer standardisierten Komponentenbibliothek ist es möglich, effizient einzelne Komponenten zu verbessern. Zweitens kann der Ansatz die Flexibilität im Gestaltungsprozess erhöhen. Dies kann beispielsweise für den EDD-Prozess vorteilhaft sein, weil die in der Verständnisphase abgeleiteten Anforderungen für das digitale System getrennt von standardisierten, wiederverwendbaren Komponenten betrachtet und so mehrere Komponenten gleichzeitig entwickelt werden können [Vale u. a., 2016].

Das Gesamtsystem besteht aus zwei Teilen. Erstens wurde eine Frontend-Anwendung mithilfe des Web-Frameworks Vue.js entwickelt. Diese Frontend-Anwendung diente als Schnittstelle zwischen den Nutzer:innen und der Backend-Anwendung, wodurch die Interaktion mit dem HT-System ermöglicht wird. Zweitens wurde eine Backend-Anwendung implementiert, die Nutzer:innen-Anfragen auf einem Server empfängt, verarbeitet und entsprechende Antworten zurücksendet. Dadurch wird die Basis für die Kommunikation zwischen den Nutzer:innen und der Anwendung gelegt. Für die Backend-Anwendung wurde das Datenbankmanagementsystem (DBMS) PostgreSQL eingesetzt, um die HT-Datenbasis bereitzustellen und Relationen zwischen den Daten herzustellen.

Um die Entwickler:innen bei der komponentenbasierten Entwicklung zu unterstützen und eine hohe Konsistenz über die verschiedenen UI-Elemente der Anwendung zu ermöglichen, wurde zudem ein digitales Design-System entwickelt [Volkmann u. a., 2019b].

Das HT-System wurde als Webanwendung realisiert, bei der eine Unterscheidung von Frontend- und Backend-Anwendungen typisch ist.

Die Benutzungsoberfläche der Frontend-Anwendung ist eine Komposition unterschiedlicher Systemkomponenten auf verschiedenen Abstraktionsniveaus. Die Hauptaufgabe dieser Anwendung besteht darin, die Benutzungsschnittstelle darzustellen. Das Abstraktionsniveau reicht von einzelnen Buttons und Formularfeldern über komplexe Eingabemasken bis hin zur Darstellung der in Abschnitt 5.2.1 vorgestellten Touchpoints, wie der Geschichtseingabe. Diese komponentenbasierte Architektur erlaubt eine lose Kopplung der verschiedenen Touchpoints untereinander, wodurch die Frontend-Anwendung unabhängig von der Backend-Logik agieren kann. Die Frontend-Anwendung folgt dem *Model-View-ViewModel* (MVVM) Entwurfsmuster, das die Logik von der Benutzungsoberfläche und die Frontend-Anwendung von der Backend-Anwendung trennt. Das *Model* repräsentiert die Daten und die Geschäftslogik der Anwendung. Es enthält die Strukturen und Methoden zum Zugriff auf Datenquellen und zur Verarbeitung von Daten. Die *View* ist die visuelle Darstellung der Benutzungsschnittstelle. Sie definiert das Layout und die

⁷ <https://react.dev/>

⁸ <https://angular.io/>

⁹ <https://vuejs.org/>

Darstellung der Daten für die Benutzer:innen. Das *ViewModel* fungiert als Bindeglied zwischen Model und View. Es enthält die Präsentationslogik und ist für die Aufbereitung der Daten zuständig, die in der View angezeigt werden sollen. Es implementiert auch die Logik zur Verarbeitung von Eingaben der Benutzer:innen.

Die Verwaltung der Daten und die Umsetzung von Zugangsbeschränkungen wird über die Backend-Anwendung realisiert. Hierzu wurde ein Authentifizierungs- und Autorisierungssystem implementiert, das den Zugang zu den in der Datenbank gespeicherten Daten über ein Log-in- und Rechtemanagement regelt. Die Datenverwaltung erfolgt in einer Datenbank, die alle relevanten Informationen speichert. Der Aufgabenbereich der Backend-Anwendung kann durch den *Controller* und das *Model* des *Model-View-Controller* (MVC) Entwurfsmusters beschrieben werden. Das MVC-Entwurfsmuster ermöglicht eine klare Trennung der Verantwortlichkeiten. Das *Model* repräsentiert die Datenstruktur und die Geschäftslogik. Es definiert, wie Daten gespeichert und manipuliert werden. Der *Controller* vermittelt zwischen Model und View. Es verarbeitet Eingaben der Nutzer:innen, führt Geschäftslogik aus und aktualisiert die View entsprechend. Die *View* wird nicht benötigt, weil die Benutzungsoberfläche über die Frontend-Anwendung verwaltet wird [Filipova, 2016].

Die lose Koppelung zwischen Frontend und Backend erfolgt über eine *API* (Application Programming Interface). Diese API stellt die notwendigen Schnittstellen bereit, über die das Frontend Daten vom Backend abrufen und Änderungen übermitteln kann. Dadurch können Änderungen im Frontend unabhängig vom Backend durchgeführt werden und umgekehrt. Das Konzept zur komponentenbasierten Architektur im HT-System ist in Abbildung 5.17 dargestellt. Auf der linken Seite der HT-Webanwendung sind die Touchpoints des Systems als Komponenten dargestellt, auf der rechten Seite die Controller der Backend-Anwendung.

5.4.1 Frontend-Anwendung

In den vergangenen Jahren haben sich Schnittstellen und Standards von Webanwendungen weiterentwickelt und an Komplexität und Dynamik zugenommen. Diese Standards unterstützen dadurch die Vielfalt und Inklusion, insbesondere auch älterer Erwachsener, und tragen damit auch zur Rolle des Web bei der Ermöglichung und Förderung einer gleichberechtigten Teilnahme an der Gesellschaft bei [Vollenwyder u. a., 2023]. Im Verlauf dieser Entwicklung sind Frontend-Frameworks wie *Vue.js* und *ReactJS* zum gängigen Standard bei der Erstellung webbasierter Frontend-Anwendungen geworden. Diese Frameworks stellen Entwickler:innen strukturierte Methoden zur Verfügung, um Benutzungsoberflächen zu gestalten. Sie bieten eine Vielzahl von Werkzeugen, Abstraktionen und bewährten Mustern, die die Entwicklung komplexer Webanwendungen vereinfachen.

Die Benutzungsoberfläche des HT-Systems wurde mit *Vue.js* entwickelt. Das Framework baut auf HTML, CSS und JavaScript auf und bietet ein deklaratives, komponentenbasiertes Programmiermodell. So konnten Benutzungsoberflächen unterschiedlichster Komplexität entwickelt werden. Mit *Vue.js* können Datenmodelle einfach mit der Präsentationsebene verknüpft werden. Darüber hinaus ermöglicht das Framework eine einfache Wiederverwendung von Komponenten innerhalb eines Projekts und darüber hinaus [Filipova, 2016].

5 Anwendung des Empathy-Driven-Development Prozesses am Beispiel des Historytelling-Systems

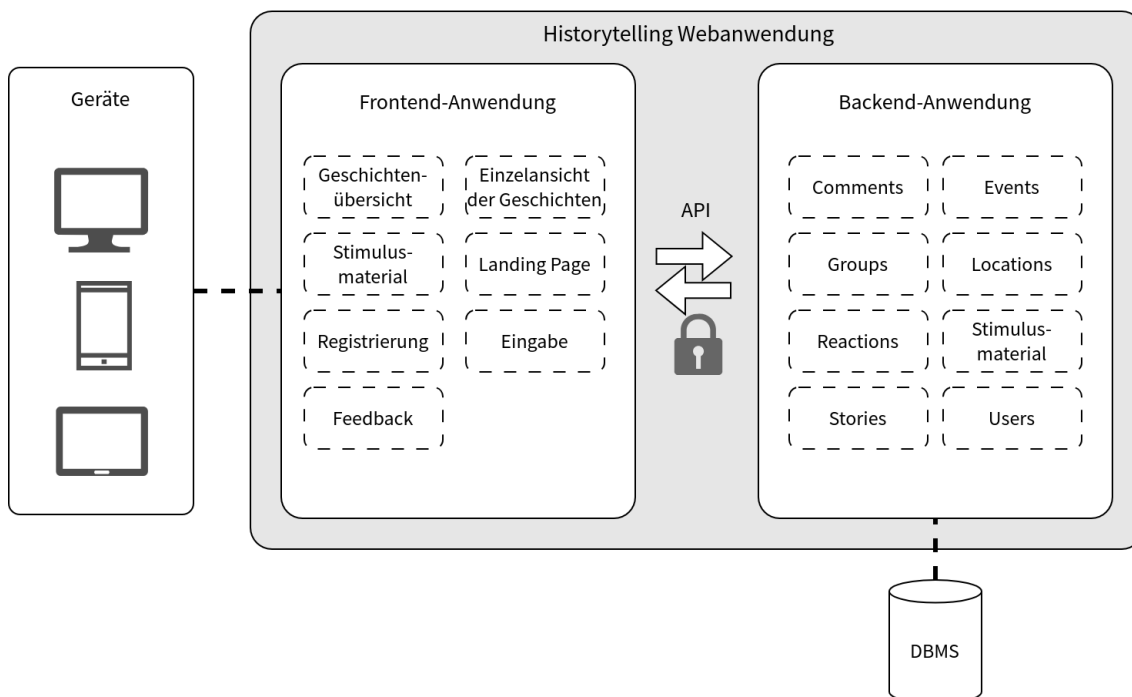


Abbildung 5.17: Konzept zur komponentenbasierten Architektur im HT-System

Abbildung 5.18 stellt die Komponenten für den Schreibprozess einer Geschichte exemplarisch dar. In der Grafik ist dargestellt, dass von dem Wurzelknoten *Step* ausgehend eine starke Verzahnung unter den verschiedenen Komponenten vorliegt. So entsteht für jeden Wurzelknoten ein komplexes Netz an Sub-Komponenten.

CSS-Framework

CSS-Frameworks sind essenzielle Werkzeuge in der Webentwicklung, die Entwickler:innen bei der konsistenten und effizienten Gestaltung von Webanwendungen unterstützen. Im Wesentlichen bieten CSS-Frameworks Sammlungen vordefinierter Formatvorlagen, die für gängige Aufgaben wie das Einrichten von Navigationsleisten entwickelt wurden.

Im HT-System kommt das CSS-Framework Tailwind CSS¹⁰ zum Einsatz. Hierbei handelt es sich um ein sogenanntes *Utility-First-CSS-Framework*. Damit wird eine Auswahl an basalen CSS-Klassen bereitgestellt, aus denen komplexe Komponenten erstellt werden können. Im Kern ist Tailwind CSS eine Schnittstelle, die einen strukturierten Ansatz zur Gestaltung von Webseiten ermöglicht. Die mit diesem CSS-Framework erstellten Webseiten können durch die in Konfigurationsdateien definierten Farbskalen und Typografien eine hohe Konsistenz erreichen. Gleichzeitig ermöglicht der Utility-First-Ansatz aber, kreativ neue Komponenten zu erstellen.

¹⁰ <https://tailwindcss.com/docs/>, abgerufen am 25.04.2024

5 Anwendung des Empathy-Driven-Development Prozesses am Beispiel des Historytelling-Systems

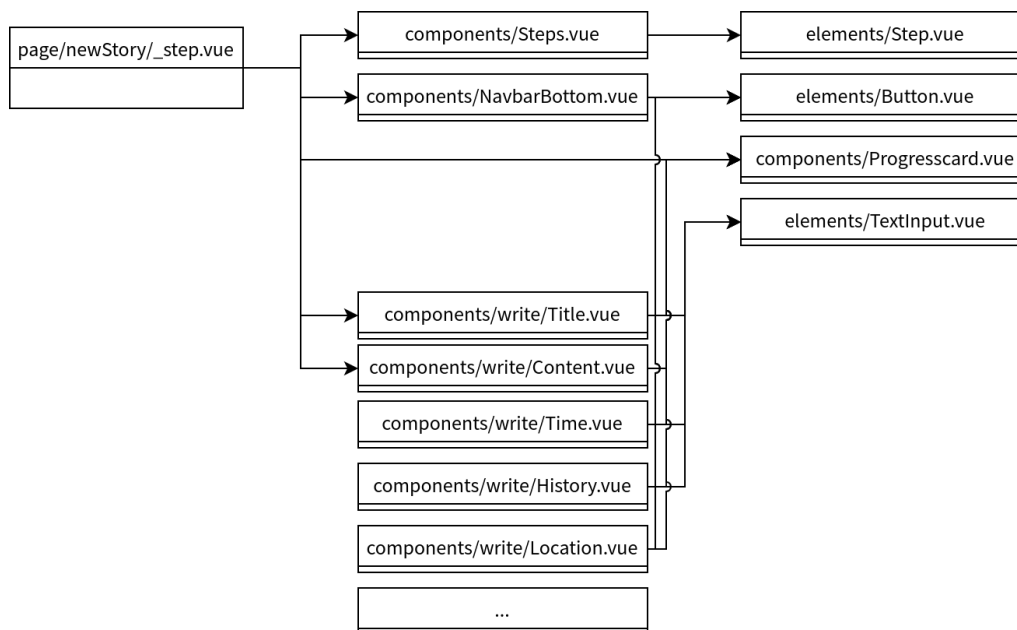


Abbildung 5.18: Auszug aus dem Komponentendiagramm. Abgebildet sind die Komponenten, die für das Verfassen einer einzelnen Geschichte genutzt werden.

Im HT-System übernimmt Tailwind CSS hauptsächlich zwei Aufgaben. Erstens wird das Framework genutzt, um die einzelnen Komponenten zu gestalten. Dafür werden die von Tailwind CSS bereitgestellten CSS-Klassen genutzt. Zweitens können in Konfigurationsdateien die in Abschnitt 5.3.1 beschriebenen Token definiert und so die in Kapitel 3 aufgestellten Gestaltungsrichtlinien adressiert werden.

5.4.2 Digitales Design-System

Zur Unterstützung des komponentenbasierten Ansatzes können sogenannte *Design-Systeme* eingesetzt werden (häufig auch als *Styleguides* bezeichnet). Design-Systeme sind eine Sammlung von Dokumentationen und eine Organisation von Gestaltungsmaterialien, wie beispielsweise Komponenten, und geben Richtlinien für die praktische Anwendung [Frost, 2016; Debenham, 2017].

Design-Systeme tragen maßgeblich zur Erreichung einer hohen Konsistenz und Effizienz sowohl bei der Nutzung des Systems als auch während der Entwicklung bei. Dies wird durch die Bereitstellung von wiederverwendbaren Elementen und einheitlichen Gestaltungsmustern erreicht, die die Entwicklungszeit verkürzen können. Sie fördern die Einbindung der Nutzer:innen im Gestaltungsprozess, indem sie eine gemeinsame Grundlage für Diskussionen und Entscheidungen bieten. Auf diese Weise stärken sie das Gefühl der Mitwirkung und Zugehörigkeit der Nutzer:innen [Vale u. a., 2016].

Bei der Entwicklung eines Design-Systems ist der organisatorische Rahmen ebenso wichtig wie die technische Basis. Es ist entscheidend, ein Bewusstsein für den Zweck des Design-Systems bei den Entwickler:innen zu schaffen. Darüber hinaus sollten alle relevanten Nutzungsgruppen in den Entwicklungsprozess des Design-Systems einbezogen

und gemeinsame Ziele und Standards festgelegt werden. Abschließend ist es wichtig, eine Atmosphäre zu schaffen, die die kontinuierliche Weiterentwicklung des Design-Systems ermöglicht, indem Feedback eingeholt, Anpassungen vorgenommen und neue Standards integriert werden können. Der Inhalt sollte über die Demonstration des Look-and-feel hinausgehen und stattdessen wichtige Informationen schnell zugänglich machen. Zudem sollte er Quellcode bereitstellen, um eine einfache gemeinsame Nutzung zu ermöglichen [Gale, 1996; Olsson und Gulliksen, 1999; Torres, 2001].

Im HT-System wird die Plattform *Storybook*¹¹ als Basis für das Design-System genutzt (siehe Abbildung 5.19 für einen exemplarischen Ausschnitt des umgesetzten Design-Systems). Storybook ist eine Plattform, welche die isolierte Entwicklung von Benutzungsschnittstellen und das komponentenbasierte Testen typischer Zustände und Grenzfälle ermöglicht. Storybook setzt dabei auf sogenannte *Storys*. Storys sind mit Pseudodaten gefüllte Komponenten. Jede Komponente kann dabei unterschiedliche Storys besitzen, wobei jede Story dann einen unterschiedlichen Komponenten-Status beschreibt. Storybook analysiert die Komponenten, mit denen semi-automatisch Dokumentationen neben der Story erstellt werden können. Die Sammlung der verschiedenen Storys kann zudem online als Design-System veröffentlicht werden, damit diese öffentlich einsehbar ist.

5.4.3 Backend-Anwendung

Im HT-System ermöglicht die Backend-Anwendung den Empfang und die Verarbeitung von Anfragen der Nutzer:innen auf dem Server und sendet entsprechende Antworten zurück. Die Backend-Anwendung des HT-Systems besteht aus einer Instanz des AdonisJS-Frameworks und dem DBMS PostgreSQL.

Die zunehmende Komplexität von Webanwendungen stellt Entwickler:innen von Backend-Anwendungen laufend vor neue Herausforderungen. Backend-Frameworks helfen dabei, komplexe Konzepte in leicht verständliche Entwurfsmuster zu zerlegen und bieten Strukturen, auf denen Webanwendungen aufgebaut werden können. Oftmals bestehen Backend-Anwendungen aus vorhandenen Komponenten, die für eine einfachere Handhabung abstrahiert und in Pakete gebündelt werden.

AdonisJS ist ein Node.js-Web-Framework zur Entwicklung von serverseitigen Web-Anwendungen. Das Framework stellt Konventionen über Konfigurationen dar, um durch vorgegebene Strukturen Entwickler:innen dabei zu unterstützen, effizienter zu arbeiten. Das Grundgerüst von *AdonisJS* bilden die sogenannten *Service-Provider*, wie die Datenbankintegration und die Authentifizierung.

In erster Linie ist *AdonisJS* ein Web-Framework zur Erstellung von Anwendungen, die auf HTTP-Anfragen reagieren. Dafür sind *Router*, *Controller* und *Validator* notwendig. Im *AdonisJS-Routing-Modul* werden *Routes* (auch Endpunkte) für die Applikation definiert. *Controller* sind JavaScript-Klassen, die mit einer Route verknüpft werden. Sie helfen, als Organisationsebene, die Business-Logik in unterschiedliche Klassen zu teilen. Die *Validator* validieren die *Request-Bodies* mithilfe von Validierungs-Schemata.

Für das HT-System wurde in *AdonisJS* eine *REST-API-Schnittstelle* entwickelt, um eine Kommunikation zwischen Client-Anwendungen und dem Server zu ermöglichen. Über die API können die Daten auf der Datenbank manipuliert werden. Gleichzeitig kann diese

¹¹ <https://storybook.js.org/>

5 Anwendung des Empathy-Driven-Development Prozesses am Beispiel des Historytelling-Systems

Buttons

Im Historytelling System werden folgende drei Arten von Buttons verwendet. Sie verwenden die Primary, Secondary und Danger Farben. Der Inhalt des Buttons wird mittels eines Props übergeben.

Primary Secondary Tertiary Error confirm

Name	Description	Default
PROPS		
appearance	Can be "primary" "secondary" "tertiary" "error" "confirmation" string	'primary'
isLink	Buttons that have hrefs should use instead of boolean	false
isDisabled	boolean	false
EVENTS		
click	unknown	-
SLOTS		
default	unknown	-

isDisabled

Primary Secondary Tertiary Error confirm

Abbildung 5.19: Auszug des implementierten Design-Systems

Schnittstelle durch Authentifizierungs- und Autorisierungsmechanismen vor unautorisiertem Zugang geschützt werden. Die API wurde so gestaltet, dass sie verschiedene Endpunkte bereitstellt, um auf Ressourcen zuzugreifen und Operationen durchzuführen. Im Folgenden werden die in Tabelle 5.10 zusammengefassten Endpunkte und ihre entsprechenden Funktionen erläutert. Diese werden benötigt, um die in Abschnitt 5.2 vorgestellten Anforderungen der User Storys (Abbildung 5.5) zu erfüllen.

Tabelle 5.10: Backend-Routen zur Nutzung im Historytelling-Frontend

Route	CRUD-Operator	Beschreibung
/story	GET	alle Geschichten finden
/story	POST	neue Geschichte erstellen
/story/:id	GET	Geschichte nach ID finden
/story/:id	PATCH	Aktualisierung einer existierenden Geschichte
/story/:id	DELETE	eine existierende Geschichte löschen
/auth/user	POST	neue:n Nutzer:in anlegen
/user/:id	GET	Nutzer:in nach ID finden
/user/:id	PATCH	Profil eines:einer Nutzer:in anpassen
/auth/login	POST	eine:n Nutzer:in einloggen
/auth/logout	POST	eine:n Nutzer:in ausloggen
/comment	GET	alle Kommentare auflisten
/comment:id	GET	einen Kommentar nach ID finden
/comment:id	DELETE	einen Kommentar nach ID löschen
/commentByStory	GET	alle Kommentare einer Geschichte finden
/reaction	POST	eine neue Reaktion posten
/reaction	PATCH	eine Reaktion aktualisieren
/event	GET	alle Ereignisse finden
/event	POST	ein neues Ereignis anlegen
/event/:id	PATCH	Aktualisierung eines existierenden Ereignisses
/event/:id	DELETE	ein Ereignis löschen
/location	GET	alle Orte finden
/location	POST	einen neuen Ort anlegen
/location/:id	PATCH	Aktualisierung eines existierenden Ortes
/location/:id	DELETE	einen Ort löschen
/stimulus	GET	alle Stimulusmaterialien finden
/stimulus:id	GET	ein Stimulusmaterial nach ID finden
/stimulus	POST	ein neues Stimulusmaterial anlegen

- *story*: Diese Route ermöglicht den Zugriff auf Geschichten innerhalb des Systems. Nutzer:innen können Geschichten erstellen, anzeigen, bearbeiten und löschen.
- *comment*: Über diese Route können Kommentare zu bestimmten Geschichten abgerufen, erstellt, aktualisiert oder gelöscht werden.
- *reaction*: Diese Route ermöglicht es Nutzer:innen, mit Emoticons auf Geschichten zu reagieren.
- *event*: Über diese Route können Ereignisse abgerufen und erstellt, aktualisiert oder gelöscht werden. Ereignisse können wichtige Meilensteine im Zusammenhang mit Geschichten oder wichtige historische Ereignisse darstellen.

- *location*: Diese Route bietet Funktionen zum Verwalten von Orten von Geschichten und Ereignissen. Nutzer:innen können Orte erstellen, bearbeiten, anzeigen oder löschen.
- *stimulus*: Über diese Route können Stimulusmaterialien abgerufen, erstellt, aktualisiert oder gelöscht werden. Stimulusmaterialien können beispielsweise als visuelle oder auditive Inhalte dienen, die Geschichten ergänzen.
- *auth*: Diese Route ist für die Authentifizierung und Autorisierung von Nutzer:innen zuständig. Nutzer:innen können sich anmelden, ausloggen und ihre Profile aktualisieren.

Diese Routen bilden eine strukturierte API, mit der Client-Anwendungen unkompliziert mit dem Server interagieren und verschiedene Operationen durchführen können. Das Adonis-Framework bietet die Werkzeuge, die API effizient zu entwickeln und zu warten, was zu einer verbesserten Skalierbarkeit und Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems beiträgt.

Datenbankmanagement-System

Das HT-System nutzt das relationale Datenbankmanagement-System (DBMS) *PostgreSQL*, das die SQL-Sprache erweitert und mit neuen Features kombiniert. *PostgreSQL* kann mit Add-ons, wie *PostGIS* für Geodatenbanken, erweitert werden. Mithilfe von *PostGIS* können in einer *PostgreSQL*-Datenbank Datentypen wie Punkte, Linien und Polygone gespeichert und mit integrierten Funktionen weiterverarbeitet werden.

In Abbildung 5.20 werden die für die Speicherung und den Abruf genutzten Tabellen exemplarisch in einem *Entity-Relationship-Diagramm* dargestellt. Diese Datentypen und Verbindungen zwischen den Tabellen werden benötigt, um die aus der Verständnisphase abgeleiteten Anforderungen zu adressieren. Dabei sind die Tabellen *Comments*, *Stories*, *Events*, *Locations* und *Reactions* für das Verfassen und die Darstellung der Lebensgeschichten essenzielle Bestandteile des HT-Systems. An diesen Stellen werden die Interaktionen und Inhalte rund um Geschichten, Ereignisse und Orte verwaltet.

Die Tabelle *Stories* speichert die primären Inhalte des Systems: Geschichten, die von Nutzer:innen erstellt wurden. Jede Geschichte hat eine eindeutige ID, einen Titel, eine Beschreibung, den Inhalt der Geschichten sowie Metadaten wie Erstellungsdatum und -zeit, sowie Informationen zur Gestaltung (bspw. Farben und Bilder). Um eine spätere Zuordnung zwischen Geschichte und Nutzer:in herstellen zu können, verweist jede Geschichte auf den Autor oder die Autorin.

Die Tabelle *Comments* beinhaltet Kommentare zu den Geschichten. Jeder Kommentar besitzt eine eigene ID, den Text des Kommentars und Informationen über die Nutzer:innen, die den Kommentar abgegeben haben. Zudem wird festgehalten, zu welcher Geschichte der Kommentar gehört, und ob er eine Antwort auf einen anderen Kommentar ist.

Reaktionen sind eine wichtige Form des Feedbacks auf Geschichten. Die Tabelle *Reactions* speichert Daten zu den Reaktionen der Nutzer:innen, einschließlich der ID des Nutzer:innen, der ID der Geschichte, der ID der Reaktion und Zeitstempel für die Erstellung und Aktualisierung. Dies ermöglicht es, die Beliebtheit und Resonanz verschiedener Geschichten zu verfolgen.

5 Anwendung des Empathy-Driven-Development Prozesses am Beispiel des Historytelling-Systems

In der Tabelle *Events* werden Informationen über verschiedene Ereignisse gespeichert, wie Titel, Beschreibung, Zeitrahmen und Bilder. Jedes Ereignis hat eine eindeutige ID und kann auf mehrere Geschichten verweisen, die mit diesem Ereignis verbunden sind.

Die Tabelle *Locations* enthält Daten zu verschiedenen Orten, die im System beispielsweise für Geschichten und Ereignisse relevant sind. Jeder Ort hat eine ID, einen Titel, geografische Koordinaten, Bilder und eine Beschreibung. Orte können mit Geschichten verknüpft sein, um den Nutzern:innen Kontext und Zusatzinformationen zu bieten.

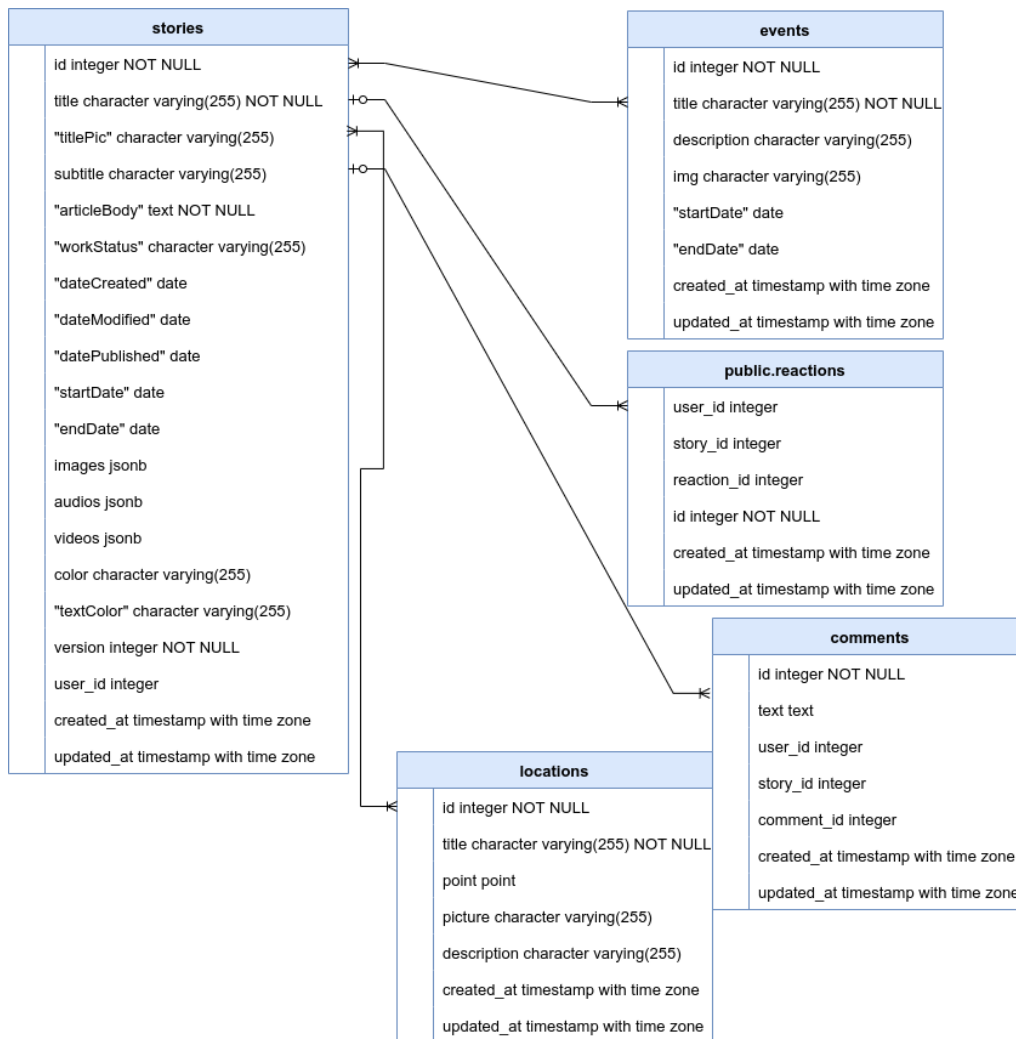


Abbildung 5.20: Auszug aus dem implementierten Datenbankschema. Abgebildet sind die an den Geschichten beteiligten Datenbank-Tabellen

5.5 Erkenntnisse aus dem praktischen Einsatz

In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse des praktischen Einsatzes des EDD-Prozesses vorgestellt. Erkenntnisse sind auf drei Ebenen zu finden: praktischer Einsatz des EDD-Prozesses, Richtlinien für die Zusammenarbeit mit älteren Erwachsenen, praktischer Einsatz der altersdifferenzierten Gestaltungsrichtlinien.

Zur Dokumentation und Analyse des Forschungsprozesses wurden verschiedene Werkzeuge und Techniken eingesetzt:

Erstens wurden Memos verfasst, in denen Telefonate, Arbeitsschritte, Herausforderungen sowie notwendige Anpassungen in chronologischer Abfolge festgehalten und kommentiert wurden. Diese Memos dienten sowohl der Planung weiterer Schritte als auch der Reflexion über den bisherigen Verlauf. Ergänzend dazu kam ein digitales Zettelkasten-System zum Einsatz, in dem Notizen strukturiert und miteinander verknüpft wurden, um die Ideen und Inhalte gezielt zur Beantwortung der Forschungsfragen zu ordnen und zu erweitern.

Während des Forschungsprozesses fanden regelmäßige Reflexionsgespräche statt, in denen die Durchführung der angewendeten Methoden mit Mitmoderierenden diskutiert und reflektiert wurde. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse, insbesondere zu den durchgeführten Methoden, den Orten, an denen die Forschung stattfand, sowie zur Atmosphäre und den vorgenommenen Methodenanpassungen, wurden in einem fortlaufenden Dokument festgehalten.

5.5.1 Praktischer Einsatz des Empathy-Driven-Development Prozesses

Im Rahmen der langjährigen Zusammenarbeit mit älteren Erwachsenen wurde der in Kapitel 4 entwickelte EDD-Prozess im praktischen Einsatz validiert, eingesetzt und iterativ angepasst. Dieser Prozess basiert auf sieben Grundprinzipien, welche in Tabelle 5.11 zusammengefasst sind und die Grundlage für die Nutzung des EDD-Prozesses bildeten.

Während der Arbeit an HT zeigte sich, dass bestimmte Nutzer:innen langfristig partizipativ eingebunden und immer wieder Teil des Projekts wurden, während andere Personen nur punktuell, beispielsweise bei der Entwicklung einer einzelnen Komponente beteiligt waren. Daraus wurde der Bedarf für ein weiteres achttes Grundprinzip (EDD-8) abgeleitet, da neben Einbindung unterschiedlicher Interessengruppen im Prozessverlauf auch der beständige und wechselhafte Einbezug der Nutzungsgruppe einen Einfluss auf das Ergebnis haben kann (siehe auch Volkmann, Sengpiel und Jochems [2022] und Volkmann, Dresel und Jochems [2023]).

Das Prinzip bezieht sich darauf, dass zwischen einer kurz- und langfristigen Zusammenarbeit mit älteren Erwachsenen unterschieden werden sollte. Die Dauer der Einbindung kann beispielsweise die Einbindungsqualität beeinflussen, was ursprünglich nicht in den Grundprinzipien berücksichtigt wurde. Die älteren Erwachsenen kehrten beispielsweise die Initiative im Gestaltungsprozess um, sodass von sich aus Ideen für neue Komponenten und Kontexte äußerten.

Insgesamt konnten die theoretisch fundierten Grundprinzipien in der Praxis angewendet werden. Die iterative und partizipative Natur des EDD-Prozesses förderte eine vertrauensvolle und kooperative Arbeitsatmosphäre, in der ältere Erwachsene aktiv an der Planung und Entwicklung beteiligt waren. Im Folgenden werden die Erkenntnisse basierend auf den einzelnen Grundprinzipien detailliert betrachtet.

Tabelle 5.11: Grundprinzipien des Empathy-Driven-Design Prozesses (siehe Kapitel 4). Das mit * markierte Prinzip wurde durch den praktischen Einsatz des Prozesses abgeleitet.

ID	Prinzip
EDD-1	Von Beginn an mit den Nutzer:innen zusammenarbeiten
EDD-2	Iterative Zusammenarbeit mit Fokus auf Agilität
EDD-3	Einbindung unterschiedlicher Interessengruppen im Prozessverlauf
EDD-4	Gemeinsame Planung der Nutzer:innen-Einbindung in der Verständnisphase
EDD-5	Nutzung partizipativer Methoden in der Gestaltungsphase
EDD-6	Nutzung formativer Evaluationen zur iterativen Weiterentwicklung des Systems
EDD-7	Gestalter:innen fokussieren die gleichberechtigte Zusammenarbeit mit älteren Erwachsenen
EDD-8*	Lang- und kurzfristige Zusammenarbeit mit älteren Erwachsenen

EDD-1 – Von Beginn an mit den Nutzer:innen zusammenarbeiten

Der praktische Einsatz dieser Prinzipien ermöglichte eine enge Zusammenarbeit mit der Zielgruppe, bei der deren Bedürfnisse und Anforderungen kontinuierlich in den Entwicklungsprozess integriert wurden. Die Nutzer:innen bereits in den frühen Phasen des Entwicklungsprozesses einzubeziehen, hat sich als effektiv erwiesen, da dadurch schon früh erste Ideen zu einem Szenario, User Journey und erste User Stories entwickelt und so eine erste Weiterentwicklungsrichtung abgeleitet werden konnte. Der Ansatz trug so dazu bei, die Bedürfnisse und Erwartungen der älteren Erwachsenen von Beginn an kontinuierlich zu berücksichtigen und in das HT-System zu integrieren. Das resultierte in iterativ entwickelten Systemkomponenten und einem Design-System, das kontinuierlich angepasst wurde.

Zu Beginn wurden Interviews geführt. Deren Auswertung und die Ableitung für die Weiterentwicklung basierten auf der Nutzer:innen-Einbindung, gemeinsame Entscheidungsfindungsprozesse existierten jedoch nicht. Insbesondere diese erste Phase war für den Empathieaufbau notwendig, weil gegenseitig wenig Wissen vorhanden war und Altersstereotype, wie eine geringe Technikaffinität Älterer, erst Stück für Stück abgebaut wurden.

EDD-2 – Iterative Zusammenarbeit mit Fokus auf Agilität

Die Agilität in den Iterationen, die durch die frühzeitige Durchführung kooperativer Methodenanwendungen gefördert wurde, führte zu einer flexiblen und anpassungsfähigen Entwicklung digitaler Lösungen. Die hohe Anzahl unterschiedlicher Methodendurchführungen mit älteren Erwachsenen zeigt, dass EDD als agiler Prozess eine hohe Anpassungsfähigkeit an sich im Verlauf verändernde Bedingungen besitzt. Dadurch konnte auf wechselnde Bedürfnisse und neue Erkenntnisse im laufenden Prozess reagiert werden, was zu einer verbesserten Qualität der entwickelten Technologien führt.

EDD-3 – Einbindung unterschiedlicher Interessengruppen im Prozessverlauf

Die Einbindung verschiedener Interessengruppen in die Prozessschritte und die flexible Anpassung ihrer Beteiligung je nach Bedarf und Entwicklungsstadium erwiesen sich als effektiv. Diese Flexibilität in der Zusammenarbeit förderte ein gegenseitiges Verständnis, das die Grundlage für die nachfolgenden Gestaltungsaktivitäten bildete. Workshops wurden nicht nur als Gestaltungsaktivitäten, sondern auch als soziale Events konzipiert, was die Motivation der Teilnehmer:innen deutlich steigerte [Volkman, Sengpiel und Jochems, 2022]. Dafür wurden die Methoden, die Dauer der Aktivitäten und die Rekrutierungsstrategien entsprechend angepasst.

Jedoch zeigte sich, dass die iterative Zusammenarbeit, trotz agiler Ansätze, eine sorgfältige Planung erfordert, um Terminfindungen zu erleichtern und eine ausreichende Anzahl älterer Erwachsener für die Beteiligung sicherzustellen. Die Frequenz der iterativen Zusammenarbeit musste zudem so gestaltet werden, dass sie für alle Teilnehmenden geeignet ist. Besonders die Arbeit mit festen Gruppenkonstellationen erwies sich als vorteilhaft, da sie ein kontinuierliches Feedback ermöglichte, das sich positiv auf den Fortschritt des Entwicklungsprozesses auswirkte.

EDD-4 – Gemeinsame Planung der Nutzer:innen-Einbindung in der Verständnisphase

Durch die langfristige Zusammenarbeit entwickelte sich im Laufe der Zeit eine vertrauensvolle und kooperative Arbeitsatmosphäre. Diese kontinuierliche Interaktion führte dazu, dass ältere Erwachsene nicht nur aktiv an der Planung teilnahmen, sondern auch selbst die Initiative ergriffen, um die Entwicklung spezifischer Funktionalitäten voranzutreiben [Volkman, Dresel und Jochems, 2023]. Besonders in der Verständnisphase stellte die gemeinsame Planung mit den Nutzer:innen anfangs eine Herausforderung dar, da eine gemeinsame Basis für die Zusammenarbeit fehlte. Diese Veränderung zeigt, wie aus einer anfänglichen Herausforderung eine Stärke wurde, die den partizipativen Ansatz des EDD-Prozesses vollständig zur Geltung brachte.

Die Erwartung, durch die Zusammenarbeit mit älteren Menschen deren Perspektiven besser kennenzulernen, konnte im Projekt erfüllt werden. Ein weiterer Erfolgsfaktor war die Begeisterung, die ältere Erwachsene für das Projekt entwickelten.

Allerdings blieb der Wunsch offen, tiefgehendes Wissen und Analyseergebnisse stärker in das Projekt einfließen zu lassen, was aufgrund zeitlicher Einschränkungen nicht immer möglich war. Dies zeigt, dass die zeitliche Planung und der Ressourceneinsatz für solche partizipativen Projekte weiterhin eine zentrale Herausforderung bleiben, um das volle Potenzial der interdisziplinären Zusammenarbeit auszuschöpfen.

EDD-5 – Nutzung partizipativer Methoden in der Gestaltungsphase

Im Rahmen der Gestaltungsphase wurden verschiedene Low-Fidelity Gestaltungsvarianten mit den älteren Erwachsenen getestet, um die Gebrauchstauglichkeit unterschiedlicher Ansätze zu vergleichen und gegebenenfalls neue Anforderungen und Konzepte abzuleiten. Mithilfe der vorliegenden Prototypen fiel es den älteren Erwachsenen leicht, über diese zu diskutieren, da sie einen konkreten Gestaltungsgegenstand hatten. So konnten sie beispielsweise auf bestimmte Elemente zeigen, deren Bezeichnungen ihnen nicht geläufig waren. Insgesamt war es für die älteren Erwachsenen damit möglich, über ihre eigenen Präferenzen zu sprechen, anstatt selbst neue Aspekte zu entwickeln. Flexibilität und situative Anpassungsfähigkeit der Methodendurchführung und des Ablaufs erwiesen sich als sinnvoll.

Die in Kapitel 3 entwickelten altersdifferenzierten Gestaltungsrichtlinien halfen bei der Erstellung von Prototypen. Die Nutzung partizipativer Methoden in der Gestaltungsphase digitaler Systeme zeigte, dass ältere Erwachsene oft Schwierigkeiten haben, gemeinsam an konkreten Gestaltungskonzepten zu arbeiten, da sie ihre Anforderungen nicht verbalisieren können. Die Kombination aus digitalem Design-System, Vue.js-Frontend und AdonisJS-Backend ermöglichte es, iterativ auf die Bedürfnisse der älteren Erwachsenen einzugehen und selbst komplexe Konzepte umzusetzen.

EDD-6 – Nutzung formativer Evaluationen zur iterativen Weiterentwicklung des Systems

Bei den formativen Evaluationen wurde auf klare Anleitungen und die Nutzung einer für die Zielgruppe verständlichen Sprache fokussiert, um die Nachvollziehbarkeit aller Beteiligten im Prozess sicherzustellen. Zudem wurde die Zeit großzügig geplant, um genügend Raum für ausführliche Nutzung und Rückmeldungen zu lassen. Ähnlich wie im Prozess der menschenzentrierten Gestaltung förderten Iterationen die progressive Weiterentwicklung des HT-Systems. Die iterativ-inkrementelle Vorgehensweise verbesserte schrittweise die Qualität des Systems. Die Ergebnisse der Evaluation wurden sowohl zur Präzisierung der Beschreibung des Nutzungskontexts verwendet, als auch direkt in die Gestaltung und das Prototyping zurückgeführt. Bei jeder Evaluation wurde überprüft, ob die Gebrauchstauglichkeit-Ziele erreicht wurden und entschieden, ob eine weitere Iteration notwendig ist. In der Evaluationsphase wurde nicht nur untersucht, ob die Gebrauchstauglichkeit-Ziele erreicht wurden, sondern auch, welche Aspekte der Gestaltung optimiert werden müssen und welche Erkenntnisse zum Nutzungskontext und welche Anforderungen korrigiert oder erweitert werden sollten.

EDD-7 – Gestalter:innen fokussieren die gleichberechtigte Zusammenarbeit mit der Zielgruppe

Ein bedeutsamer Aspekt des EDD-Prozesses ist die Veränderung der Rolle der Gestalter:innen (EDD-7). Der Prozess sieht vor, dass sie ihre traditionelle Expertenrolle zugunsten einer gleichberechtigten Zusammenarbeit mit der Zielgruppe ändern. Diese Veränderung führte zu einem Fokus auf gegenseitiges Lernen, bei dem alle Stakeholder von der Gleichberechtigung und der Zusammenarbeit profitieren konnten. Veranstaltungen wurden häufig als soziale Events gestaltet, was nicht nur das Gemeinschaftsgefühl stärkte, sondern auch eine offenere und produktivere Interaktion ermöglichte.

EDD-8 – Beständige und wechselhafte Zusammenarbeit mit älteren Erwachsenen

Kurzzeitige und dadurch häufig wechselnde Kooperationen ermöglichten den Einbezug diverser Nutzungsgruppen, wodurch vielfältige Impulse erhalten wurden. Gleichzeitig war diese Art der Zusammenarbeit eine Möglichkeit, das System aus verschiedenen Perspektiven zu beleuchten. Eine beständige Zusammenarbeit mit spezifischen Nutzungsgruppen ermöglichte eine regelmäßige, iterative Validierung und kontinuierliche Verbesserung. So konnte das System an die realen Bedürfnisse der Nutzer:innen angepasst werden. Die vertiefte Zusammenarbeit ermöglichte darüber hinaus, Aspekte wie Nachhaltigkeit der Zusammenarbeit und die iterative Komponentenentwicklung zu fokussieren [Volkman, Sengpiel und Jochems, 2022].

Eine Besonderheit im partizipativen Entwicklungsprozess war eine beständige, langfristige Zusammenarbeit mit einer regionalen Landfrauengruppe, auch über die Covid-19-Pandemie hinweg [Volkman, Sengpiel und Jochems, 2022]. Die Zusammenarbeit zwischen HT und den Landfrauen fand über einen Zeitraum von 5 Jahren statt und manifestierte sich vor allem in Workshops und Interviews, in denen unterschiedliche Funktionalitäten von HT diskutiert, erstellt und evaluiert wurden.

5.5.2 Abgeleitete Richtlinien zur Zusammenarbeit mit älteren Erwachsenen

Ein wichtiges Ergebnis der langjährigen Zusammenarbeit mit der Zielgruppe ist die Ableitung von sieben Richtlinien zur Zusammenarbeit, die in Rekrutierung, Atmosphäre und Durchführung sowie Methoden eingeteilt werden können [Sengpiel, Volkman und Jochems, 2019] (siehe Tabelle 5.12).

Die Rekrutierung von Teilnehmer:innen für das HT-System zeigte, dass die Rekrutierung von Gruppen einfacher ist als die Rekrutierung von Einzelpersonen. Dabei ist es wichtig, den Kontakt zu den engagiertesten Mitgliedern dieser Gruppen oder Gruppenleiter:innen aufrechtzuerhalten, da diese als Pull-Faktor für andere Gruppenmitglieder fungieren können (R1).

