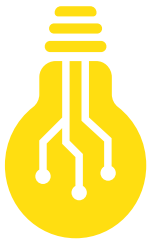




INNOVATION IN BITS AND BYTES

Informatics Inside
Herbst 2023



Tagungsband

Herausgeber*innen:
Uwe Kloos, Hochschule Reutlingen
Natividad Martínez, Hochschule Reutlingen
Gabriela Tullius, Hochschule Reutlingen

Impressum



Hochschule Reutlingen
Reutlingen University

Anschrift:

Hochschule Reutlingen
Reutlingen University
Fakultät Informatik
Human-Centered Computing
Alteburgstraße 150
D-72762 Reutlingen



Telefon: +49 7121 / 271-4002
Telefax: +49 7121 / 271-4032

E-Mail: informatics.inside@reutlingen-university.de
Website: <https://infoinside.reutlingen-university.de/>

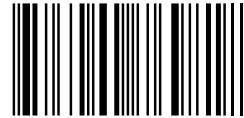


Organisationskomitee:

Prof. Dr. rer. nat. Uwe Kloos, Hochschule Reutlingen
Prof. Dr.-Ing habil. Natividad Martínez, Hochschule Reutlingen
Prof. Dr. rer. nat. Gabriela Tullius, Hochschule Reutlingen

B. Sc. Anette Adam
B. Sc. Irem Belik
B. Eng. Boris Garkusha
B. Sc. Grigorios Georgiadis
B. Sc. Maximilian Gysau
B. Sc. Okan Kaya
B. Sc. Lucas Koch
B. Sc. Hjordis Lindeboom
B. Eng. Pascal Noortwijk
B. Sc. Luca Rommler
B. Eng. Banu Sarikaya
B. Sc. Pascal Schroeter
B. Sc. Katrin Schrüfer

Verlag: Hochschule Reutlingen
ISBN 978-3-00-076981-8



9783000769818



©2023 bei den Autoren. Lizenznehmer Hochschule Reutlingen, Deutschland. Dieser Artikel ist ein Open-Access-Artikel unter den Bedingungen und Konditionen der Creative Commons Attribution (CC BY)-Lizenz. <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

Das Motto der diesjährigen Informatics Inside wird, wie ich finde, in beeindruckender Weise gegenwärtig durch Werkzeuge der generativen KI demonstriert. ChatGPT, Midjourney und Co. ermöglichen uns eine innovative Interaktion mit Information, die uns auffordert unsere bisherigen Vorstellungen von Erkenntnisfähigkeit und Wertschöpfung zu überdenken. Diese Notwendigkeit ist in der Informatik zwar bereits seit den 1930er Jahren bekannt, aber erst die praktische Umsetzung mit modernen Computern macht die formalen Überlegungen hierzu erfahrbar. Daraus resultierende Verunsicherungen, beispielsweise im Hinblick auf Arbeitsplätze, sind gleichermaßen Herausforderung und Chance dieses wichtige Thema einer breiten Öffentlichkeit bekannt zu machen. Hierbei wird einmal mehr deutlich wie tiefgreifend die Informatik in unsere Leben hineinwirkt und welche Verantwortung damit verbunden ist. Vor diesem großen Hintergrund könnte der Hinweis auf Bits und Bytes im Tagungsmotto fast schon wie ein unbedeutendes Detail wirken, was jedoch weit gefehlt wäre. Folgen aus Null und Eins bilden nach wie vor die Bausteine der Informatik und es ist die Aufgabe der angewandten Informatik hieraus nützliche und sinnvolle Anwendungen zu kombinieren.

Die Studierenden der Informatik erlernen im Allgemeinen die notwendigen Fähigkeiten und Methoden derartige Anwendungen zu entwickeln, und dabei nicht nur innovativ zu sein, sondern echte Mehrwerte zu schaffen. Dazu werden insbesondere im Human Centered Computing nicht nur die formalen und technischen Aspekte, sondern vor allem der Nutzen für den Menschen, bei der Schaffung neuartiger digitaler Werkzeuge in den Mittelpunkt gestellt. Um vor diesem Hintergrund produktiv sein zu können, ist einerseits ein hohes Maß an Kreativität und Eigenständigkeit und andererseits die Fähigkeit zum systematischen wissenschaftlichen Vorgehen erforderlich.

Die Informatics Inside bietet hierfür einen entsprechenden Rahmen bereits in der akademischen Ausbildung. Unsere Studierenden planen, organisieren und gestalten diese Tagung jedes Jahr eigenständig. Auch die Themen für die Fachbeiträge wurden von den Studierenden eigenständig ausgewählt. Aus meiner Sicht bilden die resultierenden Ausarbeitungen in diesem Tagungsband die spannende Vielfalt von Anwendungsthemen des Human Centered Computings sehr gut ab. Dabei zeigt sich ebenfalls deutlich die Bereitschaft unserer Studierenden, die Verantwortung für eine sinnvolle und kreative Gestaltung der digitalen Zukunft zu übernehmen.

Ich wünsche Ihnen eine informative Tagung, mit spannenden Vorträgen, inspirierenden Diskussionen und nicht zuletzt der interessanten Lektüre dieses Tagungsbandes.

Reutlingen, den 15.11.2023

Prof. Dr. rer. medic. Christian Thies

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	III
Integration von XR in hybride Arbeitswelten	
Trah, F.	1
Mehr ist mehr! - Nutzung von Daten aus Sozialen Medien zur Ergänzung quantitativer Personas	
Zilch, J.	12
Faktoren der User Experience von Online-Trainings – Ein systematisches Literaturreview	
Jüstel, T.	23
Einordnung von Softwarevisualisierungen in den Architekturprozess	
Gysau, M.	36
Effiziente Cloud-Governance: Herausforderungen, Modelle und Auswahlkriterien	
Jalalzai, S.	50
Der aktuelle Stand in der Digitalisierung der Ernährungsberatung	
Schroeter, P.	61
Autorenverzeichnis	72

Integration von XR in hybride Arbeitswelten

Florian Trah

Hochschule Reutlingen
Reutlingen, Deutschland

Florian.Trah@Student.Reutlingen-University.de

Abstract

Diese Studie adressiert die Transformation geistiger Arbeitsprozesse in einer digitalisierten Arbeitswelt durch den Einsatz von Extended Reality (XR). Im Fokus stehen die Optimierung des Arbeitsalltags und die Steigerung der Nutzerfreundlichkeit ohne zusätzliche Belastung. Es wird untersucht, wie XR-Kollaborationstools effektiv in hybriden Arbeitsumgebungen integriert werden können, um eine Balance zwischen Nutzerbedürfnissen und den verfügbaren Technologien zu finden. Ziel ist es, eine umfassende Perspektive auf die Anwendungen von XR zu bieten, den Mehrwert herauszuarbeiten und Herausforderungen zu adressieren. Die Ergebnisse zeigen, dass eine nahtlose Integration von XR-Technologien in die tägliche Arbeit nur durch eine Kombination aus technologischer Innovation, anwenderorientierter Gestaltung und einer adaptiven Unternehmenskultur möglich ist. Dieses Paper beschäftigt sich damit, wie Unternehmen XR-Technologien für eine produktive und zukunftsfähige Arbeitsgestaltung nutzen können und hebt hervor, dass die Realisierung des vollen Potenzials von XR eine kulturelle Neuausrichtung erfordert.

Betreuer Hochschule: Prof. Dr. rer. nat. Tullius
Hochschule Reutlingen
Gabriela.Tullius@Reutlingen-
University.de

Informatics Inside Herbst 2023
15. November 2023, Hochschule Reutlingen
Copyright 2023 Florian Trah

CCS Concepts

• Human-centered computing → Human computer interaction (HCI) → Interaction paradigms

Keywords

Extended Reality, Mixed Reality, Augmented Reality, Virtual Reality, Collaborative Work, Hybrid Work, Collaborative Virtual Environment

1 Einleitung

Die digitale Transformation hat in den letzten Jahren einen Wendepunkt erreicht, der die Art und Weise, wie wir arbeiten, verändert und neu definiert hat. Insbesondere die Einführung hybrider Arbeitsmodelle, bei denen physische und virtuelle Arbeitsumgebungen verschmelzen, hat zu einer Revolution in der Arbeitswelt geführt. Vor diesem Hintergrund haben XR-Technologien – einschließlich Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR) und Mixed Reality (MR) – das Potenzial, den Arbeitsalltag grundlegend zu verändern. Diese Technologien versprechen nicht nur eine verbesserte Zusammenarbeit und Produktivität, sondern auch eine bereichernde und nutzerfreundliche Arbeitsumgebung. Trotz der offensichtlichen Vorteile gibt es jedoch auch zahlreiche Herausforderungen, die bei der Integration von XR-Technologien in hybride Arbeitswelten zu berücksichtigen sind. Neben technischen und ergonomischen Aspekten sind Datenschutz und Sicherheit zentrale Anliegen. Daher ist es von entscheidender Bedeutung, die Potenziale und Herausforderungen von XR-

Technologien systematisch zu untersuchen, um fundierte Empfehlungen für ihre effektive Anwendung in hybriden Arbeitsumgebungen abzuleiten.

1.1 Ziel der Arbeit

In der vorliegenden Arbeit wird eine explorative Herangehensweise verfolgt, um die Integration von XR-Technologien in soziotechnische Systeme für eine hybride Arbeitswelt zu untersuchen. Durch die Analyse relevanter Literaturquellen, die Durchführung von Fallstudien und die Identifikation potenzieller Lösungsansätze soll ein umfassendes Verständnis für die Anwendung von XR in Büro-tätigkeiten und geistiger Arbeit entwickelt werden. Dabei steht im Vordergrund, wie verschiedene XR-Kollaborationstechnologien kombiniert eingesetzt werden können, um die Anforderungen und individuellen Bedürfnisse der Nutzer zu erfüllen, während auch potenzielle Herausforderungen und Hindernisse berücksichtigt werden. Die Forschungsfragen können aus Tabelle 1 entnommen werden.

Tabelle 1: Forschungsfragen

ID	Forschungsfrage
RQ1	Welche spezifischen XR-Tools bieten den größten Mehrwert für geistige Arbeitsprozesse wie Büro-tätigkeiten?
RQ2	Inwiefern beeinflussen XR-Technologien die Produktivität und Kollaboration in hybriden Arbeitsumgebungen?
RQ3	Welche spezifischen Herausforderungen und Hindernisse, insbesondere in Bezug auf Datenschutz und Sicherheit, treten bei der Integration von XR-Technologien in hybriden Arbeitsumgebungen auf, und wie können diese am besten adressiert und überwunden werden?

1.2 Aufbau der Arbeit

Im Laufe dieser Arbeit wird die Thematik in strukturierten Abschnitten detailliert bearbeitet, die jeweils verschiedene Schwerpunkte und Aspekte des untersuchten Gebiets beleuchten. In Kapitel 2 wird ein Fundament für die gesamte Arbeit geschaffen. Hier werden wesentliche Begrifflichkeiten definiert und die allgemeine Relevanz der behandelten Thematik herausgestellt. Im darauf folgenden Kapitel 3 wird der Fokus speziell auf die Forschungsfrage RQ1 gerichtet. Dieses Kapitel beleuchtet den aktuellen wissenschaftlichen und technologischen Status quo in Bezug auf die gestellte Frage. Kapitel 4 nimmt Bezug auf die Forschungsfragen RQ2 und RQ3. Hier werden die verschiedenen Anwendungsgebiete der untersuchten Technologien tiefgreifend betrachtet, wobei auch die spezifischen Anforderungen und die sich daraus ergebenden Chancen diskutiert werden. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf der Integration dieser Technologien in die hybride Arbeitswelt. Den Abschluss bildet Kapitel 5 mit einer abschließenden Diskussion und einem Fazit. Hier werden die wichtigsten Erkenntnisse der Arbeit zusammengefasst, reflektiert und in einen größeren Kontext gestellt, um einen runden Abschluss für die Arbeit zu bieten.

1.3 Methodik

Die Durchführung einer systematischen Literaturrecherche bildete das Fundament dieser Arbeit. Bei der Literaturanalyse wurde nach den von Durach et al. [2017] beschriebenen Schritten vorgegangen. Durch die Bestimmung der Forschungsfragen wurden der Zeithorizont, die Relevanz und das spezifische Ziel der systematischen Literaturanalyse vorgegeben. Ein essenzieller Schritt in diesem Prozess war die Definition der Inklusions- und Exklusionskriterien. Um sicherzustellen, dass die gewählte Literatur sowohl relevant als auch von hoher Qualität ist, wurde großer Wert auf Publikationen, die einen Peer-Review-Prozess durchlaufen ha-

Integration von XR in hybride Arbeitswelten

ben, gelegt. Dabei wurden Early Access Artikel ausgeschlossen. Ein weiterer wichtiger Indikator für die Einbeziehung oder den Ausschluss von Quellen ist die Anzahl der Zitationen und die Reputation des Autors. Die regelmäßige Anpassung der Suchkriterien, insbesondere durch die Verwendung spezifischer Keyword-Sets, spielte eine entscheidende Rolle. Dabei wurde auch darauf geachtet, nur Literatur zu berücksichtigen, die in den letzten fünf Jahren veröffentlicht wurde. Nach der Festlegung dieser Inklusions- und Exklusionskriterien wurde eine Auswahl potenziell relevanter Literatur getroffen. Aus dieser Auswahl wurden die für die Synthese besonders relevanten Werke identifiziert. Die Synthese dieser ausgewählten Literatur ermöglicht es, tiefer in das Forschungsfeld einzutauchen und die Ergebnisse strukturiert aufzuarbeiten. Für die Suche nach passender Literatur wurde dabei auf die Suchmaschinen IEEE Xplore¹, ACM Digital Library², Springer Link³, Google Scholar⁴ und ResearchGate⁵ zurückgegriffen. Zotero⁶ half dabei, die zahlreichen Quellen effizient zu verwalten. Zudem dienten researchrabbt⁷ und Connected Papers⁸ als ergänzende Plattformen, um die Quellenbasis weiter zu verfeinern und zu vertiefen.

2 Grundlagen

In diesem Kapitel werden die wesentlichen Grundlagen und Begrifflichkeiten erläutert, die für das Verständnis und die weitere Diskussion der Thematik dieser wissenschaftlichen Arbeit von zentraler Bedeutung sind.

2.1 Arbeit

Der Begriff *Arbeit* hat sich im Laufe der Geschichte gewandelt [5]. In antiken Zeiten wurde klassische Lohnarbeit weitgehend als

Mühsal und Plage betrachtet, wobei ihre primäre Funktion darin bestand, das Überleben sicherzustellen. Die Menschen arbeiteten unter oft harten Bedingungen. Arbeit wurde größtenteils als notwendiges Übel angesehen, um den Lebensunterhalt zu verdienen. In der modernen Ära hat sich diese Wahrnehmung jedoch deutlich verschoben. Heutzutage wird Arbeit nicht nur als Mittel zum Lebensunterhalt gesehen, sondern auch als Plattform für Selbstverwirklichung und als ein Weg, soziale Sicherheit zu erlangen. Dieser Wandel von der Arbeit als reine Mühsal hin zu dem, was man heute als *hybride Arbeitswelt* bezeichnet, spiegelt die evolutionären Veränderungen in unserer Gesellschaft und unseren Wertvorstellungen wider. Im Kontext der modernen Arbeitswelt lassen sich verschiedene Arten der auszuführenden Arbeit unterscheiden. Hier gibt es zum einen die hochkonzentrierte Arbeit, die einen intensiven Fokus und oft auch spezialisierte Fähigkeiten erfordert. Dies steht im Kontrast zur ruhigen Arbeit, die weniger intensiven Fokus erfordert und oft routinemäßige Aufgaben beinhaltet. Zusätzlich gibt es die kreative Arbeit, die Innovation und das Denken außerhalb der Box erfordert, um neue Lösungen oder Ideen zu entwickeln. Schließlich spielt die Team- oder Projektarbeit eine zentrale Rolle in vielen Organisationen, bei der die Zusammenarbeit und Koordination zwischen verschiedenen Individuen oder Teams im Vordergrund steht.

2.2 Hybrides Arbeiten

Hybrides Arbeiten stellt in der aktuellen Arbeitslandschaft ein immer dominanter werdendes Modell dar. Es handelt sich hierbei um eine Fusion von klassischen und virtuellen Arbeitsmodellen. Das Hauptmerkmal dieses Ansatzes ist die erhöhte Flexibilität,

¹ <https://ieeexplore.ieee.org/>

² <https://dl.acm.org/>

³ <https://link.springer.com/>

⁴ <https://scholar.google.de/>

⁵ <https://www.researchgate.net/>

⁶ <https://www.zotero.org/>

⁷ <https://www.researchrabbt.ai/>

⁸ <https://www.connectedpapers.com/>

sowohl in Bezug auf den Arbeitsort als auch auf die Arbeitszeit. Während in traditionellen Arbeitsmodellen die Mitarbeiter in der Regel fest an einen physischen Arbeitsplatz gebunden sind, erlaubt das hybride Modell ihnen, je nach Aufgabe und Anforderung, sowohl im Büro als auch an anderen Orten zu arbeiten [9]. Darüber hinaus ermöglicht die zeitliche Flexibilität des hybriden Arbeitens den Mitarbeitern, ihre Arbeitsstunden nach ihren individuellen Bedürfnissen und Vorlieben zu gestalten. Dies kann zu einer besseren Work-Life-Balance beitragen und die Mitarbeiterzufriedenheit und -produktivität steigern [13]. Insgesamt zeigt sich, dass hybrides Arbeiten nicht nur eine Antwort auf aktuelle Herausforderungen ist, sondern auch das Potenzial hat, die Zukunft der Arbeit maßgeblich zu prägen, indem es die Vorteile sowohl traditioneller als auch virtueller Arbeitsmodelle kombiniert [4].