Bei der Entwicklung des HT-Systems wurde die effektive Zusammenarbeit mit der Zielgruppe durch das Engagement von Gruppenleiter:innen unterstützt. Diese Personen spielten eine entscheidende Rolle bei der Organisation und Koordination der Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Projektbeteiligten. Durch ihre Leitung konnte eine strukturierte und effiziente Arbeitsumgebung geschaffen werden, die es ermöglichte, die Projektziele zu erreichen.

Ein weiterer Schwerpunkt lag auf der Betonung der Reziprozität bei der Rekrutierung der Teilnehmenden (R2). Ein Anreiz für die Teilnahme war beispielsweise die Kombination eines Workshops mit der Einführung in neue Technologien. Zum Beispiel wurde eine Gebrauchstauglichkeit-Evaluation des HT-Systems mit einem Workshop zur Nutzung von WhatsApp kombiniert. Es war wichtig, sicherzustellen, dass alle Beteiligten von der Zusammenarbeit profitierten und einander unterstützten.

Tabelle 5.12: Richtlinien für die Zusammenarbeit mit älteren Erwachsenen [Sengpiel, Volkmann und Jochems, 2019]

Code	Richtlinie	Beschreibung
Rekrutierung		
R1	Arbeite mit Gruppenleiter:innen zusammen.	Gruppenleiter:innen können die gesamte Gruppe zur Teilnahme an Aktivitäten bewegen
R2	Unterstreiche Reziprozität bei der Rekrutierung.	Viele ältere Erwachsene helfen gern, wollen jedoch auch Hilfe bekommen. Anstatt monetäre Anreize anzubieten, können auch Technologienutzungsworkshops als Anreize wirken.
Atmosphäre und Durchführung		
AD1	Plane sozialen Austausch ein.	Ältere Menschen wissen es zu schätzen, wenn man ihnen Zeit und Raum für soziale Kontakte gibt und ihnen eine angenehme Atmosphäre bietet (<i>Angebot von Kaffee und Kuchen</i>).
AD2	Setze die vorgesehene Zeit zu hoch an.	Aufgrund der hohen Diversität ist es herausfordernd, die Zeit für Methoden wie Workshops und Interviews abzuschätzen.
Methoden		
M1	Gehe auf die Wünsche der Teilnehmer:innen ein.	Im Rahmen eines Workshops oder einer Evaluation können unerwartete Wünsche geäußert werden, z.B. nach mehr Informationen. Es wird häufig sehr wertgeschätzt, wenn auf diese Wünsche eingegangen wird.
M2	Erstelle Alternativpläne.	Manchmal funktionieren die Methoden nicht, wie erwartet, beispielsweise aufgrund von geringer Technikakzeptanz oder geringer Technikkennntnisse. Das Vorhalten von Alternativplänen mit weniger Technologienutzung ist hilfreich.
M3	Nutze abstrakte Beschreibungen von Technologie.	Um sich Aufgaben vorstellen zu können, eignen sich abstrakte Beschreibungen von Technologien am besten, um die Kreativität älterer Menschen anzuregen.

Bei der Zusammenarbeit mit älteren Erwachsenen im Rahmen des HT-Systems wurde großer Wert auf eine angenehme und einladende Atmosphäre gelegt. Teilnehmer:innen schätzten die Aktivitäten häufig als soziale Ereignisse, weshalb lange Pausen eingeplant wurden, um ausreichend Zeit für den Austausch und das Kennenlernen zu ermöglichen (AD1).

Insbesondere wurden Workshops so gestaltet, dass sie genügend Raum für sozialen Austausch boten und die Teilnehmer:innen ermutigt wurden, sich aktiv einzubringen. Dies förderte nicht nur die Zusammenarbeit, sondern trug auch zur Entwicklung einer unterstützenden Gemeinschaft bei, in der sich alle Mitglieder gehört und geschätzt fühlten. Ein besonderer Fokus lag darauf, gezielte Maßnahmen zu ergreifen, um sicherzustellen, dass alle Beteiligten die Möglichkeit hatten, voneinander zu lernen und sich auszutauschen. Diese Praxis wurde von den Teilnehmer:innen als wichtige Grundlage der Teilnahme gut angenommen.

Während der Methodendurchführungen nutzten die Teilnehmer:innen häufig die Gelegenheit, mehr über Technologien zu erfahren und stellten insbesondere in den Pausen viele Fragen. Da bereits während der Rekrutierung auf die Reziprozität innerhalb eines Austausches hingewiesen wurde (R2), wurde der Beantwortung der Fragen ausreichend Raum gegeben. Dies machte eine genaue Zeitplanung schwierig, und fast alle Methodendurchführungen dauerten länger als ursprünglich vorgesehen (AD2).

Ältere Erwachsene sind eine sehr heterogene Gruppe, insbesondere in Bezug auf Technologieerfahrung und -akzeptanz. Folglich war die Berücksichtigung der Bedürfnisse und Wünsche der Teilnehmer:innen ein wichtiger Aspekt der Methodenauswahl (M1). Ältere Erwachsene haben es wertgeschätzt, wenn auf ihre Wünsche, beispielsweise nach mehr Informationen, eingegangen wurden. Außerdem wurden Teile der durchgeführten Workshops an die Wünsche der Teilnehmer:innen angepasst, beispielsweise um Fragen zu beantworten. Zudem musste der Umfang und die Gründe für den Einsatz einer jeweiligen Methode als auch die Technologienutzung teilweise erklärt werden, um beispielsweise Bedenken hinsichtlich des Datenschutzes aufzuklären.

Bei der Zusammenarbeit mit älteren Erwachsenen ist die Planung alternativer Abläufe als didaktische Reserven essenziell (M2). Dies ist besonders wichtig, wenn Technologieerfahrung für die Durchführung einer Methode entscheidend ist. Evaluationsstudien haben etwa zu Frustrationsmomenten bei einzelnen Teilnehmer:innen geführt, wenn die Teilnehmer:innen mehrere Aufgaben nicht abschließen konnten. Auch wenn diese Rückmeldungen aus Entwicklungs- und Forschungssicht wertvolle Ergebnisse liefern, können solche Momente zu so großem Frust führen, dass die langfristige Zusammenarbeit gefährdet wird. Es sollte also eine gute Balance zwischen Frustrationsmomenten und einem reibungslosen Ablauf gefunden und gegebenenfalls Alternativpläne während einer Methodendurchführung eingesetzt werden. Diese Alternativpläne können abstrakte Beschreibungen der Technologie oder analoge Lösungen umfassen, um die Zugänglichkeit und das Verständnis zu verbessern.

Auch bei ko-kreativer Zusammenarbeit wurden Alternativpläne genutzt, um auch Teilnehmer:innen mit wenig Technologieerfahrung die Möglichkeit zur aktiven Mitarbeit zu bieten. Eine dieser Strategien war die Substitution technologischer Anwendungen durch schriftliche Szenarien, um die Verständlichkeit zu erhöhen (M3).

5.5.3 Erkenntnisse aus dem praktischen Einsatz der altersdifferenzierten Gestaltungsrichtlinien

In diesem Kapitel wurden die praktische Anwendung der in Kapitel 3 entwickelten altersdifferenzierten Gestaltungsrichtlinien beschrieben. Es kam eine Kombination aus Komponenten-Systematisierung, Gestaltungsregeln und einem digitalen Design-System zum Einsatz, das gemeinsam zur effizienten Entwicklung des HT-Systems beitrug. Diese Kombination erwies sich als förderlich für den Entwicklungsprozess und schaffte gute Synergien untereinander. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Systematisierung, des Transfers der altersdifferenzierten Gestaltungsrichtlinien in die Praxis und der Nutzung des digitalen Design-Systems sowie die Evaluationsstudien im Rahmen der HT-Entwicklung dargestellt.

Systematisierung von Komponenten

Insgesamt wurden im Verlauf der Entwicklung des HT-Systems 20 Seiten, 60 Komponenten, zehn Elemente und fünf Token erstellt. Davon wurden in dieser Arbeit beispielhaft eine Seite, drei Komponenten, drei Elemente und fünf Token detailliert vorgestellt. Zusätzlich wurde ein Komponenten-System entwickelt, das die Strukturierung und Wiederverwendbarkeit der einzelnen Elemente und Komponenten ermöglichte. Dieses System half dabei, konsistenten und leicht wartbaren Quellcode zu erstellen, welcher den altersdifferenzierten Gestaltungsrichtlinien entspricht.

Um die Verwaltung und Dokumentation der entwickelten Komponenten zu unterstützen, wurde ein digitales Design-System eingesetzt. Dieses Werkzeug ermöglichte die direkte Integration der Gestaltungsregeln in die Komponentenentwicklung und förderte somit eine nahtlose Umsetzung der theoretischen Richtlinien in die Praxis. Die Kombination aus der Systematisierung der Komponenten, dem Einsatz des digitalen Tools und der Integration der Gestaltungsregeln führte zu Synergien, die den Entwicklungsprozess effizienter und effektiver gestalteten.

Transfer der Gestaltungsrichtlinien in die Praxis

Die praktische Umsetzung der altersdifferenzierten Gestaltungsrichtlinien war entscheidend für die erfolgreiche gebrauchstaugliche Entwicklung des HT-Systems. Um dies zu erreichen, wurden CSS-Regeln und HTML-Komponenten entwickelt, die die abstrakten Gestaltungsrichtlinien in konkrete, umsetzbare Spezifikationen aufbrachen. Beispielsweise erforderte eine Richtlinie, die ein bestimmtes Mindestverhältnis für den Kontrast festsetzt, dass Farben, Kontrastverhältnisse und Schriftgrößen genau spezifiziert werden. Diese Spezifikationen wurden als CSS-Regeln implementiert, um sicherzustellen, dass alle visuellen Elemente die erforderlichen Standards erfüllten.

Für die praktische Umsetzung der Gestaltungsrichtlinien wurden Spezifikationen für Elemente, Komponenten und Seiten erstellt, die unter Berücksichtigung des gewählten CSS-Frameworks als wiederverwendbarer HTML-Quellcode implementiert wurden. Dies ermöglichte die Erstellung einer Sammlung vorgefertigter Komponenten, die den Gestaltungsrichtlinien entsprachen. Gleichzeitig wurden Dokumentationen für das digitale

Design-System verfasst, um den effizienten Einsatz der Gestaltungsrichtlinien zu fördern. Diese Dokumentationen ermöglichten die konsistente Anwendung der Richtlinien, wodurch Entwicklungsprozesse beschleunigt und die Qualität des HT-Systems verbessert wurde.

Nutzung des digitalen Design-Systems

Die Nutzung des digitalen Design-Systems bei der Entwicklung gebrauchstauglicher und konsistenter Komponenten und des Gesamtsystems war ein wichtiger Erfolgsfaktor. Obwohl insbesondere die Einrichtung, Entwicklung und Dokumentation erster Komponenten in einem solchen Design-System initial zu hohem Mehraufwand führte, zeigten sich mittel- und langfristige Vorteile in der Effizienz und Qualität der Systementwicklung. Mit der zunehmenden Umsetzung und Integration von Elementen und Komponenten konnte eine deutliche Effizienzsteigerung bei der Entwicklung weiterer Systemteile festgestellt werden. Dies lag daran, dass Seiten dann nicht mehr von Grund auf neu konzipiert und entwickelt werden mussten, sondern Komponenten wiederverwendet werden konnten. Diese Komponenten und Elemente bauten dann auf bereits in der Praxis umgesetzte und erprobte altersdifferenzierte Gestaltungsrichtlinien auf.

Bei der fortlaufenden Systematisierung und Pflege des Design-Systems stellte sich fortlaufend die Frage, ob für die Entwicklung einer neuen Seite eine neue Komponente oder ein neues Element abstrahiert werden sollte. In Fällen, in denen eine Komponente nur einmalig verwendet wurde, kann der Mehraufwand die Vorteile überwiegen. Wichtig ist folglich die Entwicklung einer Methodik, die diese Entscheidungen systematisch und effizient unterstützt. Eine solche Methodik würde sicherstellen, dass die Balance zwischen den Pflegekosten des Design-Systems und dem praktischen Nutzen gewahrt bleibt, und die langfristige Effizienz und Konsistenz der Systementwicklung gefördert wird. w

5.6 Limitationen

Im Rahmen der HT-Entwicklung konnte der EDD-Prozess praktisch eingesetzt sowie erprobt werden und lieferte wertvolle Erkenntnisse zu Gestaltungsrichtlinien sowie zur Zusammenarbeit mit älteren Erwachsenen. Limitationen lassen sich in diesem Kapitel auf der Ebenen der Gestaltungsanforderungen, auf der Prozessebene und der Reflexionsebene finden.

Einige Gestaltungsanforderungen wurden bei der Entwicklung des Historytelling-Systems nicht adressiert, da sie in diesem speziellen Kontext nicht anwendbar waren. Aus diesem Grund konnten hierfür keine praktischen Beispiele dargestellt werden. Auf der Token-Ebene betraf dies die *Frequenz* (WAS-3) und die *Veränderung bei Updates* (KLV-3), während auf Komponenten-Ebene *sich bewegendende Elemente* (KAV-9) nicht relevant waren.

Darüber hinaus existieren neben den in der Literaturrecherche ermittelten Gestaltungsrichtlinien die sogenannten Web Content Accessibility Guidelines der Web Accessibility Initiative¹². Diese Richtlinien wurden nur vereinzelt betrachtet, auch wenn diese die Gebrauchstauglichkeit von Web-Systemen maßgeblich beeinflussen können. Hier könnte

¹² <https://www.w3.org/WAI/>, abgerufen am 12.10.2024

ein Interface-Audit über alle bisher erstellten Teile der Benutzungsoberfläche geeignet sein, um eventuelle Missachtungen dieser Richtlinien zu überprüfen. Außerdem existiert für das genutzte System des digitalen Styleguide eine Erweiterung, mit der die Richtlinien automatisch überprüft werden können. Diese Erweiterung könnte für eine zukünftige Überprüfung der WCAG-Richtlinien installiert und aktiviert werden.

Eine weitere Limitation betrifft den Ressourcenaufwand in der partizipativen Zusammenarbeit. Ein übermäßiger Einbezug von Teilnehmer:innen und damit einhergehenden höherem Ressourceneinsatz führt nicht zwangsläufig zu besseren Ergebnissen und kann sogar negative Auswirkungen wie Entscheidungsmüdigkeit oder Überforderung – insbesondere bei älteren Erwachsenen – hervorrufen. Zukünftige Forschungen sollten untersuchen, wie dieses Gleichgewicht gefunden werden kann, um effiziente und gleichzeitig zufriedenstellende Entwicklungsprozesse zu gewährleisten.

Eine weitere Limitation des Projekts besteht in einem möglichen Selektionseffekt, der durch die Zusammensetzung der Teilnehmer:innen entstanden sein könnte. Es ist wahrscheinlich, dass vor allem ältere Erwachsene, die sozial aktiv, lernbereit und körperlich fit sind, zur Teilnahme bereit waren, insbesondere da häufig eine Anreise erforderlich war. Es ist anzunehmen, dass Persönlichkeitsmerkmale wie eine höhere Offenheit für Erfahrungen und moderate bis hohe Technik-Affinität in dieser Gruppe häufiger vorkamen. Diese Faktoren könnten wiederum die Ergebnisse der HT-Entwicklung beeinflusst haben, sodass die Erkenntnisse nicht auf die gesamte Zielgruppe übertragbar sind. In zukünftigen Arbeiten sollte ein Gleichgewicht zwischen der Erfassung dieser potenziellen Einflüsse durch zusätzliche Fragebogendaten und der Nutzung explorativer partizipativer Forschungsansätze angestrebt werden.

Bisher ist eine standardisierte Reflexion über die angewendeten Methoden bislang nicht implementiert, weshalb dieser Aspekt in zukünftigen Entwicklungen und Evaluationen stärker berücksichtigt werden sollte, um die Qualität der Zusammenarbeit und der erzielten Ergebnisse weiter zu verbessern. Die Anwendung der Grundprinzipien des EDD-Prozesses hat dennoch eine erste subjektive Selbstreflexion über die partizipative Zusammenarbeit mit der Zielgruppe angestoßen. Dieser Prozess ermöglichte nicht nur ein tieferes Verständnis für die Bedürfnisse der Nutzungsgruppe, sondern trug auch wesentlich zur erfolgreichen technischen Umsetzung des HT-Systems bei.

Obwohl die systematische Auswertung bislang eine Herausforderung darstellt, sind durch die Anwendung des Prozesses wertvolle subjektive Erkenntnisse sichtbar geworden, die zukünftig als Grundlage für eine standardisierte Analyse dienen können. Die Flexibilität und Übertragbarkeit der erlangten Erkenntnisse auf andere Projekte bieten eine solide Basis, um den Prozess weiterzuentwickeln und in Zukunft eine fundierte Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu ermöglichen.

5.7 Zusammenfassung und Fazit

Dieses Kapitel analysierte die Anwendung des in Kapitel 4 entwickelten Empathy-Driven-Development (EDD)-Prozesses im Rahmen des Historytelling-Projekts (HT), dessen Ziel die partizipative Entwicklung einer Plattform für ältere Erwachsene zur digitalen Dokumentation ihrer Lebensgeschichten war. Ein zentraler Schwerpunkt lag auf dem prakti-

schen Einsatz der in Kapitel 3 abgeleiteten Gestaltungsrichtlinien. Daraus resultierte die Entwicklung von Praxisbeispielen, um die Effektivität der entwickelten Richtlinien in der Praxis zu überprüfen.

Das HT-System wurde unter Mitwirkung von 429 Teilnehmer:innen in 54 Methodendurchführungen entwickelt und basierte auf einem komponentenbasierten Ansatz mit Vue.js im Frontend, AdonisJS im Backend und Tailwind CSS zur Gestaltung. Diese Kombination ermöglichte eine agile Entwicklung und separate Evaluation einzelner Komponenten, wie beispielsweise der Eingabemaske. Insgesamt entstanden 20 Seiten, 60 Komponenten, zehn Elemente und fünf Token und eine REST-API mit 21 Routen zur Datenverarbeitung im Backend.

Die Zusammenarbeit mit der Zielgruppe ermöglichte die Ableitung spezifischer Richtlinien zur Kooperation mit älteren Erwachsenen, die Aspekte wie Rekrutierung, Atmosphäre und methodische Umsetzung betreffen. Drei Faktoren erwiesen sich dabei als entscheidend: die Rolle einer engagierten vorsitzenden Person, die Schaffung einer angenehmen, sozialen Atmosphäre und die wechselseitige Motivation zur Weitergabe und Nutzung von Wissen. Die vorsitzende Person schuf Vertrauen und Engagement innerhalb der Gruppe, was eine langfristige Bindung und Offenheit für die partizipativen Methoden förderte.

Durch die Anwendung des EDD-Prozesses und der langjährigen Kooperation mit der Zielgruppe konnten sieben Richtlinien zur Zusammenarbeit mit älteren Erwachsenen abgeleitet werden. Diese Richtlinien betreffen die Rekrutierung, die Atmosphäre und Durchführung sowie die Methodenanwendung.

Während der Methodendurchführungen war es wichtig, dass die Teilnehmer:innen eine angenehme Arbeitsatmosphäre mit zusätzlicher Zeit für soziale Interaktion hatten, zum Beispiel während einer Mahlzeit vor dem eigentlichen Workshop oder verlängerten Kaffeepausen. Dennoch nahmen die Teilnehmer:innen nicht nur aus Freude an der HT-Entwicklung teil. Im Rahmen des EDD-Prozesses soll daher eine Anwendung entwickelt werden, die besonders für ältere Nutzer:innen von Interesse ist. Ein charakteristisches Merkmal dieser Altersgruppe ist ihre umfangreiche Lebenserfahrung und das Bedürfnis, diese weiterzugeben. Dies ist besonders wertvoll, da ältere Menschen oft das Gefühl haben, dass ihre verbleibende Zeit begrenzt ist [Erikson und Erikson, 1998].

Gegenseitiges Lernen war ein wichtiger Motivator für sie, insbesondere in Bezug auf die Nutzung neuer Technologien. Geführt von intrinsischen Motiven möchten ältere Erwachsene etwas für die Nachwelt und die Gesellschaft bewahren und gestalten [siehe auch Erikson und Erikson, 1998]. Die Ergebnisse ihrer Teilnahme waren ihnen wichtig.

Die Anwendung des erweiterten Seniorentechnologieakzeptanzmodells (E-STAM, siehe Abschnitt 2.5) erlaubte die Anpassung des Systems an die hohe Heterogenität der Nutzungsgruppe. Unterschiedliche Vorerfahrungen, Einstellungen und Fähigkeiten beeinflussten die Akzeptanz der Technologien, die sich jedoch durch die langfristige Unterstützung und die Verankerung in bestehende Gemeinschaften positiv verstärken ließen.

Auf der sozialen Ebene trug die langfristige Zusammenarbeit zur Stärkung der Gemeinschaft bei. Durch die Bereitstellung von technischem Support und Trainingsmöglichkeiten für Technologien wurden ältere Erwachsene unterstützt und ermutigt, ihr Technikverständnis zu verbessern. Zudem wurde mit einer bestehenden Gemeinschaft älterer Erwachsener zusammengearbeitet, die im Rahmen der HT-Entwicklung weiter

gestärkt werden konnte. Die Zusammenarbeit half dabei, auf Stigmata gegenüber Technologien einzugehen und Nutzungsbarrieren abzubauen, indem eine Umgebung und Atmosphäre geschaffen wurde, in der sich die Teilnehmer:innen gegenseitig unterstützen und voneinander lernen konnten. Dies förderte nicht nur den sozialen Austausch, sondern auch das Vertrauen in die Technologie und die eigenen Fähigkeiten.

Auf der technischen Systemebene haben die im Kapitel 3 beschriebenen Gestaltungsrichtlinien dazu beigetragen, systembedingte Barrieren zu minimieren. Durch die frühzeitige und kontinuierliche Einbindung der Nutzungsgruppe konnten gemeinsam Entscheidungen über die Gestaltung und Funktionsweise der Anwendung getroffen werden. Dies ermöglichte es, das Vertrauen in die Technologie schrittweise aufzubauen und die Akzeptanz langfristig zu erhöhen.

Den Abschluss des Kapitels bildete die Reflexion über die Herausforderung, systematische Ansätze zur Bewertung partizipativer Methoden zu entwickeln. Die derzeit fehlenden standardisierten Verfahren erschweren eine umfassende Evaluierung der eingesetzten Methoden. Im nächsten Schritt gilt es daher, strukturierte Ansätze zur Reflexion partizipativer Verfahren zu entwickeln. Ein solches systematisches Framework könnte die Methodenauswahl fundierter gestalten und die Qualität der partizipativ entwickelten Systeme weiter steigern [Voorberg, Bekkers und Tummers, 2015; Tudor u. a., 1993; Bratteteig und Wagner, 2016a; Righi u. a., 2018; Bouma, 1992a].

6

Entwicklung eines Frameworks und Werkzeugen zur Reflexion Partizipativer Technikentwicklung

In Kapitel 4 wurde die Entwicklung des agilen Empathy-Driven-Development-Prozesses (EDD-Prozess) dargestellt, der die empathische und aktive Einbindung der Nutzer:innen in den Mittelpunkt stellt. Dieser Ansatz unterstreicht die Notwendigkeit eines reflektierten Umgangs mit den Perspektiven und Erfahrungen aller Beteiligten, um eine gleichberechtigte und respektvolle Zusammenarbeit zu fördern. In der Praxis stellt die Reflexion dabei eine entscheidende Methode dar, um die Effektivität partizipativer Prozesse systematisch zu evaluieren, die Zusammenarbeit zu optimieren und die Qualität der Ergebnisse zu sichern.

Im Historytelling-Projekt, das die Anwendung des EDD-Prozesses exemplarisch aufzeigt (siehe Kapitel 5), zeigte sich ein wesentlicher Bedarf an systematischen Reflexionswerkzeugen, um die Durchführung und Bewertung der eingesetzten Methoden zu strukturieren und zu verbessern. Das Fehlen standardisierter Evaluationsmethoden erschwert eine umfassende Analyse und Vergleichbarkeit der Ergebnisse aus unterschiedlichen partizipativen Methoden Anwendungen.

Um diese Lücke zu schließen, wird in diesem Kapitel ein strukturiertes Reflexionsframework entwickelt. Das sogenannte W3-Framework basiert auf drei Kernfragen partizipativer Technikentwicklung (*Wer?*, *Was?*, *Warum?*) und ordnet die Reflexionsdimensionen in die Kategorien Akteure, Methoden und Ziele ein. Dieses Framework bietet eine systematische Grundlage, um die Qualität und Wirksamkeit partizipativer Technikentwicklungsprozesse zu reflektieren und langfristig zu verbessern. Begleitend dazu wurden Werkzeuge wie ein Fragebogen, eine Visualisierung und ein interaktives Erhebungsinstrument entwickelt, um die Reflexion in der Praxis anzuleiten und zu unterstützen.

Ein Reflexionsframework in der Technikentwicklung unterstützt dabei, die Wirksamkeit partizipativer Ansätze zu evaluieren, die Zusammenarbeit zwischen den Beteiligten zu optimieren und ermöglicht einen systematischen und bewussten Rückblick auf die durchgeführten Methoden und Prozesse. Systematische Reflexion fördert nicht nur die Verbesserung individueller Kompetenzen, sondern trägt auch zur langfristigen Weiterentwicklung und zum Erfolg partizipativer Projekte bei [Stein und Smith, 1998; Bossen, Dindler und Iversen, 2016].

Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse einer systematischen Literaturrecherche zur Identifizierung relevanter Dimensionen für die Reflexion von partizipativen Methodendurchführungen beschrieben.

Dieses Framework wird im Folgenden basierend auf drei leitenden W-Fragen partizipativer Technikentwicklung (*Wer?*, *Was?*, *Warum?*) [Bratteteig und Wagner, 2016a] als W3-Framework bezeichnet. Darauf aufbauend wird erläutert, wie die Dimensionen in die Kategorien Akteure (Abschnitt 6.2, „wer?“), Methoden (Abschnitt 6.3, „wie?“) und Ziele (Abschnitt 6.4, „warum?“) einsortiert werden. Im Anschluss wird beschrieben, wie die identifizierten Dimensionen kombiniert und systematisch zu einem Framework zusammengeführt werden, um die Reflexion und Bewertung partizipativer Technikentwicklungsprozesse zu unterstützen.

Um das Reflexionsframework in der Praxis anwendbar zu machen, wird die Entwicklung eines Fragebogens, einer Visualisierung und eines interaktiven Erhebungsinstruments beschrieben, die als begleitende Werkzeuge agieren.

6.1 Literaturrecherche und Entwicklung des W3-Frameworks

Um die Reflexionsdimensionen zur Einordnung partizipativer Prozesse zu identifizieren, wurde eine systematische Literaturrecherche durchgeführt. Der Suchbereich wurde auf Frameworks, Einordnungen und Evaluationen von partizipativer Gestaltung (PD) eingegrenzt. Mithilfe eines explorativen Schneeballansatzes [Wohlin, 2014] wurden zunächst 31 Publikationen in den Publikationskorpus aufgenommen, welche diese Anforderungen erfüllten. Diese Publikationen wurden als Basis zur Ableitung relevanter Schlüsselbegriffe für den Suchterm genutzt.

Die systematische Literaturrecherche wurde am 30.04.2023 mithilfe der *ACM Digital Library*¹³ durchgeführt, bei der Titel und Kurzzusammenfassungen berücksichtigt wurden:

```
„query“: Title:(„participatory design“ AND („taxonomy“ OR „framework“ OR „evaluation“  
OR „questionnaire“ OR „Models“ OR „Methodologies“ OR „notion“ OR „review“ OR „*ent-  
angling“ OR „unpacking“ OR „perspectives“)) OR Abstract:(„participatory design“ AND  
(„taxonomy“ OR „framework“ OR „evaluation“ OR „questionnaire“ OR „Models“ OR „Metho-  
dologies“ OR „notion“ OR „review“ OR „*entangling“ OR „unpacking“ OR „perspectives“))  
„filter“: „E-Publication Date: (* TO 04/30/2023)“ „ACM Content: DL“
```

6.1.1 Durchführung des Screenings

In der Identifikationsphase wurden zunächst mithilfe des beschriebenen Suchterms relevante Publikationen in der ACM-Datenbank ermittelt. Während dieser Phase wurden insgesamt 502 Artikel identifiziert, die im Screening berücksichtigt wurden. Darüber hinaus wurden die 31 mithilfe des Schneeballansatzes identifizierten Quellen in das Screening einbezogen (für eine schematische Abbildung des Screenings siehe Abbildung 6.1).

In der ersten Screening-Phase wurden Titel und Kurzzusammenfassung der identifizierten Publikationen gesichtet und die Publikationen nach formalen Kriterien überprüft. Dabei wurden 32 Quellen aufgrund formaler Gründe und 382 Artikel aufgrund fehlen-

¹³ dl.acm.org

der inhaltlicher Passung ausgeschlossen. Die eingeschlossenen Publikationen umfassen Forschungsartikel und Kurzpapiere, die sich mit der Entwicklung oder Überprüfung von Richtlinien oder Evaluationsmethoden in PD beschäftigen.

Im zweiten Screening wurden die Volltexte auf die Ein- und Ausschlusskriterien überprüft. Dabei wurden 42 Quellen ausgeschlossen, in denen keine konkreten Richtlinien beschrieben wurden. Nach Ausschluss dieser Publikationen wurden 74 Publikationen in die weitere Analyse einbezogen.

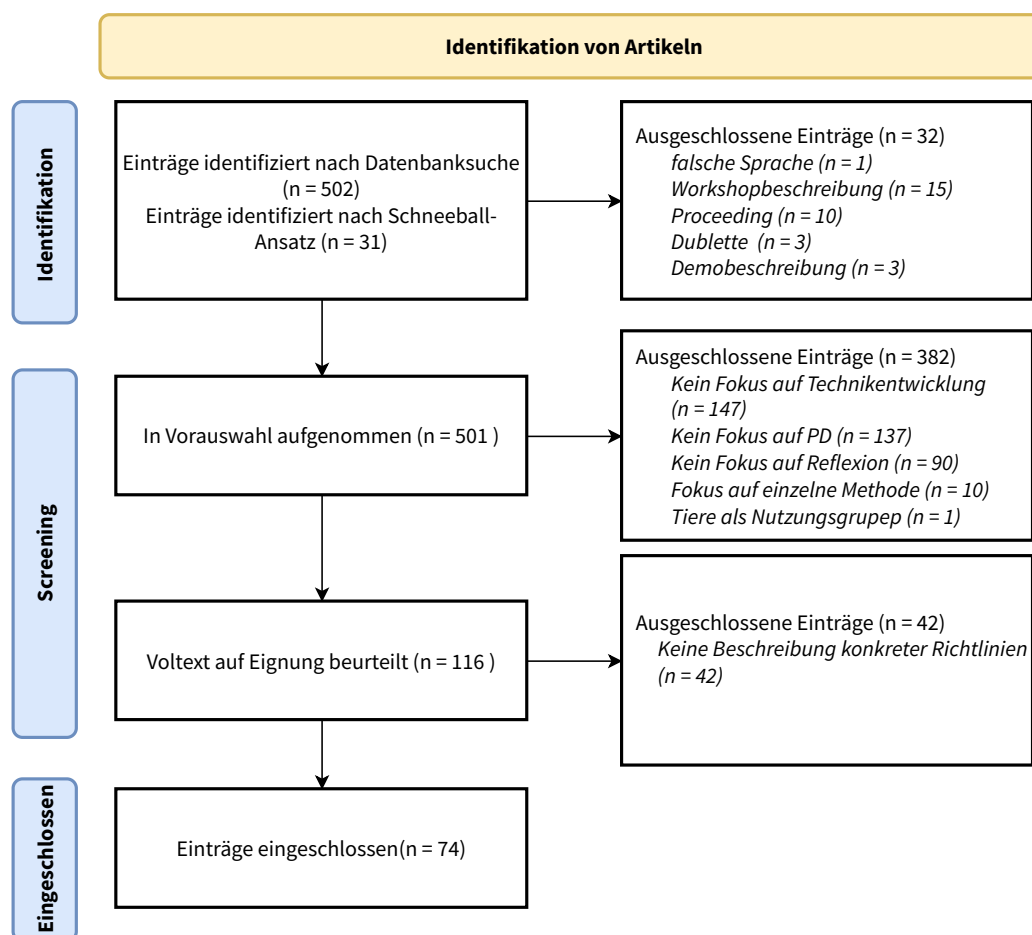


Abbildung 6.1: PRISMA-Fluss-Diagramm der systematischen Literaturrecherche zur Entwicklung der Reflexionsdimensionen

6.1.2 Identifikation der Framework-Dimensionen und -Items

Die in den 74 verbliebenen Publikationen beschriebenen Framework-Dimensionen, -Subdimensionen und -Items wurden den Kategorien *Akteure*, *Methoden* und *Ziele* zugeordnet. Die Kategorien basieren auf einer der zentralen partizipativ-methodischen Fragestellungen, „wer partizipiert mit wem in was und mit welchem Ziel?“ [Kendall und Dearden, 2018; Muller und Kuhn, 1993; Bratteteig und Wagner, 2014].

Die Kategorien respektive deren Fragestellungen, die Dimensionen und Sub-Dimensionen, sind in der Abbildung 6.2 zusammengefasst. Insgesamt ergeben sich so neben den drei Kategorien elf Dimensionen und 18 Subdimensionen.

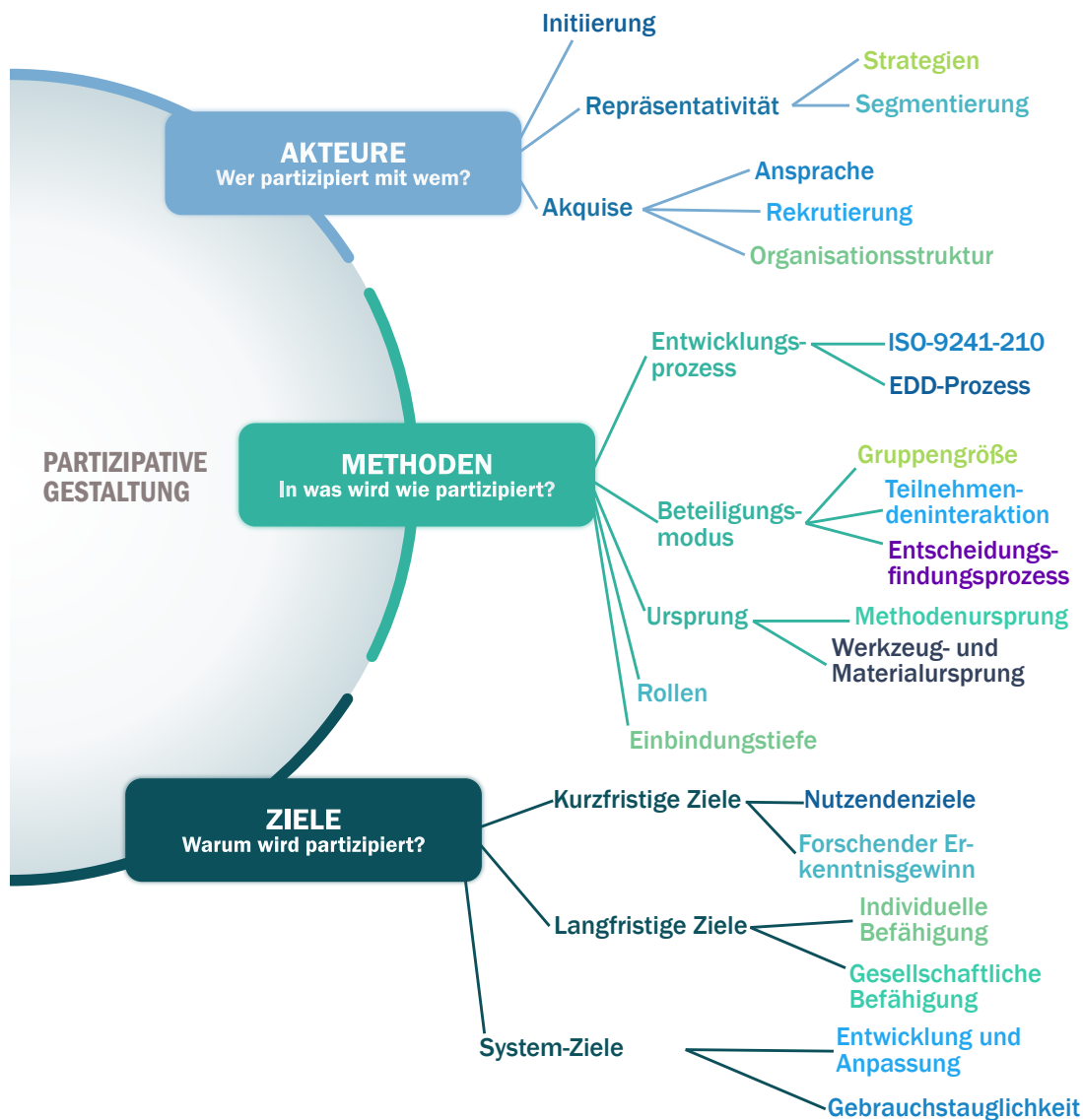


Abbildung 6.2: Überblick über die Framework-Dimensionen

6.2 Schlüsselaspekte der Akteure partizipativer Technikentwicklungsprozesse – Wer partizipiert mit wem?

Die Analyse der Akteure in partizipativen Entwicklungsprozessen stellt die Grundlage für eine erfolgreiche, menschenzentrierte Gestaltung dar. Diese Analyse gestaltet sich jedoch als komplex und vielschichtig, da in vielen Software-Entwicklungsprozessen eine

Vielzahl von Interessengruppen mit unterschiedlichen Bedürfnissen und Erwartungen berücksichtigt werden müssen. Zudem besteht häufig Unklarheit darüber, welche Gruppen genau zu den relevanten Akteuren zählen und wie deren Interessen angemessen vertreten werden können [Halskov und Hansen, 2015]. Dieser Abschnitt widmet sich der detaillierten Analyse der verschiedenen Aspekte der Akteursbeteiligung in partizipativen Prozessen.

Der erste Aspekt im Bereich Akteure ist die Initiierung des Partizipationsvorhabens und beschreibt, welche Akteursgruppe den Partizipationsraum sowie die Idee zur Partizipation initial zur Verfügung stellt. Der zweite Aspekt behandelt die Teilnehmendenakquise, bei der beschrieben wird, wie Nutzer:innen ausgewählt werden, die als Stimme für eine größere Nutzungsgruppe agieren. Der dritte Bereich ist die Repräsentativität der Akteure in einem PD. Hier wird beschrieben, welche Systematiken und Strategien vorliegen, die eine Segmentierung von Nutzungsgruppen erlauben.

6.2.1 Initiierung von Partizipationsvorhaben

Weil die Initiierung von Partizipationsvorhaben nicht nur bestimmt, wer den Raum zur Verfügung stellt, sondern auch den Zweck der Partizipation und die zugrunde liegenden Machtverhältnisse beeinflussen kann, sollte analysiert werden, ob eine Methodendurchführung extern – beispielsweise durch Forscher:innen oder Vorgesetzte – oder intern von der Nutzungsgruppe selbst initiiert wird (siehe Tabelle 6.1) [Bratteteig und Wagner, 2014; Cornwall, 2008].

Extern initiierte Partizipation ist komplex und sollte differenziert betrachtet werden. Die Initiative kann dabei beispielsweise von Mitgliedern eines Projektteams ausgehen. Diese Personen rekrutieren dann im weiteren Verlauf häufig die Teilnehmer:innen, fungieren als deren Ansprechpartner:innen und leiten Workshops sowie andere Methodendurchführungen. Wenn die Initiierung jedoch weiter zurückverfolgt wird, haben im Forschungskontext diejenigen, die die Forschungsanträge schreiben oder Interessengruppen und Förderorganisationen einen großen Einfluss auf die Initiierung und damit auf den Prozess [Bratteteig und Wagner, 2014].

Intern initiierte Partizipation bedeutet, dass sich Menschen beteiligen, indem sie unabhängig von externen Institutionen Initiativen zur Veränderung von (digitalen) Systemen ergreifen. Sie bauen Kontakte zu externen Institutionen auf, um die benötigten Ressourcen und technischen Ratschläge zu erhalten, behalten aber die Kontrolle über die Verwendung der Ressourcen. Diese Selbstmobilisierung kann sich verstärken, wenn beispielsweise Regierungen oder Nichtregierungsorganisationen einen unterstützenden Rahmen bieten [Cornwall, 2008].

Tabelle 6.1: Reflexionsdimension: Initiierung von Partizipationsvorhaben

Dimension	Beschreibung	Items
Initiierung	Beschreibt, welche Gruppe ein Partizipationsvorhaben initiiert. Externe sind bspw. Forschende oder Vorgesetzte. Interne sind bspw. Nutzende eines Systems.	<ul style="list-style-type: none"> - extern initiiert - intern initiiert

6.2.2 Repräsentativität

Die Durchführung von PD erfordert eine besondere Aufmerksamkeit auf die Repräsentativität der akquirierten Teilnehmer:innen. Dabei wird die Diversität der Nutzer:innen oft unterschätzt. Marginalisierte oder indirekt betroffene Teilnehmendengruppen werden häufig vernachlässigt. Gleichzeitig ist insbesondere bei größeren Nutzungsgruppen die Herstellung von Repräsentativität eine Herausforderung, weil dort in der Regel nicht alle Nutzenden partizipieren können. Deswegen werden Systematiken und Strategien benötigt, die die Segmentierung von Nutzungsgruppen erlauben [Mønsted und Onarheim, 2010; Lindsay u. a., 2012; Rasmussen u. a., 2011; Muller, Millen und Strohecker, 2001; Sorgalla u. a., 2017; Grates u. a., 2018]. Die Repräsentativität wird von den konkreten Auswahlkriterien für die Teilnehmer:innen beeinflusst. Die Entscheidung, bestimmte Interessengruppen in PD zu integrieren, kann jedoch zum weiteren Ausschluss bereits marginalisierter Gruppen führen. Es ist daher notwendig, bei der Auswahl der Teilnehmer:innen die Vielfalt von Perspektiven und Erfahrungen zu beachten [Kendall und Dearden, 2018]. Die Heterogenität der Teilnehmer:innen beeinflusst darüber hinaus durch die Integration unterschiedlicher Perspektiven die Qualität des Gestaltungsprozesses und der Gestaltungslösung. Um dieser Vielfalt gerecht zu werden, können interdisziplinäre Ansätze genutzt werden, um die Nutzenden in Gruppen einzuteilen [Cerna u. a., 2022; Rasmussen u. a., 2011; Muller, Millen und Strohecker, 2001; Rogers, 1995; Badgett und Stone, 2005; Mønsted und Onarheim, 2010]. Bei der Repräsentativität der Teilnehmer:innen wird dafür im Folgenden zwischen Strategien zur Herstellung von Repräsentativität und dem Vorgehen zur Segmentierung unterschieden (siehe Tabelle 6.2).

Bei der Herstellung von Repräsentativität kann zwischen dem statistischen Durchschnittsansatz, dem mehrschichtigen Ansatz und dem Grounded-Theory-Ansatz unterschieden werden [Cornwall, 2008; Muller, Millen und Strohecker, 2001]

Bei dem statistischen Durchschnittsansatz werden Nutzer:innen beispielsweise mithilfe von Personas zu Durchschnittsnutzenden zusammengefasst. Dieser Ansatz sollte jedoch nur bei einer homogenen Nutzungsgruppe angewandt werden [Muller, Millen und Strohecker, 2001; Sorgalla u. a., 2017; Neate u. a., 2019; Hisham, 2009].

Bei dem mehrschichtigen Ansatz werden zunächst die wichtigsten Attribute der Nutzenden und die Verteilung innerhalb der Nutzungsgruppe identifiziert und daraus mehrere Repräsentanten erstellt. Weil die korrekten Attribute im Vorfeld identifiziert werden müssen, ist die Erstellung jedoch mit hohem Aufwand verbunden. Gleichzeitig werden die Nutzer:innen aus diesem Grund häufig erst in späteren Entwicklungspha-

sen eingebunden. Falls Attribute verändert werden müssen, bringt dies gleichzeitig eine große Herausforderung mit sich, da die Repräsentativität in diesem Fall nicht mehr gewährleistet werden kann [Muller, Millen und Strohecker, 2001; Sorgalla u. a., 2017]. Der Grounded-Theory-Ansatz setzt auf Repräsentativität durch Diversifizierung. Die Diversifizierung kann durch eine Teilnehmendenmodellierung oder durch eine Formatmodellierung stattfinden. Bei der Teilnehmendenmodellierung repräsentiert jeder neu eingebundene Nutzende einen bestimmten Aspekt der Nutzungsgruppe. Es werden so lange neue Nutzer:innen eingebunden, bis die notwendige Heterogenität erreicht wurde. Das bedeutet, dass innerhalb dieses Ansatzes eine iterative Analyse und Veränderungen der Attribute durchgeführt werden, mit denen die Diversität in der Nutzungsgruppe erst aufgedeckt wird. Bei der Format-Diversifizierung werden gezielt unterschiedliche Formate angeboten, die Zielgruppen unterschiedlicher Charakteristika erreichen [Sorgalla u. a., 2017].

Die Segmentierung der Nutzungsgruppe kann durch eine Marktsegmentierung, eine demografische oder durch eine kompetenzbasierte Segmentierung erfolgen [Mønsted und Onarheim, 2010].

Rogers [1995] unterscheidet bei der Marktsegmentierung bezüglich des Nutzungszeitpunkts eines Systems zwischen Innovatoren, Early Adopters, frühen Mehrheiten, späten Mehrheiten und Nachzüglern. Zusätzlich kann eine Charakterisierung nach demografischen, geografischen oder psychologischen Profilen, dem Lebensstil oder persönlichen Ansichten vorgenommen werden, um eine Differenzierung nach Bedürfnisadressierung zu ermöglichen [Rasmussen u. a., 2011; Badgett und Stone, 2005]. Neben inter-individueller Heterogenität ist auch die Berücksichtigung kultureller und lokaler Unterschiede zu unterscheiden. Diese beeinflussen die Bedürfnisse und Bedarfe an einem System. Partizipative Ansätze müssen also nicht nur die Vielfalt individueller Personen und Gruppen berücksichtigen, sondern auch kulturelle und lokale Unterschiede verstehen und angemessen darauf reagieren [Winschiers-Theophilus u. a., 2010; Dearden und Rizvi, 2008; Hamzah und Wahid, 2016].