2.3 Kooperatives Arbeiten

Kooperatives Arbeiten bezeichnet eine Arbeitsweise, bei der Individuen oder Gruppen gemeinsam an Aufgaben oder Projekten arbeiten und durch gezielte Zusammenarbeit Synergien schaffen. Es basiert auf dem Prinzip des gemeinsamen Zieles, der geteilten Ressourcen und der wechselseitigen Abhängigkeit. Kooperatives Arbeiten betont die Bedeutung von Teamarbeit, Kommunikation und der Integration verschiedener Perspektiven zur Lösungsfindung [7]. In der heutigen, zunehmend digitalisierten Arbeitswelt spielen soziale Aspekte eine entscheidende Rolle für die Mitarbeiterbindung, -zufriedenheit und -produktivität. Die fortschreitende Technologie hat die Entstehung und Entwicklung von Kollaborations-Tools begünstigt, die darauf abzielen, den sozialen Aspekt der Arbeit in virtuellen Umgebungen zu stärken und zu fördern [2].

2.4 Extended Reality

Extended Reality bezeichnet einen Überbegriff und bezieht sich auf alle kombinierten

realen und virtuellen Umgebungen. Mit eingeschlossen sind dabei Virtual Reality, Mixed Reality und Augmented Reality.

2.4.1 Virtual Reality

VR bezeichnet eine computergenerierte Umgebung, die es Nutzern ermöglicht, sich in einer dreidimensionalen, interaktiven Welt zu bewegen und zu interagieren. Mit Hilfe von speziellen Headsets und oftmals zusätzlichen Sensoren oder Handschuhen können Benutzer visuell und haptisch in diese künstliche Welt eintauchen. Die Hauptintention von VR ist es, ein möglichst immersives Erlebnis zu schaffen, bei dem die Grenze zwischen der realen und der virtuellen Welt verschwimmt [8]. Umgebungen, die in VR erstellt und speziell für kollaborative und berufliche Zwecke konzipiert wurden, sind unter dem Begriff *Collaborative Virtual Environment* (CVE) bekannt [12].

2.4.2 Mixed Reality

MR bezeichnet eine Verschmelzung von realer und virtueller Welt, in der physische und digitale Objekte koexistieren und in Echtzeit interagieren. Im Gegensatz zu Virtual Reality, die eine vollständig immersive digitale Umgebung schafft, integriert Mixed Reality digitale Inhalte direkt in die physische Welt des Benutzers, sodass diese beiden Ebenen miteinander interagieren können. Dabei werden reale und virtuelle Informationen so miteinander kombiniert, dass sie als kohärentes Ganzes wahrgenommen werden [15].

2.4.3 Augmented Reality

AR bezeichnet eine Technologie, bei der computergenerierte Informationen, oft in Form von Grafiken, Videos oder Sound, mit der realen Umgebung des Benutzers in Echtzeit überlagert werden. Durch spezielle Software und oft mithilfe von Kameras und Sensoren können diese digitalen Informationen so positioniert werden, dass sie scheinbar Teil der physischen Welt sind. Im Gegensatz zu Virtual Reality, bei der der Benutzer vollständig in eine virtuelle Welt eintaucht, erweitert Augmented Reality die reale Welt

Integration von XR in hybride Arbeitswelten um digitale Elemente und schafft so eine erweiterte Sicht der Realität [11].

2.5 Relevanz

Die Relevanz der digitalen Transformation in der Arbeitswelt hat in den letzten Jahren einen unerwarteten Schub erfahren. Ein Haupttreiber dieser Entwicklung war die Covid-19-Pandemie, die eine rasante Digitalisierung erzwungen hat. Als direkte Konsequenz gewann das Homeoffice rapide an Bedeutung. Viele Unternehmen und Mitarbeiter haben die Vorteile des Arbeitens von zu Hause aus erkannt, und es wird erwartet, dass diese Arbeitsweise auch nach der Pandemie ihre Relevanz nicht verlieren wird [14]. Tatsächlich entwickelt sich ein hybrides Arbeitsmodell, das sowohl Vor-Ort-Arbeit als auch Homeoffice kombiniert, zum neuen Standard in vielen Branchen. Diese Entwicklung erfordert die Anschaffung geeigneter Hard- und Software, um den reibungslosen Ablauf und die Sicherheit der Daten im Homeoffice sicherzustellen [4]. Es ist wichtig zu betonen, dass dieser Wandel nicht nur eine Reaktion auf die Pandemie war. Er wurde auch durch den rasanten Fortschritt digitaler Technologien über die letzten Jahrzehnte hinweg ermöglicht. Als die Pandemie ausbrach, suchten Unternehmen weltweit nach flexiblen Lösungen, um sowohl die Geschäftskontinuität als auch die Sicherheit ihrer Mitarbeiter zu gewährleisten. Die bereits vorhandenen Technologien boten hier die ideale Plattform. Ein weiterer Faktor, der zur Relevanz des Homeoffice beiträgt, ist die Erwartungshaltung jüngerer Generationen an die Arbeitswelt. Die Bedeutung einer ausgewogenen Work-Life-Balance und die Möglichkeit, flexibel zu arbeiten, sind für viele junge Fachkräfte entscheidende Faktoren bei der Arbeitgeberwahl. Schließlich spielt auch das Thema Nachhaltigkeit eine Rolle. Homeoffice kann dazu

beitragen, den täglichen Pendelverkehr und damit verbundene CO₂-Emissionen zu reduzieren. Dies ist ein Aspekt, der in Zeiten des Klimawandels an Bedeutung gewinnt und sowohl von Unternehmen als auch von Mitarbeitern zunehmend geschätzt wird. Insgesamt lässt sich feststellen, dass die Digitalisierung der Arbeitswelt und insbesondere die Einführung des Homeoffice nicht nur eine kurzfristige Reaktion auf aktuelle Herausforderungen darstellen, sondern langfristige Veränderungen in der Art und Weise, wie wir arbeiten, einleiten.

3 Stand der Technik

In dem nachfolgenden Kapitel werden die aktuellen Entwicklungen und Trends im Bereich Hardware und Software beleuchtet.

3.1 Hardware

In der dynamischen Welt von AR, VR und MR spielen Hardware-Komponenten eine entscheidende Rolle. Sie sind die Schnittstelle zwischen dem Nutzer und den immersiven Erfahrungen, die diese Technologien bieten.

AR, VR und MR Headsets: Aktuelle Markttrends zeigen eine Vielzahl von Headsets, die sowohl für Konsumenten als auch für den professionellen Einsatz entwickelt wurden. Marktführende Unternehmen wie Meta⁹, HTC Vive¹⁰ und Microsoft mit ihrer HoloLens¹¹ bieten Lösungen, die ständig weiterentwickelt werden, um Nutzern ein immer realistischeres und immersiveres Erlebnis zu bieten.

PC: Die Anforderungen an Computer, die AR, VR und MR unterstützen, sind hoch. Marken wie Dell¹², ASUS ROG¹³ und HP Omen¹⁴ haben spezialisierte Systeme auf den Markt gebracht, die auf hohe Grafikleistung, schnelle Prozessoren und ausreichend Ar-

⁹ <https://www.meta.com/de/de/quest/>

¹⁰ <https://www.vive.com>

¹¹ <https://www.microsoft.com/de-de/hololens>

¹² <https://www.dell.com/en-us/lp/vr-pcs>

¹³ <https://www.asus.com/event/oculus-ready-pc/>

¹⁴ <https://www.hp.com/de-de/vr/vr-products.html>

beitsspeicher ausgelegt sind, um die rechenintensiven Anwendungen dieser Technologien zu bewältigen.

Konferenzsysteme (Meetingräume): Moderne Konferenzräume sind mit Technologien ausgestattet, die hybride Meetings unterstützen. Unternehmen wie Cisco mit ihrem WebEx Room Kit¹⁵ und Polycom¹⁶ bieten integrierte Lösungen, die Videokonferenzen, Präsentationen und sogar AR- oder VR-Demonstrationen in einem einzigen System kombinieren.

Mobile Devices (wie Smartphone & Tablet): Die Durchdringung von AR und VR in den Massenmarkt ist in erheblichem Maße durch mobile Geräte vorangetrieben worden. Marktführer wie Apple mit ihrem ARKit¹⁷ und Google mit ARCore¹⁸ haben Entwicklungsplattformen bereitgestellt, die es ermöglichen, AR-Erfahrungen direkt auf Smartphones und Tablets zu bringen.

Projektionsmöglichkeiten: Jenseits der traditionellen Bildschirme gibt es Technologien, die es ermöglichen, digitale Inhalte in physische Räume zu projizieren. Unternehmen wie Epson¹⁹ und Sony²⁰ bieten fortschrittliche Projektoren, die sowohl in Bildungseinrichtungen als auch in Unternehmen eingesetzt werden, um interaktive und immersivere Präsentationen zu ermöglichen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Hardware-Entwicklungen in den Bereichen AR, VR und MR stetig voranschreiten. Mit jeder Innovation wird die Barriere zwischen der physischen und der digitalen Welt weiter verringert, wodurch neue

Möglichkeiten für Nutzer und Unternehmen entstehen.

3.2 Software

Software bildet das Rückgrat unserer modernen, vernetzten Welt und ist ein entscheidender Faktor für die Effizienz und Effektivität der digitalen Interaktion und Zusammenarbeit. In Zeiten, in denen physische Präsenz immer weniger relevant wird und globale Vernetzung immer mehr an Bedeutung gewinnt, rückt Software ins Zentrum der Kommunikation und Kollaboration.

Im Bereich der digitalen Kollaboration kann die Software grob in drei Kollaborationsstufen unterteilen:

1. Stufe - Video-Konferenz Software: In der Anfangsphase digitaler Zusammenarbeit stellen Video-Konferenz-Tools eine Revolution dar. Durch sie können Teams, unabhängig von ihrem geografischen Standort, effektiv in Echtzeit miteinander kommunizieren [8]. Anbieter wie Zoom²¹, Microsoft Teams²² und Skype²³ haben den Weg für diese Art der Kommunikation geebnet. Sie bieten nicht nur die Möglichkeit, Audio und Video zu übertragen, sondern integrieren auch Features wie Bildschirmfreigabe, Umfragen und Breakout-Räume, um die Zusammenarbeit zu vertiefen und das Engagement der Teilnehmer zu erhöhen.

2. Stufe - Erweiterte digitale Kollaboration: Mit wachsendem Bedarf an einer tiefergehenden digitalen Interaktion entwickelten sich Softwarelösungen, die über reine Video-Kommunikation hinausgehen. Tools wie Slack²⁴, Google Workspace²⁵ oder Microsoft 365²⁶ integrieren Funktionen für

¹⁵ https://www.cisco.com/c/de_de/products/collaboration-endpoints/webex-room-series/index.html

¹⁶ <https://www.poly.com>

¹⁷ <https://developer.apple.com/augmented-reality/>

¹⁸ <https://developers.google.com/ar?hl=de>

¹⁹ https://www.epson.de/de_DE

²⁰ <https://www.sony.de/>

²¹ <https://zoom.us/>

²² <https://www.microsoft.com/de-de/microsoft-teams/group-chat-software>

²³ <https://www.skype.com>

²⁴ <https://slack.com>

²⁵ <https://workspace.google.com>

²⁶ <https://www.microsoft.com/de-de/microsoft-365>

Integration von XR in hybride Arbeitswelten

die gemeinsame Dokumentenbearbeitung, Projektmanagement und direkte Nachrichtenkommunikation. Sie erlauben Teams, nahtlos zwischen verschiedenen Arbeitsmodi zu wechseln, sei es Brainstorming auf einem digitalen Whiteboard, das Teilen und Kommentieren von Dokumenten oder das Organisieren von Aufgaben in Kanban-Boards.

3. Stufe - Virtuelle Begegnungsräume (Metaverse): Die fortgeschritteneren Metaverse-Plattformen, wie VRChat²⁷ oder Meta's Horizon Workrooms²⁸, bringen die virtuelle Zusammenarbeit auf ein neues Niveau. Sie schaffen eine immersive Erfahrung, bei der Benutzer in einer vollständig digitalen Welt als Avatare präsent sind. Hier können sie nicht nur an Meetings teilnehmen, sondern auch informelle soziale Interaktionen erleben, ähnlich wie in physischen Büroumgebungen. Solche Plattformen können speziell für Team-Building-Aktivitäten, kreative Brainstorming-Sessions oder sogar für Networking-Events genutzt werden, die in einem traditionellen Video-Konferenz-Format schwer zu replizieren wären [12].

Im Rahmen des Artefakts²⁹ wird zudem eine zusätzliche Kategorisierung vorgenommen, die sich auf die Realitäts- bzw. Interaktionsform der Software bezieht. Hierunter fallen Desktop- oder mobile Anwendungen, VR-, AR- oder MR-Anwendungen. Jede dieser Formen bietet unterschiedliche Interaktionsmöglichkeiten und Erfahrungen, je nachdem, wie immersiv und realitätsnah die digitale Umgebung gestaltet ist.

4 Anwendung

In dem folgenden Kapitel werden die konkreten Anwendungsbereiche des behandelten Themas beleuchtet und dabei insbesondere auf die Einsatzgebiete, Chancen, Risiken, Anforderungen sowie den Aspekt des Change Managements eingegangen.

4.1 Einsatzgebiete

XR-Technologien, wie VR, AR und MR, können im Arbeitsalltag auf unterschiedliche Weise eingesetzt werden. Eine der wichtigsten Anwendungen ist die virtuelle Zusammenarbeit und Meetings, die überall auf der Welt in Echtzeit stattfinden können. Diese Technologien ermöglichen es Unternehmen, Zeit und Kosten für Geschäftsreisen zu sparen, die Umweltbelastung zu reduzieren und die Mitarbeiter effizienter zu machen. Die Verwendung dieser XR-Programme kann dazu beitragen, die Zusammenarbeit im Team zu verbessern, die Produktivität zu steigern und die Mitarbeiterzufriedenheit zu erhöhen [10]. Darüber hinaus können Unternehmen von den Kosteneinsparungen und der Umweltfreundlichkeit profitieren, die diese Technologien bieten. Eine weitere Möglichkeit, die XR-Technologien im Arbeitsalltag zu nutzen, ist die Visualisierung von Daten und Informationen in Echtzeit. Diese Technologien können dazu beitragen, dass Mitarbeiter schneller und effektiver arbeiten, indem sie ihnen die Möglichkeit bieten, Daten und Informationen in einer intuitiven und leicht verständlichen Art und Weise zu visualisieren [10]. Eine weitere Möglichkeit XR-Technologien im Arbeitsalltag zu nutzen, ist die Simulation von Arbeitsabläufen und die Optimierung von Prozessen. Durch die Verwendung von VR- oder AR-Technologien können Unternehmen Prozesse und Abläufe testen, bevor sie in der realen Welt implementiert werden. Dadurch können mögliche Probleme oder Schwachstellen frühzeitig identifiziert und behoben werden, was zu einer höheren Effizienz und Produktivität am Arbeitsplatz führen kann. Ein weiterer Vorteil von XR-Technologien im Arbeitsalltag ist die Möglichkeit, Remote-Support und Fernwartung von Maschinen und Anlagen zu ermöglichen.

²⁷ <https://hello.vrchat.com/>

²⁸ <https://forwork.meta.com/de/horizon-workrooms/>

²⁹ <https://kollaborationstools.notion.site/Kollaborationstools-472b73c168bf42e98b37e0844f1a1ca4>

Internes (ohne direkten Kundenkontakt)				Externes (mit direktem Kundenkontakt)	
Mitarbeiter- gespräche	Meeting und soziale Kontakte	Tätigkeitsbezogene Aufgaben	Weiterbildung	Kundenkontakte	Arbeit an und mit Menschen
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Disziplinar- gespräche ▪ Konflikt- gespräche ▪ Bewerbungs- gespräche 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Informeller Austausch ▪ (Schneller und spontaner) Austausch unter Kolleg:innen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Arbeit, Reparatur und Wartung an Maschi- nen, IT-Infrastruktur ▪ Abnahme von Produk- ten, z.B. Verkostung, Prototypen ▪ Forschung, z.B. Expe- rimente im Labor ▪ Fertigung und Produktion ▪ Handwerkliche Tätigkeiten 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Workshops ▪ Teambuilding ▪ Brainstorming ▪ Einarbeitung neuer Mitar- beiter:innen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beratung ▪ Kundenbindung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Teilweise gar nicht möglich, z.B. Pflege, Kinderbe- treuung ▪ Teilweise nur schwieriger, z.B. medizini- sche Beratung

Abbildung 1: Tätigkeiten oder Prozesse, die nur schwer ortsunabhängig durchführbar sind [6]

Durch die Verwendung von AR- oder MR-Technologien können Fachleute in der Ferne Maschinen und Anlagen warten oder reparieren, ohne dass sie vor Ort sein müssen. Dadurch können Unternehmen Zeit und Kosten sparen, da sie nicht für jeden Wartungs- oder Reparaturauftrag einen Fachmann vor Ort haben müssen. Es ist essentiell zu betonen, dass nicht sämtliche Arbeitsprozesse und Tätigkeiten für eine remote Durchführung geeignet oder sinnvoll sind. Eine detaillierte Übersicht der Tätigkeiten, die sich nicht oder nur bedingt für den Remote-Einsatz eignen, finden Sie in Abbildung 1.