Die demografische Segmentierung konzentriert sich darauf, bestimmte demografische Gruppen zu identifizieren, die ein Produkt nutzen [Mønsted und Onarheim, 2010].

Die kompetenzbasierte Segmentierung richtet den Fokus darauf, welche Fähigkeiten und Kompetenzen Nutzer:innen in den Gestaltungsprozess einbringen können. Dabei spielen sogenannte Lead User eine zentrale Rolle, da sie als fortschrittliche Anwender:innen dem Markt häufig einen Schritt voraus sind und durch ihre besondere Expertise und innovativen Ideen einen erheblichen Beitrag zur Produktentwicklung leisten können. Diese Segmentierung unterscheidet zwischen Domänenwissen und Kompetenzen. Domänenwissen umfasst sowohl das Wissen über die jeweilige Arbeitsdomäne als auch die Kenntnisse in digitalen Technologien. Kompetenzen sind ebenfalls entscheidend und beinhalten die Fähigkeit, sich in andere Nutzer:innen hineinzuversetzen, Wissen und Begeisterung für ein digitales System zu vermitteln, technische Herausforderungen anzunehmen sowie ein Verständnis für die Dynamik bei der Aushandlung von Gestaltungsentscheidungen [Mønsted und Onarheim, 2010; von Hippel, 1986; Rasmussen u. a., 2011].

Tabelle 6.2: Reflexionsdimension: Analyse der Repräsentativität von Nutzendengruppen

Dimension	Beschreibung	Items
Strategien	Eingesetzte Strategien zur Herstellung methodenübergreifender Repräsentativität.	<ul style="list-style-type: none"> – Statistischer Durchschnitts-ansatz – Mehrschichtiger Ansatz – Grounded-Theory-Ansatz
Segmentierung	Vorgehen bei der Segmentierung der Partizipierendengruppe.	<ul style="list-style-type: none"> – Marktsegmentierung – Demografische Segmentierung – Kompetenzbasierte Segmentierung

6.2.3 Akquise von Teilnehmer:innen

In PD werden vorzugsweise Nutzer:innen ausgewählt, die als Stimme für eine größere Nutzungsgruppe agieren. Damit eignet sich PD besonders, um auf Herausforderungen von Gleichheit, Eigentum, Voreingenommenheit und Kontrolle zu reagieren [Bratteteig und Wagner, 2014; Peschke, 1988; Sarmiento und Wise, 2022; Constantin u. a., 2022].

Da es nur bei der Entwicklung von digitalen Systemen für einen sehr eng definierten zeitlich begrenzten Anwendungsfall möglich ist, dass alle aktuellen oder zukünftigen Nutzer:innen an partizipativen Prozessen mitwirken und auch in diesen Fällen verschiedene Partizipationsbarrieren auftreten können (nicht verfügbare Ressourcen, eingeschränkte Mobilität), bietet es sich an, Vertreter:innen der Zielgruppe einzubeziehen. Allerdings ist es insbesondere bei großen Zielgruppen eine Herausforderung, adäquate Repräsentant:innen zu finden [Rasmussen u. a., 2011; von Hippel, 1986; Zahlsen, Parmiggiani und Dahl, 2023].

Im Folgenden werden drei Reflexionsdimensionen für die Teilnehmendenakquise vorgestellt: Ansprache, Rekrutierung und Organisationsstruktur (siehe Tabelle 6.3).

Für die Ansprache potenzieller Partizipierender, insbesondere bei einer extern initiierten Partizipation, sollten immer mehrere Kommunikationskanäle genutzt werden. Bewährt haben sich E-Mails und Mund-zu-Mund-Werbung als direkte Ansprachemöglichkeiten. Hierfür bietet sich der Kontakt über gemeinnützige Organisationen oder eine Ansprache auf öffentlichen Plätzen an. Zudem existieren verschiedene Nutzendenpools, auf die im Rahmen einer Akquise zurückgegriffen werden können. Auch in Forschungsorganisationen aufgebaute Verteilerlisten können ein hilfreiches Mittel zur Ansprache von Teilnehmendengruppen darstellen. Um Teilnehmende längerfristig an ein Partizipationsvorhaben zu binden, können Forschende sich selbst in den sozialen Netzwerken der potenziellen Teilnehmenden integrieren und beispielsweise an Veranstaltungen teilnehmen [Harrington und Piper, 2018; Martin-Hammond, Vemireddy und Rao, 2018; Norval, Arnott und Hanson, 2014].

Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten, Teilnehmer:innen als Repräsentanten der Nutzungsgruppe zu rekrutieren (siehe Tabelle 6.3). Die erste Gruppe bilden die Teilnehmer:innen als Repräsentanten, die von der Nutzungsgruppe selbst gewählt wurden. Diese Personen wurden von ihren Peers ausgewählt, um die Interessen und Perspektiven der Nutzungsgruppe zu repräsentieren und sicherzustellen, dass ihre Interessen Beachtung finden.

Eine weitere Gruppe bilden die repräsentativen Teilnehmenden, die von außerhalb der Nutzungsgruppe beispielsweise durch eine Projektleitung bestimmt werden. Diese Personen werden häufig aufgrund ihrer Erfahrung, ihres Fachwissens oder anderer relevanter Faktoren ausgewählt.

Einige Teilnehmende bringen freiwillig ihre Expertise und Interessen in das Vorhaben ein. Sie haben ein persönliches Interesse an den Themen des Projekts und sind motiviert, ihre Kenntnisse und Fähigkeiten zum Nutzen der Gruppe einzusetzen.

Zudem existieren repräsentative Teilnehmende, die aufgrund ihrer Position oder Funktion innerhalb einer Organisation oder Gemeinschaft qua Amt in die Gruppe berufen werden. Beispiele hierfür sind Mitglieder eines Betriebsrats oder anderer formaler Gremien, die automatisch als Vertreter:innen ihrer Kolleg:innen fungieren.

Schließlich können einige Teilnehmende als Expert:innen der Nutzungsgruppe agieren, die selbst keine potenziellen Nutzenden sind. Sie verfügen über spezifisches Fachwissen oder einen Erfahrungsschatz im Bereich der Nutzungsbedürfnisse und -perspektiven und sind daher in der Lage, die Interessen der Nutzenden effektiv zu vertreten und in den Diskussionsprozess einzubringen. Pflegekräfte, die ältere pflegebedürftige Erwachsene vertreten, sind ein Beispiel für solche externe Repräsentanten. Sie können teilweise Bedürfnisse aufdecken, die von den Nutzer:innen selbst nicht artikuliert worden wären. Besonders bei großen Zielgruppen stellt die Identifizierung geeigneter Repräsentanten eine bedeutende Herausforderung dar [Gerrard und Sosa, 2014; Peschke, 1988].

Die Organisationsstruktur ist ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Teilnehmendenakquise. Generell kann zwischen formeller und informeller Struktur unterschieden werden. Insbesondere der wiederholte Kontakt mit denselben Personen über einen längeren Zeitraum setzt organisatorische Rahmenbedingungen voraus, wie zum Beispiel eine formale Organisation der Kommunikation. Dies hilft dabei, dass Teilnehmer:innen sich Zeit für die Zusammenarbeit nehmen. Mit einer formellen Struktur geht auch häufig ein gemeinsamer Standort einher, der bei der Initiierung regelmäßiger Treffen unterstützt. Die formelle Struktur begünstigt gleichzeitig die Bildung informeller Strukturen. Zunächst lernen sich Akteure auf einer formalen Ebene kennen, wie beispielsweise durch Meetings und Workshops, die sich zu einer informellen Struktur weiterentwickeln können. Mitglieder informeller Strukturen treffen sich auch auf informellen Wegen. Dort bietet sich beispielsweise die Möglichkeit, sich über Methodendurchführungen auszutauschen. Die formelle Struktur beeinflusst also die informelle Struktur und andersherum [Bakke und Bratteteig, 2015].

Tabelle 6.3: Reflexionsdimension: Teilnehmendenakquise

Dimension	Beschreibung	Items
Ansprache	Ansprache von möglichen Teilnehmer:innen zur Gewinnung einer Gruppe für eine Methodendurchführung.	<ul style="list-style-type: none"> – Direkte Ansprache – Nutzendenpools – Verteilerlisten – Soziale Netzwerke
Rekrutierung	Details zur Rekrutierung der Gruppe für eine Methodendurchführung.	<ul style="list-style-type: none"> – Von Nutzungsgruppe gewählt – Von außen (bspw. Projektleitung) bestimmt – Freiwillige Teilnahme – Qua Amt (bspw. Betriebsrat) – Expert:innen-Substitut
Organisationsstruktur	Struktur der Organisationsformen.	<ul style="list-style-type: none"> – formell – informell

6.3 Schlüsselaspekte der Methoden partizipativer Technikentwicklungsprozesse – In was wird partizipiert?

Partizipative Methoden sind vielfältig und lassen sich anhand verschiedener Dimensionen und Faktoren analysieren und kategorisieren. Da Methoden eine zentrale Rolle für die Umsetzung sowie die Möglichkeiten und Grenzen der Beteiligung spielen, ist die Systematisierung von Methoden in PD erforderlich. Die Wahl der Methode und ihre Durchführung können zudem die Machtverhältnisse zwischen Gruppen und Individuen verändern. Eine strukturierte Darstellung der verwendeten partizipativen Methoden ermöglicht eine systematische Erfassung und bietet Einblicke in den Forschungsprozess, wodurch eine fundierte Grundlage für die Bewertung des Erfolgs partizipativer Ansätze geschaffen werden kann [Sarmiento und Wise, 2022; Bossen, Dindler und Iversen, 2016; Duque u. a., 2019; Dearden und Rizvi, 2008; Zahlsen, Parmiggiani und Dahl, 2023; Hendriks, Dreesen und Schoffelen, 2016].

Daher wird im Folgenden die Einordnung erstens der Methoden und Techniken in den Entwicklungsprozess, zweitens der Beteiligungsmodi, drittens der Ursprung der Methoden, Werkzeuge und Materialien, viertens der unterschiedlichen Rollen bei der Methodendurchführung beschrieben. Abschließend werden verschiedene Tiefen der Partizipation diskutiert.

6.3.1 Einordnung in den Entwicklungsprozess

Für die Einordnung der Methode in den Entwicklungsprozess wird der in Kapitel 4 definierte EDD-Prozess sowie der menschenzentrierte Gestaltungsprozess nach ISO 9241-210 vorgestellt.

Der EDD-Prozess setzt sich aus drei Phasen zusammen. Während der Verständnisphase werden Nutzungsanforderungen definiert und eine gemeinsame Zielsetzung für die Zusammenarbeit festgelegt. In der Gestaltungsphase erfolgt die Konzeption und softwaretechnische Umsetzung der digitalen Systeme. Die Produktnutzungsphase beinhaltet schließlich sowohl formative als auch summative Evaluationen der fertigen Komponenten. Die Gestaltung geschieht in enger Zusammenarbeit mit der Zielgruppe, die softwaretechnische Umsetzung typischerweise durch Entwickler:innen ohne direkte Beteiligung der Zielgruppe. Zudem werden formative Evaluationen durchgeführt, in denen die Funktionalitäten, die Gebrauchstauglichkeit und die Erfüllung der Nutzungsanforderungen iterativ überprüft werden.

Der ISO-Norm-Gestaltungsprozess ist in vier Phasen unterteilt. In der Planungsphase wird der nachfolgende Gestaltungsprozess geplant. In der Analysephase wird einerseits der Nutzungskontext und andererseits die Nutzungsanforderungen festgelegt. In der Gestaltungsphase wird die Gestaltungslösung erarbeitet und in der abschließenden Evaluationsphase wird diese Gestaltung evaluiert. Abschließend wird analysiert, ob die Gestaltungslösung die Nutzungsanforderungen erfüllt oder bei Bedarf erneut durch Teile des Prozesses iteriert werden muss.

Tabelle 6.4: Reflexionsdimension: Einordnung in den Entwicklungsprozess

Dimension	Beschreibung	Items
ISO 9241-210	Phase im ISO 9241-210 Entwicklungsprozess, in dem die Methode durchgeführt wird.	<ul style="list-style-type: none"> - Planung - Analyse - Gestaltung - Evaluation
EDD	Phase im in dieser Dissertation entwickelten Empathy-Driven-Development Prozess, in dem die Methode durchgeführt wird.	<ul style="list-style-type: none"> - Verständnisphase - Gestaltungsphase - Produktnutzungsphase

6.3.2 Beteiligungsmodus

Für den Beteiligungsmodus sind mehrere Aspekte von entscheidender Bedeutung: die Gruppengröße, die Art und Weise der Entscheidungsfindung sowie die Interaktion der Teilnehmenden untereinander. Eine sorgfältige Berücksichtigung dieser Elemente trägt dazu bei, die Qualität der Zusammenarbeit zu steigern und sicherzustellen, dass alle Stimmen gehört und respektiert werden. Die einzelnen Dimensionen und Items sind in Tabelle 6.5 zusammengefasst.

Die Nutzung einer bestimmten Methode impliziert gleichzeitig häufig eine bestimmte Gruppengröße. Im Rahmen dieser Systematisierung wird basierend auf Muller, Wildman und White [1993] auf eine fünfstufige Skala zur Einordnung zurückgegriffen. Diese reicht von individueller eins-zu-eins-Durchführung über kleine Gruppengrößen von zwei bis

zu fünf Teilnehmer:innen, mittleren Gruppengrößen bis maximal 40 Personen, großen Gruppengrößen bis maximal 200 Personen bis hin zu sehr großen Gruppen von mehr als 200 Teilnehmer:innen [Muller, Wildman und White, 1993].

In partizipativen Prozessen kann zwischen drei Typen der Teilnehmendeninteraktion unterschieden werden: etwas herstellen, etwas erzählen oder erklären und etwas festlegen oder (schau)spielen [Brandt, Binder und Sanders, 2013; Sanders, Brandt und Binder, 2010]. Diesen Interaktionstypen können verschiedene Methoden zugeordnet werden. Gleichzeitig können Methoden auch mehrere Interaktionstypen abdecken.

Tabelle 6.5: Reflexionsdimension: Beteiligungsmodus

Dimension	Beschreibung	Items
Gruppengröße	Gruppengröße, mit der eine Methode durchgeführt wurde.	<ul style="list-style-type: none"> - Individuell (1:1) - Kleine Gruppengröße (2 - 5) - Mittlere Gruppengröße (maximal 40) - Große Gruppengröße (maximal 200) - Sehr große Gruppengröße (mehr als 200)
Teilnehmendeninteraktion	Typen von Interaktion, die während der Methodendurchführung stattgefunden hat.	<ul style="list-style-type: none"> - etwas Anfassbares herstellen - etwas erzählen oder erklären - etwas festlegen oder (schau)spielen
Entscheidungsfindungsprozess	Typen von Entscheidungsprozessen, die während der Methodendurchführung eingesetzt wurden.	<ul style="list-style-type: none"> - Generelle Zustimmung/Konsens (bspw. breite Akzeptanz von Entscheidungen, einstimmige Entscheidungen werden bevorzugt, sind aber nicht notwendig) - Mehrheiten (bspw. jede Form von formalen Abstimmungen) - Keine demokratische Entscheidungsfindung

PD wird häufig als demokratischer Prozess zur Entwicklung digitaler Systeme verstanden [Geppert und Forlano, 2022]. Dabei ist die Pluralität von Entscheidungsträgern ein wichtiger Faktor, der beeinflusst, inwiefern in der finalen Gestaltung kontroverse Herausforderungen adressiert werden [Geppert und Forlano, 2022]. Gleichzeitig hat PD eine starke normative Basis, die die Verteilung von Macht begünstigt. Vielen partizipativen Methoden wohnt diese normative Basis und eine hohe transformative Kapazität inne [Bratteteig und Wagner, 2012]. Bei der Entscheidungsfindung im Rahmen der demokratisch-partizipativen Entscheidungsfindungsprozesse können Entscheidungen entweder durch generelle Zustimmung beziehungsweise Konsens oder Mehrheiten in

Abstimmungen getroffen werden. Im Rahmen einer generellen Zustimmung kann es entweder eine breite Akzeptanz von Entscheidungen oder einstimmige Entscheidungen geben. Abstimmungen können in unterschiedlichen Formen, beispielsweise durch jede Form von formalen Abstimmungen, erfolgen [Walsh u. a., 2013; Geuens u. a., 2018; Dearden und Rizvi, 2008; Muller, 1992].

6.3.3 Ursprung eingesetzter Methoden und Werkzeuge

Bei der Durchführung von Methoden werden typischerweise unterschiedliche Werkzeuge eingesetzt, die die aktive Partizipation der Nutzenden unterstützen, Erkenntnisse langfristig sichern und nutzbar machen [Gerrard und Sosa, 2014; Hamzah und Wahid, 2016; Zahlse, Parmiggiani und Dahl, 2023].

Beim Methodenursprung kann zwischen der Perspektive und der Methodenherkunft unterschieden werden. Bei der Perspektive wird unterschieden, ob die Methode eher einen wissenschaftlichen Ursprung oder einen Ursprung bei den Teilnehmer:innen hat. Bei der Methodenherkunft wird unterschieden, ob die Methode speziell für PD entwickelt oder für diesen Zweck angepasst wurde [Lindsay u. a., 2012].

Tabelle 6.6: Reflexionsdimension: Ursprung eingesetzter Methoden, Werkzeuge und Materialien

Dimension	Beschreibung	Items
Methodenursprung	Kategorisierung der Methode nach dem Methodenursprung.	<ul style="list-style-type: none"> – Methode aus der wissenschaftlichen Perspektive – Methode aus der nutzenden Perspektive – Methode für die partizipative Gestaltung angepasst – Methode für die partizipative Gestaltung entwickelt
Werkzeug- und Materialursprung	Kategorisierung der Herkunft eingesetzter Werkzeuge und Materialien.	<ul style="list-style-type: none"> – Werkzeuge aus der Welt der Nutzenden (bspw. Post-its, Textmarker, Kugelschreiber) – Werkzeuge aus der Welt der Forschenden (bspw. Personas, Eye Tracker, Prototyping-Software) – Materialien aus der Welt der Nutzenden (bspw. Cultural Probes)

Die Werkzeuge lassen sich analog zu den Methoden in zwei Kategorien unterteilen. Zum einen können vertraute Alltagsgegenstände, wie Marker oder Flipcharts aus dem Bürobereich, verwendet werden. Zum anderen kommen spezialisierte Werkzeuge aus der Expert:innenwelt zum Einsatz, wie etwa Eye-Tracker oder Prototyping-Software [Lindsay u. a., 2012].

In partizipativen Kontexten können auch Materialien verwendet werden, die den Teilnehmenden vertraut sind. Dabei wird oft von sogenannten Cultural Probes oder Design Probes gesprochen. Diese umfassen Materialien und Informationen aus dem Kontext der Partizipierenden, die zur Inspiration dienen können. [Sanders und Stappers, 2014; Gaver und Dunne, 1999].

6.3.4 Rollen

Bei PD ist die Berücksichtigung vieler verschiedener Betrachtungsweisen von zentraler Bedeutung, um neue und unerwartete Aspekte eines Anwendungskontexts aufzudecken. Deswegen entspricht dem partizipativen Ideal, dass Nutzer:innen und anderen Interessengruppen eine Stimme in der Gestaltung gegeben wird. Dafür wird ein:e Moderator:in benötigt, damit alle Positionen gehört werden — unabhängig von rhetorischen Fähigkeiten oder Charisma. Dies kann auch bedeuten, dass das Design-Team die eigene Stimme nutzen muss, um die Interessen der am stärksten betroffenen Nutzer:innen zu unterstützen, auch wenn dies anderen Stakeholder-Interessen entgegensteht. Gleichzeitig verdeutlicht dies, dass die Gestaltung nicht nur von den Designer:innen beeinflusst wird, sondern vielmehr von einem breiten Spektrum an Akteuren, die in den Prozess involviert sind [Bratteteig und Wagner, 2016b; Aguiar Guayacan und Tjahja, 2022; Constantin u. a., 2022; Haldrup, Samson und Laurien, 2022].

Typischerweise wird bei PD zwischen den Gestalter:innen, Nutzer:innen und Interessengruppen unterschieden, die nicht direkt von der zu gestaltenden Systemlösung betroffen sind [Zahlsen, Parmiggiani und Dahl, 2023; Aguiar Guayacan und Tjahja, 2022]. Die Rolle der Gestalter:innen besteht darin, zwischen den unterschiedlichen Interessengruppen zu vermitteln und eine angenehme Atmosphäre für die Durchführung von PD-Methoden zu schaffen. Diese Atmosphäre sollte auf gegenseitigen Respekt aufbauen, gegenseitiges Lernen sowie den Austausch von Erfahrungen ermöglichen und langfristige Beziehungen forcieren. Erfahrung und Sensibilität sind wichtig für die erfolgreiche Ausübung dieser Rolle [Geppert und Forlano, 2022; Dearden und Rizvi, 2008]. Die gestaltende Person muss in der Vermittlerrolle Raum schaffen, um Probleme mit dem Projekt oder dem Ablauf zu diskutieren. Im idealen Fall kann dabei eine zusätzliche Person in einer Aufsichtsrolle hinzugezogen werden [Constantin u. a., 2022].

Nutzer:innen und weitere Interessengruppen können bei der Durchführung einer partizipativen Methode ganz unterschiedliche Rollen einnehmen. Beispielsweise können sie je nach Methode und avisierten Partizipationsstufe als Nutzer:innen oder Tester:innen, Informant:innen oder Design-Partner:innen sowie Beobachter:innen oder Analyst:innen agieren. Bei einer vertieften Einbeziehung der Nutzenden über die direkte Gestaltung der Zusammenarbeit hinaus kann auch die Etablierung von Rollen als Prozessgestalter:innen, Mitforscher:innen oder Hauptprotagonist:innen in Betracht gezogen werden [Chisik und Mancini, 2019; Morais, Falcão und Tedesco, 2022].

Tabelle 6.7: Reflexionsdimension: Vergebene Rollen

Dimension	Beschreibung	Items
Rollen	Rollen während der Methodendurchführung.	<ul style="list-style-type: none"> - Tester:innen - Informant:innen - Design-Partner:innen - Beobachter:innen - Analyst:innen - Prozessgestalter:innen - Mitforscher:innen - Hauptprotagonist:innen

6.3.5 Partizipationstiefe

Die Partizipationstiefe in der partizipativen Technikentwicklung beschreibt, wie intensiv und auf welcher Ebene Nutzer:innen in den Entwicklungsprozess eingebunden werden. Je nach Partizipationstiefe können Nutzer:innen ihre Expertise und Bedürfnisse unterschiedlich stark einbringen. Da sie das Ausmaß der Einbindung von Menschen in den Entwicklungsprozess beschreibt, spielt die Partizipationstiefe eine zentrale Rolle. Verschiedene Modelle wurden entwickelt, um diese Einbindung zu analysieren und zu klassifizieren [Arnstein, 1969; Connor, 1988; Rocha, 1997; Pretty, 1995; White, 1996]. Diese Modelle ordnen die Partizipation häufig auf einem Kontinuum von Nicht-Partizipation bis zur kollaborativen Befähigung ein.

Auf der ersten Stufe erfolgt keine direkte Einbindung der Partizipierenden. Stattdessen werden sie ausgewogen und objektiv informiert, sodass sie die zugrunde liegenden Probleme, Chancen und möglichen Lösungen verstehen können. Methoden wie die Verwendung von Personas oder die Analyse relevanter Literatur dienen hierbei zur Beschreibung und Vermittlung von Nutzungsgruppen und deren Bedürfnissen [Merkel und Kucharski, 2018; Arnstein, 1969].

Die zweite Stufe umfasst die Konsultation der Nutzer:innen, wobei ihre Beteiligung eher passiv bleibt. Instrumente wie Interviews, Umfragen oder Fokusgruppen werden eingesetzt, um Meinungen und Fachwissen der Teilnehmenden einzuholen. In diesem Kontext agieren die Nutzer:innen nicht als gleichberechtigte Partner:innen, sondern vielmehr als externe Domänenexpert:innen. Zudem fehlt oft der Einfluss zur Sicherstellung der angemessenen Berücksichtigung ihrer Ansichten im weiteren Entwicklungsprozess [Merkel und Kucharski, 2018; Arnstein, 1969].

Auf der dritten Stufe werden Teilnehmer:innen punktuell und in spezifischen Phasen des Gestaltungsprozesses involviert. Dies kann zum Beispiel durch Evaluationen oder Gestaltungsworkshops geschehen, bei denen eine direkte Zusammenarbeit stattfindet, um die Anliegen und Bedürfnisse der Nutzer:innen besser zu verstehen. Obwohl hier eine intensivere Interaktion stattfindet, verbleibt die Entscheidungsgewalt primär bei den Gestaltenden [Merkel und Kucharski, 2018; Arnstein, 1969].

Auf der vierten Stufe werden Teilnehmer:innen als gleichberechtigte, kollaborative Partner:innen eingebunden. Die Beteiligten werden befähigt, den Gestaltungsprozess aktiv zu beeinflussen und besitzen die Autorität, strukturelle Veränderungen vorzunehmen oder diese in Verhandlungen durchzusetzen. Entscheidungen werden in partnerschaftlicher Zusammenarbeit getroffen, was zu einer umfassenden und befähigenden Beteiligung aller involvierten Akteur:innen führt [Merkel und Kucharski, 2018; Arnstein, 1969].

Die vierte und tiefste Stufe der Partizipation zeichnet sich durch eine kollaborative Einbindung der Teilnehmer:innen als gleichberechtigte Partner:innen aus.

Tabelle 6.8: Reflexionsdimension: Reflexionswerkzeug zur Einordnung von Interessengruppen-Einbindung

Dimension	Beschreibung	Items
Einbindungstiefe	Beschreibt, inwieweit die Teilnehmenden in die Methodendurchführung eingebunden werden.	<ul style="list-style-type: none"> - Informieren - Konsultieren - Involvieren - Kollaborieren

6.4 Schlüsselaspekte der Ziele partizipativer Technikentwicklungsprozesse – Warum und mit welchem Ziel wird partizipiert?

Unterschiedliche Interessengruppen verfolgen verschiedene Ziele innerhalb eines Gestaltungsprozesses. Um diese in einen partizipativen Gestaltungsprozess zu integrieren, ist es notwendig, diese Ziele in greifbare und evaluierbare Beiträge zu transformieren. Die Absicht der verschiedenen Individuen eines Gestaltungsprozesses stellt einen wichtigen, jedoch oft vernachlässigten Aspekt bei der Systemgestaltung und des Forschungsdesigns dar. Ohne eine explizite Anerkennung der Absicht können zugrunde liegende Motivationen und Begründungen hinter einer Methodendurchführung untergraben oder schließlich ungeprüft bleiben [Bratteteig und Wagner, 2016b; Geuens u. a., 2018].

Dieser Abschnitt befasst sich daher mit der detaillierten Beschreibung der verschiedenen Aspekte der Ziele in partizipativen Prozessen. Dabei liegt der Fokus auf den Nutzer:innen der zu entwickelnden Systeme und den Forscher:innen, die häufig mehrere Rollen einnehmen und beispielsweise gleichzeitig die Rolle der Gestalter:innen besetzen.

Zunächst werden kurzfristige Partizipationsziele betrachtet, die akteurs- und methodengebunden eingeordnet werden. Als zweiter Aspekt werden langfristige Partizipationsziele analysiert, die sich häufig ko-evolutionär zwischen Forscher:innen, Nutzer:innen und weiteren Interessengruppen entwickeln. Abschließend werden systemische Ziele beschrieben, die den Zielen des menschenzentrierten Gestaltungsprozesses ähneln.

Durch diese differenzierte Betrachtung der Ziele soll verdeutlicht werden, wie essenziell das Verständnis und die Integration der verschiedenen Zielsetzungen für die erfolgreiche Durchführung und Validierung partizipativer Gestaltungsprozesse sind. Dies trägt nicht nur zur Reflexion der eigenen Methodendurchführung bei, sondern erleichtert auch die Kommunikation und das gemeinsame Erreichen der festgelegten Ziele.

6.4.1 Kurzfristige Partizipationsziele

Kurzfristige Ziele in PD konzentrieren sich auf die Verbesserung der Methodendurchführung, um durch eine höhere Zufriedenheit der unterschiedlichen Interessengruppen die Bindung zueinander zu fördern. Durch die Betrachtung dieser kurzfristigen Ziele können Forscher:innen iterative Anpassungen an Methoden vornehmen und sicherstellen, dass der Gestaltungsprozess den Bedürfnissen und Erwartungen aller Interessengruppen entspricht. Dieser Ansatz hilft nicht nur, Vertrauen aufzubauen und die Zusammenarbeit mit den Teilnehmer:innen zu fördern, sondern ermöglicht auch die agile Anpassung an neue Erkenntnisse und Herausforderungen.

Kurzfristige Partizipationsziele befinden sich auf einer akteursgebundenen Ebene (siehe Tabelle 6.9). Bei den Zielen wird zwischen Forschenden und Nutzenden unterschieden. Die klare Differenzierung und Anpassung der Ziele je nach Akteursgruppe gewährleistet, dass spezifische Bedürfnisse und Erwartungen berücksichtigt werden, wodurch der Gestaltungsprozess insgesamt zielgerichteter gestaltet werden kann.

Die Ziele der Nutzenden in partizipativen Gestaltungsprozessen sind vielfältig und können individuell differenziert sein. Sie teilen sich auf in indirekte und direkte Ziele.

Indirekte Ziele sind einerseits die Verbesserung des digitalen Produkts und andererseits der Beitrag zur digitalen Transformation. Die Berücksichtigung indirekter Ziele im Gestaltungsprozess trägt zur Verbesserung des digitalen Produkts durch die aktive Einbindung der Nutzenden bei und unterstützt außerdem die digitale Transformation iterativ. Partizipative Ansätze ermöglichen es den Nutzenden, aktiv an der Gestaltung und Entwicklung zukünftiger Technologien teilzunehmen, wodurch die Wahrscheinlichkeit steigt, dass die implementierten Lösungen ihren Bedürfnissen entsprechen und erfolgreich in ihren Alltag integriert werden [Grenville, 2012].

Direkte Ziele sind hingegen die Vernetzung mit anderen Menschen sowie die Verbesserung der eigenen Fähigkeiten. Ein zentrales Anliegen der Nutzer:innen ist die Verbesserung der eigenen Fähigkeiten. Insbesondere der ko-kreative Fokus partizipativer Gestaltungsprozesse, bei dem alle Teilnehmenden eine aktive Rolle in Gestaltungsaktivitäten einnehmen, fördert das Lernen und die Weiterentwicklung der eigenen Fähigkeiten [Geuens u. a., 2018; Fischer, Peine und Östlund, 2019; Dearden und Rizvi, 2008]. Ein wesentliches kurzfristiges Partizipationsziel ist die Vernetzung von Menschen. Nutzende streben oft danach, in Zusammenarbeit mit fachkundigen Gestalter:innen, Forscher:innen oder technologischen Expert:innen zu agieren. Diese Vernetzung fördert nicht nur den Austausch von Wissen und Erfahrungen, sondern unterstützt auch die Entwicklung innovativer Lösungen, die auf den tatsächlichen Bedürfnissen der Nutzenden basieren [Kendall und Dearden, 2018; Bratteteig und Wagner, 2016b; Zahlsen, Parmiggiani und Dahl, 2023].

Die Ziele der Forschenden konzentrieren sich primär auf Erkenntnisgewinne. Dabei stehen drei Aspekte im Vordergrund: die Beantwortung einer Forschungsfrage, das persönliche Lernen und die methodische Exploration und Reflexion.

Der Erkenntnisgewinn ist die zentrale Zielkategorie für Forschende. Im Fokus steht dabei die Bearbeitung spezifischer Forschungsfragen, die wissenschaftliche Erkenntnisse erweitern. Gleichzeitig ist ein häufiges Ziel, die eigenen Fähigkeiten und Kompetenzen zu verbessern und neues Wissen zu erwerben. Dieser doppelte Fokus auf theoretischen und praktischen Fortschritt kann dazu beitragen, dass sowohl individuelles als auch kollektives Wissen kontinuierlich wächst und die Qualität der Forschung nachhaltig verbessert wird [Dearden und Rizvi, 2008; Whittle, 2014; Bossen, Dindler und Iversen, 2012; Fischer, Peine und Östlund, 2019].

Zwei weitere Ziele sind die Exploration und Reflexion der angewandten Methode. Bei der Exploration ist das Ziel, dass Forscher:innen und Teilnehmer:innen die eingesetzte Methode erkunden und deren Potenzial im Kontext des Projekts analysieren. Dabei können die spezifischen Eigenschaften, Stärken und Schwächen der Methode analysiert werden, um deren Eignung für die gestellten Forschungsfragen und die Zielsetzung des Projekts zu beurteilen. Diese Exploration ermöglicht ein tieferes Verständnis der Methodik und legt den Grundstein für die weitere Anwendung im Forschungsprozess. Die Reflexion der angewandten Methode hingegen zielt darauf ab, nach der Anwendung der Methode eine kritische Bewertung vorzunehmen. Hierbei wird untersucht, wie effektiv die Methode im Projektkontext war, welche Herausforderungen aufgetreten sind, und inwiefern die Methode zur Beantwortung der Forschungsfragen beigetragen hat. Diese Reflexion ermöglicht es, Erkenntnisse zu gewinnen, die in zukünftigen Projekten zur Methodenauswahl und -anwendung genutzt werden können [Maartmann-Moe und Joshi, 2022; Bossen, Dindler und Iversen, 2012; Pretty, 1995; Simonsen und Robertson, 2012].

Tabelle 6.9: Reflexionsdimension Kurzfristige Partizipationsziele

Dimension	Beschreibung	Items
Nutzendenziele	Indirekte und direkte Ziele der Nutzenden.	<ul style="list-style-type: none"> - Verbesserung des digitalen Produkts - Beitrag zur digitalen Transformation - Vernetzung mit anderen Menschen - Eigene Fähigkeiten verbessern
Forschender Erkenntnisgewinn	Angestrebter Erkenntnisgewinn der Forscher:innen, der sich auf die Forschung selbst bezieht.	<ul style="list-style-type: none"> - Beantwortung einer Forschungsfrage - Etwas lernen - Exploration einer Methode - Reflexion einer Methode

6.4.2 Langfristige Partizipationsziele

Langfristige Partizipationsziele der unterschiedlichen Interessengruppen sind häufig ko-evolutionär miteinander verbunden, sodass sich einzelne, nicht verbundene Personen in Richtung einer gemeinsamen Partizipationsgemeinschaft entwickeln. Dieser Prozess kann dazu führen, dass individuelle Zielsetzungen durch den kontinuierlichen Austausch und die Zusammenarbeit in kollektive Ziele überführt werden. Die gemeinsame Lern- und Entwicklungsdynamik begünstigt dabei eine verstärkte Identifikation mit dem Prozess, was die langfristige Bindung der Teilnehmenden an die partizipative Gestaltung weiter fördert [D'Andrea, Baskin und Reinke, 2008]. Der Aufbau einer kollaborativen Gemeinschaft ist mit dem gegenseitigen Lernen und dem Konzept der Befähigung eng verbunden. Dabei ist insbesondere die Aufrechterhaltung der Beteiligung und des Gefühls der Zusammengehörigkeit eine besondere Herausforderung [Constantin u. a., 2022; Bossen, Dindler und Iversen, 2012]. Die langfristigen Ziele lassen sich in individuelle und gesellschaftliche Befähigungen aufteilen (siehe Tabelle 6.10).

Ein zentrales Ziel der langfristigen individuellen Befähigung (Empowerment) ist die Stärkung der Teilnehmenden selbst. Empowerment gilt als die höchste Stufe der Partizipation und spielt eine entscheidende Rolle in der Gestaltung partizipativer Prozesse. Es entsteht, wenn ausgewogene Machtverhältnisse zwischen den beteiligten Interessengruppen bestehen und trägt oft zur Verbesserung der Lebensumstände der betroffenen Personen bei. Ziel des Empowerments ist es, die persönliche Handlungsfähigkeit und die Erfüllung individueller Bedürfnisse zu fördern, was durch Veränderungen des emotionalen oder physischen Zustands einer Person erreicht werden kann [Ertner, Kragelund und Malmberg, 2010; Kendall und Dearden, 2018; Bossen, Dindler und Iversen, 2012; Geppert und Forlano, 2022; Morais, Falcão und Tedesco, 2022].

Ein weiteres Ziel langfristiger individueller Befähigung in Partizipationsgemeinschaften ist der Aufbau einer Solidargemeinschaft. Dabei spielen insbesondere auch die gegenseitige Fürsorge und das gemeinschaftliche Lernen eine wichtige Rolle. Entscheidend ist, dass die entwickelte digitale Technologie flexibel und erweiterbar gestaltet wird. Durch das Schaffen von Schnittstellen für Erweiterungen und die Möglichkeit neuer Funktionalitäten wird sichergestellt, dass das entwickelte digitale System anpassungsfähig bleibt und sich an die sich verändernden Bedürfnisse der Gemeinschaft anpassen kann. Zur Zielerreichung müssen Methodendurchführungen nicht primär ergebnisorientiert sein, sondern können auch auf dem offenen Austausch und der Unterstützung der Mitglieder basieren [Aguiar Guayacan und Tjahja, 2022; D'Andrea, Baskin und Reinke, 2008].

Ein langfristiges gesellschaftliches Ziel von PD ist die demokratische Kontrolle über die entwickelten digitalen Produkte und Systeme. Dadurch werden Nutzer:innen in die Lage versetzt, nicht nur in der Entwicklung von Technologien mitzuwirken, sondern auch aktiv an politischen, ökonomischen und ökologischen Entscheidungsprozessen teilzunehmen. Dies erfordert, dass Gestaltungsprojekte in einen breiteren politischen und gesellschaftlichen Kontext eingebettet werden, der über das reine Lösen pragmatischer Probleme hinausgeht. Um eine nachhaltige, demokratische Kontrolle zu gewährleisten, müssen partizipative Prozesse vor allem die Wissensproduktion und die gesellschaftliche Transformation in den Mittelpunkt stellen. Dabei ist entscheidend, dass die Beteiligten ihre Rolle innerhalb des soziotechnischen Systems reflektieren und sich kritisch mit den

zugrunde liegenden Machtstrukturen auseinandersetzen. So wird es ihnen ermöglicht, gemeinsam Veränderungen voranzutreiben und Einfluss auf die Wechselwirkungen zwischen Technik und Gesellschaft zu nehmen [Gautam und Tatar, 2022; Aguiar Guayacan und Tjahja, 2022; Kendall und Dearden, 2018; Chisik und Mancini, 2019; Rocha, 1997].

Ein weiteres langfristiges gesellschaftliches Ziel der partizipativen Technikentwicklung ist die Sicherstellung der Nachhaltigkeit der erzielten Ergebnisse. Das heißt, dass die durch partizipative Prozesse entwickelten Lösungen nicht nur kurzfristig wirksam sind, sondern langfristig Bestand haben und positive Veränderungen in der Gesellschaft bewirken. Ein wichtiger Baustein zur Zielerreichung ist die Stärkung individueller Fähigkeiten, die kollektive Wissensproduktion und das Schaffen von strukturellen Voraussetzungen. Auf diese Weise tragen partizipative Methoden entscheidend dazu bei, dass die erzielten Ergebnisse nicht nur kurzfristig wirksam sind, sondern langfristig Bestand haben und Transformationen unterstützen [Gautam und Tatar, 2022; Aguiar Guayacan und Tjahja, 2022; Kendall und Dearden, 2018; Chisik und Mancini, 2019; Poderi und Dittrich, 2018; Rocha, 1997].

Die strukturelle Verankerung von Ergebnissen partizipativer Gestaltung kann langfristig zu einer gesellschaftlichen Veränderung des Status quo führen, indem bestehende Strukturen hinterfragt, destabilisiert und verändert werden. Dieses langfristige Ziel wird vor allem in aktivistisch geprägten partizipativen Gestaltungsprojekten verfolgt, in denen die Kontrolle über die Entwicklung von Lösungen demokratisch organisiert wird [Aguiar Guayacan und Tjahja, 2022; Kendall und Dearden, 2018; Gautam und Tatar, 2022].

Tabelle 6.10: Reflexionsdimension Langfristige Partizipationsziele

Dimension	Beschreibung	Items
Individuelle Befähigung	Langfristige Ziele, die zur individuellen Befähigung beitragen.	<ul style="list-style-type: none"> – Befähigung/Empowerment – Aufbau einer Solidaritätsgemeinschaft
Gesellschaftliche Befähigung	Langfristige Ziele, die gesellschaftlich-strukturellen zur Befähigung beitragen.	<ul style="list-style-type: none"> – Nachhaltigkeit der Ergebnisse – Strukturelle Verankerung – Demokratische Kontrolle

6.4.3 System-Ziele

Systemziele in partizipativen Prozessen konzentrieren sich auf die Anpassung und Verbesserung technischer Systeme, um deren Gebrauchstauglichkeit zu optimieren. Im Rahmen partizipativer Technikgestaltung stehen dabei vor allem die Nutzer:innen und deren direkte Einbindung im Mittelpunkt. Diese Ziele werden durch kontinuierliche Rückmeldungen aus der Zielgruppe sowie iterative Entwicklungsprozesse verfolgt, um sicherzustellen, dass die technischen Lösungen den Bedürfnissen und Anforderungen der Nutzungsgruppe entsprechen.

Durch einen partizipativen Prozess wird entweder eine Anpassung des technischen Systems vorgenommen oder es wird eine Verbesserung der Gebrauchstauglichkeit angestrebt [Rasmussen u. a., 2011] (siehe Tabelle 6.11).

Bei der Anpassung des Systems kann zwischen der Neuentwicklung von Systemkomponenten und der Anpassung eines Systems an den Kontext unterschieden werden [Kendall und Dearden, 2018; Zahlsen, Parmiggiani und Dahl, 2023].

Bei der Verbesserung der Gebrauchstauglichkeit kann unterschieden werden zwischen der Erhöhung der Gebrauchstauglichkeit, Verbesserung der User Experience und der Erhöhung der Nutzungswahrscheinlichkeit [Walsh u. a., 2013; Nielsen und Bødker, 2010; Winschiers-Theophilus u. a., 2010].

Tabelle 6.11: Reflexionsdimension: Partizipationsziele, die das digitale System direkt betreffen

Dimension	Beschreibung	Items
Entwicklung und Anpassung	Unterscheidung von neu zu entwickelnden Komponenten eines Systems und der Anpassung an ein bereits existierendes digitales System.	<ul style="list-style-type: none"> – Neuentwicklung eines Systems und/oder Komponente – Anpassung einer bestehenden Komponente
Gebrauchstauglichkeit	Ziele, die direkt mit der Gebrauchstauglichkeit eines Systems verbunden sind.	<ul style="list-style-type: none"> – Erhöhung der Gebrauchstauglichkeit – Verbesserung der User Experience – Erhöhung der Nutzungswahrscheinlichkeit

6.5 Entwicklung von Werkzeugen zur Erhebung und Visualisierung der Dimensionen des W3-Frameworks

Im Rahmen dieses Kapitels wurde die Ableitung von 21 Dimensionen zur Einordnung von partizipativen Methodendurchführungen und die Entwicklung eines Frameworks zur Reflexion partizipativer Technikentwicklung beschrieben (Tabellen 6.1 - 6.11). Die Dimensionen des Frameworks sind in drei Kategorien eingeteilt: Schlüsselaspekte der Akteure partizipativer Gestaltung, der Methoden partizipativer Gestaltung und der Ziele partizipativer Gestaltung. Das Reflexionsframework bietet Forscher:innen einen Rahmen zur Einordnung von Methodendurchführungen in partizipativen Prozessen, sodass es erstmals möglich wird, einzelne Methodendurchführungen systematisch zu vergleichen.

Um das Framework praktisch und systematisch einsetzen zu können, sind entsprechende Werkzeuge erforderlich. In der Regel werden in PD-Prozessen für die Reflexion Interviewleitfäden, Fragebögen oder Beobachtungsbögen eingesetzt. Auch Mixed Methods, also Kombinationen aus Interviews und Fragebögen, finden häufig Anwendung [Bossen, Dindler und Iversen, 2016].

In diesem Abschnitt wird die Entwicklung eines Fragebogens als Erhebungsinstrument dargestellt. Ziel ist es, die in Kapitel 5 beschriebenen 54 Methodeneinsätze effizient und objektiv den Dimensionen des W3-Frameworks zuzuordnen. Der Einsatz eines Fragebogens wurde gewählt, da er sich als etabliertes und niedrigschwelliges Werkzeug zur strukturierten Datenerhebung bewährt hat [Potthoff und Eller, 2000].

6.5.1 Entwicklung eines Fragebogens zur Erhebung von Daten partizipativer Methodendurchführungen

Die Entwicklung des Fragebogens zielte darauf ab, einzelne Methodendurchführungen systematisch zu erfassen und zu analysieren, um so partizipative Technikentwicklungsprozessen und insbesondere die Veränderung dieser Prozesse über die Zeit untersuchen zu können.

Der Fragebogen basiert auf den in diesem Kapitel in Tabellen zusammengefassten Subdimensionen. Der Fragebogen ist in vier Abschnitte unterteilt:

Abschnitt eins enthält grundlegende Informationen wie einen selbst gewählten Titel, den Namen der Methode, eine kurze Beschreibung und den Namen der Person, die den Fragebogen ausgefüllt hat. Dies ermöglicht eine spätere Zuordnung und Nachverfolgung.

Abschnitt zwei fokussiert auf die Frage *Wer partizipiert?* und umfasst die sechs beschriebenen Subdimensionen in sechs geschlossenen Fragen, um die beteiligten Akteure und deren Rollen im Entwicklungsprozess zu erfassen.

In Abschnitt drei werden die neun Subdimensionen im Bereich *Wie wird partizipiert?* fokussiert. Dieser Abschnitt enthält neun geschlossene Fragen, die die Art und Weise der Partizipation und die spezifischen Methoden und Werkzeuge, die dabei zum Einsatz kamen, beleuchten.

Wie wurde die Teilnehmendengruppe ausgewählt?