4.2 Chancen

In der Geschäftswelt stellt der digitale Arbeitsplatz einen entscheidenden Wettbewerbsfaktor dar. Unternehmen, die fortschrittliche digitale Arbeitsumgebungen bieten, haben die Möglichkeit, neue Arbeitsplätze zu schaffen und hochqualifizierte Fachkräfte effektiv anzuziehen. Ein ausgereifter digitaler Arbeitsplatz trägt maßgeblich zu einer positiven Employee Experience bei, was wiederum die Loyalität der Mitarbeiter fördert [10]. Die Deutsche Social Collaboration Studie hat beispielsweise gezeigt, dass 73,7% der Mitarbeiter im hybriden Ar-

beitsmodell sich stärker mit ihrem Unternehmen identifizieren [6]. Durch den Ausbau digitaler Arbeitsplätze steigt zudem die Arbeitsqualität. Diese Flexibilität trägt zum persönlichen Wohlbefinden bei und ermöglicht eine bessere Vereinbarkeit von Familie und Beruf. Darüber hinaus führt die Einführung digitaler Arbeitspraktiken zu Nachhaltigkeitsvorteilen, einschließlich der Einsparung von Ressourcen wie Strom, Papier und Wasser. Innovative Unternehmen nutzen hybride und Remote-Arbeitsmodelle, um Innovationen voranzutreiben und ihre Belegschaft zu stärken. Die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und Kunden verbessert sich ebenso, was in der heutigen Geschäftswelt von entscheidender Bedeutung ist. Es gibt Hinweise darauf, dass Online-Meetings in einem gut eingerichteten digitalen Arbeitsumfeld effektiver und effizienter sein können. Virtuelle Teams, die über die richtigen Tools und Prozesse verfügen, können ebenso produktiv sein wie ihre Kollegen vor Ort. Unternehmen erhoffen sich durch die Einführung hybrider Arbeitsmodelle eine Steigerung der Innovation. Studien zeigen, dass das hybride Modell gegenüber reinen Remote- oder reinen Präsenzmodellen bevorzugt wird. Dies führt oft zu einer Steige-

Integration von XR in hybride Arbeitswelten rung der Effizienz und einer verbesserten Sicherheit, insbesondere wenn die Zusammenarbeit innerhalb des Teams gut organisiert ist.

4.3 Risiken

Während die digitale Transformation der Arbeitswelt viele Vorteile mit sich bringt, gibt es auch eine Reihe von Risiken, die Unternehmen und Mitarbeiter berücksichtigen müssen [1]. Ein Hauptanliegen in der heutigen vernetzten Welt ist der Datenschutz. Mit der Zunahme von Online-Interaktionen und -Transaktionen steigt auch die Menge an persönlichen und sensiblen Daten, die online geteilt werden. Die Einhaltung von Datenschutzgesetzen und -bestimmungen ist nicht nur aus rechtlichen Gründen unerlässlich, sondern auch, um das Vertrauen der Mitarbeiter und Kunden zu wahren. Eng damit verbunden ist das Thema Datensicherheit. Mit der Verlagerung von Arbeit auf digitale Plattformen steigt auch die Gefahr von Cyberangriffen, wie Phishing, Ransomware oder DDoS-Attacken. Unternehmen müssen sicherstellen, dass sie über robuste Sicherheitssysteme verfügen und ihre Mitarbeiter in Sicherheitspraktiken schulen, um Datenverletzungen und -verluste zu verhindern. Physische Risiken dürfen ebenfalls nicht übersehen werden. Dies betrifft insbesondere Mitarbeiter im Homeoffice, deren Arbeitsplatz möglicherweise nicht den ergonomischen Standards entspricht, die in Büroumgebungen zu finden sind. Dies kann zu gesundheitlichen Problemen wie Rückenschmerzen oder Sehstörungen führen. Die Infrastruktur stellt ein weiteres Risiko dar. Ein stabiles und sicheres Netzwerk ist für die Arbeit in digitalen Umgebungen unerlässlich. Netzwerkausfälle oder technische Probleme können zu erheblichen Arbeitsunterbrechungen führen und die Produktivität beeinträchtigen. Schließlich gibt es auch Monitoring-Risiken. Während Überwachungstools dazu beitragen können, die Produktivität zu überwachen und sicherzustellen, dass Ressourcen effizient genutzt wer-

den, gibt es Bedenken hinsichtlich der Privatsphäre der Mitarbeiter und dem Potenzial für übermäßige Überwachung. Insgesamt müssen Unternehmen und Mitarbeiter diese Risiken aktiv erkennen und Maßnahmen ergreifen, um sie zu minimieren, während sie die Vorteile der digitalen Arbeitswelt nutzen.

4.4 Anforderungen

In der digitalisierten Arbeitswelt stehen Unternehmen vor zahlreichen Anforderungen, um Technologien effizient zu nutzen [6]. Erfolg digitaler Transformationen hängt maßgeblich von der Akzeptanz der Mitarbeiter und Führungskräfte ab. Dabei ist oft eine kulturelle Anpassung notwendig. Die unternehmenseigene Infrastruktur, inklusive Netzwerk und Software, muss den digitalen Bedürfnissen entsprechen. Gleichzeitig sind rechtliche und Compliance-Vorgaben, insbesondere im Bereich Datenschutz, zu beachten. Anschaffungs- und Implementierungskosten für Technologien müssen abgewogen werden, ebenso wie die Notwendigkeit robuster IT-Security-Maßnahmen. Die technische Ausstattung und Internetverbindung der Mitarbeiter, speziell im Homeoffice, sind zentral. Ein effektives Dokumentenmanagement ist unerlässlich, und die Sicherheit von Heimnetzwerken muss gewährleistet sein. Die Einführung neuer Systeme verlangt umfangreiche Schulungen, und gesundheitliche Faktoren, wie Augenbelastung, dürfen nicht vernachlässigt werden. Unternehmen müssen somit ganzheitliche Strategien entwickeln, um den digitalen Herausforderungen gerecht zu werden.

4.5 Change Management

Die Einführung hybrider Arbeitsmethoden in Unternehmen stellt ein komplexes Change Management-Projekt dar, das nicht nur technologische, sondern auch kulturelle und organisatorische Anpassungen erfordert [6]. Ein zentraler Schritt in diesem Wandel ist die Abschaffung traditioneller Arbeitsplatzstrukturen. Das Konzept privater und exklusiver Schreibtische wird durch Desk-Sharing

ersetzt. Dies bedeutet, dass Arbeitsplätze nicht mehr einzelnen Mitarbeitern fest zugewiesen sind, sondern von jedem genutzt werden können, der gerade im Büro ist. Ein interessanter Aspekt dieses Modells ist, dass es weniger Arbeitsplätze als Mitarbeitende gibt. Dieser Ansatz soll das Arbeiten im Homeoffice fördern und den Mitarbeitenden signalisieren, dass Flexibilität und Mobilität im Arbeitsalltag geschätzt und erwartet werden. Ergänzend zu dieser Neugestaltung der physischen Arbeitsumgebung werden spezielle Projekt- und Multimedia-Räume eingerichtet. Diese Räume sind technologisch so ausgestattet, dass sie nahtlos in Videokonferenzsoftware integriert werden können. Dadurch werden hybride Meetings ermöglicht, bei denen einige Teilnehmende vor Ort und andere remote zugeschaltet sind. Ein weiterer wichtiger Schritt in Richtung eines hybriden Arbeitsmodells ist der Übergang zu einem papierlosen Büro. Die gesamte Arbeit, von der Kommunikation bis zur Administration, erfolgt digital. Alle wichtigen Dokumente und Informationen sind online verfügbar und können von Mitarbeitenden unabhängig von ihrem Standort abgerufen werden. Schließlich beinhaltet die Einführung hybrider Arbeitsmethoden auch die Etablierung flexibler Arbeitsmodelle. Diese bieten den Mitarbeitenden individuelle Gestaltungsspielräume hinsichtlich ihrer Arbeitszeit und ihres Arbeitsorts. Dies fördert nicht nur die Zufriedenheit und Produktivität, sondern ermöglicht auch eine bessere Vereinbarkeit von Beruf und Privatleben. Zusammengefasst erfordert die Integration hybrider Arbeitsmethoden in Unternehmen eine umfassende Neuausrichtung sowohl der Arbeitsumgebung als auch der Arbeitskultur. Es ist essentiell, dass Change-Management-Prozesse sorgfältig geplant und umgesetzt werden, um den Übergang reibungslos und erfolgreich zu gestalten.

5 Diskussion und Fazit

In dieser Arbeit wurden die Möglichkeiten und Herausforderungen der Integration von Extended Reality (XR) in hybride Arbeitsumgebungen untersucht. Die Analyse zeigte, dass XR das Potenzial hat, die Arbeitsprozesse und Kollaboration zu verbessern, sofern die Technologien sinnvoll in die Unternehmenskultur integriert werden. Die Ergebnisse betonen die Bedeutung der Anpassung von XR an die individuellen Bedürfnisse der Unternehmen und ihrer Mitarbeiter. Es wurde festgestellt, dass neben den Vorteilen wie Effizienzsteigerung und besserer Kollaboration auch Risiken, insbesondere im Hinblick auf Datenschutz und Überwachung, beachtet werden müssen. Die Zukunft der Arbeit wird von der Weiterentwicklung und Implementierung von XR-Technologien mitgeformt, und Unternehmen stehen vor der Herausforderung, die richtige Balance zwischen technologischer Innovation und Mitarbeiterbedürfnissen zu finden. Aus dieser Arbeit lässt sich mitnehmen, dass eine umfassende Einführungsstrategie für XR essenziell ist, um die Vorteile zu nutzen und Risiken zu minimieren. Die Erkenntnisse dienen als Basis für Unternehmen, um Chancen zu ergreifen und sich aktiv mit den Veränderungen durch XR auseinanderzusetzen. Letztlich wird die Art und Weise, wie Unternehmen diese Technologien adaptieren und integrieren, entscheidend für die zukünftige Landschaft der digitalen Kollaboration sein.

Literaturverzeichnis

- [1] A. Kohnke. 2020. The risk and rewards of enterprise use of augmented reality and virtual reality. *ISACA Journal*, Heft 1 2020, S. 16–23
- [2] A. Scavarelli, A. Arya, R.J. Teather. Virtual reality and augmented reality in social learning spaces: a literature review. *Virtual Reality* 25, 257–277. 2021. <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00444-8>
- [3] C.F. Durach, J. Kembro, A. Wieland. 2017. A New Paradigm for Systematic Literature Reviews in Supply Chain Management. *J Supply Chain Manag*, 53: 71-73. <https://doi.org/10.1111/jscm.12145>
- [4] D. Baker. 2021. The Future of Work is Hybrid : Could Covid be the Catalyst for Organizations to Implement a Hybrid Workplace Model?. Dissertation. Abgerufen von <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kth:diva-297965>
- [5] D. Lindner. 2022. Hybride Arbeitswelt. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-37318-4>
- [6] Deutsche Social Collaboration Studie 2023. Online Verfügbar unter <https://www.campana-schott.com/>; Besucht am 30.05.2023
- [7] G. de Vreede, R. Briggs. 2019. A Program of Collaboration Engineering Research and Practice: Contributions, Insights, and Future Directions. *Journal of Management Information Systems*. 36. 74-119. <https://doi.org/10.1080/07421222.2018.1550552>.
- [8] J. Denstadli, T. Julsrud, R. Hjorthol. 2012. Videoconferencing as a Mode of Communication: A Comparative Study of the Use of Videoconferencing and Face-to-Face Meetings. *Journal of Business and Technical Communication - J BUS TECH COMMUN*. 26. 65-91. 10.1177/1050651911421125.
- [9] K. Iqbal, F. Khalid, S. Barykin. 2021. Hybrid Workplace: The Future of Work. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-8327-2.ch003>
- [10] L. Hofeditz, U. Löffler, C. Strathmann. 2021. Herausforderungen und Handlungsempfehlungen für die VR-basierte Zusammenarbeit mit digitalen Nomad*innen und anderen Remote-Arbeitenden. HMD. <https://doi.org/10.1365/s40702-021-00825-w>
- [11] M. Mirbabaie, L. Hofeditz, L. Schmid. 2021. Ausgestaltungs- und Anwendungspotenziale von Virtual und Augmented Reality Technologien im Kontext von Coworking Spaces. HMD. <https://doi.org/10.1365/s40702-021-00818-9>
- [12] M. Uddin, S. Manickam, H. Ullah, M. Obaidat and A. Dandoush. "Unveiling the Metaverse: Exploring Emerging Trends, Multifaceted Perspectives, and Future Challenges," in *IEEE Access*, vol. 11, pp. 87087-87103, 2023. doi: 10.1109/ACCESS.2023.3281303
- [13] N. Bloom, R. Han, J. Liang. 2023. How Hybrid Working From Home Works Out. <https://doi.org/10.3386/w30292>
- [14] P. Milgram, F. Kishino. 1994. A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Trans. Information Systems*. vol. E77-D, no. 12. 1321-1329.
- [15] W. Sherman, A. Craig. 2003. *Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design*, Morgan Kaufmann Publishers



Mehr ist mehr! - Nutzung von Daten aus Sozialen Medien zur Ergänzung quantitativer Personas

Julija Zilch

Hochschule Reutlingen
Reutlingen, Deutschland

Julija.Zilch@student.reutlingen-university.de

Zusammenfassung

Eine Persona bildet einen bestimmten Benutzertypen ab und hilft dabei den Benutzer besser zu verstehen und seine Bedürfnisse abzudecken. Daher sollten die Personas so vollständig und umfangreich wie möglich beschrieben werden. Soziale Medien stecken voller Informationen, die die bisherigen Persona-Daten, die beispielsweise aus Umfragedaten gesammelt wurden, ergänzen können. Diese Daten können sowohl vom Nutzer selbst generiert sein als auch durch andere Analysen, wie zum Beispiel des Verhaltens, gewonnen werden. Die Forschungsfrage, mit der sich im Rahmen dieser Ausarbeitung befasst wird, lautet: Wie können die bestehenden Daten, mit den Daten aus Sozialen Medien kombiniert werden? Das Ziel dabei ist es eine Empfehlung zu geben, wie eine Synergie von vorhandenen Daten und Ergänzung durch Daten aus Sozialen Medien aussehen kann. Dazu wurde der Stand der Wissenschaft zur Persona-Generierung mit Hilfe von AI und Sozialen Medien untersucht, anhand dessen Kriterien für die Empfehlung abgeleitet und eingeordnet wurden. Diese Kriterien sind: Datenqualität, Datenschutz, Validierung und Überprüfung, Kontextualisierung und Voreingenommenheit. Unterstützend zu der Empfehlung wurden die verfügbaren Tools bzw. die Möglichkeiten zur automatischen Persona-Generierung basierend auf Daten aus Sozialen Medien, mit Hinblick auf die Kriterien getestet und eingeordnet.

CCS Concepts

• **General and reference**; • **Human-centered computing**; • **Social and professional topics** → *User characteristics*; • **Computing methodologies** → *Artificial intelligence*; *Machine learning*;

Keywords

Personas, quantitative Personas, Automatic Persona Creation, Social Media Data.

1 Einleitung

Eine Persona bildet ein wichtiges Instrument in der Benutzerforschung und -analyse, um bestimmte Benutzertypen abzubilden und das Verständnis für ihre Bedürfnisse zu verbessern. Eine detaillierte Beschreibung der Personas ist vorteilhaft, um diese Bedürfnisse optimal abdecken zu können. Eine Quelle für detaillierte Personenbeschreibungen können soziale Medien sein, denn diese stecken voller echter Nutzerinformationen. Diese Daten können sowohl vom Nutzer selbst generiert sein, beispielsweise durch Profilbeschreibungen, Posts, Kommentare oder Likes, als auch durch Analysen, wie zum Beispiel

Betreuer/-in Hochschule

Prof. Dr. Gabriela Tullius
Hochschule Reutlingen
Gabriela.Tullius@reutlingen-
university.de

Informatics Inside Herbst 2023
15. November 2023, Hochschule Reutlingen
Copyright 2023 Julija Zilch

des Verhaltens, auf sozialen Plattformen gewonnen werden. Durch die vielen Informationen in den sozialen Medien und neuen Technologien, die zum Beispiel die Verarbeitung großer Datenmengen ermöglichen, ergeben sich neue Möglichkeiten auch für die Persona-Generierung. Mit dem Zusammenbringen von unterschiedlichen Informationen und deren Interpretation, können detailliertere Rollenbilder entstehen. Eine Studie von Spiliotopoulos et al. [19] zeigt, dass Personas, die auf Basis von Daten aus sozialen Medien erstellt wurden, klarer, vollständiger und glaubwürdiger wahrgenommen werden. Wie bestehende Personas mit Daten aus sozialen Medien kombiniert werden können, wird in dieser Ausarbeitung untersucht. Das Ziel besteht darin, Empfehlungen dafür zu geben, wie eine Synergie zwischen den vorhandenen Daten und den Ergänzungen durch Daten aus sozialen Medien erreicht werden kann. In den folgenden Kapiteln wird zunächst ein Einblick in die Grundlagen von sozialen Medien und Persona-Entwicklung gegeben. Daraufhin wird der aktuelle Stand der Wissenschaft zur Persona-Generierung auf Basis von Daten aus sozialen Medien untersucht. Basierend darauf werden Kriterien für die Empfehlung abgeleitet und eingeordnet. Zusätzlich werden die verfügbaren Tools getestet und bewertet. Dies ermöglicht die Evaluation anhand eines konkreten Beispiels, indem die Tools unter den extrahierten Kriterien betrachtet werden. Anschließend wird eine Empfehlung ausgesprochen.