[Details zur Rekrutierung der Interventionsgruppe.](#)

[Wähle alle zutreffenden Optionen](#)

von der Zielgruppe gewählt

von außen (bspw. Vorgesetzten bestimmt)

freiwillige Teilnahme

qua amt (bwp. Vorsitzende/r)

Experten-Substitut (bspw. Pflegekraft bei der Zusammenarbeit mit älteren Erwachsenen)

Sonstiges:

Abbildung 6.3: Fragebogenabschnitt zur Dimension *Teilnehmendenakquise*

Abschnitt vier behandelt die Frage *Mit welchem Ziel wird partizipiert?* und umfasst sechs Subdimensionen und geschlossene Fragen, die die zugrunde liegenden Ziele der Partizipation näher untersuchen, um die übergeordneten Ziele der Methodendurchführung zu erfassen.

Abbildung 6.3 stellt exemplarisch die Frage nach der Rekrutierung bezüglich der Dimension *Teilnehmendenakquise* dar. Im Anhang C ist der gesamte Fragebogen abgebildet.

Der Fragebogen wurde vorrangig für Forscher:innen konzipiert, die partizipative Methoden in Technikentwicklungsprojekten anwenden. Für die Erstellung des Fragebogens wurde LimeSurvey genutzt, eine kostenlose Open-Source-Software. Die Nutzung von LimeSurvey ermöglicht es, die Fragebogenstruktur als Export bereitzustellen, damit der Fragebogen von anderen Forscher:innen genutzt werden kann. Ein weiterer Vorteil liegt in der Option, den Fragebogen auszudrucken und offline zu verwenden, was die Barrieren für die Anwendung weiter senkt. Der LimeSurvey-Fragebogen erleichtert die Datensammlung und -auswertung, indem der Export der erhobenen Daten ermöglicht wird. Diese Daten können in Tabellenkalkulations- und Statistikprogramme wie Excel und SPSS importiert werden, was die Analyse und das Teilen von Ergebnissen zwischen verschiedenen Forschungsteams vereinfacht. Die Möglichkeit, mehrere Datensätze auf diese Weise effizient zu sammeln und auszuwerten, trägt dazu bei, umfassende und vergleichbare Erkenntnisse aus den verschiedenen partizipativen Projekten gewinnen zu können.

Um die erhobenen Daten klarer und zugänglicher zu machen, wurden zwei Visualisierungen zur Unterstützung der Methodendurchführung von Forscher:innen entwickelt. Sie ermöglichen erstens den Vergleich einzelner Methodendurchführungen und zweitens die Analyse von Veränderungen über einen längeren Zeitraum.

Die folgenden Abschnitte beschreiben die Entwicklung sowie die exemplarische Anwendung dieser Visualisierungen im Detail.

6.5.2 Visualisierung für einzelne Methodendurchführungen als Fingerabdruck

Zur Analyse und Darstellung der Methodendurchführungen wurden drei Visualisierungen entwickelt, die als *Fingerabdrücke* der jeweiligen Durchführungen fungieren. Ziel war es, eine intuitive und prägnante Übersicht über die hierarchischen Datenstrukturen zu schaffen.

Da die Daten in einer hierarchischen Struktur vorliegen, wurde eine Circle Tree Map als Grundlage für die Visualisierung verwendet und entsprechend angepasst. Circle Tree Maps stellen Beziehungen zwischen Ober- und Unterkategorien in einer kreisförmigen Anordnung dar und bieten eine alternative Darstellung zu klassischen Baumdiagrammen oder traditionellen Treemaps. Diese Methode eignet sich besonders, um ästhetisch ansprechende Übersichten über viele Kategorien auf begrenztem Raum zu präsentieren. Insbesondere bei der explorativen Datenanalyse können Circle Tree Maps dazu beitragen, Muster in hierarchischen Daten zu erkennen und Zusammenhänge oder Cluster auf einen Blick sichtbar zu machen [Wang u. a., 2006].

Für die spezifische Visualisierung der Fragebogenergebnisse wurden zwei wesentliche Anpassungen vorgenommen. Erstens wurden statt Kreise Hexagone verwendet, um den Platz für Beschriftungen zu maximieren. Zweitens wurden alle Elemente der Visualisierungen auf eine einheitliche Größe skaliert, da keine Gewichtung der einzelnen Subdimensionen vorgenommen werden sollte.

In den Visualisierungen sind die einzelnen Subdimensionen, wie *Gruppengröße*, *Teilnehmendeninteraktion* und *Entscheidungsfindungsprozess* jeweils in einer dedizierten Farbe dargestellt. Jedes Item dieser Subdimension ist in einer hexagonalen Wabe dargestellt. In Abbildung 6.4 ist beispielhaft die Subdimension *Entscheidungsfindungsprozess* sowie die Items *Mehrheiten*, *Konsens* und *nicht demokratisch* in den Waben dargestellt.

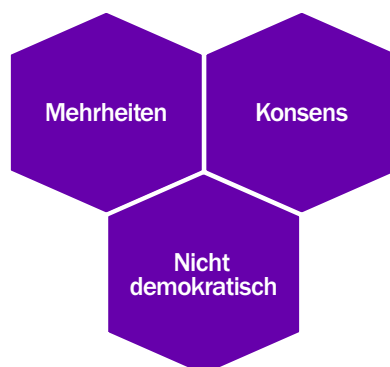


Abbildung 6.4: Beispiel der Subdimension *Entscheidungsfindungsprozess* und dessen Items

Die Abbildungen 6.5, 6.6 und 6.7 zeigen einen Fingerabdruck der Reflexion der initialen Interviewstudie im Rahmen des HT-Projekts. Diese Visualisierungen verdeutlichen zentrale Elemente der Methodendurchführung anhand farblich hervorgehobener relevanter Items. Dabei bleibt die hierarchische Struktur der Daten erhalten, sodass Forschende die Schlüsselaspekte schnell erkennen und analysieren können.

Die Abbildung 6.5 zeigt die akteursbezogenen Aspekte der Interviewstudie. Aus der Darstellung wird ersichtlich, dass die Interviews extern von den Forscher:innen initiiert wurden, die Teilnehmer:innen durch direkte Ansprache rekrutiert wurden, die Teilnahme freiwillig war und die interviewte Gruppe demografisch segmentiert wurde. Strategien zur Herstellung von Repräsentativität wurden hingegen nicht eingesetzt.

6 Entwicklung eines Frameworks und Werkzeugen zur Reflexion Partizipativer Technikentwicklung

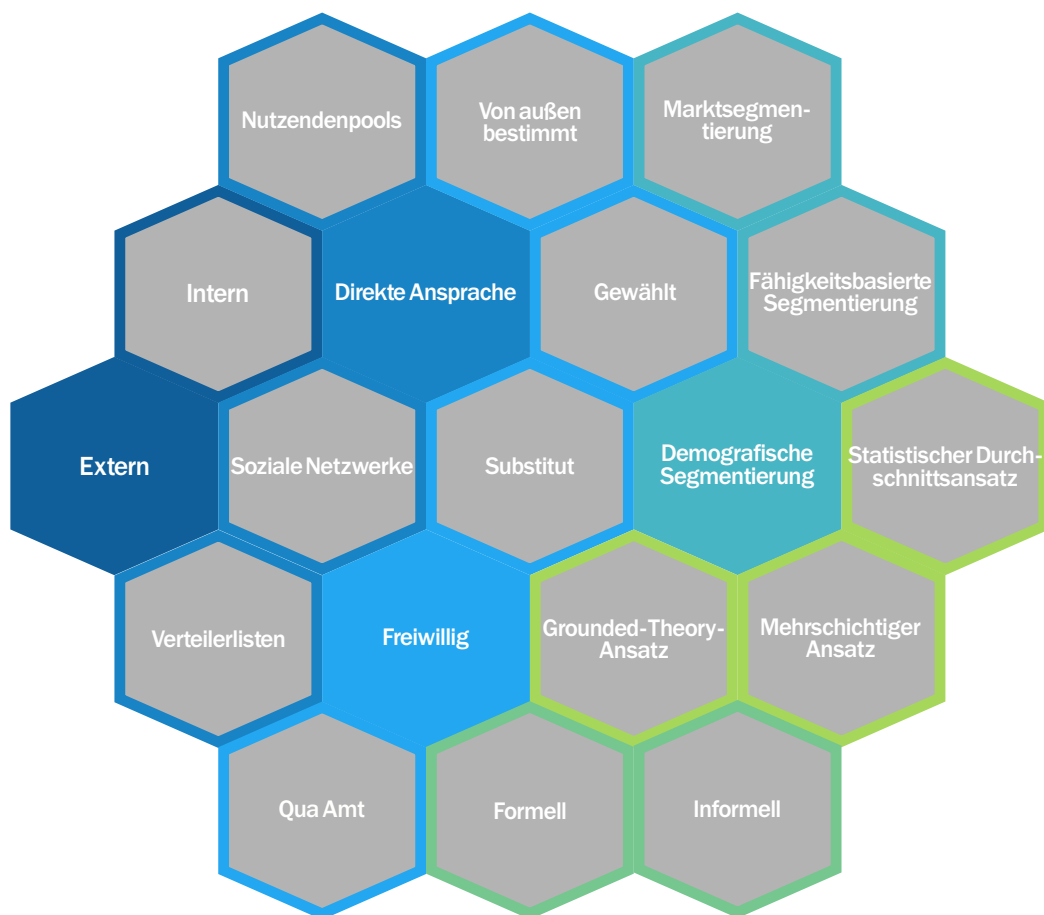


Abbildung 6.5: Akteursreflexion des initialen Interviews zur Planung des HT-Projekts

Die methodischen Aspekte der Interviewstudie sind in Abbildung 6.6 visualisiert. Das Interview war der Planungsphase (ISO 9241-210) und der Verständnisphase (EDD-Prozess) zuzuordnen. Die Interaktion fand in individuellen Gesprächen statt, wobei in den Interviews keine demokratischen Entscheidungen getroffen wurden. Die Teilnehmer:innen übernahmen die Rolle von Informant:innen und wurden informierend sowie konsultierend eingebunden. Es kamen Nutzendepools wie Post-its und Stifte zum Einsatz. Die Durchführung der Interviewstudie war methodisch den Forschenden zugeordnet.

6 Entwicklung eines Frameworks und Werkzeugen zur Reflexion Partizipativer Technikentwicklung



Abbildung 6.6: Methodenreflexion des initialen Interviews zur Planung des HT-Projekts

Abbildung 6.7 zeigt die Zielkategorien der Interviewstudie. Die kurzfristigen Erkenntnisgewinne der Forschenden lagen im Bereich des Wissenserwerbs. Hinsichtlich der Systemziele wurde die Neuentwicklung des HT-Systems adressiert. Aussagen zu langfristigen sowie kurzfristigen Zielen der Teilnehmer:innen fehlen, da diese nicht dokumentiert wurden und keinen Fokus des Interviews bildeten.

6 Entwicklung eines Frameworks und Werkzeugen zur Reflexion Partizipativer Technikentwicklung



Abbildung 6.7: Zielreflexion des initialen Interviews zur Planung des HT-Projekts

Visualisierung der Methodendurchführungen über die Zeit

Zur Darstellung und Analyse der Methodendurchführungen im zeitlichen Verlauf wurden drei spezifische Visualisierungen entwickelt. Ziel war es, die verschiedenen Dimensionen der Methodendurchführungen so darzustellen, dass sie effizient und vergleichend analysiert werden können.

Wie bereits im Fingerabdruck gezeigt, können die Daten der einzelnen Items in einer binären Form repräsentiert werden. Für diese Art von Daten und die Analyse von zeitlichen Verläufen sind binäre Heatmaps besonders geeignet. Solche Visualisierungen ermöglichen es, Muster zu identifizieren und Methodendurchführungen über verschiedene Zeitpunkte hinweg zu vergleichen.

Für die spezifische Visualisierung der Fragebogenergebnisse wurden zwei wesentliche Anpassungen vorgenommen. Erstens wurde jede Subdimension farblich konsistent mit der Darstellung im Fingerabdruck eingefärbt, um die Zuordnung zu erleichtern. Zweitens wurden zwischen den Subdimensionen Abstände eingefügt, um die Übersichtlichkeit und die Analysierbarkeit der Visualisierung zu verbessern.

In den Abbildungen 6.8, 6.9 und 6.10 wird dargestellt, welche Aspekte für die einzelnen Durchführungen zutrafen.

Von den 54 Methodendurchführungen, die in Abschnitt 5.1 beschrieben wurden, konnten 40 detaillierter reflektiert werden. Für die verbleibenden 13 Methodendurchführungen fehlten ausreichende Informationen, um eine umfassende Analyse durchzuführen.

Bei allen 40 analysierten Methodendurchführungen erfolgte die Teilnehmendenakquise auf freiwilliger Basis. Besonders in den späteren Methodendurchführungen wurden gezielt gewählte Vertreter:innen der Nutzungsgruppe sowie von der Projektgruppe bestimmte Personen einbezogen. Dies ist in Abbildung 6.8 ersichtlich.

Die Ansprache der Teilnehmenden erfolgte in 39 Fällen über direkte Kontaktaufnahme, in drei Fällen über Verteilerlisten und einmal über bestehende Partizipationspools. In einigen Fällen wurde die direkte Ansprache durch Vereinsvorsitzende unterstützt und gesteuert (siehe Abbildung 6.8).

In 21 Methodendurchführungen, die intern initiiert wurden, wurde die Nutzungsgruppe segmentiert. Dabei kamen zwei Ansätze zur Anwendung. Erstens wurde eine fähigkeitsbasierte Segmentierung zum Beispiel anhand von Computererfahrung vorgenommen. Zweitens wurde eine Marktsegmentierung zum Beispiel basierend auf Technologieakzeptanz eingesetzt. Details hierzu sind ebenfalls in Abbildung 6.8 dargestellt.

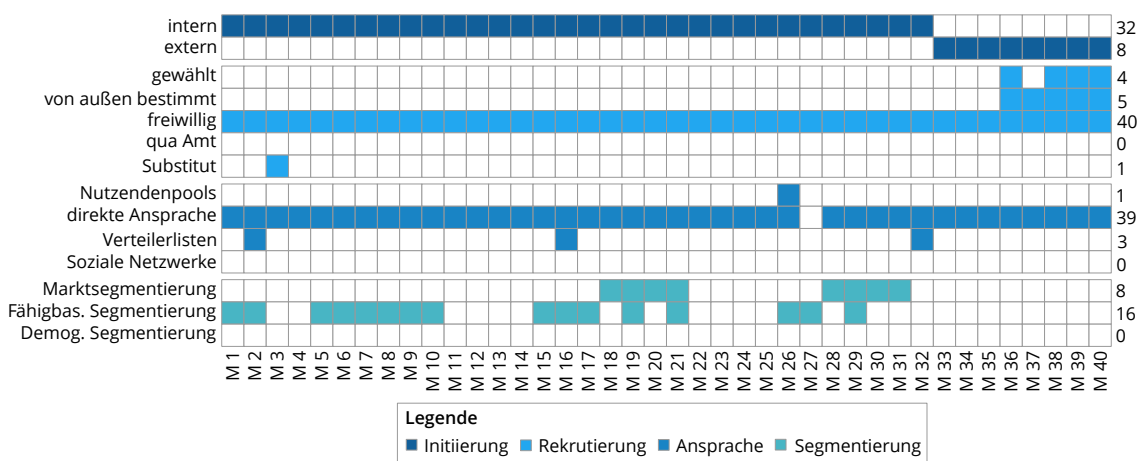


Abbildung 6.8: Aktorsreflexion mit dem W3-Framework über alle eingesetzten Methoden hinweg

Eine Methodendurchführung wurde der Planungsphase des menschenzentrierten Gestaltungsprozesses nach ISO 9241-210 zugeordnet, zehn der Analysephase, acht der Gestaltungsphase, 22 der Evaluationsphase. In einem Fall wurde eine Methodendurchführung zwei Phasen zugeordnet, weil innerhalb eines Workshops mehrere Methoden eingesetzt wurden, die in die Gestaltungs- und Evaluationsphase eingeordnet wurden (siehe Abbildung 6.9).

Eine ähnliche Verteilung ergibt sich bei der Einordnung der Methodendurchführungen in den EDD-Prozess. Sechsmal wurde eine Methode der Verständnisphase, 15 Mal der Gestaltungsphase und 20 Mal der Produktnutzungsphase zugeordnet (siehe Abbildung 6.9).

Die Methodendurchführungen wurden den Phasen des menschenzentrierten Gestaltungsprozesses nach ISO 9241-210 wie folgt zugeordnet: eine Methodendurchführung in der Planungsphase, zehn Methodendurchführungen in der Analysephase, acht Methodendurchführungen in der Gestaltungsphase und 22 Methodendurchführungen in der Evaluationsphase. In einem Fall deckte eine Methodendurchführung aufgrund der eingesetzten Methoden sowohl die Gestaltungs- als auch die Evaluationsphase ab (siehe Abbildung 6.9).

Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Einordnung in den EDD-Prozess. Dort wurden sechs Methodendurchführungen der Verständnisphase, 15 der Gestaltungsphase und zwanzig der Produktnutzungsphase zugeordnet (Abbildung 6.9).

Von den 40 analysierten Methoden wurden verschiedene Gruppengrößen und Ansätze genutzt. In 19 Fällen wurden individuelle Ansätze wie eins zu eins-Interviews genutzt. In 13 Fällen kamen kleine Gruppen mit bis zu fünf Teilnehmenden zum Einsatz und zwölf mittlere Gruppen mit bis zu 40 Teilnehmenden (siehe Abbildung 6.9).

Bezüglich der Interaktion der Teilnehmer:innen wurde in 37 Fällen etwas erzählt und in acht Fällen etwas hergestellt. In den meisten Fällen – 35 Mal – wurden Methoden der Forschendenwelt, in sechs Fällen der Nutzendenwelt zugeordnet. In zehn Fällen wurden Methoden eingesetzt, die explizit für partizipative Gestaltungsprozesse entwickelt wurden, in einem Fall wurde eine Methode angepasst, sodass sie besser in einem partizipativen Ansatz eingesetzt werden konnte (siehe Abbildung 6.9).

Die Analyse der 40 Methodendurchführungen zeigt unterschiedliche Partizipations-tiefen: Fünf Methoden beschränkten sich auf das Informieren, 26 bezogen Teilnehmende durch Konsultation stärker ein. 17 Methoden zielten auf eine aktive Involvierung, während bei elf Methoden eine kollaborative Zusammenarbeit stattfand (siehe Abbildung 6.9).

Die letzte Ebene des W3-Frameworks betrifft die Ziele bei der Methodendurchführung. Hier wurden zunächst 29 Methodendurchführungen der Neuentwicklung von Komponenten zugeordnet und sechs der Anpassung. In 22 Fällen war die Erhöhung der Gebrauchstauglichkeit, in 17 Fällen die Erhöhung der User Experience und in sieben Fällen die Erhöhung der Nutzungswahrscheinlichkeit ein ausgewiesenes Ziel (siehe Abbildung 6.10).

Auf der Dimension des forschenden Erkenntnisgewinns wurde in 6 Fällen das Ziel, etwas zu lernen, in den Vordergrund gestellt, in 40 Fällen die Beantwortung einer Forschungsfrage (siehe Abbildung 6.10).

In drei Fällen war die gesellschaftliche Befähigung ein beschriebenes Ziel (siehe Abbildung 6.10).

6 Entwicklung eines Frameworks und Werkzeugen zur Reflexion Partizipativer Technikentwicklung

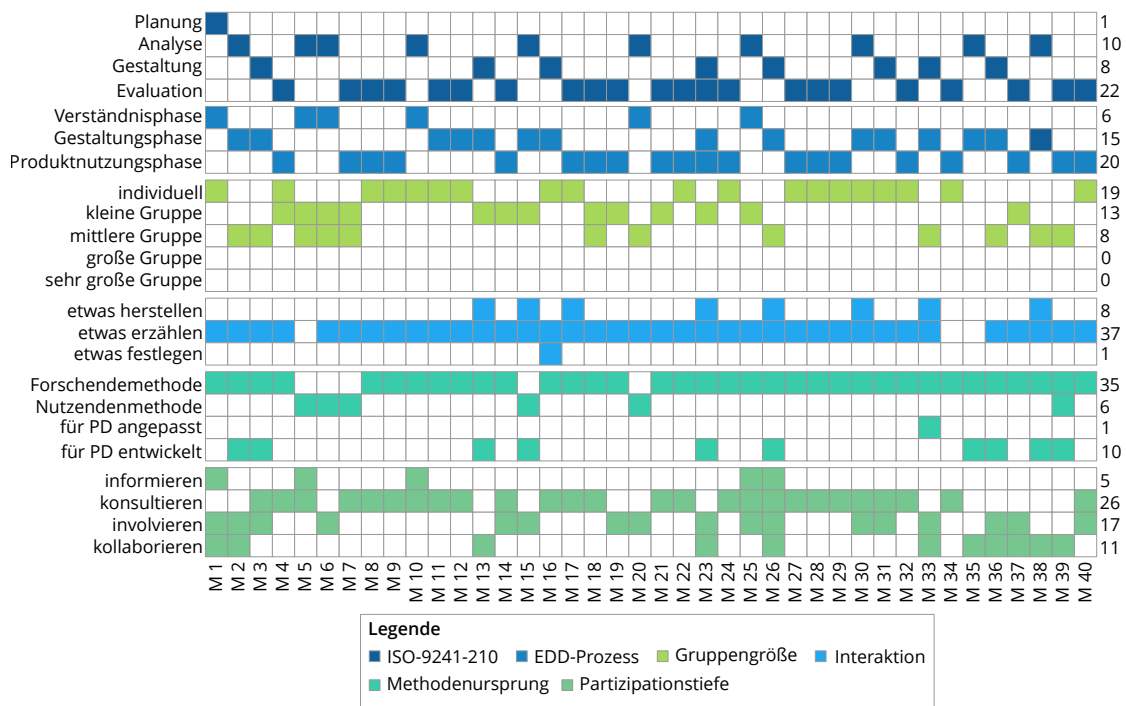


Abbildung 6.9: Methodenreflexion mit dem W3-Framework über alle eingesetzten Methoden hinweg

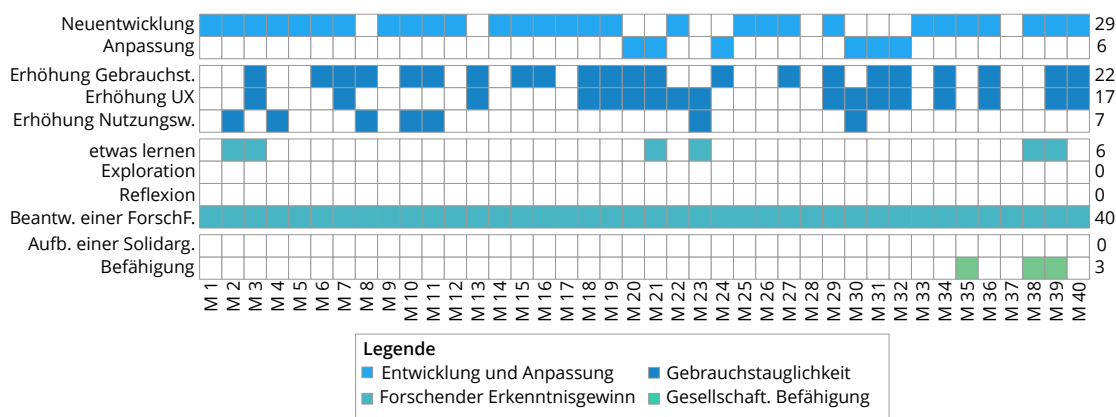


Abbildung 6.10: Zielreflexion mit dem W3-Framework über alle eingesetzten Methoden hinweg

Da das W3-Framework erst im Verlauf der Arbeit entwickelt wurde, waren die zu erhebenden Aspekte erst im späteren Verlauf dieser Arbeit verfügbar. Aus diesem Grund wurde die Art der Entscheidungsfindung, die Verteilung von Rollen bei den Methodendurchführungen, die Nutzendenziele und die individuelle Befähigung nicht erhoben oder dokumentiert.

Die Auswertung des Einsatzes des W3-Frameworks in verschiedenen partizipativen Methoden liefert wichtige Erkenntnisse darüber, wie unterschiedliche Ebenen der Interaktion, Entscheidungsprozesse und methodische Komplexitäten im partizipativen Technikentwicklungsprozessen realisiert werden. Dabei wird deutlich, wie unterschiedlich die Gestaltung und Durchführung solcher Methoden ausfallen können.

6.6 Limitationen

Das W3-Framework zur Reflexion partizipativer Technikentwicklung wurde entwickelt, nachdem die Notwendigkeit einer systematischen Reflexion im HT-Projekt erkannt wurde. Um das Framework zu testen, kam es nach Projektabschluss auf Basis der Dokumentation einzelner Methodendurchführungen retrospektiv zur Anwendung. In zukünftigen Projekten sollte das Framework bereits während der Planung und Durchführung partizipativer Methoden integriert werden, um eine kontinuierliche Reflexion zu ermöglichen und mögliche Dokumentationslücken von Beginn an zu vermeiden.

Eine weitere Limitation ergibt sich aus der Nutzung einer systematischen Literaturrecherche zur Entwicklung des Frameworks. Einerseits konnten so Dimensionen und Items aus der Literatur identifiziert und in ein Framework überführt werden, andererseits wurde bei der Entwicklung die partizipative Forschungsgemeinde nicht aktiv eingebunden. Daher kann dieses Framework nur als Startpunkt für eine weitere Konsolidierung dienen. Eine umfassende Evaluierung mit anderen Forscher:innen und kontinuierliche Anpassungen sind notwendig, um die Relevanz der erhobenen Daten sicherzustellen.

Bisher wurde das Framework primär auf ein einzelnes Projekt angewendet, was zwar wertvolle erste Einblicke ermöglichte, aber noch keine umfassenden Muster in der Reflexion aufzeigen konnte. Der langfristige Einsatz des Frameworks bietet großes Potenzial, um tiefergehende Erkenntnisse über seine Effektivität zu gewinnen und systematische Muster abzuleiten. Zukünftige Tests und Evaluierungen in verschiedenen Projekten können dabei helfen, Muster in Methodendurchführungen über die Zeit aufzudecken und gezielte Verbesserungen in der Durchführung von Prozessen zur partizipativen Technikentwicklung vorzunehmen.

Die nachträgliche Reflexion der Methodendurchführungen mit dem W3-Framework offenbarte mehrere Herausforderungen, insbesondere in Bezug auf die Dokumentation und Nachvollziehbarkeit bestimmter Dimensionen. Da einige Aspekte während der Methodendurchführungen nicht im Interessenfokus standen, wurden sie nicht dokumentiert und konnten somit im Nachhinein nicht vollständig reflektiert werden. Diese Lücken in der Dokumentation deuten darauf hin, dass das W3-Framework nicht nur als Reflexionsinstrument, sondern auch als Planungswerkzeug eingesetzt werden sollte. So ließen sich im Vorfeld wichtige Dimensionen gezielt berücksichtigen und dokumentieren, um eine umfassendere Reflexion zu ermöglichen.

Schließlich zeigte sich, dass sich der Fokus partizipativer Technikentwicklung im Laufe eines Projekts verändern kann, was die nachträgliche Reflexion zusätzlich erschwert. Die Visualisierung durch den Fingerabdruck und die Heatmap stellt zwar einen ersten Schritt dar, um diese Veränderungen sichtbar zu machen, könnte jedoch durch weitere Visualisierungen ergänzt werden, die dynamische Entwicklungen im Verlauf des Pro-

jekts besser abbilden. Solche erweiterten Visualisierungen könnten dazu beitragen, die langfristigen Veränderungen und Entwicklungen innerhalb eines Projekts klarer darzustellen und damit die Reflexion und Weiterentwicklung partizipativer Methoden zu unterstützen.

6.7 Zusammenfassung und Fazit

In diesem Kapitel wurde das W3-Reflexionsframework entwickelt, um partizipative Technikentwicklungsprozesse strukturiert zu analysieren und die Qualität der Methoden-anwendung zu verbessern. Das Framework basiert auf den drei zentralen Kategorien Akteure, Methoden und Ziele, die eine umfassende Reflexion partizipativer Projekte entlang der Fragestellungen *Wer?, Wie? und Warum?* ermöglichen. Diese Kategorien wurden durch eine systematische Analyse von 74 Publikationen zu existierenden Frameworks und Evaluationsansätzen erarbeitet.

Das W3-Framework bietet eine detaillierte Einordnung partizipativer Projekte durch die Einteilung in zehn Dimensionen und 21 Subdimensionen. Diese Dimensionen ermöglichen eine differenzierte Betrachtung der Beteiligten (z. B. Initiierung und Repräsentativität), Methoden (Einordnung im Entwicklungsprozess, Beteiligungsmodi) und Ziele (kurz- und langfristige Partizipationsziele, Systemziele).

Zur praktischen Umsetzung wurde ein dreiteiliges Reflexionswerkzeug entwickelt, bestehend aus einem Fragebogen, einer Visualisierung und einem interaktiven Erhebungsinstrument. Dieses Werkzeug ermöglicht eine systematische Reflexion und wurde im Historytelling-Projekt retrospektiv angewendet, wobei die meisten Dimensionen erfolgreich analysiert werden konnten. Die nachträgliche Analyse zeigte jedoch auch Grenzen der retrospektiven Anwendung des Frameworks auf, insbesondere in Fällen, in denen die ursprüngliche Projektdokumentation nicht spezifisch auf die Fragestellungen des W3-Frameworks ausgerichtet war.

Durch die Reflexion mit dem W3-Framework konnte Transparenz über den Einfluss von Rahmenbedingungen geschaffen und methodische Erkenntnisse gewonnen werden. Gleichzeitig erwies sich die retrospektive Anwendung als Herausforderung, was die Notwendigkeit eines gezielten Reflexionsansatzes bereits in frühen Phasen partizipativer Projekte verdeutlicht.

Zukünftig könnte das Framework nicht nur für die Reflexion, sondern auch für die Planung partizipativer Prozesse genutzt werden. Dafür wäre die Entwicklung zusätzlicher Werkzeuge zur Planungsunterstützung erforderlich, ergänzt durch konkrete Beispiele und Visualisierungen, um zeitliche Veränderungen und den Einfluss einzelner Dimensionen dynamischer abzubilden.

7

Zusammenfassung und Ausblick

Im Folgenden werden die in dieser Dissertation erarbeiteten Ergebnisse zusammengefasst und eingeordnet. Dabei wird insbesondere auf die zentralen Forschungsfragen eingegangen, die sich mit den Faktoren zur Nutzungsintention und langfristigen Nutzung digitaler Systeme durch ältere Erwachsene befassen, sowie mit der Zuordnung altersbedingter Veränderungen im Informationsverarbeitungssystem und den daraus resultierenden Gestaltungsrichtlinien. Zudem wird beschrieben, wie der menschenzentrierte Gestaltungsprozess nach DIN 9241-210 im Hinblick auf die Förderung aktiver Partizipation hinterfragt wurde, und es wird dargestellt, wie die partizipative Zusammenarbeit systematisiert und reflektiert wurde. Abschließend werden potenzielle Weiterentwicklungsmöglichkeiten sowie die Übertragbarkeit der Ergebnisse diskutiert.

7.1 Zusammenfassung der Arbeit

Digitale Kommunikations- und Informationstechnologien durchdringen zunehmend alle Lebensbereiche und prägen maßgeblich, wie Menschen arbeiten, lernen, kommunizieren und wie sie unterhalten werden. Sie beeinflussen nicht nur individuelle Handlungen, sondern entscheiden auch über die gesellschaftliche Teilhabe. Damit wird die Gestaltung der Mensch-Maschine-Interaktion zu einer der zentralen Herausforderungen unserer Zeit.

Die fortschreitende Digitalisierung macht eine Nichtteilnahme immer herausfordernder, da sie erhebliche negative Auswirkungen auf individueller, sozialer und gesellschaftlicher Ebene mit sich bringt. Aus diesem Grund gewinnt die digitale Souveränität aller Gesellschaftsschichten zunehmend an Bedeutung. Sie ist nicht nur eine technische Notwendigkeit, sondern auch ein ethisches Ziel, das auf eine gerechte Teilhabe an der digitalisierten Welt abzielt.

Der menschenzentrierte Ansatz zur Technikentwicklung ist in der Praxis weitverbreitet und wird von Auftraggeber:innen weitgehend akzeptiert. Die Technikentwicklung im Forschungsfeld der Mensch-Computer-Interaktion folgt derzeit überwiegend einem menschenzentrierten Ansatz. Im Rahmen des menschenzentrierten Gestaltungsprozesses nach ISO 9241-210 werden Nutzungsanforderungen analysiert, beschrieben, Gestaltungs-

lösungen entwickelt und evaluiert. Dabei stehen insbesondere die Gebrauchstauglichkeit und die User-Experience im Mittelpunkt [Macdonald, 2005; Williams, 2009; DIN e.V. (Hrsg.), 2020].

Ein rein menschenzentrierter Fokus berücksichtigt jedoch oft nicht ausreichend die Perspektiven spezifischer Zielgruppen wie älterer Erwachsener. Überblicksarbeiten zeigen hier großes Potenzial: Indem ältere Erwachsene nicht nur als Nutzer:innen, sondern als aktive Mitgestalter:innen in den Entwicklungsprozess einbezogen werden, können ihre spezifischen Bedürfnisse und Erfahrungen gezielt adressiert werden. Dieses Vorgehen ist entscheidend, um Produkte nicht nur funktional zu gestalten, sondern auch gezielt an die spezifischen Anforderungen und Wünsche der Zielgruppe anzupassen. Ihre Perspektiven helfen, Barrieren im Umgang mit neuen Technologien zu überwinden und den Zugang zu erleichtern [Lindsay u. a., 2012; Cerna u. a., 2022].

Eine partizipative Herangehensweise trägt dazu bei, eine inklusive Technologiegestaltung zu fördern, die die Vielfalt der Nutzer:innen berücksichtigt und gleichzeitig eine höhere Akzeptanz und Zufriedenheit bei den Zielgruppen sicherstellt [Bratteteig und Wagner, 2012].

Aus diesem Grund lag die übergeordnete Zielsetzung dieser Dissertation darin, die Bedürfnisse und Präferenzen älterer Erwachsener in den Mittelpunkt der Gestaltung digitaler Lösungen zu stellen. Im Rahmen der Schwerpunktsetzung wurden nicht nur technische, sondern auch soziale und gesellschaftliche Faktoren berücksichtigt, um altersgerechte Lösungen zu entwickeln. Die im Rahmen dieser Dissertation erarbeiteten Modelle und Richtlinien wurden während der Entwicklung eines eigens konzipierten Forschungssystems eingesetzt, um diese auf ihre Validität zu überprüfen.

Im Rahmen dessen wurden vier Forschungsfragen beantwortet, deren Ergebnisse im Folgenden zusammengefasst werden.

7.1.1 Forschungsfrage 1 – Nutzungsintention und Nutzungswahrscheinlichkeit

Die erste Forschungsfrage dieser Arbeit lautete: „Welche Faktoren beeinflussen die Nutzungsintention und die langfristige Nutzungswahrscheinlichkeit von älteren Erwachsenen?“ Bei der Frage nach Nutzungsintention und Nutzungswahrscheinlichkeit spielen Technologieakzeptanzmodelle eine entscheidende Rolle.

Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurden daher zunächst das Technologieakzeptanzmodell (TAM) [Davis, 1985; Davis, 1989; Venkatesh und Davis, 2000; Venkatesh, 2000; Venkatesh und Bala, 2008] sowie die vereinheitlichte Theorie zur Akzeptanz und Nutzung von Technologie (UTAUT) [Venkatesh u. a., 2003; Venkatesh, Thong und Xu, 2012] als kontextunabhängige Akzeptanzmodelle auf ihre Passung älterer Nutzer:innen analysiert.

Diese wurden um das Senioren-Technologieakzeptanzmodell (STAM) [Chen und Chan, 2014] für eine altersdifferenzierte Sichtweise ergänzt. Durch die fokussierte Betrachtung von Charakteristika älterer Erwachsener kann Technikakzeptanz für diese Zielgruppe spezifischer eingeordnet werden. Dennoch birgt auch dieses Modell Grenzen. Ein detailliertes Verständnis der für die Technikakzeptanz wesentlichen Faktoren ist entscheidend, um das Potenzial von digitalen Technologien für ältere Erwachsene einschätzen zu können [Cotten, 2017]. Aus der Literatur ergibt sich ein komplexes Bild hin-

sichtlich konkreter Einflussfaktoren für die Nutzungsintention, das Nutzungsverhalten sowie die wahrgenommene Gebrauchstauglichkeit und die wahrgenommene Nützlichkeit. Das STAM enthält jedoch nur eine geringe Teilmenge an Einflussfaktoren [Chen und Chan, 2014].

Ein erweitertes Modell zur Technologieakzeptanz für ältere Erwachsene (E-STAM) wurde basierend auf den vorherigen Modellen und einer systematischen Literaturrecherche zur Technikakzeptanz bei älteren Erwachsenen im Rahmen der Dissertation entwickelt (siehe Abschnitt 2.5). Zur Erweiterung des STAM zum E-STAM um weitere Einflussfaktoren auf die Technologieakzeptanz wurde eine systematische Literaturrecherche zur Akzeptanz und Nutzung von digitalen Technologien durch ältere Erwachsene sowie deren Einflussfaktoren durchgeführt. Aus insgesamt 24 Quellen wurden 56 Aspekte identifiziert, die einen Einfluss auf die Technologieakzeptanz älterer Erwachsener haben. Die Analyse ergab eine Unterteilung der Faktoren in individuelle, soziale und System-Faktoren. Diese wurden wie folgt definiert:

- Individuelle Faktoren sind definiert als Faktoren, die durch ein Individuum selbst beeinflusst werden.
- Soziale Faktoren sind definiert als Faktoren, die durch Personen im sozialen Umfeld der Nutzenden beeinflusst werden.
- System-Faktoren sind definiert als Faktoren, die dem System zugeschrieben und durch Veränderungen am digitalen System beeinflusst werden können.

Aufgrund der hohen Anzahl der zu unterscheidenden Charakteristika wurde in einem weiteren Schritt ein höherer Abstraktionsgrad für die Einflussfaktoren von wahrgenommener Gebrauchstauglichkeit, wahrgenommener Nützlichkeit, Nutzungsintention und Nutzungsverhalten gewählt (siehe Abbildung 2.6). Auch wenn dadurch in der Visualisierung des Modells die Information über den konkreten Einfluss einzelner Variablen in Bezug auf die Technikakzeptanzcharakteristika verloren ging, war dieser Schritt notwendig, um den Modellcharakter der Visualisierung beizubehalten. Der konkrete Einfluss wurde in Tabellen ausgelagert (siehe dazu Tabelle 2.4 für die individuellen Faktoren, Tabelle 2.5 für die sozialen Faktoren und Tabelle 2.6 für die System-Faktoren). Zusätzlich wurden die Dimensionen Lernintention und wahrgenommene Lernförderlichkeit in das Modell integriert, um Lernprozesse älterer Erwachsener zu berücksichtigen. Die Lernintention ist definiert als die Intention, Zeit für das Lernen eines digitalen Systems aufzuwenden [Kim u. a., 2016]. Die wahrgenommene Lerntauglichkeit ist definiert als das Maß, inwiefern eine Person glaubt, dass ein System in Zukunft leicht zu nutzen sein wird [Renaud und Biljon, 2008].

Das entwickelte Technologieakzeptanzmodell bietet einen Mehrwert für Praktiker:innen und Forscher:innen, indem es Einblicke in die Technologieakzeptanz älterer Erwachsener ermöglicht. Durch die differenzierte Betrachtung der Akzeptanz-Aspekte können spezifische Herausforderungen und Potenziale für verschiedene Nutzungsgruppen besser verstanden werden.

Ein zentrales Element des Modells ist die Fähigkeit, die variierenden Bedürfnisse und Erwartungen verschiedener Nutzungsgruppen zu erfassen. So wird beispielsweise deutlich, dass ältere Erwachsene oft mit spezifischen Ängsten und Unsicherheiten in Bezug auf neue Technologien konfrontiert sind, die nicht nur von der Technologie selbst,

sondern auch von sozialen und emotionalen Faktoren beeinflusst werden. Das Modell hilft dabei, diese Dimensionen zu beleuchten und spezifische Barrieren zu identifizieren, die überwunden werden müssen, um die Akzeptanz zu erhöhen.

Letztlich könnte das Modell auch eine Grundlage für interdisziplinäre Zusammenarbeit bieten. Indem es Erkenntnisse aus verschiedenen Forschungsfeldern integriert – wie Psychologie, Soziologie und Informatik – schafft es eine umfassendere Sicht auf die Technologieakzeptanz. Das könnte dazu beitragen, neuartige Lösungen zu entwickeln, die über die herkömmlichen Ansätze hinausgehen und die Integration von Technologien in das Leben aller Nutzungsgruppen unterstützen. Auf diese Weise wird nicht nur die Akzeptanz erhöht, sondern auch die langfristige Nutzung und Zufriedenheit mit Technologien gefördert.

Damit wurde die erste Forschungsfrage beantwortet, welche Faktoren die Nutzungsintention und die langfristige Nutzungswahrscheinlichkeit von älteren Erwachsenen beeinflussen.

7.1.2 Forschungsfrage 2 – Gestaltungsrichtlinien auf Basis von altersbedingten Veränderungen

Die zweite Forschungsfrage, die im Rahmen dieser Dissertation beantwortet wurde, lautet: „Wie lassen sich altersbedingte Veränderungen zu einzelnen Teilbereichen des informationsverarbeitenden Systems zuordnen und welche altersdifferenzierten Gestaltungsrichtlinien ergeben sich aus diesen Veränderungen?“

Zur Beantwortung dieser Frage wurden fünf Teilergebnisse erarbeitet. Zunächst wurde literaturbasiert ein informationsverarbeitendes Modell der Mensch-Computer-Interaktion abgeleitet. Dieses wurde genutzt, um ein Kategorisierungssystem von altersbedingten Veränderungen zur Verknüpfung mit Gestaltungsempfehlungen zu entwickeln. Dieses Kategorisierungssystem wurde beschrieben und mithilfe einer systematischen Literaturrecherche wurden in dieses System insgesamt 55 altersdifferenzierte Gestaltungsrichtlinien eingeordnet. Für den praktischen Einsatz dieser Richtlinien wurde eine Systematisierung dieser Richtlinien basierend auf einem komponentenbasierten Software-Entwicklungsansatz vorgenommen und der Einsatz der Richtlinien exemplarisch in der praktischen Umsetzung mit Webtechnologien beschrieben (siehe Anhang A und Anhang B sowie Kapitel 5).

Das informationsverarbeitende Modell der Mensch-Computer-Interaktion teilt die Interaktion in zwei Teilsysteme auf. Das menschliche Teilsystem besteht aus der Sensorik, der Kognition und der Motorik. Das technische Teilsystem umfasst Eingabe- und Ausgabegeräte und den Maschinenzustand. Die Interaktion zwischen diesen Systemen wird durch spezifische Aufgaben und Umwelteinflüsse beeinflusst. Die Besonderheit bei älteren Erwachsenen in diesem Modell besteht insbesondere bei dem Effekt der Alterungsprozesse als Einflussfaktor auf die Fähigkeiten der Komponenten einzelner menschlicher Teilsysteme. Dieses informationsverarbeitende Modell bietet eine grundlegende Struktur, um die Dynamik der Mensch-Computer-Interaktion zu verstehen und bildet die Grundlage für die weitere Beantwortung der Forschungsfrage.

Bei dem Kategorisierungssystem lag ein Schwerpunkt auf den sensorischen Veränderungen im Alter, in dessen Rahmen das visuelle und auditive System des Menschen betrachtet wurde. Für die beiden Systeme wurden altersbedingte Veränderungen im Bereich der spektralen, lokalen und temporalen Auflösung beschrieben und im weiteren Verlauf aus der Literatur abgeleitete Gestaltungsempfehlungen eingeordnet. Dieser Fokus auf sensorische Veränderungen ist besonders wichtig, da Sehen und Hören zentrale Rollen bei der Interaktion mit Computersystemen spielen.

Der zweite Schwerpunkt im Kategorisierungssystem war die Analyse altersbedingter kognitiver Veränderungen. In diesem Rahmen wurden die Aufmerksamkeit, das Arbeitsgedächtnis und das Langzeitgedächtnis betrachtet. Im Bereich der Aufmerksamkeit wurden Ablenkung und Multitasking als Bereiche identifiziert, die große altersbedingte Veränderungen aufweisen. Bei dem Arbeits- und Langzeitgedächtnis wurden altersbedingte Veränderungen im Bereich der Speicherung, des Abrufs und der Verarbeitung von Informationen analysiert und altersdifferenzierte Gestaltungsanforderungen beschrieben. Da kognitive Fähigkeiten entscheidend für die Navigation und Nutzung von digitalen Systemen sind, spielt dieser Aspekt eine zentrale Rolle bei der Entwicklung gebrauchstauglicher digitaler Systeme.

Den abschließenden Schwerpunkt bildeten die altersbedingten motorischen Veränderungen. Hierbei wurde zwischen der Stärke und der Geschicklichkeit unterschieden, die großen altersbedingten Effekten unterliegen. Da motorische Fähigkeiten stark beeinflussen, wie ältere Erwachsene, mit Eingabegeräten wie Tastaturen, Mäusen oder Touchscreens umgehen, wurden auch in diesem Bereich altersdifferenzierte Gestaltungsanforderungen beschrieben und eingeordnet. Die Berücksichtigung motorischer, sensorischer und kognitiver Veränderungen ist somit essenziell, da diese Fähigkeiten in direktem Zusammenhang mit der Interaktion mit digitalen Systemen stehen.