2 Grundlagen

In diesem Kapitel werden die Begriffe Quantitative Personas und Soziale Medien für das Verständnis des vorliegenden Kontextes erläutert.

2.1 Quantitative Personas

Personas werden erstellt, um Zielgruppen zu definieren und zu verstehen [11]. Quantitative Personas basieren auf quantitativen Daten,

wie Social-Media-Daten [1]. Folglich handelt es sich dabei, um große Datenmengen. Bei der Erstellung von quantitativen Personas werden Algorithmen zur Datenanalyse und fortschrittliche Techniken wie maschinelles Lernen verwendet [1]. Die gesammelten Daten werden analysiert, segmentiert und gruppiert, um verschiedene Zielgruppen zu identifizieren, zu den detaillierte Profile erstellt werden [11]. Salminen et al.[11] betonen, dass quantitative Personas allein nicht ausreichen, um ein vollständiges Bild der Zielgruppe zu erhalten. Für ein tieferes Verständnis für die Motivationen und Emotionen der Zielgruppe sind qualitative Forschungsmethoden wie Interviews oder Beobachtungen ebenfalls notwendig.

2.2 Soziale Medien

Die Sozialen Medien sind aus unserem Alltag gar nicht mehr wegzudenken. In dem Zeitraum 2012-2023 wuchs die Anzahl der Nutzer von sozialen Medien weltweit von 1,48 auf 4,76 Milliarden Nutzer [20]. Soziale Medien stecken also voller Informationen über die Nutzer. Jedes soziale Medium hat seine eigene Zielgruppe, dient zu bestimmten Zwecken und hat eigene Regeln [18]. Das bedeutet der Umgang mit jedem Medium ist individuell und die Möglichkeiten und Einschränkungen variieren. Eins haben die sozialen Medien jedoch gemeinsam, und zwar verfolgen sie das Ziel den "Menschen zu ermöglichen, Informationen aller Art mithilfe der digital vernetzten Medien anderen zugänglich zu machen [21]". Für die Interpretation von Daten aus sozialen Medien, ist es wichtig zu verstehen wie das Medium funktioniert und welcher mediumspezifischer Kontext berücksichtigt werden sollte [18]. Grundsätzlich haben die Nutzer von sozialen Medien die Möglichkeit Inhalte zu erstellen, veröffentlichen, kommentieren, annotieren, weiterleiten, abonnieren, sowie sich oder Inhalte vernetzen [17]. Daraus lässt sich schließen, dass durch diese Tätigkeiten Daten entstehen, die den Nutzer auf

unterschiedliche Weise beschreiben. Zusätzlich lassen sich Informationen über Standorte und genutzte Geräte herausfinden. Die Herausforderungen, die sich aus der Verfügbarkeit von großen Datenmassen aus sozialen Medien ergeben, werden bei der Datenauswahl, Reliabilität, Repräsentativität, Generalisierbarkeit und der Zeitstabilität der Medien selbst gesehen [18].

3 Stand der Forschung

In diesem Kapitel wird die Literaturrecherche vorgestellt, Kriterien abgeleitet und Tools identifiziert.

3.1 Methodik

Um einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung zu verschaffen wird eine systematische Literaturrecherche durchgeführt. Dabei wird gezielt nach Literatur gesucht, die sich mit dem Thema der Persona-Generierung auf Basis von Daten aus sozialen Medien befasst. Die verwendeten Datenbanken sind ACM¹, IEEE Xplore², ScienceDirect³. Ausgehend vom Ziel der Arbeit werden die Datenbanken mit dem Suchterm "(persona) AND (generation OR creation OR construction OR development) AND (social media)" durchsucht. Es kommen die Ergebnisse in die nähere Betrachtung, die diesen Suchterm im Abstract aufweisen und in deutsch oder englisch geschrieben sind. Basierend auf dem Literatur-Review von Salminen et al. [11] wird der Zeitraum ab dem Jahr 2018 bis heute betrachtet, da in dem Jahr die meisten Publikationen zu quantitativen Personas stattfanden und die Sozialen Medien überstiegen erstmals alle anderen Datenquellen.

3.2 Literaturrecherche

Die Literatursuche ergab 52 Ergebnisse bei ACM, 13 bei ScienceDirect und 2 bei IEEE

Xplore. Nach einer Eignungsprüfung, bei der die Relevanz über den Inhalt des Abstracts bestimmt wurde, blieben 13 Ausarbeitungen, die für die genaue Analyse herangezogen wurden. Dabei werden die Ergebnisse in drei Kategorien eingeteilt: Fokus auf Persona, Fokus auf Erstellungsprozess, Fokus auf Anwendung und Nutzen.

FOKUS AUF PERSONA:

Bei den Forschungen mit dem Fokus auf die Personas geht es um Variablen, die die Qualität der Personas verbessern können. Jansen et al. [5] haben eine Studie durchgeführt in der empirisch bewiesen wurde, dass sich Personas, speziell deren Interessen, im Laufe der Zeit ändern. Für die Untersuchung wurden Kundendaten auf YouTube analysiert und monatlich 15 Personas generiert. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Personas im Laufe der Zeit durchschnittlich um 40% verändern und 78% der Personas mehr Veränderungen als Konstanz in ihren Interessengebieten aufweisen. Neben den Interessen, kann sich auch die Kernpopulation ändern. Die Änderbarkeit der Personas spielt also eine Rolle, wenn es um die Gültigkeit von Personas geht.

Weitere Forschung befasst sich mit der Wirkung von Personas. Dabei führen Salminen et al. [16] eine Studie mit Probanden durch und setzten dafür Eye-Tracking Technologie ein. Das Ziel dabei war relevante Informationen der Personas effektiver zu vermitteln. Es wurde herausgefunden, dass Inkonsistenzen bei den Informationen Verwirrung auslösen, was durch Kontextualisierung der Daten gelöst werden kann.

Bei einer der aktuelleren Forschungen stellen sich Salminen et al. [13] der Frage wie viele Personas pro Personensegment nötig sind um eine Gruppe vollständig zu beschreiben. Der Fokus lag darauf, eine statistisch optimale Anzahl von Personas herauszufinden. Dafür wurde untersucht wie die Verteilung der demografischen Persona-Attribute von den Basisbenutzerdaten abweicht. Durch mehr

¹<https://dl.acm.org/>

²<https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

³<https://www.sciencedirect.com/>

Personas verbesserte sich die Benutzerrepräsentativität, der größte relative Diversitätsgewinn lag jedoch bei 40 Personas (4 mal mehr als empfohlen wird). Die Hauptbereiche für die Diversifizierung von Personas sind Alter- und Länderdiversifizierung.

Um die Personas inhaltlich qualitativer zu gestalten, vergleichen Salminen et al. [10] verschiedene Machine-Learning-Techniken für die Gefühlsanalyse von Social-Media-Daten, um toxische Inhalte, wie zum Beispiel Hasskommentare, bestimmte Befürworter oder Gegner zu erkennen. Die Autoren untersuchen, wie gut diese Techniken in der Lage sind, den emotionalen Gehalt von Texten auf Plattformen wie Twitter und Facebook zu erkennen. Es wird gezeigt, dass Deep-Learning-Modelle im Allgemeinen bessere Ergebnisse erzielen als traditionelle Methoden.

Bei der Forschung von Kathiravan et al. [8] geht es nicht direkt um die Persona-Erstellung, jedoch um die Verbesserung der Datengrundlage der Persona-Entwicklung auf Basis von Daten aus sozialen Medien. Es wird diskutiert, wie falsche Profile auf sozialen Netzwerken identifiziert werden können. Das Ziel ist ein Modell zur Erkennung von "echten" und "gefälschten" Profilen in den sozialen Medien vorzustellen.