Basierend auf den gesammelten Erkenntnissen und einer systematischen Literaturrecherche wurden im Rahmen dieser Dissertation insgesamt 55 Gestaltungsrichtlinien entwickelt und den jeweiligen menschlichen Teilsystemen zugeordnet. Davon beziehen sich 20 Richtlinien auf altersbedingte sensorische Veränderungen, die insbesondere Sehen und Hören betreffen. Weitere 26 Gestaltungsrichtlinien wurden im Hinblick auf altersbedingte kognitive Veränderungen formuliert, die die Informationsverarbeitung im Hinblick auf Aufmerksamkeit, Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis betreffen. Schließlich wurden neun Gestaltungsrichtlinien im Hinblick auf altersbedingte motorische Veränderungen aufgestellt, die sich auf die Stärke und die Feinmotorik auswirken. Diese umfassende Sammlung von Richtlinien dient als Basis für eine altersdifferenzierte Gestaltung, die die spezifischen Bedürfnisse und Herausforderungen älterer Erwachsener berücksichtigt und so eine verbesserte Nutzungserfahrung sicherstellen kann. Zudem bietet sie Gestalter:innen und Wissenschaftler:innen praxisnahe Anleitungen, wie altersbedingte Veränderungen in der Gestaltung digitaler Mensch-Maschine-Systeme berücksichtigt werden können.

In einem letzten Schritt zur Beantwortung der Forschungsfragen wurden die abgeleiteten altersdifferenzierten Gestaltungsrichtlinien in ein komponentenbasiertes Designsystem eingebettet (siehe Abschnitt 5.3). Dies ermöglichte die exemplarische Beschreibung einer Benutzungsschnittstelle des digitalen Historytelling-Systems, das gemeinsam mit älteren Erwachsenen im Rahmen einer langjährigen Zusammenarbeit entwickelt wurde.

Dafür wurden die altersdifferenzierten Gestaltungsrichtlinien zunächst in Token, Seiten, Komponenten und Elemente eingeordnet. Für den praktischen Einsatz der altersdifferenzierten Gestaltungsrichtlinien im komponentenbasierten Designsystem wurde die Geschichteneingabe im Historytelling-System als Fallbeispiel verwendet und ein digitales Design-System entwickelt (siehe Abschnitt 5.3). Token bilden die Grundlage für die Gestaltung der Benutzungsoberfläche und tragen maßgeblich zur Konsistenz des Systems bei (bspw. Schriftarten, Schriftgrößen und Farben). Seiten sind Kombinationen aus Elementen und Komponenten. Sie sind die Bausteine, die den Nutzer:innen präsentiert werden (bspw. Landingpage, Log-in-Seite und Impressum). Komponenten sind Kombinationen aus Elementen und bilden die primären Bausteine für die Erstellung von Seiten (bspw. Formulare, Bildergalerien und Banner). Elemente sind die kleinsten Einheiten einer Benutzungsschnittstelle. Sie bilden die Grundlage für die Komponenten und Seiten (bspw. Buttons, Textfelder und Eingabefelder).

Die zweite Forschungsfrage wurde beantwortet, indem altersbedingte Veränderungen im informationsverarbeitenden System beschrieben und darauf basierend altersdifferenzierte Gestaltungsrichtlinien abgeleitet und zugeordnet werden.

7.1.3 Forschungsfrage 3 – Aktive Partizipation im Technikentwicklungsprozess

Die dritte Forschungsfrage, die im Rahmen dieser Dissertation beantwortet wurde, lautet: „Wie kann der menschenzentrierte Gestaltungsprozess nach DIN 9241-210 so angepasst werden, dass die aktive Partizipation am Technikentwicklungsprozess gefördert wird?“

Zur Beantwortung der dritten Forschungsfrage wurde der Fokus auf bestehende Technikentwicklungsprozesse gelegt. Dafür wurden zunächst menschenzentrierte Technikentwicklungsprozesse analysiert. Um die aktive Partizipation am Technikentwicklungsprozess zu forcieren, wurde der menschenzentrierte Gestaltungsprozess nach ISO 9241-210 angepasst. Folgende Teilbeiträge wurden hierbei erarbeitet: Ein Prozess zur altersgerechten menschenzentrierten Gestaltung, der den Fokus auf einen aktiven Nutzer:innen-Einbezug und Empathie im Entwicklungsprozess legt (siehe Abschnitt 4.5), Erkenntnisse aus dem praktischen Einsatz des Empathy-Driven-Development Prozesses und Richtlinien zur Zusammenarbeit mit älteren Erwachsenen (siehe Abschnitt 5.5).

Um die interindividuellen Unterschiede älterer Erwachsene in der Technikentwicklung berücksichtigen zu können, sind erstens die aktive Einbindung der Zielgruppe und zweites die Transparenz der Gedankenprozesse der Entwickler:innen wichtige Bausteine. Deswegen wurde zur Beantwortung der Forschungsfrage der Fokus auf die Empathie in einem partizipativen Gestaltungsprozess gelegt. Bei dem abgeleiteten Empathy-Driven-Development Prozess steht insbesondere das gegenseitige Verständnis zwischen Nutzer:innen, Forscher:innen und Gestalter:innen im Mittelpunkt. Die Basis für diesen Gestaltungsansatz bildeten der menschenzentrierte Gestaltungsprozess nach ISO 9241-210 (siehe Abschnitte 4.1), der Goal-Driven-Development Prozess (siehe Abschnitt 4.2), das Activity-Centered-Design (siehe Abschnitt 4.3) und die partizipative Gestaltung (siehe Abschnitt 4.4). Besonderes Augenmerk lag dabei auf der aktiven Einbindung der Nutzer:innen – einem zentralen Aspekt bei der empathischen Gestaltung – sowie auf den jeweiligen Stärken und Schwächen der untersuchten Ansätze.

Im Rahmen dieser Dissertation wurden Limitationen der menschenzentrierten Gestaltungsprozesse aufgedeckt (Abschnitt 4.1, 4.2, 4.3 und 4.4) und die Stärken der jeweiligen Prozesse genutzt, um einen neuen, agilen Prozess zu entwickeln, der auf eine empathische, aktive Beteiligung der Nutzer:innen fokussiert (Abschnitt 4.5). Berücksichtigt wurden hierbei sowohl Reflexionsprozesse im Gestaltungsprozess als auch die Erfahrungen der unterschiedlichen Interessengruppen. Dabei wird die Rolle der Gestalter:innen verändert, indem sie von alleinigen Expert:innen zu gleichberechtigten Partner:innen in der Zusammenarbeit mit der Zielgruppe werden.

Der zur Beantwortung der Forschungsfrage herausgearbeitete Prozess bietet sowohl Forscher:innen als auch Praktiker:innen neue Ansätze für die Entwicklung digitaler Technologien, die auf ältere Erwachsene als Zielgruppe ausgerichtet sind. Durch die systematische Adressierung von Herausforderungen menschenzentrierter Entwicklungsprozesse eröffnet der Prozess Möglichkeiten zur Erprobung und anschließender praxisorientierter Optimierung hinsichtlich Methodenanwendung zur aktiven, empathischen Technikentwicklung. Gleichzeitig besteht die Möglichkeit, den Prozess auch mit anderen Nutzungsgruppen zu erproben, da die altersdifferenzierte Betrachtung vor allem in der Merkmalsfokussierung liegt. Für Praktiker:innen liegt der Mehrwert des Prozesses insbesondere in der agilen Zusammenarbeit, die den Anforderungen aktueller digitaler Transformationsprozesse gerecht wird. Darüber hinaus stellt der Prozess einen Kompromiss dar, der eine gezielte und aktive Einbindung der Nutzenden mit der Wertschätzung der Expertise von Gestalter:innen und Entwickler:innen vereint.

Als Praxisbeispiel wurden 429 Teilnehmer:innen in 42 Methodenanwendungen des Empathy-Driven-Design Prozess eingebunden, um das Historytelling-System (HT-System) zu entwickeln (siehe Kapitel 5, für einen Überblick siehe Abbildung 5.1).

In der Verständnisphase der Entwicklung des HT-Systems wurden vier Interviewstudien, zwei Workshops, eine Beobachtungsstudie und ein Kontextinterview eingesetzt, um ein Verständnis über die Nutzungsgruppe, ihre Bedürfnisse und Herausforderungen aufzubauen. Bei der Beobachtung wurde die Zielgruppe bei der Nutzung anderer Technologien beobachtet. Dadurch konnten Erkenntnisse über die Bedürfnisse und die Präferenzen der älteren Erwachsenen gewonnen werden. Interviews wurden geführt, um mögliche Touchpoints mit dem HT-System und System-Komponenten abzuleiten.

In der Gestaltungsphase der Entwicklung des HT-Systems wurden drei Interviewstudien, neun Workshops und 14 formative Evaluationen eingesetzt, um die Nutzer:innen aktiv in den Gestaltungsprozess einzubinden und ihre Bedürfnisse und Anforderungen direkt in die Entwicklung einfließen zu lassen. So konnten funktionale Anforderungen für die einzelnen Komponenten abgeleitet werden. Interviews wurden durchgeführt, um die Teilnehmer:innen zu spezifischen, für eine Komponente erstellten Szenarien, zu befragen. Dabei wurde ein komponentenbasierter Ansatz verwendet, um das System iterativ zu entwickeln und einzelne funktionale Einheiten separat zu testen. Dabei konnte die Kombination aus Frontend-Framework Vue.js und Backend-Framework AdonisJS sowie das eingesetzte CSS-Framework Tailwind CSS die Entwicklung effektiv unterstützen.

In der Produktnutzungsphase der Entwicklung des HT-Systems wurde ein Wizard-of-Oz-Experiment und 18 Evaluationen der Gebrauchstauglichkeit durchgeführt. Im Rahmen dessen wurde eine Kombination aus quantitativen und qualitativen Daten erhoben. Dafür wurden beispielsweise Interviews und Fragebögen, wie der User Experience

Questionnaire, der System Usability Scale und der Attrakdiff eingesetzt. So konnten die entwickelten Komponenten jeweils im Gesamtsystem getestet und die Nutzung in der Praxis untersucht werden.

Zusammenfassend wurde die Forschungsfrage durch die Entwicklung des Empathy-Driven-Development-Prozesses beantwortet, der Empathie in der Zusammenarbeit mit älteren Erwachsenen in den Mittelpunkt stellt und im Forschungsprojekt Historytelling erprobt wurde.

7.1.4 Forschungsfrage 4 – Reflexionsframework für partizipative Gestaltung

Die vierte Forschungsfrage, die im Rahmen dieser Dissertation beantwortet wurde, lautet: „Wie kann die partizipative Zusammenarbeit systematisiert und reflektiert werden, um eine erfolgreiche partizipative Gestaltung zu ermöglichen?“

Zur Beantwortung der vierten Forschungsfrage wurde der Fokus auf die Reflexion der partizipativen Gestaltung gelegt. Diese Frage wurde in drei Teilschritten beantwortet. Zunächst wurde ein Framework für die Klassifizierung partizipativer Technikentwicklungsvorhaben entwickelt. Basierend auf diesem Framework wurden Visualisierungen entwickelt, um die Reflexionsergebnisse des Frameworks einfacher kommunizieren zu können. Abschließend wurden Werkzeuge für den praktischen Einsatz des entwickelten Reflexionsframeworks entwickelt.

Um oft komplexe und informelle Prozesse der partizipativen Technikentwicklung in strukturierte und nachvollziehbare Kategorien zu überführen, zielte die Entwicklung des Reflexionsframeworks darauf ab, partizipative Zusammenarbeit systematisch zu strukturieren und kritisch zu reflektieren. Das in dieser Arbeit erarbeitete W3-Reflexionsframework kategorisiert Methodendurchführungen in Akteure (Wer?), Methoden (Was?) und Ziele (Warum?) partizipativer Gestaltung. Mithilfe einer Literaturrecherche wurde ein Framework mit 10 Dimensionen und 21 Subdimensionen abgeleitet und in die Kategorien Akteure, Methode und Ziele eingeteilt.

Das W3-Framework unterteilt die akteursbezogenen Kriterien in drei zentrale Bereiche: die Initiierung von Partizipationsvorhaben (Abschnitt 6.2.1), die Herstellung von Repräsentativität (Abschnitt 6.2.2) und die Teilnehmendenakquise (Abschnitt 6.2.3). Die Initiierung behandelt die Frage, wer den Anstoß für partizipative Methodendurchführungen gibt und wie diese gestartet werden. Die Teilnehmendenakquise analysiert die Strategien zur Gewinnung von Teilnehmer:innen für die Partizipation. Die Herstellung von Repräsentativität kann dazu beitragen, dass die Teilnehmenden eine möglichst breite und ausgewogene Repräsentation der betroffenen Gruppen widerspiegeln.

In der methodischen Dimension des W3-Frameworks können verschiedene Aspekte reflektiert werden, die die Durchführung und Gestaltung von partizipativen Prozessen. Dazu zählen die Integration in den Entwicklungsprozess (Abschnitt 6.3.1), der Beteiligungsmodus (Abschnitt 6.3.2), sowie der Ursprung und die Art der verwendeten Methoden, Werkzeuge und Materialien (Abschnitt 6.3.3). Außerdem werden die Rollen der Beteiligten (Abschnitt 6.3.4) und die Tiefe ihrer Partizipation (Abschnitt 6.3.5) genauer beleuchtet. Diese Dimensionen ermöglichen es, den methodischen Aufbau von partizipativen Projekten systematisch zu erfassen und zu reflektieren.

Im W3-Framework werden die Ziele partizipativer Gestaltungsprozesse in drei Kategorien unterteilt: kurzfristige Partizipationsziele (Abschnitt 6.4.1), langfristige Partizipationsziele (Abschnitt 6.4.2) und System-Ziele (Abschnitt 6.4.3). Kurzfristige Ziele beziehen sich auf unmittelbare Erfolge und direkte Auswirkungen, die durch den Einsatz partizipativer Methoden erreicht werden können. Langfristige Ziele konzentrieren sich auf nachhaltige, strukturelle Veränderungen und Verbesserungen, die durch die Partizipation angestrebt werden. System-Ziele betreffen hingegen die Weiterentwicklung und Optimierung des zu entwickelnden Systems.

Das Framework unterstützt dabei, die Zusammenarbeit zu dokumentieren und zu systematisieren, indem es Entscheidungen bei partizipativen Methodendurchführungen transparent macht. Fragebögen und Visualisierungen unterstützen die Anwendung des Frameworks und den Reflexionsprozess, indem sie die Auswertung und Interpretation der Ergebnisse erleichtern.

Der Fragebogen wurde verwendet, um die Methodendurchführungen im HT-Projekt rückblickend mithilfe des W3-Frameworks zu bewerten. Im Verlauf des HT-Projekts wurde die Notwendigkeit einer systematischen Reflexion erkannt, was zur Entwicklung des Reflexionsframeworks führte. Um dessen Anwendbarkeit zu überprüfen, kam es nach Projektabschluss zum Einsatz, was eine rein retrospektive Analyse erforderte.

Die Ergebnisse zeigen, dass die partizipative Zusammenarbeit durch die beschriebenen Dimensionen, Subdimensionen und Items systematisiert und mithilfe des entwickelten Fragebogens sowie der Visualisierungen effektiv reflektiert werden kann, womit die vierte Forschungsfrage beantwortet wird.

7.2 Ausblick

Mit der Beantwortung der Forschungsfragen dieser Dissertation wurden theoretische, methodologische und empirische Beiträge für die Forschung der Mensch-Computer-Interaktion speziell im Rahmen der menschenzentrierten Technikentwicklung geleistet. Die gewonnenen Erkenntnisse eröffnen zahlreiche Perspektiven für zukünftige Forschung. Insbesondere bieten sich Möglichkeiten zur Entwicklung spezifischer Werkzeuge für das abgeleitete Technologieakzeptanzmodell, zur Etablierung und Weiterentwicklung des digitalen Design-Systems, zur Vertiefung des EDD-Prozesses sowie des Reflexionsframeworks und zur nachhaltigen Implementierung und Erweiterung des Historytelling-Projekts.

7.2.1 Entwicklung von Werkzeugen für das Technologieakzeptanzmodell

Im Zuge der Entwicklung des W3-Reflexionsframeworks für partizipative Technikentwicklungsprozesse hat sich gezeigt, dass die aktorsbezogene Einordnung von Methodendurchführungen maßgeblich von der Segmentierung nach demografischen Merkmalen, individuellen Fähigkeiten und marktbezogenen Faktoren beeinflusst wird. Diese Segmentierung spielt eine übergeordnete Rolle bei der präzisen Kategorisierung und Analyse der Beteiligten in solchen Prozessen.

Für eine spezifischere Einordnung auf Basis dieser Segmentierung könnten Technologieakzeptanzmodelle, vor allem das erweiterte Seniorenakzeptanzmodell (E-STAM), von zentraler Bedeutung sein. E-STAM bietet wertvolle Ansätze für die aktive Einbindung älterer Erwachsener, indem es ein umfassendes Verständnis der Nutzungsgruppe ermöglicht. Dies könnte die Reflexionsprozesse im Rahmen des W3-Frameworks erheblich verbessern.

Um E-STAM in der Praxis effektiv einzusetzen, sind jedoch weitere Schritte notwendig. Zunächst sollten hypothesengeleitete Studien durchgeführt werden, um die Anzahl der im Modell enthaltenen Variablen auf diejenigen zu reduzieren, die signifikant zur Technologieakzeptanz beitragen. Dies würde zu einem handlicheren Set an Variablen führen, das die praktische Anwendung erleichtert. Anschließend sollten Erhebungsinstrumente entwickelt werden, die gezielt auf die drei Reflexionsitems des W3-Frameworks abgestimmt sind. Der Fokus sollte dabei auf der Entwicklung gebrauchstauglicher Werkzeuge liegen, die im Empathy-Driven-Development-Prozess niedrigschwellig eingesetzt werden können. Abschließend sollten diese Werkzeuge in weiteren Projekten angewendet werden, um ihre Wirksamkeit und Praktikabilität zu überprüfen.

Zusätzliche Studien zur Technikakzeptanz könnten zudem Aufschluss darüber geben, wie partizipative Entwicklungsprozesse die Nutzung und Akzeptanz von Technologien beeinflussen. Gleichzeitig könnte analysiert werden, ob bestimmte Personengruppen mit spezifischen Eigenschaften freiwillig an diesen Prozessen teilnehmen und ob sich die Zusammensetzung dieser Gruppen im Verlauf des Entwicklungsprozesses verändert.

7.2.2 Etablierung und Weiterentwicklung des digitalen Design-Systems

Im Rahmen dieser Dissertation wurde ein grundlegender Schritt zur Etablierung eines digitalen Design-Systems auf Basis der entwickelten Gestaltungsrichtlinien unternommen. Zukünftige Forschungsprojekte könnten sich entweder auf die Weiterentwicklung dieses digitalen Design-Systems oder auf die Etablierung der Gestaltungsrichtlinien konzentrieren.

Für die Weiterentwicklung des Design-Systems sollten in kommenden Arbeiten weitere Beispiele zur besseren Einordnung und Anwendung in der Forschungs- und Entwicklungspraxis integriert werden. Diese Beispiele tragen zur verbesserten Verständlichkeit der Gestaltungsrichtlinien bei und erleichtern ihre praktische Anwendung. Darüber hinaus wäre es sinnvoll, eine direkte Verbindung zwischen den altersbedingten Veränderungen und den entsprechenden softwaretechnisch umgesetzten Komponenten herzustellen. Dies ermöglicht eine präzisere Anpassung und Entwicklung von Komponenten, die spezifisch auf bestimmte altersbedingte Bedürfnisse ausgerichtet sind.

Zusätzlich könnten neue Funktionalitäten in das Design-System integriert werden. Dazu zählen beispielsweise ein Browser-Plug-in zur automatisierten Überprüfung der Einhaltung der Gestaltungsrichtlinien, Unterstützung bei der Auswahl geeigneter Komponenten basierend auf der spezifischen Nutzungsgruppe sowie die Umsetzung dieser Komponenten in weiteren Web-Frameworks.

Zur Etablierung der Gestaltungsrichtlinien in der Praxis und Forschung sollten diese insbesondere im Hinblick auf Dialogkriterien der ISO 9241-210 sowie Richtlinien für barrierefreie Technologieentwicklung, wie die WAI-WCAG¹⁴ oder die Gestaltungsrichtlinien des staatlichen Gesundheitsdienstes des Vereinigten Königreichs¹⁵, berücksichtigt werden. Dies würde ihre Anwendung in der Entwicklungspraxis weiter fördern und sicherstellen, dass sie den aktuellen Standards für Barrierefreiheit und Gebrauchstauglichkeit entsprechen.

Ein weiterer Schritt wäre die Validierung der aufgestellten Richtlinien und deren mögliche Erweiterung um kontextspezifische Anforderungen. Zukünftige Forschung sollte dabei auch psychografische Merkmale einbeziehen, die im Marketing oft zur Beschreibung von Konsument:innen verwendet werden. Angesichts der wachsenden Bedeutung von Inklusion und Barrierefreiheit ist es unerlässlich, die Entwicklung von Technologien und Richtlinien in diesem Bereich weiter voranzutreiben. Dies schließt die Arbeit an lernfähigen Systemen ein, die sich durch Interaktion kontinuierlich anpassen, sowie die Anpassung an zukünftige Geräteformen wie flexible Bildschirme oder Brain-Computer-Interfaces, die neue Ansätze in der Gestaltung erfordern könnten.

7.2.3 Etablierung und Weiterentwicklung des EDD-Prozesses und des Reflexionsframeworks

Der EDD-Prozess (Empathy-Driven Development) wurde im Rahmen dieser Dissertation exemplarisch für die Entwicklung des Historytelling-Prozesses angewendet. Es bestehen jedoch zahlreiche weitere Potenziale zur Implementierung dieses Prozesses in unterschiedlichen Kontexten. Beispielsweise könnte der Prozess in weiteren Projekten mit älteren Erwachsenen eingesetzt werden, um seine Effizienz und Validität in verschiedenen Projektkontexten zu überprüfen. Darüber hinaus könnte der EDD-Prozess auch mit anderen Nutzungsgruppen, unabhängig von älteren Erwachsenen, angewendet werden. Insbesondere in der sozialen Arbeit könnte der Fokus auf Empathie im Entwicklungsprozess vielversprechende Ergebnisse liefern.

Eine gegenwärtige Herausforderung bei der praktischen Anwendung des EDD-Prozesses ist die Auswahl geeigneter Methoden. Zukünftige Forschung im Bereich Empathy-Driven Development sollte sich daher auf die Weiterentwicklung und Differenzierung der verwendeten Methoden konzentrieren. Es wäre sinnvoll, zusätzliche Richtlinien zu entwickeln, die bei der Auswahl und Einordnung von Methoden innerhalb des EDD-Prozesses unterstützen. Ein umfassender Methodenkatalog könnte hierbei hilfreich sein, um die Anwendung des EDD-Prozesses zu erleichtern und zu systematisieren.

Die im Rahmen der Dissertation entwickelte Webseite für das Reflexionsframework könnte ebenfalls erweitert werden, um Praktiker:innen und Forscher:innen ein umfassendes Werkzeug für partizipative Gestaltung und den EDD-Prozess zur Verfügung zu stellen. Auf dieser Plattform könnten Methoden detailliert beschrieben, Berichte über Methodendurchführungen und die erzielten Ergebnisse dokumentiert werden. Zudem

¹⁴ <https://www.w3.org/WAI/>, abgerufen am 03.12.2024

¹⁵ <https://service-manual.nhs.uk/design-system>, abgerufen am 03.12.2024

könnte die Plattform von den Nutzenden selbst eingesetzt werden, um Einblick in den weiteren Verlauf ihrer Beiträge zu erhalten und die Transparenz im Entwicklungsprozess zu fördern.

Auch das Reflexionsframework sollte weiter etabliert und validiert werden. Hierzu wäre es sinnvoll, das Framework in verschiedenen Projekten anzuwenden, um zusätzliche Daten zu sammeln und seine Wirksamkeit zu überprüfen. Eine Möglichkeit zur Förderung der Verbreitung und Etablierung des Frameworks könnte auch das Angebot von Coachings und Workshops im Bereich der partizipativen Gestaltung und des EDD-Prozesses sein. Diese Maßnahmen würden die Anwendung des Frameworks unterstützen und zur Weiterentwicklung der Methodik beitragen.

7.2.4 Etablierung und Weiterentwicklung des Historytelling-Projekts

Im Rahmen dieser Dissertation wurde das Historytelling-System prototypisch entwickelt, um älteren Erwachsenen eine Plattform zur digitalen Dokumentation und Weitergabe ihrer Lebensgeschichte zu bieten. Dieses System bietet jedoch noch viel Potenzial für Weiterentwicklung und breitere Etablierung in verschiedenen Anwendungsfeldern. Zukünftige Forschungsarbeiten könnten sich daher darauf konzentrieren, das Konzept des Historytelling-Systems weiter auszubauen und seine Einsatzmöglichkeiten zu erweitern.

Ein wesentlicher Aspekt der Weiterentwicklung könnte die Integration eines dezentralen Historytelling-Ansatzes sein, bei dem Daten dezentral verwaltet und gleichzeitig durch verschiedene Institutionen genutzt werden können. Darüber hinaus könnte eine generationsübergreifende Entwicklung des Systems gefördert werden, um jüngere und ältere Generationen miteinander zu verbinden und den Austausch von Wissen und Erfahrungen zu erleichtern. Dies würde nicht nur die Reichweite des Systems erweitern, sondern auch die gesellschaftliche Bedeutung des generationsübergreifenden Dialogs stärken.

Für die nachhaltige Etablierung des Historytelling-Systems ist es notwendig, ein umfassendes Nachhaltigkeitskonzept zu erarbeiten. Hierzu gehört die Übergabe des Systems an eine geeignete Organisation, die langfristig für den Betrieb und die Weiterentwicklung verantwortlich ist. Zudem sollten Schulungsmaterialien und Weiterbildungsprogramme entwickelt werden, um die Anwendung des Systems durch verschiedene Nutzungsgruppen zu erleichtern.

Schließlich könnte die Zusammenarbeit mit den Organisationen, die bereits während der Entwicklung des Systems involviert waren, weiter intensiviert werden. Durch die gemeinsame Initiierung von Folgeprojekten könnte das System nicht nur in neuen Kontexten getestet und weiterentwickelt, sondern auch seine Akzeptanz und Verbreitung in verschiedenen sozialen Umfeldern gefördert werden. Diese Kooperationen könnten zudem dazu beitragen, das Historytelling-System in bestehenden Netzwerken zu verankern und seine Nutzung nachhaltig zu sichern.

Abkürzungsverzeichnis

ACD	Activity Centered Design
ACM	Association for Computing Machinery
API	Application Programming Interface
AT	Aktivitätstheorie
CSS	Cascading Style Sheets
DBMS	Datenbankmanagement-System
EDD	Empathy-Driven-Development
E-STAM	Erweitertes Senior Technology Acceptance Model
GDD	Goal-Directed-Design-Prozess
HCD	Menschzentrierte Gestaltung nach ISO 9241-210
HT	Historytelling
IuK-Technologie	Informations und Kommunikationstechnologie
ISO	Internationale Organisation für Normung

7 Zusammenfassung und Ausblick

LZG	Langzeitgedächtnis
MCI	Mensch-Computer-Interaktion
PD	Partizipative Gestaltung
STAM	Senior Technology Acceptance Model
SVG	Scalable Vector Graphics
TAM	Technologieakzeptanzmodell
UTAUT	Die einheitliche Theorie der Akzeptanz und Nutzung von Technologie

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1	Grundlegendes Konzept für Nutzungsakzeptanzmodelle nach Venkatesh u. a. [2003]	11
Abbildung 2.2	Technologieakzeptanzmodell 1, 2 und 3 nach Venkatesh und Bala [2008]	12
Abbildung 2.3	Die vereinheitlichte Theorie zur Akzeptanz und Nutzung von Technologie (UTAUT) [Venkatesh, Thong und Xu, 2012]	15
Abbildung 2.4	Senioren-Technologieakzeptanzmodell [Chen und Chan, 2014].	18
Abbildung 2.5	PRISMA-Fluss-Diagramm der systematischen Literaturrecherche zur Erweiterung des Senioren-Technologieakzeptanzmodells	21
Abbildung 2.6	Visualisierung des E-STAM: Erweitertes Senior TAM Model. Die neu hinzugefügten Komponenten sind grau markiert.	27
Abbildung 3.1	Modell des menschlichen und technischen Teilsystems bei der Informationsverarbeitung (basiert auf Kantowitz und Sorkin [1983]; Lemmer u. a. [2021]; Beyerer u. a. [2022]; Proctor und Van Zandt [2018]; Wickens u. a. [2013]; Martinez [2019])	31
Abbildung 3.2	Vorgehen bei der Literaturrecherche bezüglich der Gestaltungsrichtlinien für ältere Erwachsene und Aufbau in der Arbeit. Dargestellt ist die Struktur des Kapitels in Kombination mit dem Vorgehen der Literaturrecherche in einzelnen Schritten.	34
Abbildung 3.3	PRISMA-Fluss-Diagramm der systematischen Literaturrecherche zur Ableitung der Gestaltungsrichtlinien für ältere Erwachsene	36
Abbildung 3.4	Abstrahiertes Modell eines menschlichen Auges (nach Proctor und Van Zandt [2018])	37
Abbildung 3.5	Abstrahiertes Modell eines menschlichen Ohrs (nach Proctor und Van Zandt [2018])	42
Abbildung 3.6	Modell des Arbeitsgedächtnisses nach Baddeley [2000]. Das kristalline System ist in Grau dargestellt, das fluide System in Weiß (LZG = Langzeitgedächtnis).	48
Abbildung 3.7	Elemente des Langzeitgedächtnisses (nach Squire [1992])	53
Abbildung 4.1	Vereinfachte Darstellung des menschenzentrierten Entwicklungsprozesses nach DIN e.V. (Hrsg.) [2020]	63
Abbildung 4.2	Goal-Directed Design Prozess	66
Abbildung 4.3	Generelle Struktur einer Aktivität nach Leont'ev [1978]	68

Abbildung 4.4	Empathy-Driven Development (EDD): Ein Prozess mit dem Fokus auf gegenseitiges Verständnis	76
Abbildung 5.1	Methoden des Empathy-Driven-Development Prozesses in der Praxis. Die Häufigkeit der Methodendurchführungen ist jeweils hinter dem Methodennamen vermerkt.	84
Abbildung 5.2	Storyboard eines Historytelling-Szenarios (Illustration: Kai Simons)	91
Abbildung 5.3	User Journey Map basierend auf dem Historytelling-Szenario	92
Abbildung 5.4	Die drei Ebenen des HT-Einflusses (Illustrator: Kai Simons)	92
Abbildung 5.5	HT-User-Stories zur Planung und Umsetzung des HT-Systems.	94
Abbildung 5.6	Komponentenbasierte Systematisierung der Gestaltungsrichtlinien zur Einordnung von Teilen der Benutzungsschnittstellen im Historytelling-System (Abbildung basiert auf [Frost, 2016])	96
Abbildung 5.7	Auszug der Farbpalette des Historytelling-Systems. Abgebildet sind die Primär- und Sekundärfarben sowie die Grau-Farbpalette.	101
Abbildung 5.8	Icons aus dem Font-Awesome-Iconpaket. Diese sind beispielhaft in der Historytelling-Farbpalette dargestellt.	101
Abbildung 5.9	Im Historytelling-System genutzte Schriftarten und Schriftgrößen bei einer voreingestellten Basisgröße von 16px. Nicht dargestellt ist die Schriftgröße in Abhängigkeit der Bildschirmbreite.	102
Abbildung 5.10	HT-Eingabeseite – zu sehen ist der erste Abschnitt, in dem der Titel der Geschichte gewählt werden kann.	104
Abbildung 5.11	Prozesskarten-Komponente des Historytelling-Systems	106
Abbildung 5.12	Exemplarische Darstellung der Bottom-Navigation-Komponente des Historytelling-Systems	107
Abbildung 5.13	Exemplarische Darstellung der Schritte-Komponente des Historytelling-Systems	107
Abbildung 5.14	Button-Element des Historytelling-Systems. Die obere Reihe zeigt die vier aktiven Zustände, die untere Reihe die vier inaktiven Zustände.	108
Abbildung 5.15	Eingabefeld-Element des Historytelling-Systems. Oben: nicht fokussiertes Eingabefeld mit Blindtext, Mitte: fokussiertes Eingabefeld mit eingegebenem Text, unten: Eingabefeld, das auf einen Fehler hinweist.	109
Abbildung 5.16	Schritt-Element des Historytelling-Systems. Links: aktiver Schritt, Mitte: abgeschlossener Schritt, Rechts: noch abzuschließender Schritt	110
Abbildung 5.17	Konzept zur komponentenbasierten Architektur im HT-System	113

Abbildung 5.18	Auszug aus dem Komponentendiagramm. Abgebildet sind die Komponenten, die für das Verfassen einer einzelnen Geschichte genutzt werden. _____	114
Abbildung 5.19	Auszug des implementierten Design-Systems _____	116
Abbildung 5.20	Auszug aus dem implementierten Datenbankschema. Abgebildet sind die an den Geschichten beteiligten Datenbank-Tabellen _____	119
Abbildung 6.1	PRISMA-Fluss-Diagramm der systematischen Literaturrecherche zur Entwicklung der Reflexionsdimensionen _____	134
Abbildung 6.2	Überblick über die Framework-Dimensionen _____	135
Abbildung 6.3	Fragebogenabschnitt zur Dimension <i>Teilnehmendenakquise</i> _____	153
Abbildung 6.4	Beispiel der Subdimension <i>Entscheidungsfindungsprozess</i> und dessen Items _____	155
Abbildung 6.5	Akteursreflexion des initialen Interviews zur Planung des HT-Projekts _____	156
Abbildung 6.6	Methodenreflexion des initialen Interviews zur Planung des HT-Projekts _____	157
Abbildung 6.7	Zielreflexion des initialen Interviews zur Planung des HT-Projekts _____	158
Abbildung 6.8	Akteursreflexion mit dem W3-Framework über alle eingesetzten Methoden hinweg _____	159
Abbildung 6.9	Methodenreflexion mit dem W3-Framework über alle eingesetzten Methoden hinweg _____	161
Abbildung 6.10	Zielreflexion mit dem W3-Framework über alle eingesetzten Methoden hinweg _____	161

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1	Übersicht der Variablen und Definitionen für die wahrgenommene Nützlichkeit im TAM2-Modell nach Venkatesh und Davis [2000] _____	13
Tabelle 2.2	Übersicht der Anker- und Korrektur-Variablen und Definitionen für die wahrgenommene Nützlichkeit im TAM3-Modell _____	14
Tabelle 2.3	Konstrukte, Variablen und Modelle der vereinheitlichten Theorie zur Akzeptanz und Nutzung von Technologie (UTAUT) und dessen Erweiterung (UTAUT2). Die Tabelle basiert auf [Chang, 2012] und wurde um UTAUT2-Konstrukte [Venkatesh, Thong und Xu, 2012] erweitert. _____	16
Tabelle 4.1	Zusammenfassung der in den vorherigen Abschnitten identifizierten Limitationen menschzentrierter Prozesse _____	73
Tabelle 4.2	Grundprinzipien des Empathy-Driven-Design Prozesses _____	77
Tabelle 5.1	Publikationen aus der Anwendung des EDD-Prozesses, die der Verständnisphase zugeordnet werden können _____	86
Tabelle 5.2	Publikationen aus der Anwendung des EDD-Prozesses, die der Gestaltungsphase zugeordnet werden können _____	87
Tabelle 5.3	Publikationen aus der Anwendung des EDD-Prozesses, die der Produktnutzungsphase zugeordnet werden können _____	88
Tabelle 5.4	Anzahl aller einbezogenen Teilnehmer:innen zur Entwicklung des Historytelling-Systems _____	89
Tabelle 5.5	Publikationen aus der Anwendung des EDD-Prozesses, die der Zusammenarbeit mit der Zielgruppe zugeordnet werden können _____	89
Tabelle 5.6	Zuordnung der Gestaltungsrichtlinien zu Token _____	97
Tabelle 5.7	Zuordnung zu Elementen _____	97
Tabelle 5.8	Zuordnung der Gestaltungsrichtlinien zu Komponenten _____	98
Tabelle 5.9	Zuordnung der Gestaltungsrichtlinien zu Vorlagen und Seiten _____	99
Tabelle 5.10	Backend-Routen zur Nutzung im Historytelling-Frontend _____	117
Tabelle 5.11	Grundprinzipien des Empathy-Driven-Design Prozesses (siehe Kapitel 4). Das mit * markierte Prinzip wurde durch den praktischen Einsatz des Prozesses abgeleitet. _____	121
Tabelle 5.12	Richtlinien für die Zusammenarbeit mit älteren Erwachsenen [Sengpiel, Volkmann und Jochems, 2019] _____	125

Tabelle 6.1	Reflexionsdimension: Initiierung von Partizipationsvorhaben	137
Tabelle 6.2	Reflexionsdimension: Analyse der Repräsentativität von Nutzendengruppen	139
Tabelle 6.3	Reflexionsdimension: Teilnehmendenakquise	141
Tabelle 6.4	Reflexionsdimension: Einordnung in den Entwicklungsprozess	142
Tabelle 6.5	Reflexionsdimension: Beteiligungsmodus	143
Tabelle 6.6	Reflexionsdimension: Ursprung eingesetzter Methoden, Werkzeuge und Materialien	144
Tabelle 6.7	Reflexionsdimension: Vergebene Rollen	146
Tabelle 6.8	Reflexionsdimension: Reflexionswerkzeug zur Einordnung von Interessengruppen-Einbindung	147
Tabelle 6.9	Reflexionsdimension Kurzfristige Partizipationsziele	149
Tabelle 6.10	Reflexionsdimension Langfristige Partizipationsziele	151
Tabelle 6.11	Reflexionsdimension: Partizipationsziele, die das digitale System direkt betreffen	152

Literatur

Abeele, V.V., Schraepen, B., Huygelier, H., Gillebert, C., Gerling, K. und Van Ee, R. (2021). Immersive Virtual Reality for Older Adults: Empirically Grounded Design Guidelines. *ACM Trans. Access. Comput.* 14. ISSN: 1936-7228. DOI: 10.1145/3470743.

Aguiar Guayacan, M. und Tjahja, C. (2022). Self-Designing Protests: Exploring Participatory Design Activism through the Colombian Graphic (Design) Explosion. In *Proceedings of the Participatory Design Conference 2022 - Volume 2, PDC '22*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 103–110. ISBN: 978-1-4503-9681-3. DOI: 10.1145/3537797.3537818.

Ahmad, A. und Mozelius, P. (2019). Critical Factors for Human Computer Interaction of EHealth for Older Adults. In *Proceedings of the 5th International Conference on E-Society, e-Learning and e-Technologies, ICSLT '19*. Vienna, Austria: Association for Computing Machinery, S. 58–62. ISBN: 9781450362351. DOI: 10.1145/3312714.3312730.

Ajzen, I. (1991). The Theory of Planned Behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes. Theories of Cognitive Self-Regulation* 50, 179–211. ISSN: 0749-5978. DOI: 10.1016/0749-5978(91)90020-T.

Ajzen, I. und Fishbein, M. (1980). *Understanding Attitudes and Predicting Social Behavior*. Facsimile Edition. Englewood Cliffs, NJ: Pearson. 288 S. ISBN: 978-0-13-936435-8.

Aliò, J.L., Anania, A. und Sagnelli, P. (2008). The Aging of the Human Lens. Age-Related Changes of the Human Eye, (Cavallotti, C.A.P. und Cerulli, L., Hrsg.). Totowa, NJ: Humana Press, S. 61–131. ISBN: 978-1-59745-507-7. DOI: 10.1007/978-1-59745-507-7_5.

Alruthaya, A., Nguyen, T.-T. und Lokuge, S. (2021). The Application of Digital Technology and the Learning Characteristics of Generation Z in Higher Education. In *32nd Australasian Conference on Information Systems (ACIS 2021)*, Sydney, Australia. URL: <https://aisel.aisnet.org/acis2021/65> (besucht am 27. 11. 2023).

Andersen, G.J. (2012). Aging and Vision: Changes in Function and Performance from Optics to Perception. *Wiley interdisciplinary reviews. Cognitive science* 3, 403–410. ISSN: 1939-5086 1939-5078. DOI: 10.1002/wcs.1167.

Andersen, N.E., Hrsg. (1990). *Professional Systems Development: Experience, Ideas, and Action*. Business Information Technology Series. New York: Prentice Hall. 283 S. ISBN: 978-0-13-725540-5.

Arch, A, Abou-Zahra, S und Henry, S. (2009). Older Users Online: WAI Guidelines Address Older Users Web Experience. *User Experience Magazine* 8. URL: <https://www.w3.org/WAI/posts/2009/older-users-online> (besucht am 27. 11. 2023).

Arfaa, J. und Wang, Y.K. (2014). A Usability Study on Elder Adults Utilizing Social Networking Sites. In *Design, User Experience, and Usability. User Experience Design for Diverse Interaction Platforms and Environments*, (Marcus, A., Hrsg.). Springer International Publishing, S. 50–61. ISBN: 978-3-319-07626-3.

Arnstein, S.R. (1969). A Ladder Of Citizen Participation. *Journal of the American Institute of Planners* 35, 216–224. DOI: 10.1080/01944366908977225.

Artal, P. (2008). Aging Effects on the Optics of the Eye. Age-Related Changes of the Human Eye, (Cavallotti, C.A.P. und Cerulli, L., Hrsg.). Totowa, NJ: Humana Press, S. 35–44. ISBN: 978-1-59745-507-7. DOI: 10.1007/978-1-59745-507-7_3.

Atkinson, J., Black, R. und Curtis, A. (2008). Exploring the Digital Divide in an Australian Regional City: A Case Study of Albury. *Australian Geographer* 39, 479–493. ISSN: 0004-9182. DOI: 10.1080/00049180802419203.

Atkinson, K., Barnes, J., Albee, J., Anttila, P., Haataja, J., Nanavati, K., Steelman, K. und Wallace, C. (2016). Breaking Barriers to Digital Literacy: An Intergenerational Social-Cognitive Approach. In *ASSETS '16*. Reno, Nevada, USA: Association for Computing Machinery, S. 239–244. ISBN: 9781450341240. DOI: 10.1145/2982142.2982183.

Baddeley, A., Eysenck, M. und Anderson, M. (2020). *Memory*. Routledge. ISBN: 9781138326095.

Baddeley, A. (2000). The Episodic Buffer: A New Component of Working Memory? *Trends in Cognitive Sciences* 4, 417–423. ISSN: 1364-6613. DOI: 10.1016/S1364-6613(00)01538-2.

Baddeley, A.D. und Hitch, G. (1974). Working Memory. *Psychology of Learning and Motivation*, Bd. 8. Elsevier, S. 47–89. DOI: 10.1016/S0079-7421(08)60452-1.

Badgett, M. und Stone, M. (2005). Multidimensional Segmentation at Work: Driving an Operational Model That Integrates Customer Segmentation with Customer Management. *Journal of Targeting, Measurement and Analysis for Marketing* 13, 103–121. ISSN: 1479-1862. DOI: 10.1057/palgrave.jt.5740137.

Bakke, S. und Bratteteig, T. (2015). The Closer the Better: Effects of Developer-User Proximity for Mutual Learning. In *Human-Computer Interaction: Design and Evaluation*, (Kurosu, M., Hrsg.). Cham: Springer International Publishing, S. 14–26. ISBN: 978-3-319-20901-2. DOI: 10.1007/978-3-319-20901-2_2.

- Baldwin, W. und Mills, D (1981). A Longitudinal Study of Corneal Astigmatism and Total Astigmatism. *Am J Optom Physiol Opt* 58, 206–211. ISSN: 0093-7002. DOI: 10.1097/00006324-198103000-00004.
- Balota, D.A., Dolan, P.O. und Duchek, J.M. (2000). Memory Changes in Healthy Older Adults. *The Oxford Handbook of Memory*, New York, NY, US: Oxford University Press, S. 395–409. ISBN: 978-0-19-512265-7.
- Beatty, S, Boulton, M, Henson, D, Koh, H.-H. und Murray, I.J. (1999). Macular Pigment and Age Related Macular Degeneration. *British Journal of Ophthalmology* 83, 867–877. ISSN: 0007-1161. DOI: 10.1136/bjo.83.7.867.
- Beguiria, A., Beneito-Montagut, R. und Cassián-Yde, N. (2018). What Do We Know about the Relationship between Internet-Mediated Interaction and Social Isolation and Loneliness in Later Life? *Quality in Ageing and Older Adults* 19, 14–30. ISSN: 1471-7794. DOI: 10.1108/QAOA-03-2017-0008.
- Beh, J., Pedell, S. und Doube, W. (2015). Where is the "I" in iPad? The Role of Interest in Older Adults' Learning of Mobile Touch Screen Technologies. In: *OzCHI '15*. Parkville, VIC, Australia: Association for Computing Machinery, S. 437–445. ISBN: 9781450336734. DOI: 10.1145/2838739.2838776.
- Beh, J., Pedell, S. und Doubé, W. (2016). Evaluation of Interest-Bridge Model: Older Adults Meditated Learning of Mobile Technology. In *Proceedings of the 28th Australian Conference on Computer-Human Interaction - OzCHI '16, The 28th Australian Conference*. Launceston, Tasmania, Australia: ACM Press, S. 293–301. ISBN: 978-1-4503-4618-4. DOI: 10.1145/3010915.3010943.
- Bennett, C.L. und Rosner, D.K. (2019). The Promise of Empathy: Design, Disability, and Knowing the "Other". In *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '19*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 1–13. ISBN: 978-1-4503-5970-2. DOI: 10.1145/3290605.3300528.
- Bergman, B. und Sjöstrand, J. (2002). A Longitudinal Study of Visual Acuity and Visual Rehabilitation Needs in an Urban Swedish Population Followed from the Ages of 70 to 97 Years of Age: *ACTA OPHTHALMOLOGICA SCANDINAVICA* 2002. *Acta Ophthalmologica Scandinavica* 80, 598–607. ISSN: 13953907. DOI: 10.1034/j.1600-0420.2002.800608.x.
- Beyerer, J., Peinsipp-Byma, E., Geisler, J. und Syrbe, M. (2022). Mensch-Maschine-Interaktion. *HÜTTE Band 2: Grundlagen des Maschinenbaus und ergänzende Fächer für Ingenieure*, (Hennecke, M. und Skrotzki, B., Hrsg.). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 677–693. ISBN: 978-3-662-64372-3. DOI: 10.1007/978-3-662-64372-3_73.
- Binder, S. und Falkner-Radler, C.I. (2008). Age-Related Macular Degeneration I: Types and Future Directions. *Age-Related Changes of the Human Eye*, (Cavallotti, C.A.P. und Cerulli, L., Hrsg.). Totowa, NJ: Humana Press, S. 239–256. ISBN: 978-1-59745-507-7. DOI: 10.1007/978-1-59745-507-7_12.

- Bixter, M.T., Blocker, K.A. und Rogers, W.A. (2018). 8 - Enhancing Social Engagement of Older Adults through Technology. *Aging, Technology and Health*, (Pak, R. und McLaughlin, A.C., Hrsg.). San Diego: Academic Press, S. 179–214. ISBN: 978-0-12-811272-4. DOI: 10.1016/B978-0-12-811272-4.00008-7.
- Blomquist, A. und Arvola, M. (2002). Personas in Action: Ethnography in an Interaction Design Team. In *Proceedings of the Second Nordic Conference on Human-Computer Interaction, NordiCHI '02*. Aarhus, Denmark: Association for Computing Machinery, S. 197–200. ISBN: 1581136161. DOI: 10.1145/572020.572044.
- Bonin, H. und Arnds, P. (2003). *Arbeitsmarkteffekte und finanzpolitische Folgen der demographischen Alterung in Deutschland*. IZA Discussion Papers 667. Bonn: Institute for the Study of Labor (IZA).
- Bossen, C., Dindler, C. und Iversen, O.S. (2012). Impediments to User Gains: Experiences from a Critical Participatory Design Project. In *Proceedings of the 12th Participatory Design Conference: Research Papers - Volume 1, PDC '12*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 31–40. ISBN: 978-1-4503-0846-5. DOI: 10.1145/2347635.2347641.
- Bossen, C., Dindler, C. und Iversen, O.S. (2016). Evaluation in Participatory Design: A Literature Survey. In *ACM Press*, S. 151–160. ISBN: 978-1-4503-4046-5. DOI: 10.1145/2940299.2940303.
- Bouma, H. (1992a). Gerontechnology : making technology relevant for the elderly. *Studies in health technology and informatics*. (Bouma, H. und Graafmans, J., Hrsg.), 1–5.
- Bouma, H. (1992b). Gerontechnology: Making technology relevant for the elderly. *Gerontechnology*, IOS Press, S. 1–5.
- Bowl, M.R. und Dawson, S.J. (2019). Age-Related Hearing Loss. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine* 9, a033217. ISSN: , 2157-1422. DOI: 10.1101/cshperspect.a033217.
- Brady, T.F., Konkle, T., Alvarez, G.A. und Oliva, A. (2008). Visual Long-Term Memory Has a Massive Storage Capacity for Object Details. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105, 14325. DOI: 10.1073/pnas.0803390105.
- Brandt, E., Binder, T. und Sanders, E.B.-N. (2013). Tools and Techniques: Ways to Engage Telling, Making and Enacting. *Routledge International Handbook of Participatory Design*, Routledge. ISBN: 978-0-203-10854-3.
- Bratteteig, T., Bødker, K., Dittrich, Y., Mogensen, P.H. und Simonsen, J. (2013). Methods: Organising Principles and General Guidelines for Participatory Design Projects. *Routledge International Handbook of Participatory Design*, Routledge. ISBN: 978-0-203-10854-3.

- Bratteteig, T. und Wagner, I. (2010). Spaces for Participatory Creativity. In Proceedings of the 11th Biennial Participatory Design Conference, PDC '10. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 51–60. ISBN: 978-1-4503-0131-2. DOI: 10.1145/1900441.1900449.
- Bratteteig, T. und Wagner, I. (2012). Disentangling Power and Decision-Making in Participatory Design. In Proceedings of the 12th Participatory Design Conference: Research Papers - Volume 1, PDC '12. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 41–50. ISBN: 978-1-4503-0846-5. DOI: 10.1145/2347635.2347642.
- Bratteteig, T. und Wagner, I. (2014). Disentangling Participation: Power and Decision-making in Participatory Design. Computer Supported Cooperative Work. Cham: Springer International Publishing. ISBN: 978-3-319-06162-7 978-3-319-06163-4. DOI: 10.1007/978-3-319-06163-4.
- Bratteteig, T. und Wagner, I. (2016a). Unpacking the Notion of Participation in Participatory Design. Computer Supported Cooperative Work (CSCW) 25, 425–475. ISSN: 1573-7551. DOI: 10.1007/s10606-016-9259-4.
- Bratteteig, T. und Wagner, I. (2016b). What Is a Participatory Design Result? In Proceedings of the 14th Participatory Design Conference on Full Papers - PDC '16, The 14th Participatory Design Conference. Aarhus, Denmark: ACM Press, S. 141–150. ISBN: 978-1-4503-4046-5. DOI: 10.1145/2940299.2940316.
- Brickman, A.M. und Stern, Y. (2009). Aging and Memory in Humans. Handbook of the Neuroscience of Aging, San Diego, CA, US: Elsevier Academic Press, S. 243–248. ISBN: 978-0-12-374898-0.
- Bright, A.K. und Coventry, L. (2013). Assistive Technology for Older Adults: Psychological and Socio-Emotional Design Requirements. In Proceedings of the 6th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments, PETRA '13: The 6th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments. Rhodes Greece: ACM, S. 1–4. ISBN: 978-1-4503-1973-7. DOI: 10.1145/2504335.2504344.
- Bringhurst, R. (2019). The Elements of Typographic Style. Fourth Edition (version 4.3), Twentieth Anniversary Edition, includes updates. Vancouver: Hartley & Mark. ISBN: 978-0-88179-212-6.
- Broadbent, D.E. (1958). Perception and Communication. Elmsford: Pergamon Press. DOI: 10.1037/10037-000.
- Brooke, J. (1996). SUS: A 'Quick and Dirty' Usability Scale. Usability Evaluation In Industry, CRC Press. ISBN: 978-0-429-15701-1.
- Burgess, N. und Hitch, G.J. (2006). A Revised Model of Short-Term Memory and Long-Term Learning of Verbal Sequences. Journal of Memory and Language 55, 627–652. ISSN: 0749596X. DOI: 10.1016/j.jml.2006.08.005.

- Cabrero, D.G., Winschiers-Theophilus, H. und Abdelnour-Nocera, J. (2016). A Critique of Personas as Representations of the Other in Cross-Cultural Technology Design. In Proceedings of the First African Conference on Human Computer Interaction, AfriCHI'16. Nairobi, Kenya: Association for Computing Machinery, S. 149–154. ISBN: 9781450348300. DOI: 10.1145/2998581.2998595.
- Calvo-Sotomayor, I. und Atutxa, E. (2022). Reviewing the Benefits of Aging Populations: Care Activities Provided by the Older People as a Commons. *Frontiers in Public Health* 10. ISSN: 2296-2565. DOI: 10.3389/fpubh.2022.792287.
- Carmien, S. und Manzanares, A.G. (2014). Elders Using Smartphones – A Set of Research Based Heuristic Guidelines for Designers. *Universal Access in Human-Computer Interaction. Universal Access to Information and Knowledge*, (Stephanidis, C. und Antona, M., Hrsg.). Lecture Notes in Computer Science 8514. Springer International Publishing, S. 26–37. ISBN: 978-3-319-07439-9 978-3-319-07440-5. DOI: 10.1007/978-3-319-07440-5_3.
- Casado-Muñoz, R., Lezcano-Barbero, F. und Rodríguez-Conde, M.-J. (2015). Active ageing and access to technology: An evolving empirical study. *Revista Comunicar* 23, 37–46. DOI: 10.3916/C45-2015-04.
- Cerna, K., Müller, C., Randall, D. und Hunker, M. (2022). Situated Scaffolding for Sustainable Participatory Design: Learning Online with Older Adults. *Proc. ACM Hum.-Comput. Interact.* 6 (GROUP). DOI: 10.1145/3492831.
- Cerulli, L. und Missiroli, F. (2008). Aging of the Cornea. Age-Related Changes of the Human Eye, (Cavallotti, C.A.P. und Cerulli, L., Hrsg.). Totowa, NJ: Humana Press, S. 45–60. ISBN: 978-1-59745-507-7. DOI: 10.1007/978-1-59745-507-7_4.
- Chang, A. (2012). UTAUT and UTAUT 2: A Review and Agenda for Future Research. *Journal The Winners* 13 (2), 10–114. ISSN: 2541-2388. DOI: 10.21512/tw.v13i2.656.
- Chapman, C.N. und Milham, R.P. (2006). The Personas' New Clothes: Methodological and Practical Arguments against a Popular Method. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* 50, 634–636. DOI: 10.1177/154193120605000503.
- Charmaz, K. (2012). *Constructing Grounded Theory: A Practical Guide through Qualitative Analysis*. Repr. Los Angeles: Sage. 208 S. ISBN: 978-0-7619-7352-2 978-0-7619-7353-9.
- Charness, N. und Boot, W.R. (2016). Technology, Gaming, and Social Networking. *Handbook of the Psychology of Aging (Eighth Edition)*, (Schaie, K.W. und Willis, S.L., Hrsg.). Eighth Edition. San Diego: Academic Press, S. 389–407. ISBN: 978-0-12-411469-2. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-411469-2.00020-0>.
- Cheah, I., Shimul, A.S. und Phau, I. (2022). Motivations of Playing Digital Games: A Review and Research Agenda. *Psychology & Marketing* 39, 937–950. ISSN: 1520-6793. DOI: 10.1002/mar.21631.

- Chen, K. und Chan, A.H.S. (2014). Gerontechnology acceptance by elderly Hong Kong Chinese: a senior technology acceptance model (STAM). *Ergonomics* 57. PMID: 24655221, 635–652. DOI: 10.1080/00140139.2014.895855.
- Chisik, Y. und Mancini, C. (2019). P for Politics D for Dialogue: Reflections on Participatory Design with Children and Animals. In *Proceedings of the Sixth International Conference on Animal-Computer Interaction, ACI'19*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. ISBN: 978-1-4503-7693-8. DOI: 10.1145/3371049.3371061.
- Coelho, J., Rito, F., Luz, N. und Duarte, C. (2015). Prototyping TV and Tablet Facebook Interfaces for Older Adults. *Human-Computer Interaction – INTERACT 2015*, (Abascal, J., Barbosa, S., Fetter, M., Gross, T., Palanque, P. und Winckler, M., Hrsg.). Lecture Notes in Computer Science 9296. Springer International Publishing, S. 110–128. DOI: 10.1007/978-3-319-22701-6_9.
- Coleman, G.W., Gibson, L., Hanson, V.L., Bobrowicz, A. und McKay, A. (2010). Engaging the Disengaged: How Do We Design Technology for Digitally Excluded Older Adults? In *Proceedings of the 8th ACM Conference on Designing Interactive Systems, DIS '10*. New York, NY, USA: ACM, S. 175–178. ISBN: 978-1-4503-0103-9. DOI: 10.1145/1858171.1858202.
- Compeau, D.R. und Higgins, C.A. (1995). Application of Social Cognitive Theory to Training for Computer Skills. *Information Systems Research* 6, 118–143. ISSN: 1047-7047. JSTOR: 23011006.
- Connor, D.M. (1988). A New Ladder of Citizen Participation. *National Civic Review* 77, 249–257. DOI: 10.1002/ncr.4100770309.
- Constantin, A., Korte, J., Good, J., Sim, G., Read, J., Fails, J.A. und Eriksson, E. (2022). A Distributed Participatory Design Research Protocol for Co-Designing with Children. In *Interaction Design and Children, IDC '22*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 510–516. DOI: 10.1145/3501712.3535286.
- Conway, M.A. und Pleydell-Pearce, C.W. (2000). The Construction of Autobiographical Memories in the Self-Memory System. *Psychological review* 107, 261–288. ISSN: 0033-295X. DOI: 10.1037/0033-295x.107.2.261.
- Cook, D.A. (2019). Systematic and Nonsystematic Reviews: Choosing an Approach. *Healthcare Simulation Research*, (Nestel, D., Hui, J., Kunkler, K., Scerbo, M.W. und Calhoun, A.W., Hrsg.). Cham: Springer International Publishing, S. 55–60. ISBN: 978-3-030-26836-7 978-3-030-26837-4. DOI: 10.1007/978-3-030-26837-4_8.
- Cook, J. (2011). The Socio-economic Contribution of Older People in the UK. *Working with Older People* 15, 141–146. ISSN: 1366-3666. DOI: 10.1108/13663661111191257.
- Cooper, A., Reimann, R. und Cronin, D. (2007). *About face 3: the essentials of interaction design*. John Wiley & Sons. ISBN: 0470084111.

- Cooper, A., Reimann, R., Cronin, D. und Noessel, C. (2014). *About face: the essentials of interaction design*, 4th edition. John Wiley & Sons. ISBN: 1118766571.
- Cornwall, A. (2008). Unpacking 'Participation': Models, Meanings and Practices. *Community Development Journal* 43, 269–283. ISSN: 0010-3802. DOI: 10.1093/cdj/bsn010.
- Cotten, S.R. (2017). Examining the Roles of Technology in Aging and Quality of Life. *The Journals of Gerontology: Series B* 72, 823–826. ISSN: 1079-5014. DOI: 10.1093/geronb/gbx109.
- Craik, F.I.M. und Bialystok, E. (2006). *23On Structure and Process in Lifespan Cognitive Development. Lifespan Cognition: Mechanisms of Change*, Oxford University Press. ISBN: 9780195169539. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780195169539.003.0001.
- Cruickshanks, K.J., Wiley, T.L., Tweed, T.S., Klein, B.E., Klein, R., Mares-Perlman, J.A. und Nondahl, D.M. (1998). Prevalence of Hearing Loss in Older Adults in Beaver Dam, Wisconsin. The Epidemiology of Hearing Loss Study. *American journal of epidemiology* 148, 879–886. ISSN: 0002-9262. DOI: 10.1093/oxfordjournals.aje.a009713.
- Czaja, S.J. (2017). The Potential Role of Technology in Supporting Older Adults. *Public Policy & Aging Report* 27, 44–48. ISSN: 1055-3037. DOI: 10.1093/ppar/prx006.
- Czaja, S.J., Boot, W.R., Charness, N. und Rogers, W.A. (9. Feb. 2019). *Designing for Older Adults: Principles and Creative Human Factors Approaches*, Third Edition. 3. Aufl. Boca Raton: CRC Press. 296 S. ISBN: 978-1-315-16719-0. DOI: 10.1201/b22189.
- Czaja, S.J. und Lee, C.C. (2006). The Impact of Aging on Access to Technology. *Universal Access in the Information Society* 5, 341. ISSN: 1615-5297. DOI: 10.1007/s10209-006-0060-x.
- Dandavate, U., Sanders, E.B.-N. und Stuart, S. (1996). Emotions Matter: User Empathy in the Product Development Process. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* 40, 415–418. DOI: 10.1177/154193129604000709.
- D'Andrea, V., Baskin, A. und Reinke, R.E. (2008). Software Development for a Distributed Community of Practice: Lessons Learned from Fifteen Years of Participatory Design on a Single System. In *Proceedings of the Tenth Anniversary Conference on Participatory Design 2008, PDC '08*. USA: Indiana University, S. 202–205. ISBN: 978-0-9818561-0-0.
- Davis, F.D. (1985). A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results. Diss. Massachusetts Institute of Technology.
- Davis, F.D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly* 13, 319–340. ISSN: 02767783. DOI: 10.2307/249008.

Dearden, A. und Rizvi, H. (2008). Participatory IT Design and Participatory Development: A Comparative Review. In Proceedings of the Tenth Anniversary Conference on Participatory Design 2008, PDC '08. USA: Indiana University, S. 81–91. ISBN: 978-0-9818561-0-0.

Debenham, A. (2017). Front-End Style Guides: Creating and Maintaining Style Guides for Websites. ISBN: 978-1-5272-0460-7.

Demirbilek, O. und Demirkan, H. (2004). Universal Product Design Involving Elderly Users: A Participatory Design Model. Applied Ergonomics 35, 361–370. ISSN: 00036870. DOI: 10.1016/j.apergo.2004.03.003.

Diaper, D und Stanton, N.A. (2004). The Handbook of Task Analysis for Human-Computer Interaction. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum. ISBN: 978-1-4106-0940-3 978-0-8058-4432-0.

DIN e.V. (Hrsg.) (2019). DIN EN ISO 9241-11:2018, *Ergonomie Der Mensch-System-Interaktion_-Teil_11: Gebrauchstauglichkeit: Begriffe und Konzepte (ISO 9241-11: 2018); Deutsche Fassung EN ISO 9241-11: 2018*. Norm.

DIN e.V. (Hrsg.) (2020). DIN EN ISO 9241-210:2020-03, *Ergonomie Der Mensch-System-Interaktion_-Teil_210: Menschzentrierte Gestaltung Interaktiver Systeme (ISO_9241-210:2019); Deutsche Fassung EN_ISO_9241-210:2019*. Norm.

Drouet, L., Sleeswijk Visser, F. und Lallemand, C. (2023). Using Empathy-Centric Design in Industry: Reflections from the UX Researcher, the Client, and the Method Expert. In Proceedings of the 2nd Empathy-Centric Design Workshop, EMPATHICH '23. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. ISBN: 9798400707490. DOI: 10.1145/3588967.3589130.

Duque, E., Fonseca, G., Vieira, H., Gontijo, G. und Ishitani, L. (2019). A Systematic Literature Review on User Centered Design and Participatory Design with Older People. In Proceedings of the 18th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems, IHC '19. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. ISBN: 978-1-4503-6971-8. DOI: 10.1145/3357155.3358471.

Dyk, T. van, Renaud, K. und Biljon, J. van (2012). Moses – Method for Selecting Senior Mobile Phones: Supporting Design & Choice for the Elderly. In Proceedings of the South African Institute for Computer Scientists and Information Technologists Conference, SAICSIT '12. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 277–285. ISBN: 978-1-4503-1308-7. DOI: 10.1145/2389836.2389869.

Díaz-Bossini, J.-M. und Moreno, L. (2014). Accessibility to Mobile Interfaces for Older People. Procedia Computer Science 27, 57–66. ISSN: 18770509. DOI: 10.1016/j.procs.2014.02.008.

- Eisma, R., Dickinson, A., Goodman, J., Syme, A., Tiwari, L. und Newell, A.F. (2004). Early User Involvement in the Development of Information Technology-Related Products for Older People. *Universal Access in the Information Society* 3, 131–140. ISSN: 1615-5289, 1615-5297. DOI: 10.1007/s10209-004-0092-z.
- Ellis, R.D. und Kurniawan, S.H. (2000). Increasing the Usability of Online Information for Older Users: A Case Study in Participatory Design. *International Journal of Human-Computer Interaction* 12, 263–276. DOI: 10.1207/S15327590IJHC1202_6.
- Endmann, A. und Keßner, D. (2016). User journey mapping—A method in user experience design. *i-com* 15, 105–110. DOI: doi:10.1515/icom-2016-0010.
- Engeström, Y. (2014). *The Emergence of Learning Activity as a Historical Form of Human Learning. Learning by Expanding: An Activity-Theoretical Approach to Developmental Research*, 2. Aufl. Cambridge University Press, S. 25–108. DOI: 10.1017/CBO9781139814744.004.
- Eriksen, C.W., Hamlin, R.M. und Breitmeyer, R.G. (1970). Temporal Factors in Visual Perception as Related to Aging. *Perception & Psychophysics* 7, 354–356. ISSN: 1532-5962. DOI: 10.3758/BF03208664.
- Erikson, E.H. und Erikson, J.M. (1998). *The Life Cycle Completed. Extended Version* ed. New York: W.W. Norton. 144 S. ISBN: 978-0-393-31772-5.
- Ertner, M., Kragelund, A.M. und Malmberg, L. (2010). Five Enunciations of Empowerment in Participatory Design. In *Proceedings of the 11th Biennial Participatory Design Conference, PDC '10*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 191–194. ISBN: 978-1-4503-0131-2. DOI: 10.1145/1900441.1900475.
- Fang, M.L., Canham, S.L., Battersby, L., Sixsmith, J., Wada, M. und Sixsmith, A. (2018). Exploring Privilege in the Digital Divide: Implications for Theory, Policy, and Practice. *The Gerontologist* 59, e1–e15. ISSN: 0016-9013. DOI: 10.1093/geront/gny037.
- Farage, M.A., Miller, K.W., Ajayi, F. und Hutchins, D. (2012). Design Principles to Accommodate Older Adults. *Global Journal of Health Science* 4, 2–25. ISSN: 1916-9736. DOI: 10.5539/gjhs.v4n2p2. pmid: 22980147.
- Fietkau, J. (2017). The Case for Including Senior Citizens in the Playable City. In *Proceedings of the International Conference on Web Intelligence, WI '17*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 1072–1075. ISBN: 978-1-4503-4951-2. DOI: 10.1145/3106426.3109042.
- Filipova, O. (2016). *Learning Vue.js 2: Learn How to Build Amazing and Complex Reactive Web Applications Easily with Vue.js*. Birmingham Mumbai: Packt. 313 S. ISBN: 978-1-78646-994-6.

- Fillit, H.M., Butler, R.N., O'Connell, A.W., Albert, M.S., Birren, J.E., Cotman, C.W., Greenough, W.T., Gold, P.E., Kramer, A.F., Kuller, L.H. u. a. (2002). Achieving and Maintaining Cognitive Vitality with Aging. *Mayo Clinic proceedings* 77, 681–696. ISSN: 0025-6196. DOI: 10.4065/77.7.681.
- Finn, K. und Johnson, J. (2016). Designing for an Aging Population: Toward Universal Design. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, CHI EA '16*. New York, NY, USA: ACM, S. 1011–1012. ISBN: 978-1-4503-4082-3. DOI: 10.1145/2851581.2856669.
- Fischer, B., Peine, A. und Östlund, B. (2019). The Importance of User Involvement: A Systematic Review of Involving Older Users in Technology Design. *The Gerontologist*. ISSN: 0016-9013. DOI: 10.1093/geront/gnz163.
- Fishbein, M. und Ajzen, I. (1975). *Belief, Attitude, Intention and Behavior: An Introduction to Theory and Research*. Reading, Mass: Longman Higher Education. 480 S. ISBN: 978-0-201-02089-2.
- Fore, D., Goldenhar, L.M., Margolis, P.A. und Seid, M. (2013). Using Goal-Directed Design to Create a Novel System for Improving Chronic Illness Care. *JMIR Research Protocols* 2, e43. ISSN: 1929-0748. DOI: 10.2196/resprot.2749.
- Freeman, E.E., Egleston, B.L., West, S.K., Bandeen-Roche, K. und Rubin, G. (2005). Visual Acuity Change and Mortality in Older Adults. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 46, 4040–4045. ISSN: 1552-5783. DOI: 10.1167/iovs.05-0687.
- Frost, B. (2016). *Atomic Design*. n.p.: Brad Frost. ISBN: 978-0-9982966-0-9.
- Gale, S. (1996). A Collaborative Approach to Developing Style Guides. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '96*. New York, NY, USA: ACM, S. 362–367. ISBN: 0-89791-777-4. DOI: 10.1145/238386.238572.
- Gautam, A. und Tatar, D. (2022). Empowering Participation within Structures of Dependency. In *Proceedings of the Participatory Design Conference 2022 - Volume 1, PDC '22*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 75–86. ISBN: 978-1-4503-9388-1. DOI: 10.1145/3536169.3537781.
- Gaver, W. und Dunne, A. (1999). Projected Realities: Conceptual Design for Cultural Effect. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '99*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 600–607. ISBN: 0-201-48559-1. DOI: 10.1145/302979.303168.
- Gay, G. und Hembrooke, H. (2004). *Activity-Centered Design - An Ecological Approach to: An Ecological Approach to Designing Smart Tools and Usable Systems*. Cambridge, Mass: MIT Press. 144 S. ISBN: 978-0-262-07248-9.

- Gazzaley, A., Cooney, J.W., Rissman, J. und D'Esposito, M. (2005). Top-down Suppression Deficit Underlies Working Memory Impairment in Normal Aging. *Nature Neuroscience* 8, 1298–1300. ISSN: 1546-1726. DOI: 10.1038/nn1543.
- Geppert, A.A. und Forlano, L.E. (2022). Design for Equivalence: Agonism for Collective Emancipation in Participatory Design. In *Participatory Design Conference 2022: Volume 1, PDC 2022 Vol. 1*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 158–168. ISBN: 978-1-4503-9388-1. DOI: 10.1145/3536169.3537790.
- Gerling, K., Livingston, I., Nacke, L. und Mandryk, R. (2012). Full-Body Motion-Based Game Interaction for Older Adults. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '12*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 1873–1882. ISBN: 978-1-4503-1015-4. DOI: 10.1145/2207676.2208324.
- Gerrard, V. und Sosa, R. (2014). Examining Participation. In *Proceedings of the 13th Participatory Design Conference on Research Papers - PDC '14*, Windhoek, Namibia: ACM Press, S. 111–120. ISBN: 978-1-4503-2256-0. DOI: 10.1145/2661435.2661451.
- Geuens, J., Geurts, L., Swinnen, T.W., Westhovens, R., Van Mechelen, M. und Abeele, V.V. (2018). Turning Tables: A Structured Focus Group Method to Remediate Unequal Power during Participatory Design in Health Care. In *Proceedings of the 15th Participatory Design Conference: Short Papers, Situated Actions, Workshops and Tutorial - Volume 2, PDC '18*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. ISBN: 978-1-4503-5574-2. DOI: 10.1145/3210604.3210649.
- Giaccardi, E., Kuijer, L. und Neven, L. (2016). Design for Resourceful Ageing: Intervening in the Ethics of Gerontechnology. In *2016 Design Research Society Conference (DRS 2016)*, June 27-30, 2016, Brighton, UK,
- Gibson, L., Forbes, P. und Hanson, V. (2010). What Can the 'Ash Cloud' Tell Us About Older Adults' Technology Adoption. In *Proceedings of the 12th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, ASSETS '10*. New York, NY, USA: ACM, S. 301–302. ISBN: 978-1-60558-881-0. DOI: 10.1145/1878803.1878881.
- Gifford, B.R. und Enyedy, N.D. (1999). Activity centered design: towards a theoretical framework for CSCL. *CSCL '99*, 22–es. DOI: 10.5555/1150240.1150262.
- Golinelli, D., Boetto, E., Carullo, G., Nuzzolese, A.G., Landini, M.P. und Fantini, M.P. (2020). Adoption of Digital Technologies in Health Care During the COVID-19 Pandemic: Systematic Review of Early Scientific Literature. *Journal of Medical Internet Research* 22, e22280. DOI: 10.2196/22280.
- Goughler, D.H. und Trunzo, A.C. (2005). Unretired and Better than Ever: Older Adults as Foster Parents for Children. *Families in Society* 86, 393–400. ISSN: 1044-3894. DOI: 10.1606/1044-3894.3437.

- Grant, M.J. und Booth, A. (2009). A Typology of Reviews: An Analysis of 14 Review Types and Associated Methodologies. *Health Information & Libraries Journal* 26, 91–108. ISSN: 1471-1842. DOI: 10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x.
- Grates, M.G., Heming, A.-C., Vukoman, M., Schabsky, P. und Sorgalla, J. (2018). New Perspectives on User Participation in Technology Design Processes: An Interdisciplinary Approach. *The Gerontologist* 59, 45–57. ISSN: 0016-9013. DOI: 10.1093/geront/gny112.
- Grenville, D. (2012). Framing Participatory Practices in a Large Corporation. In *Proceedings of the 12th Participatory Design Conference: Exploratory Papers, Workshop Descriptions, Industry Cases - Volume 2, PDC '12*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 133–136. ISBN: 978-1-4503-1296-7. DOI: 10.1145/2348144.2348187.
- Guirao, A., Redondo, M. und Artal, P. (2000). Optical Aberrations of the Human Cornea as a Function of Age. *Journal of the Optical Society of America A* 17, 1697–1702. DOI: 10.1364/JOSAA.17.001697.
- Haegerstrom-Portnoy, G. und Morgan, M.W. (2007). Normal Age-Related Vision Changes. *Rosenbloom & Morgan's Vision and Aging*, (Rosenbloom, A.A., Hrsg.). Saint Louis: Butterworth-Heinemann, S. 31–48. ISBN: 978-0-7506-7359-4. DOI: 10.1016/B978-0-7506-7359-4.50007-2.
- Haegerstrom-Portnoy, G., Schneck, M.E. und Brabyn, J.A. (1999). Seeing into Old Age: Vision Function beyond Acuity. *Optometry and vision science* 76, 141–158. DOI: 10.1097/00006324-199903000-00014.
- Haldrup, M., Samson, K. und Laurien, T. (2022). Designing for Multispecies Commons: Ecologies and Collaborations in Participatory Design. In *Proceedings of the Participatory Design Conference 2022 - Volume 2, PDC '22*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 14–19. ISBN: 978-1-4503-9681-3. DOI: 10.1145/3537797.3537801.
- Halskov, K. und Hansen, N.B. (2015). The Diversity of Participatory Design Research Practice at PDC 2002–2012. *International Journal of Human-Computer Studies* 74, 81–92. ISSN: 1071-5819. DOI: 10.1016/j.ijhcs.2014.09.003.
- Hamzah, A. und Wahid, F. (2016). Participatory Design in the Development of Healthcare Systems: A Literature Review. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Communication and Information Processing, ICCIP '16*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 60–64. ISBN: 978-1-4503-4819-5. DOI: 10.1145/3018009.3018010.
- Harrington, C.N. und Piper, A.M. (2018). Informing Design through Sociocultural Values: Co-Creation with Low-Income African-American Older Adults. In *Proceedings of the 12th EAI International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare - PervasiveHealth '18*, New York, NY, USA: ACM Press, S. 294–298. ISBN: 978-1-4503-6450-8. DOI: 10.1145/3240925.3240966.

Hassenzahl, M., Burmester, M. und Koller, F. (2003). AttrakDiff: Ein Fragebogen zur Messung wahrgenommener hedonischer und pragmatischer Qualität, 187–196.

Heerink, M., Kröse, B., Wielinga, B. und Evers, V. (2008). Enjoyment Intention to Use and Actual Use of a Conversational Robot by Elderly People. In Proceedings of the 3rd ACM/IEEE International Conference on Human Robot Interaction, HRI '08. Amsterdam, The Netherlands: Association for Computing Machinery, S. 113–120. ISBN: 9781605580173. DOI: 10.1145/1349822.1349838.

Heimgärtner, R. (2014). ISO 9241-210 and Culture? – The Impact of Culture on the Standard Usability Engineering Process. In Design, User Experience, and Usability. User Experience Design Practice, (Marcus, A., Hrsg.). Cham: Springer International Publishing, S. 39–48. ISBN: 978-3-319-07638-6. DOI: 10.1007/978-3-319-07638-6_5.

Hendriks, N., Dreessen, K. und Schoffelen, J. (2016). Anchoring and Transcendence: PD as an 'enabler' in Quality of Life. In Proceedings of the 14th Participatory Design Conference: Short Papers, Interactive Exhibitions, Workshops - Volume 2, PDC '16. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 37–40. ISBN: 978-1-4503-4136-3. DOI: 10.1145/2948076.2948077.

Hintzman, D.L. (2010). How Does Repetition Affect Memory? Evidence from Judgments of Recency. *Memory & Cognition* 38, 102–115. ISSN: 1532-5946. DOI: 10.3758/MC.38.1.102.

Hisham, S. (2009). Experimenting with the Use of Persona in a Focus Group Discussion with Older Adults in Malaysia. In Proceedings of the 21st Annual Conference of the Australian Computer-Human Interaction Special Interest Group on Design: Open 24/7 - OZCHI '09, Melbourne, Australia: ACM Press, S. 333. ISBN: 978-1-60558-854-4. DOI: 10.1145/1738826.1738889.

Hoyer, W.J. (1998). Positive Contributions of the Elderly to Society: A Multidisciplinary Perspective. *Australasian Journal on Ageing* 17, 39–41. ISSN: 1741-6612. DOI: 10.1111/j.1741-6612.1998.tb00859.x.

Hsiao, J.C.-Y., Moser, C., Schoenebeck, S. und Dillahunt, T.R. (2018). The Role of Demographics, Trust, Computer Self-Efficacy, and Ease of Use in the Sharing Economy. In Proceedings of the 1st ACM SIGCAS Conference on Computing and Sustainable Societies, COMPASS '18. Menlo Park und San Jose, CA, USA: Association for Computing Machinery. ISBN: 9781450358163. DOI: 10.1145/3209811.3209816.

Huang, Q. und Tang, J. (2010). Age-Related Hearing Loss or Presbycusis. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology* 267, 1179–1191. ISSN: 1434-4726. DOI: 10.1007/s00405-010-1270-7.

Jackson, G.R., Owsley, C. und McGwin, G. (1999). Aging and Dark Adaptation. *Vision Research* 39, 3975–3982. ISSN: 0042-6989. DOI: 10.1016/S0042-6989(99)00092-9.

- Jacoby, L.L. (1999). Ironic Effects of Repetition: Measuring Age-Related Differences in Memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 25, 3–22. ISSN: 1939-1285, 0278-7393. DOI: 10.1037/0278-7393.25.1.3.
- Jaschinski, C. (2014). Ambient Assisted Living: Towards a Model of Technology Adoption and Use among Elderly Users. In *Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing: Adjunct Publication, UbiComp '14 Adjunct*. Seattle, Washington: Association for Computing Machinery, S. 319–324. ISBN: 9781450330473. DOI: 10.1145/2638728.2638838.
- Jayaraman, P.P., Forkan, A.R.M., Morshed, A., Haghighi, P.D. und Kang, Y.-B. (2020). Healthcare 4.0: A Review of Frontiers in Digital Health. *WIREs Data Mining and Knowledge Discovery* 10, e1350. ISSN: 1942-4795. DOI: 10.1002/widm.1350.
- Jochems, N. (2010). Altersdifferenzierte Gestaltung der Mensch-Rechner-Interaktion am Beispiel von Projektmanagementaufgaben. *Industrial engineering and ergonomics* 8. Aachen: Shaker. ISBN: 978-3-8322-8958-4.
- Jonides, J., Lacey, S.C. und Nee, D.E. (2005). Processes of Working Memory in Mind and Brain. *Current Directions in Psychological Science* 14, 2–5. ISSN: 0963-7214. DOI: 10.1111/j.0963-7214.2005.00323.x.
- Kalloniatis, M. und Luu, C. (1995). Visual Acuity. *Webvision: The Organization of the Retina and Visual System*, (Kolb, H., Fernandez, E. und Nelson, R., Hrsg.). Salt Lake City (UT): University of Utah Health Sciences Center. DOI: 10.1111/j.0963-7214.2005.00323.x.
- Kantowitz, B.H. und Sorkin, R.D. (1983). *Human factors: Understanding people-system relationships*. Wiley. ISBN: 047109594X.
- Kaptelinin, V. und Nardi, B.A. (1997). *Activity Theory: Basic Concepts and Applications*. In *CHI '97 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, CHI EA '97*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 158–159. ISBN: 978-0-89791-926-5. DOI: 10.1145/1120212.1120321.
- Kaptelinin, V. und Nardi, B.A. (2009). *Acting with Technology*. Cambridge, Mass. London: MIT Press. 333 S. ISBN: 978-0-262-51331-9.
- Kasthurirangan, S. und Glasser, A. (2006). Age Related Changes in the Characteristics of the near Pupil Response. *Vision Research* 46, 1393–1403. ISSN: 0042-6989. DOI: 10.1016/j.visres.2005.07.004.
- Kendall, L. und Dearden, A. (2018). Disentangling Participatory ICT Design in Socioeconomic Development. In *PDC '18*. Hasselt und Genk, Belgium: Association for Computing Machinery. ISBN: 9781450363716. DOI: 10.1145/3210586.3210596.
- Kensing, F. und Munk-Madsen, A. (1993). PD: Structure in the Toolbox. *Communications of the ACM* 36, 78–85. ISSN: 00010782. DOI: 10.1145/153571.163278.

- Khan, D.U., Siek, K.A., Meyers, J., Haverhals, L.M., Cali, S. und Ross, S.E. (2010). Designing a Personal Health Application for Older Adults to Manage Medications. In Proceedings of the 1st ACM International Health Informatics Symposium, IHI '10. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 849–858. ISBN: 978-1-4503-0030-8. DOI: 10.1145/1882992.1883124.
- Kim, S., Gajos, K.Z., Muller, M. und Grosz, B.J. (2016). Acceptance of Mobile Technology by Older Adults: A Preliminary Study. In Proceedings of the 18th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services, MobileHCI '16. Florence, Italy: Association for Computing Machinery, S. 147–157. ISBN: 9781450344081. DOI: 10.1145/2935334.2935380.
- Kim, S., Yao, W. und Du, X. (2022). Exploring Older Adults' Adoption and Use of a Tablet Computer During COVID-19: Longitudinal Qualitative Study. *JMIR Aging* 5, e32957. DOI: 10.2196/32957.
- Kline, D.W., Kline, T.J.B., Fozard, J.L., Kosnik, W., Schieber, F. und Sekuler, R. (1992). Vision, Aging, and Driving: The Problems of Older Drivers. *Journal of Gerontology* 47, P27–P34. ISSN: 0022-1422. DOI: 10.1093/geronj/47.1.P27.
- Kline, D.W., Scialfa, C.T., Lyman, B.J. und Schieber, F. (1990). Age Differences in the Temporal Continuity of Gratings as a Function of Their Spatial Frequency. *Experimental Aging Research* 16, 61–65. ISSN: 0361-073X, 1096-4657. DOI: 10.1080/07340669008251528.
- Koehnke, J. und Besing, J.M. (2001). The Effects of Aging on Binaural and Spatial Hearing. *Seminars in Hearing* 22, 241–254. ISSN: 0734-0451, 1098-8955. DOI: 10.1055/s-2001-15629.
- Kopeć, W., Nielek, R. und Wierzbicki, A. (2018). Guidelines towards better participation of older adults in software development processes using a new SPIRAL method and participatory approach. In Proceedings of the 11th International Workshop on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering, CHASE '18. Gothenburg, Sweden: Association for Computing Machinery, S. 49–56. ISBN: 9781450357258. DOI: 10.1145/3195836.3195840.
- Kopeć, W., Skorupska, K., Jaskulska, A., Abramczuk, K., Nielek, R. und Wierzbicki, A. (2017). LivingLab PJAIT: Towards Better Urban Participation of Seniors. In Proceedings of the International Conference on Web Intelligence, WI '17. New York, NY, USA: ACM, S. 1085–1092. ISBN: 978-1-4503-4951-2. DOI: 10.1145/3106426.3109040.
- Kouprie, M. und Visser, F.S. (2009). A framework for empathy in design: stepping into and out of the user's life. *Journal of Engineering Design* 20, 437–448. DOI: 10.1080/09544820902875033.
- Kramer, A.F., Larish, J.F. und Strayer, D.L. (1995). Training for Attentional Control in Dual Task Settings: A Comparison of Young and Old Adults. *Journal of Experimental Psychology: Applied* 1, 50–76. ISSN: 1939-2192(Electronic), 1076-898X(Print). DOI: 10.1037/1076-898X.1.1.50.

- Kurniawan, S. und Zaphiris, P. (2005). Research-Derived Web Design Guidelines for Older People. In Proceedings of the 7th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, Assets '05. New York, NY, USA: ACM, S. 129–135. ISBN: 978-1-59593-159-7. DOI: 10.1145/1090785.1090810.
- Lan, Z., Liu, H., Yang, C., Liu, X. und Sorwar, G. (2020). Investigating Influencing Factors of Chinese Elderly Users' Intention to Adopt MHealth Based on the UTAUT2 Model. In BIBE2020. Chengdu, China: Association for Computing Machinery. ISBN: 9781450377096. DOI: 10.1145/3403782.3403798.
- Laugwitz, B., Held, T. und Schrepp, M. (2008). Construction and Evaluation of a User Experience Questionnaire. HCI and Usability for Education and Work, (Holzinger, A., Hrsg.). Bd. 5298. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 63–76. ISBN: 978-3-540-89349-3 978-3-540-89350-9. DOI: 10.1007/978-3-540-89350-9_6.
- Leavitt, M.O. und Schneiderman, B. (2006). Research-Based Web Design & Usability Guidelines. U.S. Dept. of Health and Human Services. ISBN: 978-0-16-076270-3.
- Lee, C. und Coughlin, J.F. (2014). PERSPECTIVE: Older Adults' Adoption of Technology: An Integrated Approach to Identifying Determinants and Barriers. *Journal of Product Innovation Management* 32, 747–759. DOI: 10.1111/jpim.12176.
- Lemmer, K., Jipp, M., Bubb, H., Vögel, H.-J., Jung, M., Laukart, G. und Vorberg, T. (2021). Mensch-Technik-Kooperation und Fahrzeuginnenraum. *Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik*, (Pischinger, S. und Seiffert, U., Hrsg.). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 1161–1249. ISBN: 978-3-658-25557-2. DOI: 10.1007/978-3-658-25557-2_10.
- Leont'ev, A.N. (1978). *Activity, Consciousness, and Personality*. Prentice-Hall Englewood Cliffs, Nj.
- Lim, K.Y. (1996). Structured Task Analysis: An Instantiation of the MUSE Method for Usability Engineering. *Interacting with Computers* 8, 31–50. ISSN: 0953-5438. DOI: 10.1016/0953-5438(95)01017-3.
- Lin, C.-C. (2013). Exploring the Relationship between Technology Acceptance Model and Usability Test. *Information Technology and Management* 14, 243–255. ISSN: 1573-7667. DOI: 10.1007/s10799-013-0162-0.
- Lindberg, R.S.N. und De Troyer, O. (2020). Towards a Reference Model of Guidelines for the Elderly Based on Technology Adoption Factors. In Proceedings of the 6th EAI International Conference on Smart Objects and Technologies for Social Good, GoodTechs '20: 6th EAI International Conference on Smart Objects and Technologies for Social Good. Antwerp Belgium: ACM, S. 30–35. ISBN: 978-1-4503-7559-7. DOI: 10.1145/3411170.3411240.

- Lindsay, S., Jackson, D., Schofield, G. und Olivier, P. (2012). Engaging Older People Using Participatory Design. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '12. New York, NY, USA: ACM, S. 1199–1208. ISBN: 978-1-4503-1015-4. DOI: 10.1145/2207676.2208570.
- Lustig, C. und Lin, Z. (2016). Memory: Behavior and Neural Basis. Handbook of the Psychology of Aging (Eighth Edition), (Schaie, K.W. und Willis, S.L., Hrsg.). San Diego: Academic Press, S. 147–163. DOI: 10.1016/B978-0-12-411469-2.00008-X.
- Ma, Q., Chan, A.H.S. und Teh, P.-L. (2021). Insights into Older Adults' Technology Acceptance through Meta-Analysis. *International Journal of Human-Computer Interaction* 37, 1049–1062. ISSN: 1044-7318. DOI: 10.1080/10447318.2020.1865005.
- Maartmann-Moe, H. und Joshi, S.G. (2022). Prototyping and Prototype Use in Participatory Design with Older Adults: A Systematic Literature Review. In Participatory Design Conference 2022: Volume 1, PDC 2022 Vol. 1. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 169–182. ISBN: 978-1-4503-9388-1. DOI: 10.1145/3536169.3537791.
- Macdonald, N. (2005). Beyond Human-Centered Design? *Interactions* 12, 75–79. ISSN: 1072-5520. DOI: 10.1145/1052438.1052484.
- Magnussen, S., Andersson, J., Cornoldi, C., De Beni, R., Endestad, T., Goodman, G.S., Helstrup, T., Koriat, A., Larsson, M., Melinder, A. u. a. (2006). What People Believe about Memory. *Memory* 14, 595–613. ISSN: 0965-8211. DOI: 10.1080/09658210600646716.
- Mahoney, J.R., Verghese, J., Goldin, Y., Lipton, R. und Holtzer, R. (2010). Alerting, Orienting, and Executive Attention in Older Adults. *Journal of the International Neuropsychological Society* 16, 877–889. ISSN: 1469-7661, 1355-6177. DOI: 10.1017/S1355617710000767.
- Marangunic, N. und Granic, A. (2015). Technology Acceptance Model: A Literature Review from 1986 to 2013. *Universal Access in the Information Society* 14, 81–95. ISSN: 1615-5297. DOI: 10.1007/s10209-014-0348-1.
- Marois, R. und Ivanoff, J. (2005). Capacity Limits of Information Processing in the Brain. *Trends in Cognitive Sciences* 9, 296–305. ISSN: 1364-6613. DOI: 10.1016/j.tics.2005.04.010.
- Martin-Hammond, A., Vemireddy, S. und Rao, K. (2018). Engaging Older Adults in the Participatory Design of Intelligent Health Search Tools. In Proceedings of the 12th EAI International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare, PervasiveHealth '18. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 280–284. ISBN: 978-1-4503-6450-8. DOI: 10.1145/3240925.3240972.
- Martinez, D. (2019). Immediate and Long-Term Memory and Their Relation to Crystallized and Fluid Intelligence. *Intelligence* 76, 101382. ISSN: 0160-2896. DOI: 10.1016/j.intell.2019.101382.

- Massimi, M., Baecker, R.M. und Wu, M. (2007). Using Participatory Activities with Seniors to Critique, Build, and Evaluate Mobile Phones. In Proceedings of the 9th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, Assets '07. New York, NY, USA: ACM, S. 155–162. ISBN: 978-1-59593-573-1. DOI: 10.1145/1296843.1296871.
- Matthews, T., Judge, T. und Whittaker, S. (2012). How Do Designers and User Experience Professionals Actually Perceive and Use Personas? In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '12. Austin, Texas, USA: Association for Computing Machinery, S. 1219–1228. ISBN: 9781450310154. DOI: 10.1145/2207676.2208573.
- McCarley, J.S., Vais, M.J., Pringle, H., Kramer, A.F., Irwin, D.E. und Strayer, D.L. (2004). Conversation Disrupts Change Detection in Complex Traffic Scenes. *Human Factors* 46, 424–436. ISSN: 0018-7208. DOI: 10.1518/hfes.46.3.424.50394.
- McLeod, L. und MacDonell, S.G. (2011). Factors That Affect Software Systems Development Project Outcomes: A Survey of Research. *ACM Computing Surveys* 43, 24:1–24:56. ISSN: 0360-0300. DOI: 10.1145/1978802.1978803.
- McNamara, T.P. (2013). Semantic Memory and Priming. *Handbook of psychology: Experimental psychology*, Vol. 4, 2nd ed., 449–471. ISSN: 978-0-470-64993-0 (Hardcover).
- Melles, M., Albayrak, A. und Goossens, R. (2021). Innovating Health Care: Key Characteristics of Human-Centered Design. *International Journal for Quality in Health Care* 33, 37–44. ISSN: 1353-4505. DOI: 10.1093/intqhc/mzaa127.
- Merkel, S. und Kucharski, A. (2018). Participatory Design in Gerontechnology: A Systematic Literature Review. *The Gerontologist* 59, e16–e25. ISSN: 0016-9013. DOI: 10.1093/geront/gny034.
- Merriam, S.B. und Kee, Y. (2014). Promoting Community Wellbeing: The Case for Lifelong Learning for Older Adults. *Adult Education Quarterly* 64, 128–144. ISSN: 0741-7136. DOI: 10.1177/0741713613513633.
- Mitzner, T.L., Savla, J., Boot, W.R., Sharit, J., Charness, N., Czaja, S.J. und Rogers, W.A. (2018). Technology Adoption by Older Adults: Findings from the PRISM Trial. *The Gerontologist* 59, 34–44. ISSN: 0016-9013. DOI: 10.1093/geront/gny113.
- Molinari, V. und Reichlin, R.E. (1985). Life Review Reminiscence in the Elderly: A Review of the Literature. *The International Journal of Aging and Human Development* 20, 81–92. ISSN: 0091-4150, 1541-3535. DOI: 10.2190/K4MG-9VYG-WQL3-CBRH.
- Morais, D., Falcão, T.P. und Tedesco, P. (2022). Children's Participation in the Design of Digital Artifacts in Rural Schools. In Proceedings of the 21st Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems, IHC '22. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. ISBN: 978-1-4503-9506-9. DOI: 10.1145/3554364.3559110.

- Moray, N. (1993). Designing for Attention. Attention: Selection, Awareness, and Control: A Tribute to Donald Broadbent. New York, NY, US: Clarendon Press/Oxford University Press, S. 111–134. ISBN: 0-19-852259-2.
- Muller, M., Millen, D.R. und Strohecker, C. (2001). What Makes a Representative User Representative? A Participatory Poster. In CHI '01 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, CHI EA '01. Seattle, Washington: Association for Computing Machinery, S. 101–102. ISBN: 1581133405. DOI: 10.1145/634067.634129.
- Muller, M.J. (1992). Retrospective on a Year of Participatory Design Using the PICTIVE Technique. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '92. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 455–462. ISBN: 0-89791-513-5. DOI: 10.1145/142750.142898.
- Muller, M.J. (2009). Participatory Design: The Third Space in HCI. CRC Press, S. 165–185. DOI: 10.1201/9781420088892.
- Muller, M.J. und Kuhn, S. (1993). Participatory Design. Commun. ACM 36, 24–28. ISSN: 0001-0782. DOI: 10.1145/153571.255960.
- Muller, M.J., Wildman, D.M. und White, E.A. (1993). Taxonomy of PD Practices: A Brief Practitioner's Guide. Communications of the ACM 36, 26–28. ISSN: 00010782.
- Murty, V.P., Sambataro, F., Das, S., Tan, H.-Y., Callicott, J.H., Goldberg, T.E., Meyer-Lindenberg, A., Weinberger, D.R. und Mattay, V.S. (2009). Age-Related Alterations in Simple Declarative Memory and the Effect of Negative Stimulus Valence. Journal of Cognitive Neuroscience 21, 1920–1933. ISSN: 0898-929X. DOI: 10.1162/jocn.2009.21130.
- Mønsted, T. und Onarheim, B. (2010). Segmentation of Users in PD for Healthcare. In Proceedings of the 11th Biennial Participatory Design Conference, PDC '10. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 159–162. ISBN: 978-1-4503-0131-2. DOI: 10.1145/1900441.1900465.
- Neate, T., Bourazeri, A., Roper, A., Stumpf, S. und Wilson, S. (2019). Co-Created Personas: Engaging and Empowering Users with Diverse Needs Within the Design Process. In Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '19, Glasgow, Scotland Uk: ACM Press, S. 1–12. ISBN: 978-1-4503-5970-2. DOI: 10.1145/3290605.3300880.
- Neves, B.B., Franz, R.L., Munteanu, C., Baecker, R. und Ngo, M. (2015). My Hand Doesn't Listen to Me!: Adoption and Evaluation of a Communication Technology for the 'Oldest Old'. In Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '15. Seoul, Republic of Korea: Association for Computing Machinery, S. 1593–1602. ISBN: 9781450331456. DOI: 10.1145/2702123.2702430.

- Nielsen, J. und Bødker, M. (2010). The Elephant in the Room: Ambiguity and Temporary Closure in a Design Process. In Proceedings of the 22nd Conference of the Computer-Human Interaction Special Interest Group of Australia on Computer-Human Interaction, OZCHI '10. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 65–71. ISBN: 978-1-4503-0502-0. DOI: 10.1145/1952222.1952237.
- Norman, D.A. (2005). Human-Centered Design Considered Harmful. *Interactions* 12, 14–19. ISSN: 1072-5520. DOI: 10.1145/1070960.1070976.
- Norval, C., Arnott, J.L. und Hanson, V.L. (2014). What's on Your Mind?: Investigating Recommendations for Inclusive Social Networking and Older Adults. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '14. New York, NY, USA: ACM, S. 3923–3932. ISBN: 978-1-4503-2473-1. DOI: 10.1145/2556288.2556992.
- Nunes, F., Kerwin, M. und Silva, P.A. (2012). Design Recommendations for Tv User Interfaces for Older Adults: Findings from the ECAALYX Project. In Proceedings of the 14th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, ASSETS '12. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 41–48. ISBN: 978-1-4503-1321-6. DOI: 10.1145/2384916.2384924.
- Olsson, E. und Gulliksen, J. (1999). A Corporate Style Guide That Includes Domain Knowledge. *International Journal of Human-Computer Interaction* 11, 317–338. DOI: 10.1207/S15327590IJHC1104_3.
- Owsley, C. (2011). Aging and Vision. *Vision research* 51, 1610–1622. ISSN: 1878-5646 0042-6989. DOI: 10.1016/j.visres.2010.10.020.
- Owsley, C., Sekuler, R. und Siemsen, D. (1983). Contrast Sensitivity throughout Adulthood. *Vision Research* 23, 689–699. ISSN: 0042-6989. DOI: 10.1016/0042-6989(83)90210-9.
- Patsoule, E. und Koutsabasis, P. (2012). Redesigning Web Sites for Older Adults. In Proceedings of the 5th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments, PETRA '12. New York, NY, USA: ACM, 13:1–13:8. ISBN: 978-1-4503-1300-1. DOI: 10.1145/2413097.2413114.
- Pauwels, L., Vancleef, K., Swinnen, S. und Beets, I. (2015). Challenge to Promote Change: Both Young and Older Adults Benefit from Contextual Interference. *Frontiers in Aging Neuroscience* 7. ISSN: 1663-4365. DOI: 10.3389/fnagi.2015.00157.
- Peine, A. und Neven, L. (2018). From Intervention to Co-Constitution: New Directions in Theorizing about Aging and Technology. *The Gerontologist* 59, 15–21. ISSN: 0016-9013. DOI: 10.1093/geront/gny050.
- Peschke, H. (1988). Partizipative Entwicklung und Einführung von Informationssystemen. Einführung in die Software-Ergonomie, (Balzert, H. und Ackermann, D., Hrsg.). De Gruyter, S. 299–322. ISBN: 978-3-11-011939-8. DOI: 10.1515/9783110869071-017.

- Pescosolido, N. und Karavitis, P. (2008). Age-Related Changes and/or Diseases in the Human Retina. *Age-Related Changes of the Human Eye*, (Cavallotti, C.A.P. und Cerulli, L., Hrsg.). Totowa, NJ: Humana Press, S. 193–201. ISBN: 978-1-59745-507-7. DOI: 10.1007/978-1-59745-507-7__9.
- Plude, D.J., Enns, J.T. und Brodeur, D. (1994). The Development of Selective Attention: A Life-Span Overview. *Acta Psychologica* 86, 227–272. ISSN: 0001-6918. DOI: 10.1016/0001-6918(94)90004-3.
- Poderi, G. und Dittrich, Y. (2018). Participatory Design and Sustainability: A Literature Review of PDC Proceedings. In *Proceedings of the 15th Participatory Design Conference: Short Papers, Situated Actions, Workshops and Tutorial - Volume 2, PDC '18*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. ISBN: 978-1-4503-5574-2. DOI: 10.1145/3210604.3210624.
- Poon, L.W. und Walsh-sweeney, L. (1981). Effects of Bizarre and Interacting Imagery on Learning and Retrieval of the Aged. *Experimental Aging Research* 7, 65–70. ISSN: 0361-073X, 1096-4657. DOI: 10.1080/03610738108259786.
- Potthoff, P. und Eller, M. (2000). Survey mit Fragebogen: Vor- und Nachteile verschiedener Erhebungsverfahren. *Zeitschrift für Gesundheitswissenschaften* 8, 100–105. ISSN: 1613-2238. DOI: 10.1007/BF02962632.
- Pretty, J.N. (1995). Participatory Learning for Sustainable Agriculture. *World Development* 23, 1247–1263. ISSN: 0305-750X. DOI: 10.1016/0305-750X(95)00046-F.
- Principi, A., Chiatti, C., Lamura, G. und Frerichs, F. (2012). The Engagement of Older People in Civil Society Organizations. *Educational Gerontology* 38, 83–106. ISSN: 0360-1277. DOI: 10.1080/03601277.2010.515898.
- Proctor, R.W. und Van Zandt, T. (2018). *Human factors in simple and complex systems*. CRC press. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781315156811>.
- Pruchno, R. (2019). Technology and Aging: An Evolving Partnership. *The Gerontologist* 59, 1–5. ISSN: 0016-9013. DOI: 10.1093/geront/gny153.
- Rahman, M.M., Sprigle, S. und Sharit, J. (1998). Guidelines for Force-Travel Combinations of Push Button Switches for Older Populations. *Applied Ergonomics* 29, 93–100. ISSN: 0003-6870. DOI: 10.1016/S0003-6870(97)00037-9.
- Rasmussen, R., Christensen, A.S., Fjeldsted, T. und Hertzum, M. (2011). Selecting Users for Participation in IT Projects: Trading a Representative Sample for Advocates and Champions? *Interacting With Computers* 23, 176–187. ISSN: 0953-5438. DOI: 10.1016/j.intcom.2011.02.006.

- Renaud, K. und Biljon, J. van (2008). Predicting Technology Acceptance and Adoption by the Elderly: A Qualitative Study. In Proceedings of the 2008 Annual Research Conference of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists on IT Research in Developing Countries: Riding the Wave of Technology, SAICSIT '08. Wilderness, South Africa: Association for Computing Machinery, S. 210–219. ISBN: 9781605582863. DOI: 10.1145/1456659.1456684.
- Richards, O.W. (1977). Effects of Luminance and Contrast on Visual Acuity, Ages 16 to 90 Years. *American journal of optometry and physiological optics* 54, 178–184. ISSN: 0093-7002. DOI: 10.1097/00006324-197703000-00010.
- Righi, V., Sayago, S., Rosales, A., Ferreira, S.M. und Blat, J. (2018). Co-Designing with a Community of Older Learners for over 10 Years by Moving User-Driven Participation from the Margin to the Centre. *CoDesign* 14, 32–44. ISSN: 1571-0882, 1745-3755. DOI: 10.1080/15710882.2018.1424206.
- Rocha, E.M. (1997). A Ladder of Empowerment. *Journal of Planning Education and Research* 17, 31–44. DOI: 10.1177/0739456X9701700104.
- Rogers, E.M. (1995). Attributes of Innovations and Their Rate of Adoption. *Diffusion of Innovations*, The Free Press New York, S. 204–251. ISBN: 0-02-92671-8.
- Rosson, M.B. und Carroll, J.M. (2007). Scenario-Based Design. *The Human-Computer Interaction Handbook*, 2. Aufl. CRC Press. ISBN: 978-0-429-16397-5.
- Roth, T.N., Hanebuth, D. und Probst, R. (2011). Prevalence of Age-Related Hearing Loss in Europe: A Review. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology* 268, 1101–1107. ISSN: 1434-4726. DOI: 10.1007/s00405-011-1597-8.
- Rowe, J.W. und Kahn, R.L. (1987). Human Aging: Usual and Successful. *Science* (New York, N.Y.) 237, 143–149. ISSN: 0036-8075. DOI: 10.1126/science.3299702.
- Rowe, J.W. (2015). Successful Aging of Societies. *Daedalus* 144, 5–12. ISSN: 0011-5266. DOI: 10.1162/DAED_a__00325.
- Salovaara, A. und Tamminen, S. (2009). Acceptance or Appropriation? A Design-Oriented Critique of Technology Acceptance Models. *Future Interaction Design II*, (Isomäki, H. und Saariluoma, P., Hrsg.). London: Springer, S. 157–173. ISBN: 978-1-84800-385-9. DOI: 10.1007/978-1-84800-385-9_8.
- Sanders, E.B.-N., Brandt, E. und Binder, T. (2010). A Framework for Organizing the Tools and Techniques of Participatory Design. In. *ACM Press*, S. 195. ISBN: 978-1-4503-0131-2. DOI: 10.1145/1900441.1900476.
- Sanders, E.B.-N. und Stappers, P.J. (2008). Co-Creation and the New Landscapes of Design. *CoDesign* 4, 5–18. ISSN: 1571-0882, 1745-3755. DOI: 10.1080/15710880701875068.

- Sanders, E.B.-N. und Stappers, P.J. (2014). Probes, Toolkits and Prototypes: Three Approaches to Making in Codesigning. *CoDesign 10*, 5–14. DOI: 10.1080/15710882.2014.888183.
- Sarmiento, J.P. und Wise, A.F. (2022). Participatory and Co-Design of Learning Analytics: An Initial Review of the Literature. In LAK22: 12th International Learning Analytics and Knowledge Conference, LAK22. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 535–541. ISBN: 978-1-4503-9573-1. DOI: 10.1145/3506860.3506910.
- Scariot, C.A., Heemann, A. und Padovani, S. (2012). Understanding the Collaborative-Participatory Design. *Work 41*, 2701–2705. ISSN: 1051-9815. DOI: 10.3233/WOR-2012-0656-2701.
- Schaie, K.W. (2008). A lifespan developmental perspective of psychological aging. *Handbook of Emotional Disorders in Later Life: Assessment and Treatment*, Oxford University Press, S. 3–32. ISBN: 9780198569459. DOI: 10.1093/med:psych/9780198569459.003.0001.
- Schaie, K.W. (2016). Theoretical Perspectives for the Psychology of Aging in a Lifespan Context. *Handbook of the Psychology of Aging (Eighth Edition)*, (Schaie, K.W. und Willis, S.L., Hrsg.). Eighth Edition. San Diego: Academic Press, S. 3–13. ISBN: 978-0-12-411469-2. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-411469-2.00001-7>.
- Schaie, K.W., Willis, S.L. und Grace I.L. Caskie (2004). The Seattle Longitudinal Study: Relationship between Personality and Cognition. *Aging, Neuropsychology, and Cognition 11*, 304–324. DOI: 10.1080/13825580490511134.
- Schepers, J. und Wetzels, M. (2007). A Meta-Analysis of the Technology Acceptance Model: Investigating Subjective Norm and Moderation Effects. *Information & Management 44*, 90–103. ISSN: 0378-7206. DOI: 10.1016/j.im.2006.10.007.
- Schieber, F. (2006). Vision and Aging. *Handbook of the Psychology of Aging (Sixth Edition)*, (Birren, J.E., Schaie, K.W., Abeles, R.P., Gatz, M. und Salthouse, T.A., Hrsg.). Sixth Edition. Burlington: Academic Press, S. 129–161. ISBN: 978-0-12-101264-9. DOI: 10.1016/B978-012101264-9/50010-0.
- Schieber, F. und Kline, D.W. (1982). Age and the Discrimination of Visual Successiveness. *Experimental Aging Research 8*, 159–161. ISSN: 0361-073X, 1096-4657. DOI: 10.1080/03610738208260274.
- Scholtz, B.M., Mahmud, I. und Ramayah, T. (2016). Does Usability Matter? An Analysis of the Impact of Usability on Technology Acceptance in ERP Settings. *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management 11*, 309–330. DOI: 10.28945/3591.
- Schweikardt, E. (2009). User Centered is Off Center. *Interactions 16*, 12–15. ISSN: 1072-5520. DOI: 10.1145/1516016.1516019.

Scialfa, C.T., Garvey, P.M., Tyrrell, R.A. und Leibowitz, H.W. (1992). Age Differences in Dynamic Contrast Thresholds. *Journal of Gerontology* 47, P172–P175. ISSN: 0022-1422. DOI: 10.1093/geronj/47.3.P172.

Sears, A. und Jacko, J.A. (2007). *The human-computer interaction handbook: fundamentals, evolving technologies and emerging applications*. CRC press. ISBN: 9781410615862.

Seichepine, D.R., Neargarder, S., McCallum, M.E., Tabor, K., Riedel, T.M., Gilmore, G.C. und Cronin-Golomb, A. (2012). Luminance Affects Age-Related Deficits in Object Detection: Implications for Computerized Psychological Assessments. *Psychology and aging* 27, 522–528. ISSN: 1939-1498 0882-7974. DOI: 10.1037/a0025576.

Senbekov, M., Saliev, T., Bukeyeva, Z., Almabayeva, A., Zhanaliyeva, M., Aitenova, N., Toishibekov, Y. und Fakhradiyev, I. (2020). The Recent Progress and Applications of Digital Technologies in Healthcare: A Review. *International Journal of Telemedicine and Applications* 2020, 8830200. ISSN: 1687-6423. DOI: 10.1155/2020/8830200.

Sengpiel, M., Volkmann, T. und Jochems, N. (2019). Considering Older Adults throughout the Development Process – The HCD+ Approach. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Europe Chapter 2018 Annual Conference, 2019*. Berlin, S. 5–15. ISBN: 2333-4959.

Sharit, J., Hernandez, M.A., Nair, S.N., Kuhn, T. und Czaja, S.J. (2011). Health Problem Solving by Older Persons Using a Complex Government Web Site: Analysis and Implications for Web Design. *ACM Trans. Access. Comput.* 3. ISSN: 1936-7228. DOI: 10.1145/1952383.1952386.

Sherman, B.W., Stiehl, E., Gupta, R. und Pratap, P.L. (2024). The Importance of Human-centered Design in Equitable Health Promotion Initiatives. *American Journal of Health Promotion* 38. PMID: 38418437, 443–447. DOI: 10.1177/08901171241232057f.

Shneiderman, B., Plaisant, C., Cohen, M., Jacobs, S., Elmqvist, N. und Diakopoulos, N. (2016). Grand Challenges for HCI Researchers. *Interactions* 23, 24–25. ISSN: 1072-5520. DOI: 10.1145/2977645.

Sibagariang, S.A., Pohan, F., Lubis, M.J. und Zainuddin, Z. (2023). Information and Communication Technology in the World of Education: A Theoretical and Empirical Overview – A Literature Review. *Education and Human Development Journal* 8, 12–24. ISSN: 2599-0292, 2541-0156. DOI: 10.33086/ehdj.v8i3.5384.

Simonsen, J. und Robertson, T., Hrsg. (2012). *Routledge International Handbook of Participatory Design*. Zeroth. Routledge. ISBN: 978-0-203-10854-3. DOI: 10.4324/9780203108543.

Sit, R.A. und Fisk, A.D. (1999). Age-Related Performance in a Multiple-Task Environment. *Human Factors* 41, 26–34. ISSN: 0018-7208. DOI: 10.1518/001872099779577345.

Sorgalla, J., Schabsky, P., Sachweh, S., Grates, M. und Heite, E. (2017). Improving Representativeness in Participatory Design Processes with Elderly. In Proceedings of the 2017 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, CHI EA '17. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 2107–2114. ISBN: 978-1-4503-4656-6. DOI: 10.1145/3027063.3053076.

Spear, P.D. (1993). Neural Bases of Visual Deficits during Aging. *Vision Research* 33, 2589–2609. ISSN: 0042-6989. DOI: 10.1016/0042-6989(93)90218-L.

Spiteri, M. und Chang Rundgren, S.-N. (2020). Literature Review on the Factors Affecting Primary Teachers' Use of Digital Technology. *Technology, Knowledge and Learning* 25, 115–128. ISSN: 2211-1670. DOI: 10.1007/s10758-018-9376-x.

Squire, L.R. (1992). Declarative and Nondeclarative Memory: Multiple Brain Systems Supporting Learning and Memory. *Journal of Cognitive Neuroscience* 4, 232–243. ISSN: 0898-929X. DOI: 10.1162/jocn.1992.4.3.232.

Stein, M.K. und Smith, M.S. (1998). Mathematical Tasks as a Framework for Reflection: From Research to Practice. *Mathematics teaching in the middle school* 3, 268–275. DOI: 10.5951/MTMS.3.4.0268.

Stephanidis, C., Salvendy, G., Antona, M., Chen, J.Y.C., Dong, J., Duffy, V.G., Fang, X., Fidopiastis, C., Fragomeni, G., Fu, L.P. u. a. (2019). Seven HCI Grand Challenges. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 1–41. ISSN: 1044-7318, 1532-7590. DOI: 10.1080/10447318.2019.1619259.

Strauss, A. und Corbin, J.M. (1990). *Basics of Qualitative Research: Grounded Theory Procedures and Techniques*. Thousand Oaks, CA, US: Sage Publications, Inc, S. 270. ISBN: 978-0-8039-3250-0 978-0-8039-3251-7.

Szabo, A., Allen, J., Stephens, C. und Alpass, F. (2018). Longitudinal Analysis of the Relationship between Purposes of Internet Use and Well-Being among Older Adults. *The Gerontologist* 59, 58–68. ISSN: 0016-9013. DOI: 10.1093/geront/gny036.

Thomas, V., Remy, C. und Bates, O. (2017). The Limits of HCD: Reimagining the Anthropocentricity of ISO 9241-210. In Proceedings of the 2017 Workshop on Computing Within Limits, LIMITS '17. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 85–92. DOI: 10.1145/3080556.3080561.

Torres, R.J. (2001). A User Centered Design Based Approach to Style Guides. In *Tools for Working with Guidelines*, (Vanderdonckt, J. und Farenc, C., Hrsg.). London: Springer London, S. 15–33. ISBN: 978-1-4471-0279-3.

- Tudor, L.G., Muller, M.J., Dayton, T. und Root, R.W. (1993). A Participatory Design Technique for High-Level Task Analysis, Critique, and Redesign: The CARD Method. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* 37, 295–299. ISSN: 1541-9312. DOI: 10.1177/154193129303700409.
- Tulving, E. (1972). 12. Episodic and Semantic Memory. *Organization of memory*/Eds E. Tulving, W. Donaldson, NY: Academic Press, 381–403.
- Tulving, E. und Thomson, D.M. (1973). Encoding Specificity and Retrieval Processes in Episodic Memory. *Psychological Review* 80, 352–373. ISSN: 1939-1471(Electronic),0033-295X(Print). DOI: 10.1037/h0020071.
- Tunney, N., Taylor, L.F., Higbie, E.J. und Haist, F. (2002). Declarative Memory and Motor Learning in the Older Adult. *Physical & Occupational Therapy In Geriatrics* 20, 21–42. ISSN: 0270-3181. DOI: 10.1080/J148v20n02_02.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs (2020). *World Population Ageing 2019*. UN. ISBN: 978-92-1-004554-4. DOI: 10.18356/6a8968ef-en.
- Vale, T., Crnkovic, I., de Almeida, E.S., Silveira Neto, P.A.d.M., Cavalcanti, Y.C. und Meira, S.R.d.L. (2016). Twenty-Eight Years of Component-Based Software Engineering. *Journal of Systems and Software III*, 128–148. ISSN: 01641212. DOI: 10.1016/j.jss.2015.09.019.
- van Deursen, A.J., van Dijk, J.A. und Peters, O. (2011). Rethinking Internet Skills: The Contribution of Gender, Age, Education, Internet Experience, and Hours Online to Medium- and Content-Related Internet Skills. *Poetics* 39, 125–144. ISSN: 0304-422X. DOI: 10.1016/j.poetic.2011.02.001.
- Venkatesh, V. (2000). Determinants of Perceived Ease of Use: Integrating Control, Intrinsic Motivation, and Emotion into the Technology Acceptance Model. *Information systems research II*, 342–365. DOI: 10.1287/isre.11.4.342.11872.
- Venkatesh, V. und Bala, H. (2008). Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. *Decision sciences* 39, 273–315. DOI: 10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x.
- Venkatesh, V. und Davis, F.D. (2000). A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management science* 46, 186–204. DOI: 10.1287/mnsc.46.2.186.11926.
- Venkatesh, V., Morris, M.G., Davis, G.B. und Davis, F.D. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS quarterly* 27, 425–478. ISSN: 02767783. DOI: 10.2307/30036540.
- Venkatesh, V., Thong, J.Y.L. und Xu, X. (2012). Consumer Acceptance and Use of Information Technology: Extending the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. *MIS Quarterly* 36, 157–178. ISSN: 02767783. DOI: 10.2307/41410412.

- Verhaeghen, P., Steitz, D.W., Sliwinski, M.J. und Cerella, J. (2003). Aging and Dual-Task Performance: A Meta-Analysis. *Psychology and Aging* 18, 443–460. ISSN: 1939-1498, 0882-7974. DOI: 10.1037/0882-7974.18.3.443.
- Victor Kaptelinin, Bonnie A. Nardi und Catriona Macaulay (1999). *Methods & Tools: The Activity Checklist: A Tool for Representing the “Space” of Context*. Interactions. DOI: 10.1145/306412.306431.
- Vines, J., Blythe, M., Lindsay, S., Dunphy, P., Monk, A. und Olivier, P. (2012). Questionable Concepts: Critique As Resource for Designing with Eighty Somethings. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '12*. New York, NY, USA: ACM, S. 1169–1178. ISBN: 978-1-4503-1015-4. DOI: 10.1145/2207676.2208567.
- Volkman, T., Akyildiz, D., Knickrehm, N., Vorholt, F. und Jochems, N. (2020a). Active Participation of Older Adults in the Development of Stimulus Material in an Storytelling Context. *Human Aspects of IT for the Aged Population. Technologies, Design and User Experience*, (Gao, Q. und Zhou, J., Hrsg.). Bd. 12207. Cham: Springer International Publishing, S. 84–95. ISBN: 978-3-030-50251-5 978-3-030-50252-2. DOI: 10.1007/978-3-030-50252-2_7.
- Volkman, T., Dohse, F., Sengpiel, M. und Jochems, N. (2018a). Age-Appropriate Design of an Input Component for the Historytelling Project. In *Congress of the International Ergonomics Association*, Springer, S. 672–680.
- Volkman, T., Dresel, M. und Jochems, N. (2023). Balancing Power Relations in Participatory Design: The Importance of Initiative and External Factors. In *Extended Abstracts of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '23: CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. Hamburg Germany: ACM, S. 1–6. ISBN: 978-1-4503-9422-2. DOI: 10.1145/3544549.3585864.
- Volkman, T., Grosche, D., Sengpiel, M. und Jochems, N. (2018b). What Can I Say?: Presenting Stimulus Material to Support Storytelling for Older Adults. In *Proceedings of the 10th Nordic Conference on Human-Computer Interaction, (Oslo, Norway)*. NordiCHI '18. New York, NY, USA: ACM, S. 696–700. ISBN: 978-1-4503-6437-9. DOI: 10.1145/3240167.3240256.
- Volkman, T., Miller, I. und Jochems, N. (2020). Addressing Fear and Lack of Knowledge of Older Adults Regarding Social Network Sites. *Human Aspects of IT for the Aged Population. Technology and Society*, (Gao, Q. und Zhou, J., Hrsg.). Bd. 12209. Cham: Springer International Publishing, S. 114–130. ISBN: 978-3-030-50231-7 978-3-030-50232-4. DOI: 10.1007/978-3-030-50232-4_9.
- Volkman, T., Sengpiel, M. und Jochems, N. (2016). Historytelling: A Website for the Elderly A Human-Centered Design Approach. In *Proceedings of the 9th Nordic Conference on Human-Computer Interaction, NordiCHI '16*. New York, NY, USA: ACM, 100:1–100:6. ISBN: 978-1-4503-4763-1. DOI: 10.1145/2971485.2996735.

- Volkman, T., Sengpiel, M. und Jochems, N. (2017). Participatory Human-Centered Design of a Feedback Mechanism within the Historytelling System. In *Human Aspects of IT for the Aged Population. Applications, Services and Contexts*, (Zhou, J. und Salvendy, G., Hrsg.). Cham: Springer International Publishing, S. 159–169. ISBN: 978-3-319-58536-9.
- Volkman, T., Sengpiel, M. und Jochems, N. (2018). Altersgerechte Gestaltung eines Registrierungsprozesses für das Historytelling-Projekt. In *Mensch Und Computer 2018 - Tagungsband*, (Dachselt, R. und Weber, G., Hrsg.). Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V.
- Volkman, T., Sengpiel, M. und Jochems, N. (2022). Collaborating with Communities in Participatory System Development. *Proceedings of the 21st Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2021)*, (Black, N.L., Neumann, W.P. und Noy, I., Hrsg.). Bd. 223. Cham: Springer International Publishing, S. 725–734. ISBN: 978-3-030-74613-1 978-3-030-74614-8. DOI: 10.1007/978-3-030-74614-8_90.
- Volkman, T., Sengpiel, M., Karam, R. und Jochems, N. (2019a). Age-Appropriate Participatory Design of a Storytelling Voice Input in the Context of Historytelling: In *Proceedings of the 5th International Conference on Information and Communication Technologies for Ageing Well and E-Health, 5th International Conference on Information and Communication Technologies for Ageing Well and E-Health*. Heraklion, Crete, Greece: SCITEPRESS - Science and Technology Publications, S. 104–112. ISBN: 978-989-758-368-1. DOI: 10.5220/0007729801040112.
- Volkman, T., Sengpiel, M., Karam, R. und Jochems, N. (2020b). Participatory Design of Historytelling Voice Assistance with Older Adults. *Information and Communication Technologies for Ageing Well and E-Health*, (Ziefle, M. und Maciaszek, L.A., Hrsg.). Bd. 1219. Cham: Springer International Publishing, S. 101–118. ISBN: 978-3-030-52676-4 978-3-030-52677-1. DOI: 10.1007/978-3-030-52677-1_6.
- Volkman, T., Unger, A., Sengpiel, M. und Jochems, N. (2019b). Development of an Age-Appropriate Style Guide within the Historytelling Project. In *Human Aspects of IT for the Aged Population. Design for the Elderly and Technology Acceptance*, (Zhou, J. und Salvendy, G., Hrsg.). Cham: Springer International Publishing, S. 84–97. ISBN: 978-3-030-22012-9.
- Vollenwyder, B., Petralito, S., Iten, G.H., Brühlmann, F., Opwis, K. und Mekler, E.D. (2023). How Compliance with Web Accessibility Standards Shapes the Experiences of Users with and without Disabilities. *International Journal of Human-Computer Studies* 170, 102956. ISSN: 10715819. DOI: 10.1016/j.ijhcs.2022.102956.
- von Hippel, E. (1986). Lead Users: A Source of Novel Product Concepts. *Management Science* 32, 791–805. ISSN: 0025-1909. DOI: 10.1287/mnsc.32.7.791.
- Voorberg, W.H., Bekkers, V.J.J.M. und Tummers, L.G. (2015). A Systematic Review of Co-Creation and Co-Production: Embarking on the Social Innovation Journey. *Public Management Review* 17, 1333–1357. ISSN: 1471-9037, 1471-9045. DOI: 10.1080/14719037.2014.930505.

- Vyas, R. (2022). Comparative Analysis on Front-End Frameworks for Web Applications. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology* 10, 298–307. DOI: 10.22214/ijraset.2022.45260.
- Vygotsky, L. (1962). *Thought and Language*. (Hanfmann, E und Vakar, G, Hrsg.). MIT-Press. DOI: 10.1037/11193-000.
- Walling, A.D. und Dickson, G.M. (2012). Hearing Loss in Older Adults. *American family physician* 85, 1150–1156. ISSN: 1532-0650.
- Walsh, G., Foss, E., Yip, J. und Druin, A. (2013). FACIT PD: A Framework for Analysis and Creation of Intergenerational Techniques for Participatory Design. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '13*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 2893–2902. ISBN: 978-1-4503-1899-0. DOI: 10.1145/2470654.2481400.
- Wang, W., Wang, H., Dai, G. und Wang, H. (2006). Visualization of Large Hierarchical Data by Circle Packing. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '06*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 517–520. ISBN: 978-1-59593-372-0. DOI: 10.1145/1124772.1124851.
- Weale, R.A. (1973). The Ageing Eye. *Proceedings of the Royal Society of Medicine* 66, 160–161. ISSN: 0035-9157. DOI: 10.1177/003591577306600218.
- Webster, J. und Martocchio, J.J. (1992). Microcomputer Playfulness: Development of a Measure with Workplace Implications. *MIS Quarterly* 16, 201–226. ISSN: 0276-7783. DOI: 10.2307/249576. JSTOR: 249576.
- White, S.C. (1996). Depoliticising Development: The Uses and Abuses of Participation. *Development in practice* 6, 6–15. DOI: 10.1080/0961452961000157564.
- Whittle, J. (2014). How Much Participation Is Enough?: A Comparison of Six Participatory Design Projects in Terms of Outcomes. In *Proceedings of the 13th Participatory Design Conference on Research Papers - PDC '14, The 13th Participatory Design Conference*. Windhoek, Namibia: ACM Press, S. 121–130. ISBN: 978-1-4503-2256-0. DOI: 10.1145/2661435.2661445.
- Wickens, C.D., Hollands, J.G., Banbury, S. und Parasuraman, R. (2013). *Engineering Psychology and Human Performance*. Psychology Press. DOI: 10.4324/9781315665177.
- Wilkowska, W., Brauner, P. und Ziefle, M. (2018). Rethinking Technology Development for Older Adults: A Responsible Research and Innovation Duty. *Ageing, Technology and Health*, (Pak, R. und McLaughlin, A.C., Hrsg.). San Diego: Academic Press, S. 1–30. ISBN: 978-0-12-811272-4. DOI: 10.1016/B978-0-12-811272-4.00001-4.

Williams, A. (2009). User-Centered Design, Activity-Centered Design, and Goal-Directed Design: A Review of Three Methods for Designing Web Applications. In Proceedings of the 27th ACM International Conference on Design of Communication, SIGDOC '09. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 1–8. ISBN: 978-1-60558-559-8. DOI: 10.1145/1621995.1621997.

Wingfield, A. und Lash, A. (2016). Audition and Language Comprehension in Adult Aging: Stability in the Face of Change. Handbook of the Psychology of Aging (Eighth Edition), (Schaie, K.W. und Willis, S.L., Hrsg.). Eighth Edition. San Diego: Academic Press, S. 165–185. ISBN: 978-0-12-411469-2. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-411469-2.00009-1>.

Wingfield, A., Tun, P.A. und McCoy, S.L. (2005). Hearing Loss in Older Adulthood: What It Is and How It Interacts with Cognitive Performance. *Current Directions in Psychological Science* 14, 144–148. ISSN: 0963-7214. JSTOR: 20183009.

Winn, B, Whitaker, D, Elliott, D.B. und Phillips, N.J. (1994). Factors Affecting Light-Adapted Pupil Size in Normal Human Subjects. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 35, 1132–1137. ISSN: 1552-5783.

Winschiers-Theophilus, H., Chivuno-Kuria, S., Kapuire, G.K., Bidwell, N.J. und Blake, E. (2010). Being Participated: A Community Approach. In Proceedings of the 11th Biennial Participatory Design Conference, PDC '10. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 1–10. ISBN: 978-1-4503-0131-2. DOI: 10.1145/1900441.1900443.

Wobbrock, J.O. und Kientz, J.A. (2016). Research Contributions in Human-Computer Interaction. *Interactions* 23, 38–44. ISSN: 1072-5520. DOI: 10.1145/2907069.

Wohlin, C. (2014). Guidelines for Snowballing in Systematic Literature Studies and a Replication in Software Engineering. In Proceedings of the 18th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering, EASE '14: 18th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering. London England United Kingdom: ACM, S. 1–10. ISBN: 978-1-4503-2476-2. DOI: 10.1145/2601248.2601268.

Wood, L.E., Hrsg. (1998). User Interface Design: Bridging the Gap from User Requirements to Design. Boca Raton: CRC Press. 312 S. ISBN: 978-0-8493-3125-1.

Woodruff-Pak, D.S. und Finkbiner, R.G. (1995). Larger Nondeclarative than Declarative Deficits in Learning and Memory in Human Aging. *Psychology and Aging* 10, 416–426. ISSN: 1939-1498. DOI: 10.1037/0882-7974.10.3.416.

Wright, P. und McCarthy, J. (2008). Empathy and Experience in HCI. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '08. New York, NY, USA: ACM, S. 637–646. ISBN: 978-1-60558-011-1. DOI: 10.1145/1357054.1357156.

- Wu, I.Y., Yu, Y., Cheng, S.-J., Tu, W.-J. und Sung, T.-J. (2019). Acceptance and Sustainability of Health Promotion Solutions for the Elderly in Taiwan: Evidence from SHI-LIN Elderly University in Taipei. In Proceedings of the 12th ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments, PETRA '19: The 12th Pervasive Technologies Related to Assistive Environments Conference. Rhodes Greece: ACM, S. 21–27. ISBN: 978-1-4503-6232-0. DOI: 10.1145/3316782.3321529.
- Yu, L. (2011). The Divided Views of the Information and Digital Divides: A Call for Integrative Theories of Information Inequality. *Journal of Information Science* 37, 660–679. DOI: 10.1177/0165551511426246.
- Yueh, B., Shapiro, N., MacLean, C.H. und Shekelle, P.G. (2003). Screening and Management of Adult Hearing Loss in Primary Care. *Scientific Review. JAMA* 289, 1976–1985. ISSN: 0098-7484. DOI: 10.1001/jama.289.15.1976.
- Zahlsen, Ø.K., Parmiggiani, E. und Dahl, Y. (2023). Challenges of Scaling Participatory Design: A Systematic Literature Review. In Proceedings of the 34th Australian Conference on Human-Computer Interaction, OzCHI '22. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 143–159. ISBN: 9798400700248. DOI: 10.1145/3572921.3572924.
- Zhang, C. und Shahriar, H. (2020). The Adoption, Issues, and Challenges of Wearable Healthcare Technology for the Elderly. In Proceedings of the 21st Annual Conference on Information Technology Education, SIGITE '20. Virtual Event, USA: Association for Computing Machinery, S. 50–53. ISBN: 9781450370455. DOI: 10.1145/3368308.3415454.
- Zhang, D. und Adipat, B. (2005). Challenges, Methodologies, and Issues in the Usability Testing of Mobile Applications. *International Journal of Human-Computer Interaction* 18, 293–308. ISSN: 1044-7318. DOI: 10.1207/s15327590ijhc1803_3.
- Zhang, H., Wu, Q., Miao, C., Shen, Z. und Leung, C. (2019). Towards Age-Friendly Exergame Design: The Role of Familiarity. In Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play, CHI PLAY '19. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, S. 45–57. ISBN: 978-1-4503-6688-5. DOI: 10.1145/3311350.3347191.

Anhang

Auf den folgenden Seiten werden die Anhänge zu den Ergebnissen der altersdifferenzierten Gestaltungsrichtlinien (Anhang A sowie Anhang B), der Fragebogen für das W3-Framework (Anhang C), die Methodendurchführungen zur Entwicklung des Historytelling-Systems (Anhang D) und die eigenen Beiträge bereits veröffentlichter Arbeiten (Anhang D) dargestellt.

A Altersdifferenzierte Gestaltungsrichtlinien

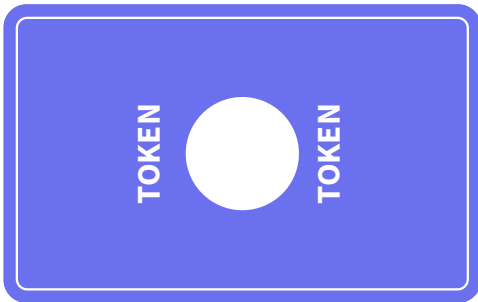
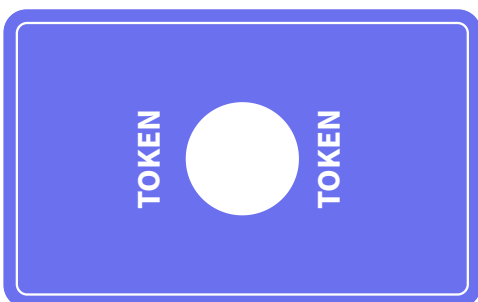
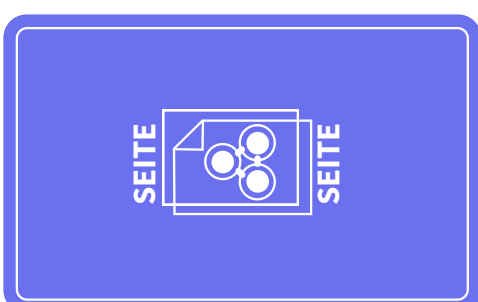
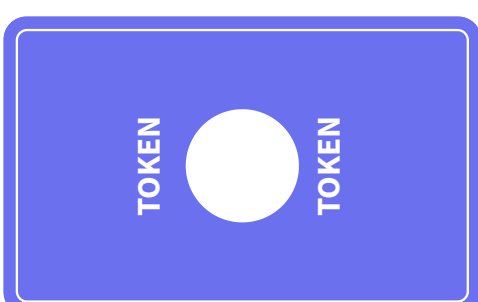
Altersbedingte Charakteristika	Gestaltungsempfehlungen
VISUELLES SYSTEM	
<i>Spektrale Auflösung</i>	
Mit dem Alter sinkt die Farbunterscheidung und das Sehen im blauen Spektrum sowie bei schwachem Licht, besonders in Dämmerung und Nacht.	<p>WVS-1: Farben und Texturen kombinieren, blau-grün-Kombinationen vermeiden.</p> <p>WVS-2: Relevante und verständliche Icons nutzen.</p> <p>WVS-3: Konsistente Designsprache nutzen.</p> <p>WVS-4: Kontrast von mindestens 5:1 nutzen.</p>
<i>Lokale Auflösung</i>	
Mit dem Alter nimmt die Leistung der Makula ab, Linsentrübung und Lichtstreuung steigen und das Risiko für Augenerkrankungen wie Grünen Star wächst.	<p>WVL-4: Sans-serif-Schriftarten bei Fließtexten nutzen. Text linksbündig ausrichten.</p> <p>WVL-5: Schriftgröße von mind. 12 Punkt nutzen.</p> <p>WVL-7: Angeklickte Flächen sollten Feedback geben.</p>
Mit dem Alter sinkt die Kontrastsensitivität, da kleinere Pupillen und dichtere Linsen die Retina weniger beleuchten, besonders bei schwachem Licht.	<p>WVL-1: Angemessene, individualisierbare Elementgrößen einsetzen.</p> <p>WVL-2: Zusammengehörende Elemente gruppieren.</p> <p>WVL-3: Wichtige Informationen hervorheben.</p> <p>WVL-6: Weißraum großzügig nutzen.</p>
<i>Temporale Auflösung</i>	
Mit dem Alter steigt die Wahrnehmungsschwelle für Veränderungen, was das Erkennen schneller Bewegungen und Flackern erschwert.	<p>WVT-1: Sich bewegende Elemente auf ein Minimum beschränken.</p> <p>WVT-2: Alternativen in Textform anbieten.</p>
AUDITIVES SYSTEM	
<i>Spektrale Auflösung</i>	
Sprache wird schwerer von Geräuschen unterschieden.	WAS-1: Regelungsmöglichkeiten für Lautstärke bereitstellen.

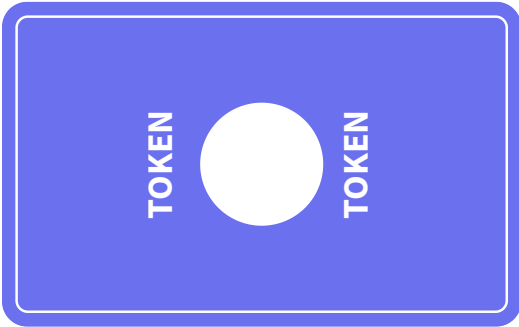

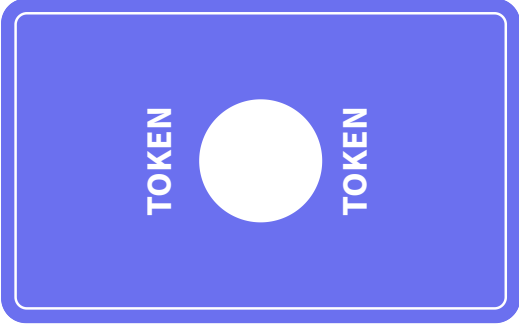

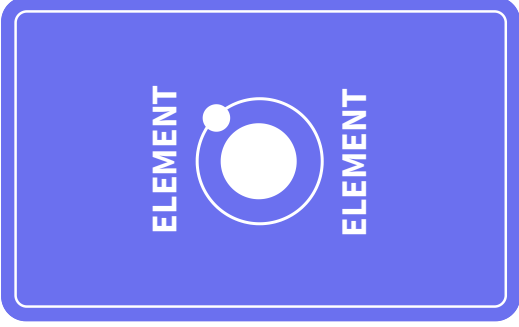

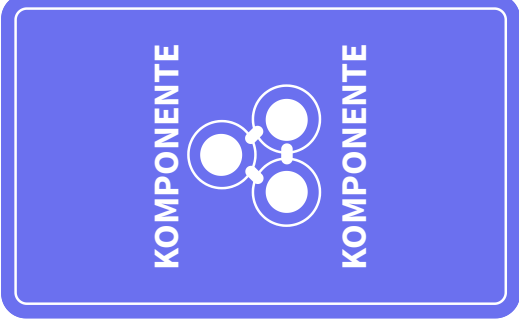

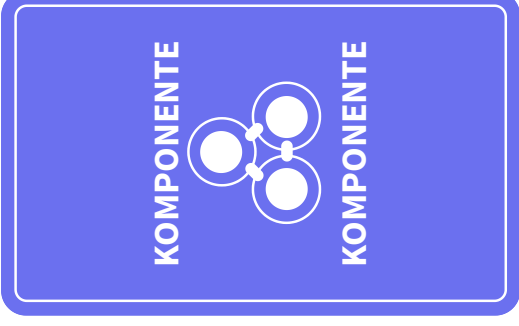

Altersbedingtes Charakteristika	Gestaltungsempfehlungen
Mit zunehmendem Alter verschlechtert sich die Wahrnehmung hoher Frequenzen, stimmloser Konsonanten und Warnsignale; Sprache wird schwerer von Geräuschen unterschieden.	<p>WAS-2: Mehrere Ausgabestimmen bereitstellen.</p> <p>WAS-3: Hohe tonale Frequenzen vermeiden.</p> <p>WAS-4: Auditive Signale redundant einsetzen.</p>
<i>Lokale Auflösung</i>	
Die Fähigkeit, Geräusche zu identifizieren und zu lokalisieren, verschlechtert sich mit zunehmendem Alter.	WAL-1: Töne lang genug abspielen, um die Quelle lokalisieren zu können.
<i>Temporale Auflösung</i>	
Die Effizienz bei der Verarbeitung schnell aufeinanderfolgender Töne nimmt mit dem Alter ab.	WAT-1: Anpassbarkeit der Geschwindigkeit auditiver Stimuli sicherstellen.
AUFMERKSAMKEIT	
<i>Ablenkung</i>	
Mit dem Alter nimmt die Fähigkeit zur Aufmerksamkeitsallokierung ab, bedingt durch geringere Aufmerksamkeitsressourcen und reduzierte Filterflexibilität.	<p>KAA-1: Anzahl der Stimuli auf niedrigem Niveau halten.</p> <p>KAA-2: Zu jeder Zeit möglichst genau eine durchzuführende Aktion klar hervorheben.</p>
<i>Multitasking</i>	
Mit zunehmendem Alter wird die Filterung irrelevanter Informationen ineffizienter, was zu Ablenkbarkeit und geringerer Leistung bei geteilten und komplexen Aufgaben führt.	KAM-1: Gleichzeitige Präsentation von Informationen und Splitscreen vermeiden. Aufgabenabschluss kenntlich machen.
Mit zunehmendem Alter sinkt die Leistung bei Multitasking-Aufgaben und komplexen Aufgaben, da begrenzte kognitive Ressourcen weniger effizient verteilt werden können.	KAM-2: Abgeschlossene Aufgaben klar darstellen.
ARBEITSGEDÄCHTNIS	
<i>Speicherung und Abruf von Informationen</i>	
Mit zunehmendem Alter sinkt die Effizienz des Arbeitsgedächtnisses, was das Verstehen von Sprache erschwert, besonders bei komplexen Texten und hohen.	<p>KAS-1: Komplexe Vorgänge einfach darstellen.</p> <p>KAS-2: Navigationshierarchien flach und breit halten.</p>











Altersbedingtes Charakteristika	Gestaltungsempfehlungen
	KAS-3: Navigationspfade linear gestalten.
	KAS-4: Informationen gruppieren und kategorisieren.
	KAS-5: Konsistenz bei der Navigation und Aufgabenbearbeitung sicherstellen.
	KAS-6: Elemente benötigen verständliche Beschriftungen.
	KAS-7: Den aktuellen Systemstatus klar darlegen.
	KAS-8: Technische Begriffe vermeiden.
	KAS-9: Einfache, vertraute Sprache nutzen.
<i>Verarbeitung von Informationen</i>	
Mit zunehmendem Alter verringert sich die Verarbeitungsgeschwindigkeit, was längere Ausführungszeiten bei kognitiven Aufgaben zur Folge hat.	KAV-1: Ausreichend Zeit zur Informationsaufnahme und -verarbeitung einplanen. KAV-9: Sich bewegende Elemente nicht peripher anordnen.
Mit zunehmendem Alter nimmt die Fähigkeit ab, Informationen aus der Umgebung effizient zu verarbeiten und mehrere Informationen gleichzeitig zu verarbeiten.	KAV-2: Aufgaben logisch aufeinanderfolgen lassen. KAV-3: Aufgabenfeedback anbieten. KAV-4: Fehlbedienungen abfangen, bevor sie gemacht werden. Korrekturmöglichkeiten anbieten. KAV-5: Rückkehr zum Ursprungszustand jederzeit ermöglichen. KAV-6: Die Benutzungsschnittstelle präsentiert übersichtlich wesentliche Informationen. KAV-7: Redundanz beim Finden wichtiger Informationen. KAV-8: Primäre Aktion vorauswählen.
LANGZEITGEDÄCHTNIS	
<i>Speicherung von Informationen</i>	
Ältere Erwachsene benötigen mehr Zeit zum Erlernen von Prozessen und speichern Informationen langsamer.	KLS-1: Trainingsmöglichkeiten bereitstellen.
<i>Abruf von Informationen</i>	













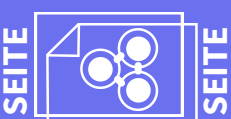


Altersbedingtes Charakteristika	Gestaltungsempfehlungen
Ältere Erwachsene erleben häufiger das Tip-of-the-Tongue-Phänomen, bei dem sie das richtige Wort kennen, aber nicht abrufen können, was auf ein Defizit bei phonologischen Codes hinweist.	KLA-1: Metaphern in Kombination mit Textinformationen einsetzen.
<i>Verarbeitung von Informationen</i>	
Ältere Erwachsene lernen langsamer, behalten aber zuvor erlernte Fähigkeiten. Erfahrungen gleichen altersbedingte Defizite häufig aus.	KLV-1: Unnötige Komplexität vermeiden.
	KLV-2: Personalisierungsmöglichkeiten mit Bedacht einsetzen.
	KLV-3: System bei Updates nur graduell anpassen.
	KLV-4: Individualisierung nach Präferenzen, Erwartungen, Erfahrungen und Fähigkeiten anbieten.
	KLV-5: Inhalte konsistent darstellen.
MOTORIK	
<i>Stärke</i>	
Ältere Erwachsene haben oft geringere physische Stärke und eine höhere Wahrscheinlichkeit für Einschränkungen wie Arthritis oder Hand-Tremor.	MS-1: Gewicht und altersbedingte Einschränkungen kontextabhängig berücksichtigen.
	MS-2: Altersbedingte Einschränkungen beim Heben des Arms kontextabhängig berücksichtigen.
<i>Geschicklichkeit</i>	
Mit dem Alter nimmt die Geschicklichkeit ab, einschließlich der Fähigkeit zu feinen Fingerbewegungen, Objekte zu greifen, zu heben und zu tragen.	MG-1: Scrollbars nach Möglichkeit vermeiden.
	MG-2: Bei Zielobjekten kontextabhängig angemessene Größe nutzen.
	MG-3: Bei der Nutzung von Gesten, Trainingsmöglichkeiten anbieten.
	MG-4: Nutzer:innen viel Zeit geben, Timeouts vermeiden.
	MG-5: Unterschiedliche Eingabemodalitäten anbieten.











B Gestaltungskarten

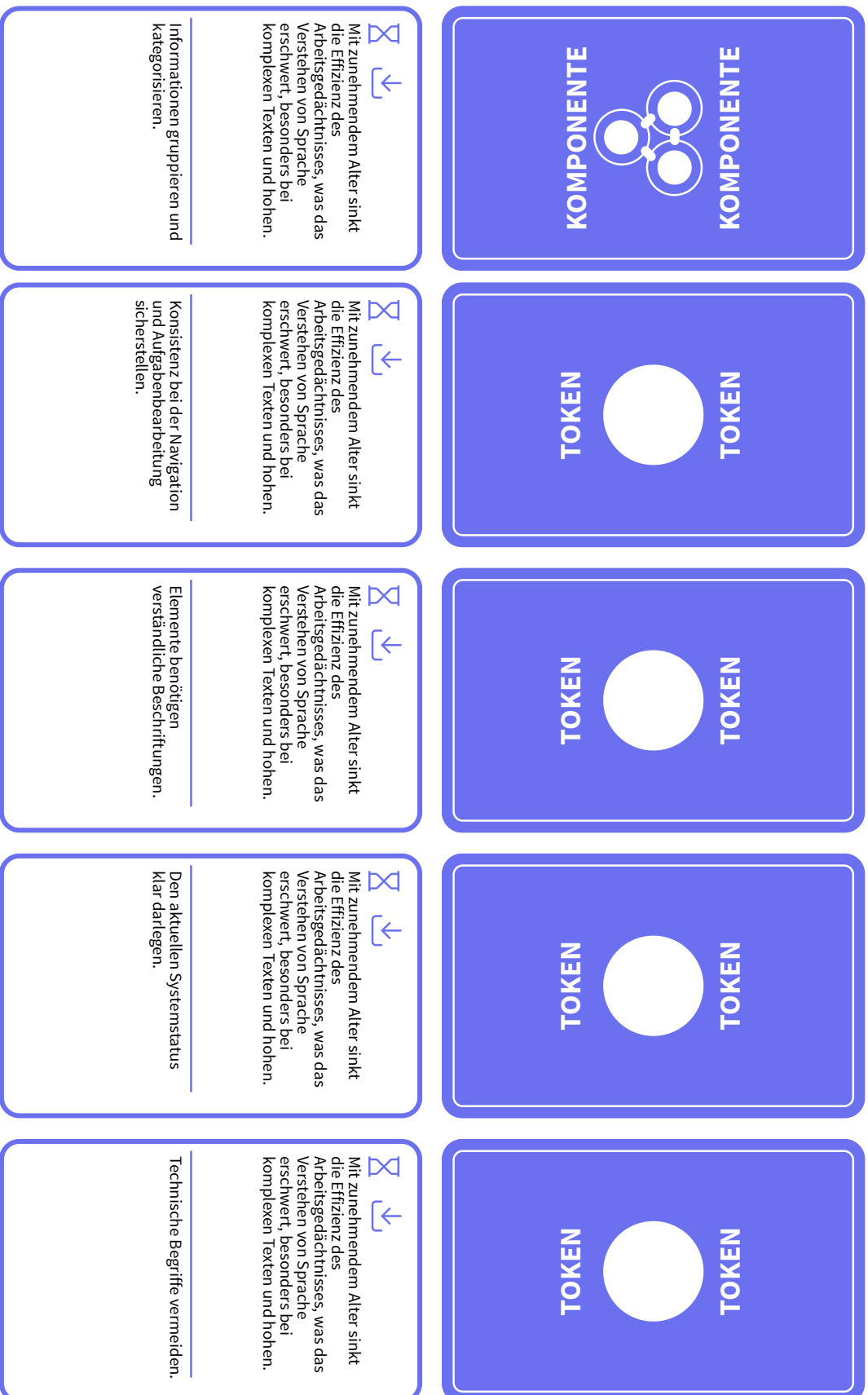
	<p>Legende</p> <ul style="list-style-type: none"> Visuelles System Auditives System Spektrale Auflösung Lokale Auflösung Temporale Auflösung Ablenkung Multitasking Speicherung Abruf Verarbeitung Stärke Geschicklichkeit Aufmerksamkeit Kurzzeitgedächtnis Langzeitgedächtnis Motorik
	<p>Mit dem Alter sinkt die Farbtrennung und das Sehen im blauen Spektrum sowie bei schwachem Licht, besonders in Dämmerung und Nacht.</p>
	<p>Mit dem Alter sinkt die Farbtrennung und das Sehen im blauen Spektrum sowie bei schwachem Licht, besonders in Dämmerung und Nacht.</p>
	<p>Mit dem Alter sinkt die Farbtrennung und das Sehen im blauen Spektrum sowie bei schwachem Licht, besonders in Dämmerung und Nacht.</p>
	<p>Mit dem Alter sinkt die Farbtrennung und das Sehen im blauen Spektrum sowie bei schwachem Licht, besonders in Dämmerung und Nacht.</p>


	 <p>Mit dem Alter nimmt die Leistung der Makula ab, Linsenröbung und Lichtstreuung steigen, und das Risiko für Augenerkrankungen wie Grünen Star wächst.</p> <p>Sans-serif-Schriftarten bei Fließtexten nutzen, Text linksbündig ausrichten.</p>
	 <p>Mit dem Alter nimmt die Leistung der Makula ab, Linsenröbung und Lichtstreuung steigen, und das Risiko für Augenerkrankungen wie Grünen Star wächst.</p> <p>Schriftgröße von mind. 12 Punkt nutzen.</p>
	 <p>Mit dem Alter nimmt die Leistung der Makula ab, Linsenröbung und Lichtstreuung steigen, und das Risiko für Augenerkrankungen wie Grünen Star wächst.</p> <p>Angelegte Flächen sollten Feedback geben.</p>
	 <p>Mit dem Alter sinkt die Kontrastempfindlichkeit, da kleinere Pupillen und dichtere Linsen die Retina weniger beleuchten, besonders bei schwachem Licht.</p> <p>Zusammengehörende Elemente gruppieren.</p>
	 <p>Mit dem Alter sinkt die Kontrastempfindlichkeit, da kleinere Pupillen und dichtere Linsen die Retina weniger beleuchten, besonders bei schwachem Licht.</p> <p>Wichtige Informationen hervorheben.</p>

 <p>SEITE</p>	 <p>Mit dem Alter sinkt die Kontrastsensitivität, da kleinere Pupillen und dichtere Linsen die Retina weniger beleuchten, besonders bei schwachem Licht.</p> <p>Weißraum großzügig nutzen.</p>
 <p>KOMPONENTE</p>	 <p>Mit dem Alter steigt die Wahrnehmungsschwelle für Veränderungen, was das Erkennen schneller Bewegungen und Flackern erschwert.</p> <p>Sich bewegende Elemente auf ein Minimum beschränken.</p>
 <p>SEITE</p>	 <p>Mit dem Alter steigt die Wahrnehmungsschwelle für Veränderungen, was das Erkennen schneller Bewegungen und Flackern erschwert.</p> <p>Alternativen in Textform anbieten.</p>
 <p>SEITE</p>	 <p>Mit zunehmendem Alter verschlechtert sich die Wahrnehmung hoher Frequenzen, stimmloser Konsonanten und Warnsignale; Sprache wird schwerer von Geräuschen unterschieden.</p> <p>Mehrere Ausgabestimmen bereitstellen.</p>
 <p>TOKEN</p>	 <p>Mit zunehmendem Alter verschlechtert sich die Wahrnehmung hoher Frequenzen, stimmloser Konsonanten und Warnsignale; Sprache wird schwerer von Geräuschen unterschieden.</p> <p>Hohe tonale Frequenzen vermeiden.</p>

	<p> </p> <p>Mit zunehmendem Alter verschlechtert sich die Wahrnehmung hoher Frequenzen, stimmloser Konsonanten und Warnsignale; Sprache wird schwerer von Geräuschen unterschieden.</p> <hr/> <p>Auditive Signale redundant einsetzen.</p>
	<p> </p> <p>Die Fähigkeit, Geräusche zu identifizieren und zu lokalisieren, verschlechtert sich mit zunehmendem Alter.</p> <hr/> <p>Töne lang genug abspielen, um die Quelle lokalisieren zu können.</p>
	<p> </p> <p>Die Effizienz bei der Verarbeitung schnell veränderlicher Töne nimmt mit dem Alter ab.</p> <hr/> <p>Anpassbarkeit der Geschwindigkeit auditiver Stimuli sicherstellen.</p>
	<p> </p> <p>Mit dem Alter nimmt die Fähigkeit zur Aufmerksamkeitsallokierung ab, bedingt durch geringere Aufmerksamkeitsressourcen und reduzierte Filterflexibilität.</p> <hr/> <p>Anzahl der Stimuli auf niedrigem Niveau halten.</p>
	<p> </p> <p>Mit dem Alter nimmt die Fähigkeit zur Aufmerksamkeitsallokierung ab, bedingt durch geringere Aufmerksamkeitsressourcen und reduzierte Filterflexibilität.</p> <hr/> <p>Zu jeder Zeit möglichst genau eine durchzuführende Aktion klar hervorheben.</p>

 <p>KOMPONENTE KOMPONENTE</p>	 <p>Mit zunehmendem Alter wird die Filterung irrelevanter Informationen ineffizienter, was zu Ablenkbarkeit und geringerer Leistung bei geteilten und komplexen Aufgaben führt.</p> <hr/> <p>Gleichzeitige Präsentation von Informationen und Spitscreen vermeiden. Aufgabenabschluss kenntlich machen.</p>
 <p>SEITE SEITE</p>	 <p>Mit zunehmendem Alter sinkt die Leistung bei Multitasking-Aufgaben und komplexen Aufgaben, da begrenzte kognitive Ressourcen weniger effizient verteilt werden können.</p> <hr/> <p>Abgeschlossene Aufgaben klar darstellen.</p>
 <p>KOMPONENTE KOMPONENTE</p>	 <p>Mit zunehmendem Alter sinkt die Effizienz des Arbeitsgedächtnisses, was das Verstehen von Sprache erschwert, besonders bei komplexen Texten und hohen.</p> <hr/> <p>Komplexe Vorgänge einfach darstellen.</p>
 <p>SEITE SEITE</p>	 <p>Mit zunehmendem Alter sinkt die Effizienz des Arbeitsgedächtnisses, was das Verstehen von Sprache erschwert, besonders bei komplexen Texten und hohen.</p> <hr/> <p>Navigationshierarchien flach und breit halten.</p>
 <p>SEITE SEITE</p>	 <p>Mit zunehmendem Alter sinkt die Effizienz des Arbeitsgedächtnisses, was das Verstehen von Sprache erschwert, besonders bei komplexen Texten und hohen.</p> <hr/> <p>Navigationspfade linear gestalten.</p>



KOMPONENTE

KOMPONENTE

TOKEN

TOKEN

TOKEN

TOKEN

TOKEN

TOKEN

TOKEN

TOKEN



Mit zunehmendem Alter sinkt die Effizienz des Arbeitsgedächtnisses, was das Verstehen von Sprache erschwert, besonders bei komplexen Texten und hohen.

Informationen gruppieren und kategorisieren.



Mit zunehmendem Alter sinkt die Effizienz des Arbeitsgedächtnisses, was das Verstehen von Sprache erschwert, besonders bei komplexen Texten und hohen.

Konsistenz bei der Navigation und Aufgabenbearbeitung sicherstellen.



Mit zunehmendem Alter sinkt die Effizienz des Arbeitsgedächtnisses, was das Verstehen von Sprache erschwert, besonders bei komplexen Texten und hohen.

Elemente benötigen verständliche Beschriftungen.






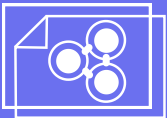
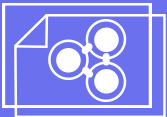
Mit zunehmendem Alter sinkt die Effizienz des Arbeitsgedächtnisses, was das Verstehen von Sprache erschwert, besonders bei komplexen Texten und hohen.




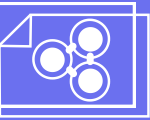











Den aktuellen Systemstatus klar darstellen.













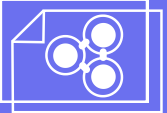

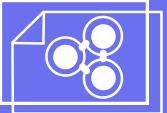







Mit zunehmendem Alter sinkt die Effizienz des Arbeitsgedächtnisses, was das Verstehen von Sprache erschwert, besonders bei komplexen Texten und hohen.

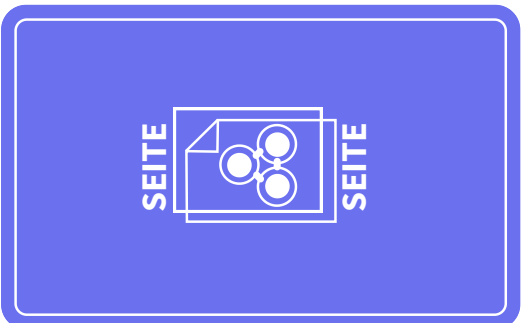
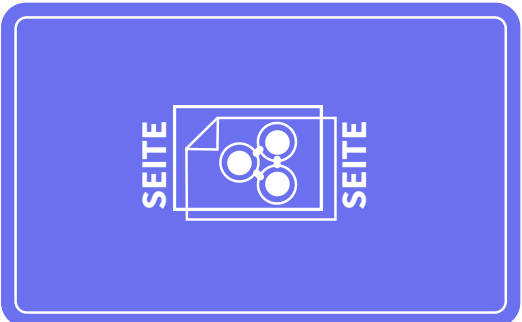
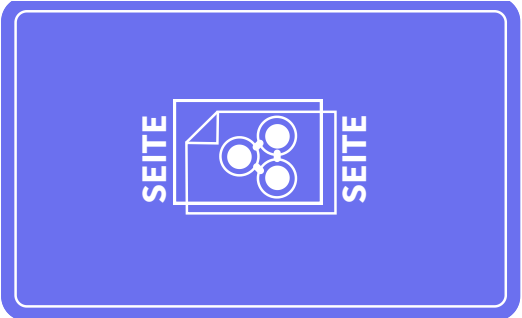
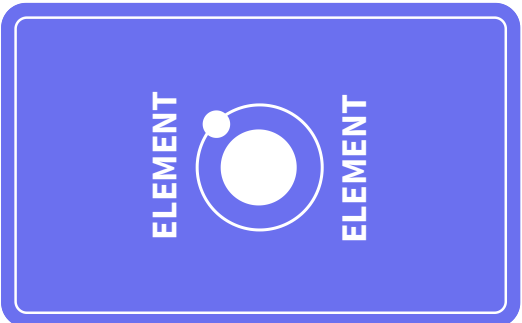
Technische Begriffe vermeiden.

 <p>TOKEN</p>	<p>⌘ ↩</p> <p>Mit zunehmendem Alter sinkt die Effizienz des Arbeitsgedächtnisses, was das Verstehen von Sprache erschwert, besonders bei komplexen Texten und hohen.</p> <hr/> <p>Einfache, vertraute Sprache nutzen.</p>
 <p>KOMPONENTE</p>	<p>⌘ ↩</p> <p>Mit zunehmendem Alter verringert sich die Verarbeitungsgeschwindigkeit, was längere Ausführungszeiten bei kognitiven Aufgaben zur Folge hat.</p> <hr/> <p>Ausreichend Zeit zur Informationsaufnahme und -verarbeitung einplanen.</p>
 <p>KOMPONENTE</p>	<p>⌘ ↩</p> <p>Mit zunehmendem Alter verringert sich die Verarbeitungsgeschwindigkeit, was längere Ausführungszeiten bei kognitiven Aufgaben zur Folge hat.</p> <hr/> <p>Sich bewegende Elemente nicht peripher anordnen.</p>
 <p>SEITE</p>	<p>⌘ ↩</p> <p>it zunehmendem Alter nimmt die Fähigkeit ab, Informationen aus der Umgebung effizient zu verarbeiten und mehrere Informationen gleichzeitig zu verarbeiten.</p> <hr/> <p>Aufgaben logisch aufeinanderfolgen lassen.</p>
 <p>SEITE</p>	<p>⌘ ↩</p> <p>it zunehmendem Alter nimmt die Fähigkeit ab, Informationen aus der Umgebung effizient zu verarbeiten und mehrere Informationen gleichzeitig zu verarbeiten.</p> <hr/> <p>Aufgabenfeedback anbieten.</p>

 <p>KOMPONENTE</p> <p>KOMPONENTE</p>	<p>it zunehmendem Alter nimmt die Fähigkeit ab, Informationen aus der Umgebung effizient zu verarbeiten und mehrere Informationen gleichzeitig zu verarbeiten.</p> <p> </p> <p>Fehlbedenungen abfangen, bevor sie gemacht werden. Korrekturmöglichkeiten anbieten.</p>
 <p>SEITE</p> <p>SEITE</p>	<p>it zunehmendem Alter nimmt die Fähigkeit ab, Informationen aus der Umgebung effizient zu verarbeiten und mehrere Informationen gleichzeitig zu verarbeiten.</p> <p> </p> <p>Rückkehr zum Ursprungszustand jederzeit ermöglichen.</p>
 <p>SEITE</p> <p>SEITE</p>	<p>it zunehmendem Alter nimmt die Fähigkeit ab, Informationen aus der Umgebung effizient zu verarbeiten und mehrere Informationen gleichzeitig zu verarbeiten.</p> <p> </p> <p>Die Benutzungsschnittstelle präsentiert übersichtlich wesentliche Informationen.</p>
 <p>SEITE</p> <p>SEITE</p>	<p>it zunehmendem Alter nimmt die Fähigkeit ab, Informationen aus der Umgebung effizient zu verarbeiten und mehrere Informationen gleichzeitig zu verarbeiten.</p> <p> </p> <p>Redundanz beim Finden wichtiger Informationen.</p>
 <p>SEITE</p> <p>SEITE</p>	<p>it zunehmendem Alter nimmt die Fähigkeit ab, Informationen aus der Umgebung effizient zu verarbeiten und mehrere Informationen gleichzeitig zu verarbeiten.</p> <p> </p> <p>Primäre Aktion vorauswählen.</p>


				
<p>Ältere Erwachsene benötigen mehr Zeit zum Erlernen von Prozessen und speichern Informationen langsamer.</p> <p></p> <p>Trainingsmöglichkeiten bereitstellen.</p>	<p>Ältere Erwachsene erleben häufiger das Tip-of-the-Tongue-Phänomen, bei dem sie das richtige Wort kennen, aber nicht abrufen können, was auf ein Defizit bei phonologischen Codes hinweist.</p> <p></p> <p>Metaphern in Kombination mit Textinformationen einsetzen.</p>	<p>Ältere Erwachsene lernen langsamer, behalten aber zuvor erlernte Fähigkeiten. Erfahrungen gleichen altersbedingte Defizite häufig aus.</p> <p></p> <p>Umnötige Komplexität vermeiden.</p>	<p>Ältere Erwachsene lernen langsamer, behalten aber zuvor erlernte Fähigkeiten. Erfahrungen gleichen altersbedingte Defizite häufig aus.</p> <p></p> <p>Personalisierungsmöglichkeiten mit Bedacht einsetzen.</p>	<p>Ältere Erwachsene lernen langsamer, behalten aber zuvor erlernte Fähigkeiten. Erfahrungen gleichen altersbedingte Defizite häufig aus.</p> <p></p> <p>System bei Updates nur graduell anpassen.</p>

 <p>SEITE</p>	 <p>TOKEN</p>	 <p>SEITE</p>	 <p>SEITE</p>	 <p>SEITE</p>
 <p>Ältere Erwachsene lernen langsamer, behalten aber zuvor erlernte Fähigkeiten. Erfahrungen gleichen altersbedingte Defizite häufig aus.</p> <hr/> <p>Individualisierung nach Präferenzen, Erwartungen, Erfahrungen und Fähigkeiten anbieten.</p>	 <p>Ältere Erwachsene lernen langsamer, behalten aber zuvor erlernte Fähigkeiten. Erfahrungen gleichen altersbedingte Defizite häufig aus.</p> <hr/> <p>Inhalte konsistent darstellen.</p>	 <p>Ältere Erwachsene haben oft eine geringere physische Stärke und eine höhere Wahrscheinlichkeit für Einschränkungen wie Arthritis oder Hand-Tremor.</p> <hr/> <p>Gewicht und altersbedingte Einschränkungen kontextabhängig berücksichtigen.</p>	 <p>Ältere Erwachsene haben oft geringere physische Stärke und eine höhere Wahrscheinlichkeit für Einschränkungen wie Arthritis oder Hand-Tremor.</p> <hr/> <p>Altersbedingte Einschränkungen beim Heben des Arms kontextabhängig berücksichtigen.</p>	 <p>Mit dem Alter nimmt die Geschicklichkeit ab, einschließlich der Fähigkeit zu feinen Fingerbewegungen. Objekte zu greifen, zu heben und zu tragen</p> <hr/> <p>Scrollbars nach Möglichkeit vermeiden.</p>




 Mit dem Alter nimmt die Geschicklichkeit ab, einschließlich der Fähigkeit zu feinen Fingerbewegungen, Objekte zu greifen, zu heben und zu tragen


Bei Zielobjekten kontextabhängig angemessene Größe nutzen.

 Mit dem Alter nimmt die Geschicklichkeit ab, einschließlich der Fähigkeit zu feinen Fingerbewegungen, Objekte zu greifen, zu heben und zu tragen

Bei der Nutzung von Gesten, Trainingsmöglichkeiten anbieten.

 Mit dem Alter nimmt die Geschicklichkeit ab, einschließlich der Fähigkeit zu feinen Fingerbewegungen, Objekte zu greifen, zu heben und zu tragen

Nutzer:innen viel Zeit geben, Timeouts vermeiden.

 Mit dem Alter nimmt die Geschicklichkeit ab, einschließlich der Fähigkeit zu feinen Fingerbewegungen, Objekte zu greifen, zu heben und zu tragen

Unterschiedliche Eingabemodalitäten anbieten.

C Fragebogen für das W3-Framework



Abschnitt A: Auswahlfragen	
A1. Methoden-ID?	<i>Einmalige Kennung, die bei der Erstellung einer Methode vergeben wird</i> <input type="text"/>
A2. Titel	<i>Angezeigter Titel der Methode</i> <input type="text"/>
A3. Methodenname	<input type="text"/>
A4. Beschreibung	<i>Kurze Beschreibung der Methode (max 350 Zeichen)</i> <input type="text"/>
A5. Ersteller Name	<input type="text"/>
Abschnitt B: Wer Partizipiert?	
B1. Von wem aus wurde die Methodendurchführung initiiert?	<i>Beschreibt, welche Gruppe ein Partizipationsvorhaben initiiert. Externe sind bspw. Forschende oder Vorgesetzte. Interne sind bspw. Nutzende eines Systems.</i>
	intern initiiert <input type="checkbox"/>
	extern initiiert <input type="checkbox"/>



Sonstiges

Sonstiges

B2. Auf welche Weise fand die Teilnehmendenansprache statt?

Ansprache von möglichen Teilnehmer:innen zur Gewinnung einer Interventionsgruppe.

- Direkte Ansprache (bspw. auf öffentlichen Plätzen, vorherige Zusammenarbeit oder Ansprache über bekannte Personen)
- Verteilerlisten (bspw. E-Mail oder Post, im Gegensatz zu den Pools für ein bestimmtes Projekt angelegte Verteiler)
- Soziale Netzwerke (bspw. Facebook, Twitter, TikTok)
- Partizipierenden-Pools (internationale oder nationale Datenbanken oder hochschulinterne Datenbanken)
- Sonstiges

Sonstiges

B3. Wie wurde die Teilnehmendengruppe ausgewählt?

Details zur Rekrutierung der Interventionsgruppe.

- von der Zielgruppe gewählt
- von außen (bspw. Vorgesetzten bestimmt)
- freiwillige Teilnahme
- qua amt (bwp. Vorsitzende/r)
- Experten-Substitut (bspw. Pflegekraft bei der Zusammenarbeit mit älteren Erwachsenen)
- Sonstiges

Sonstiges

B4. Wie ist die Organisationsstruktur der Teilnehmer:innen?

- formell
- informell



Sonstiges

Sonstiges

B5. Welche Strategien wurden zur zur Herstellung interventionsübergreifender Repräsentativität eingesetzt?

Statistischer Durchschnittsansatz

Mehrschichtiger Ansatz

Grounded-Theory-Ansatz

Sonstiges

Sonstiges

B6. Welches Vorgehen wurde bei der Segmentierung der Teilnehmendengruppe gewählt?

Analyse von Repräsentativität innerhalb einer Gruppe von Partizipierenden

Marktsegmentierung

Demographischer Segmentierung

Fähigkeitenbasierte Segmentierung

Sonstiges

Sonstiges

Abschnitt C: Wie wird partizipiert?

C1. In welcher Phase des Empathy-Driven-Development-Prozesses wurde die Methode durchgeführt?

Verständnisphase

Gestaltungsphase



Evaluation

Sonstiges

Sonstiges

C2. Mit welcher Gruppengröße wurde die Intervention durchgeführt?

Anzahl der Partizipierenden.

Individuell (1:1)

Kleine Gruppengröße (2 - 4)

Mittlere Gruppengröße (maximal 40)

Große Gruppengröße (maximal 200)

Sehr große Gruppengröße (mehr als 200)

C3. Welche Interaktion während der Methodendurchführung stattgefunden?

Typen von Interaktion, die zwischen den Partizipierenden während der Methodendurchführung stattgefunden hat.

etwas Anfassbares herstellen

etwas erzählen oder erklären

etwas festlegen oder (schau)spielen

Sonstiges

Sonstiges

C4. Welche Entscheidungsprozesse wurden während der Methodendurchführung eingesetzt?

Typen von Entscheidungsprozessen, die während der Methodendurchführung eingesetzt wurden.

Genelle Zustimmung/Konsens (bspw. breite Akzeptanz von Entscheidungen, einstimmige Entscheidungen werden bevorzugt, sind aber nicht notwendig)

Abstimmungen

Keine gemeinsame Entscheidungsfindung



Sonstiges

Sonstiges

C5. Werkzeuge welcher Herkunft wurden eingesetzt?

Werkzeuge aus der Welt der Nutzenden sind bspw. Post-Its, Textmarker, Kugelschreiber. Werkzeuge aus der Welt der Forschenden sind bspw. Personas, Eye Tracker, Prototyping Software.

Werkzeuge aus der Welt der Nutzenden

Werkzeuge aus der Welt der Forschenden

C6. Wie lässt sich der Ursprung der Methode einordnen?

Methoden aus der Nutzerwelt oder Methoden aus der Designerwelt

Die Methoden kommen eher aus der wissenschaftlichen Perspektive

Die Methode kommt eher aus der nutzenden Perspektive

Angepasst für die partizipative Gestaltung

Entwickelt für die partizipative Gestaltung

Sonstiges

Sonstiges

C7. In welcher Phase des menschenzentrierten Entwicklungsprozesses nach DIN ISO 9241-210 wurde die Methode durchgeführt?

Phase im ISO 9241-210 Entwicklungsprozess, in dem die Methode durchgeführt wird.

Planung

Analyse

Gestaltung

Evaluation

Sonstiges

Sonstiges



C8. Welche Rollen wurden während der Methodendurchführung vergeben oder eingenommen?

Tester:innen

Informant:innen

Design-Partner:innen

Beobachter:innen

Interprete:innen

Prozessgestalter:innen

Mitforscher:innen

Hauptprotagonist:innen

Sonstiges

Sonstiges

C9. Inwieweit wurden die die teilnehmenden Nutzer:innen in die Methodendurchführung eingebunden?

Goal from the IAP2 Spectrum of Public Participation that the method best represents

Informieren (Die Partizipierenden mit ausgewählten und objektiven Informationen unterstützen, um sie darin zu unterstützen, das Problem, Alternativen, Chancen und/oder Lösungen zu verstehen)

Kommentar

Konsultieren (Feedback zu Analysen, Alternativen und/oder Entscheidungen einholen)

Kommentar

Involvieren (Direkte Zusammenarbeit mit den Partizipierenden im Verlauf des Prozesses, um die Anliegen zu verstehen und sie zu beachten)

Kommentar

Kollaborieren (Partnerschaft mit den Partizipierenden in jedem Aspekt der Entscheidungen inkl. die Entwicklung von Alternativen und Identifikation von präferierten Lösungen)

Kommentar



Empower (die finale Entscheidungsfindung die Hände der Partizipierenden legen)

Kommentar

Nicht zutreffend oder nicht relevant

Kommentar

Abschnitt D: Mit welchem Ziel wird partizipiert?

D1. Welche flüchtigen Ziele konnten die Nutzenden erreichen?

Verbesserung des digitalen Produkts

Beitrag zur digitalen Transformation

Vernetzung mit anderen Menschen

Eigene Fähigkeiten verbessern

Sonstiges

Sonstiges

D2. Welche flüchtigen Ziele konnten die Forschenden erreichen?

Beantwortung einer Forschungsfrage

Etwas lernen

Sonstiges

Sonstiges

D3. Welche produktbezogener Erkenntnisgewinn konnte erlangt werden?

Etwas Neues entwickeln/verbessern

Anpassung von etwas bestehendem

Erhöhung der Gebrauchstauglichkeit



Verbesserung der User Experience

Erhöhung der Nutzungswahrscheinlichkeit

Sonstiges

Sonstiges

D4. Welche methodenbezogenen Zielen wurden erreicht?

Gegenseitiges Lernen

Exploration und Reflexion der Methode

Reflexion allgemein

D5. Welche langfristigen, individuelle Ziele wurden erreicht?

Befähigung/Empowerment

Aufbau einer Solidaritätsgemeinschaft

Sonstiges

Sonstiges

D6. Zu welchen langfristigen, gesellschaftlichen Zielen konnte die Methodendurchführung einen Beitrag leisten?

Nachhaltigkeit der Ergebnisse

Strukturelle Verankerung

Demokratische Kontrolle

Sonstiges

Sonstiges

D Methodendurchführungen zur Entwicklung des Historytelling-Systems

ID	Kurzbeschreibung	Methodeneindordnung
M1	Semistrukturierte Interviews zur Planung von HT	Interview
M2	Summative Evaluation zur ersten Eingabekomponente	Aufgabenbearbeitung, Interview
M3	Fokusgruppenworkshops zu Reaktionskomponente	Fokusgruppen-Workshop
M4	Expertenworkshop Stimulusmaterial	Fokusgruppenworkshop
M5	Registrierung Analyse	Teilnehmende Beobachtung
M6	Gruppeninterview Analyse Registrierung	Gruppeninterview
M7	Summative Evaluation des Zeitstrahls	Thinking Aloud und Aufgabenbearbeitung
M8	Summative Evaluation der Eingabemaske	Think Aloud, Aufgabenbearbeitung
M9	Summative Evaluation Registrierung	Aufgabenbearbeitung
M10	Interview Analyse Eingabekomponente	Interview
M11	Formative Evaluation des Zeitstrahls	Think aloud und Interview
M12	Formative Evaluation des Zeitstrahls	Think aloud, Interview, Aufgabenbearbeitung
M13	Prototyping Geschichtsvisualisierung	Paper Prototyping
M14	Formative High Fidelity Evaluation der Geschichtsvisualisierung	Aufgabenbearbeitung
M15	Planspiel zur Erarbeitung von sprachlichem Feedback	Planspiel
M16	Interviews zu Eingabe von Texten	Interview
M17	Summative Evaluation des virtuellen Assistenten	Wizard of Oz
M18	Evaluation aufgestellter Gestaltungsrichtlinien	Aufgabenbearbeitung
M19	Summative Evaluation Visualisierung von Geschichten	Aufgabenbearbeitung, Interview

Literatur

M20	Herausforderungen und Vorschläge User Onboarding	Diskussion, Evaluation des bisherigen Onboardings
M21	Summative Evaluation User Onboarding	Aufgabenbearbeitung und Exploration
M22	Summative Evaluation Chatbotentwicklung	Aufgabenbearbeitung, Interview
M23	Workshop Weiterentwicklung Stimulusmaterial	Szenarien, Aufgabenbearbeitung, Gruppendiskussion
M24	Summative Evaluation zu Stimulusmaterial	Aufgabenbearbeitung
M25	Interviews Visualisierung soziale Beziehungen	Interviews
M26	CoCreation Visualisierung soziale Beziehungen	Co-Creation, Paper Prototyping
M27	Summative Online-Evaluation zu Visualisierung sozialer Beziehungen	Aufgabenbearbeitung
M28	Formative Evaluation Kartendarstellung	Aufgabenbearbeitung, Thinkaloud
M29	Summative Evaluation Kartendarstellung	Aufgabenbearbeitung
M30	Interview zu Szenarien Zeitstrahl 2	Interviews, Szenarien
M31	Formative Evaluation Zeitstrahl	Aufgabenbearbeitung
M32	Summative Evaluation Zeitstrahl	Aufgabenbearbeitung, Think Aloud
M33	Claim Analyse Jubiläum Landing Page	Claim-Analyse
M34	Summative Evaluation Landing Page	Aufgabenbearbeitung
M35	Co-Design Workshop zum Thema Erstellung von Zusammenfassungen	Szenarien, Co-Design
M36	Formative Evaluation Zusammenfassung von Geschichten	Diskussion
M37	Summative Evaluation Zusammenfassung von Geschichten	Aufgabenbearbeitung, Beobachtung
M38	Identifikation von Designimplikationen Analytics	Diskussion, Co-Creation
M39	Formative Evaluation High Fidelity Prototyp Analytics	Diskussion

Literatur

M40 Summative Evaluation Analytics

Aufgabenbearbeitung, Beobach-
tung

Darstellung des eigenen Beitrags bereits veröffentlichter Arbeiten

D.1 Im Fließtext eingebettete Beiträge

Volkman, T., Sengpiel, M., & Jochems, N. (2022). Collaborating with Communities in Participatory System Development. In N. L. Black, W. P. Neumann, & I. Noy (Hrsg.), *Proceedings of the 21st Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2021)* (Bd. 223, S. 725–734). Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-74614-8_90

Im Rahmen einer Literaturrecherche habe ich Grundlagen zum Thema Participatory Design sowie dessen Anwendung in Communities erarbeitet. In enger Zusammenarbeit mit dem Landfrauenverein habe ich einen ethnografischen Ansatz angewendet, um tiefgehende Einblicke in die Zielgruppe zu gewinnen. Ich war verantwortlich für die Vorbereitung, Durchführung und Betreuung der dokumentierten Methodendurchführungen, die die Daten für die Analyse lieferten. Gemeinsam mit dem Zweitautor habe ich einen Fragebogen zur Evaluation entwickelt, der als zentrales Werkzeug der Evaluationsstudie eingesetzt wurde. Abschließend habe ich die erhobenen Fragebogendaten ausgewertet, um fundierte Erkenntnisse über die Effektivität der Methodendurchführungen und die partizipative Zusammenarbeit zu gewinnen.

Sengpiel, M., Volkman, T., & Jochems, N. (2019). Considering Older Adults throughout the Development Process – The HCD+ approach. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Europe Chapter 2018 Annual Conference*, 5–15.

Gemeinsam mit dem Erstautor habe ich den HCD+ Ansatz entwickelt, der den menschenzentrierten Gestaltungsprozess erweitert und an die spezifischen Anforderungen älterer Erwachsener anpasst. Auf Grundlage von Literatur und praktischer Erfahrungen habe ich Richtlinien für die effektive Zusammenarbeit mit älteren Erwachsenen abgeleitet. Darüber hinaus war ich maßgeblich an der Durchführung und Betreuung der dokumentierten Methodendurchführungen beteiligt, die zentrale Daten für die Arbeit lieferten. Ein weiterer Schwerpunkt war die Beschreibung des Historytelling-Systems, das im Rahmen der Arbeit als exemplarische Anwendung des HCD+ Ansatzes dient.

Volkman, T., Sengpiel, M., & Jochems, N. (2016). Historytelling: A Website for the Elderly A Human-Centered Design Approach. *Proceedings of the 9th Nordic Conference on Human-Computer Interaction*, 100:1-100:6. <https://doi.org/10.1145/2971485.2996735>

Mein Beitrag umfasst die Entwicklung des dargestellten Szenarios, das als Grundlage für die Untersuchung diente und die spezifischen Herausforderungen und Anforderungen der Zielgruppe verdeutlichte. Ich habe die dargestellte Interviewstudie vorbereitet und durchgeführt, um relevante Daten und Erkenntnisse zu erfassen. Die gewonnenen Ergebnisse habe ich anschließend in das UCDC-Framework eingeordnet, wodurch deren Bedeutung im Kontext des Historytelling-Systems interpretiert werden konnte.

Volkmann, T., Dresel, M., & Jochems, N. (2023). Balancing Power Relations in Participatory Design: The Importance of Initiative and External Factors. *Extended Abstracts of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–6. <https://doi.org/10.1145/3544549.3585864>

Mein Beitrag umfasst eine Literaturrecherche zu Machtbeziehungen im Participatory Design, die als Grundlage für die theoretische Fundierung der Arbeit diente. Auf Basis der Literatur entwickelte ich ein Modell zu Machtbeziehungen in Participatory Design, das zentrale Dynamiken und Abhängigkeiten systematisiert. Gemeinsam mit meinem Co-Autor bereitete ich die dargestellten Methodendurchführungen vor, führte diese durch und betreute sie, um praxisrelevante Erkenntnisse zu gewinnen. Zudem entwickelte ich gemeinsam mit meinem Co-Autor ein Modell, das externe Faktoren als Akteure innerhalb von Machtstrukturen berücksichtigt und somit ein erweitertes Verständnis dieser Dynamiken ermöglicht. Abschließend leitete ich eine zukünftige Forschungsagenda ab, die offene Fragen und Potenziale für weiterführende Untersuchungen aufzeigt.

Volkmann, T., Unger, A., Sengpiel, M., & Jochems, N. (2019). Development of an Age-Appropriate Style Guide Within the Historytelling Project. In J. Zhou & G. Salvendy (Hrsg.), *Human aspects of IT for the aged population. Design for the elderly and technology acceptance* (S. 84–97). Springer International Publishing.

Mein Beitrag umfasste eine Literaturrecherche zum Thema Styleguides, die die theoretische Grundlage für die Arbeit bereitstellte. Gemeinsam mit meiner Co-Autorin bereitete ich die dargestellte Methodendurchführung vor und betreute deren Umsetzung, um valide und praxisnahe Ergebnisse zu gewährleisten. Darüber hinaus analysierte ich die gewonnenen Ergebnisse und überführte sie in den bestehenden Forschungsrahmen.

D.2 In Tabellen eingebettete Beiträge

Mein Beitrag umfasste Literaturrecherchen zu den dargestellten Themen, die die theoretische Grundlage für die Methodendurchführungen und die Entwicklung des Systems bildete. Gemeinsam mit meinen Co-Autor:innen war ich in die Entwicklung des Systems involviert. Zudem übernahm ich die Betreuung und Unterstützung bei den Methodendurchführungen. Ein weiterer wesentlicher Teil meines Beitrags war die Sekundärdatenanalyse der aus den Methodendurchführungen gewonnenen Daten, durch die Erkenntnisse für die Weiterentwicklung des Systems gewonnen werden konnten.