FOKUS AUF ERSTELLUNGSPROZESS

Bei den Forschungen mit dem Fokus auf den Erstellungsprozess geht es um Methoden und Techniken diesen zu erleichtern. Als ein Grundstein für viele Forschungen untersuchten Salminen et al. [11] Forschungsartikel, aus den Jahren 2005-2019, zum Thema der Quantitativen Persona Erstellung. Das Ziel dabei war, einen systematischen Überblick über die angewandten Methoden und deren Potential zu verschaffen, sowie Standardmethoden und Best Practices zu identifizieren. Dabei wurde auch herausgefunden, dass Soziale Medien als Datenquelle für die Persona-Erstellung immer populärer wird und inzwischen die anderen Quellen übersteigt.

Um der Persona-Erstellung ein handfestes Werkzeug in die Hand zu geben, haben Jung et al. [6] ein System zur automatischen Persona-Generierung (APG) entwickelt, das zur quantitativen Generierung datengesteuerter Personas aus Social-Media-Daten genutzt werden kann. Mit dem System kann auf die Daten eines bestimmten Social-Media-Kanals zugegriffen werden, jedoch nicht auf die Daten der breiten Öffentlichkeit. Dabei wird wie folgt vorgegangen: 1. Unterschiedliche Muster mit bestimmten demografischen Gruppen verknüpfen. 2. Eine wirkungsvolle demografische Gruppe für jedes der unterschiedlichen Muster identifizieren. 3. Durch die Kombination von Verhaltens- und demografischen Merkmalen einfache Personas erstellen. 4. Personas mit weiteren Informationen anreichern, um vollständige Persona-Profile zu generieren. In den Papern von An et al. [2] und [7] wird das APG-System ebenfalls vorgestellt und eine praktische Analyse durchgeführt. Dabei wird gezeigt, dass Personas schnell und automatisch aus umfangreichen, aggregierten Benutzerdaten von großen Social-Media-Plattformen mit dem APG-System erstellt werden können.

Desweiteren führen Salminen et al. [15] eine Nutzerstudie durch, in der das APG von Nutzern mit einem Anwendungsfall getestet wird. Dabei wird der Fokus vor allem auf die Bedürfnisse der Persona-Ersteller gelegt und herausgefunden, dass der Fokus der Ersteller auf den Zahlen hinter den Daten liegt, wie zum Beispiel wie viele Nutzer hinter den Daten stecken.

FOKUS ANWENDBARKEIT UND NUTZEN

Bei den Forschungen mit dem Fokus auf die Anwendbarkeit und Nutzen, geht es um Anwendungsbeispiele, die konkrete Analysen zur Generierung aufzeigen. Ein Beispiel dafür bieten Salminen et al. [14], in dem Spieler-Personas mit dem APG System generiert werden. Das Ziel dabei ist, das Potenzial datengesteuerter Personas zur Segmentierung von

Spielern nach ihren Spielpräferenzen zu demonstrieren. Durch diese Studie konnte ein potenzieller Wert von solchen Personas aufgezeigt werden.

Ein weiteres Anwendungsbeispiel für Personas aus sozialen Medien ist die Analyse von Carpenter et al. [3]. Dabei wird eine Personengruppe (Lehrer) auf das private und professionelle Auftreten auf Twitter untersucht. Das Ergebnis zeigt, dass die Mehrzahl der ausgewerteten Profile, berufliche Identitäten von persönlichen Überzeugungen oder Zugehörigkeiten trennen.

Mit der Thematik wie falsche Profile auf sozialen Netzwerken identifiziert werden können, befassen sich Takacs et al.[22]. Das Ziel der Forschung war, bestimmte Senatswahlen in den USA zu analysieren, um Manipulation durch gefälschte Profile zu untersuchen. Dabei wurde eine verdächtige Personengruppe, quasi Persona, herangezogen und unterschiedliche Variablen ausgewählt, in Korrelation gebracht und im zeitlichen Zusammenhang analysiert. Mit dieser Analyse konnte bestätigt werden, dass es einen Zusammenhang mit den gefälschten Profilen und den Wahlkandidaten gab.

Insgesamt anzumerken ist, dass die Autoren Dr. Jim Jansen, Joni Salminen und Soon-gyo Jung zu einem Team des Qatar Computing Research Institute gehören. Dies kann bei der Interpretation von Ergebnissen eine Rolle spielen, da einige Forschungen von diesen Experten stammen.

3.3 Kriterien

Die im Folgenden vorgestellten Kriterien basieren auf der Literaturrecherche im Abschnitt 3.2. Dabei wurden die Forschungen untersucht und die häufig erwähnten Kriterien, die bei der Erstellung von Personas auf Basis von Social-Media-Daten eine Rolle spielen, abgeleitet und eingeordnet.

DATENQUALITÄT: Die Qualität der Daten ist von entscheidender Bedeutung. Es ist

die Grundlage für quantitative Personas mit hoher Qualität, die einen tatsächlichen Mehrwert bringen können. Es ist wichtig sicherzustellen, dass die Daten zuverlässig, aktuell und repräsentativ sind, um genaue und aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen. [5] [10] [8] [13] [11] [14] [22]

DATENSCHUTZ: Bei der Nutzung von Daten aus sozialen Medien ist es wichtig, die Datenschutzrichtlinien und die Privatsphäre einzuhalten. Es sollten keine personenbezogenen Daten ohne Zustimmung der Nutzer verwendet werden, und es sollten Maßnahmen ergriffen werden, um die Anonymität und Privatsphäre der Nutzer zu schützen. Es sollte weder ein Nutzer, noch eine bestimmte Nutzergruppe identifiziert werden können. [5] [13] [11] [6] [2] [7]

VALIDIERUNG UND ÜBERPRÜFUNG: Die aus sozialen Medien gewonnenen Daten sollten validiert und überprüft werden, um sicherzustellen, dass sie zuverlässig und aussagekräftig sind. Auch die Nützlichkeit der Daten sollte hinterfragt werden. Dies kann durch den Vergleich mit anderen Datenquellen, die Durchführung von Stichproben oder die Verwendung statistischer Methoden erfolgen. Die Validierung von erstellten Personas kann zum Beispiel durch Studien mit Experten erfolgen. [16][5][11][2]

KONTEXTUALISIERUNG: Die Daten aus sozialen Medien sollten im Kontext betrachtet werden, um sie richtig zu interpretieren. Dies bedeutet, dass Faktoren wie kulturelle Unterschiede, regionale Besonderheiten oder zeitliche Veränderungen berücksichtigt werden sollten, um genaue Schlussfolgerungen zu ziehen. Es kann hilfreich sein mehr Personas zu generieren, um eine höhere Diversität zu bieten. Auch die erstellten Personas im Kontext zum Beispiel zur gesamten Gruppe, die es repräsentieren soll, darzustellen kann sinnvoll sein. [16] [10] [14] [3]

VOREINGENOMMENHEIT: Damit ist sowohl die algorithmische, als auch

die menschliche Voreingenommenheit gemeint. Bei der algorithmischen Voreingenommenheit werden zum Beispiel Minderheitengruppen und Inklusivität oft ignoriert. Menschliche Voreingenommenheit findet überall statt, wo menschliche Entscheidungen getroffen oder auch Inhalte produziert werden. Daher heißt es, menschliche Entscheidungen stets zu hinterfragen und die Algorithmen geeignet einzusetzen. [11] [13] [10]

3.4 Tools

Für die Erstellung von Personas auf Basis von Social-Media-Daten ist es ratsam unterstützende Werkzeuge zu verwenden. In der Literaturrecherche wurde ein Werkzeug zur automatischen Erstellung von Personas aus Social-Media-Daten, das APG-System⁴, vorgestellt. Laut den Autoren in [6] ist das System in der Art und Weise einmalig. In der Literaturrecherche konnte nichts Gegenteiliges bewiesen werden. Zusätzlich zur Literaturrecherche, wurde eine Marktanalyse durchgeführt, um geeignete Tools für diesen Zweck zu finden. Wichtig dabei war, dass Daten aus sozialen Medien zur Verfügung stehen und eine kostenlose Variante zur Verfügung gestellt wird, um herauszufinden ob die abgeleiteten Kriterien sich mit dem Tool berücksichtigen lassen. Als Ergebnis wurden zwei weitere Tools entdeckt und zwar Allon⁵ und delve.ai⁶.

Zusätzlich besteht die Möglichkeit über die API der jeweiligen Datenquelle an Informationen zu gelangen. Diese drei Tools, sowie die API der geeigneten Datenquelle werden im nächsten Kapitel anhand eines Anwendungsbeispiels genauer untersucht.

4 Anwendungsfall

Der vorliegende Anwendungsfall basiert auf der Grundlage, dass es bereits Personas auf Basis von Karriereverläufen von Promovierenden gibt. Im Rahmen eines Projekts, sollen diese Personas mit weiteren Daten angereichert werden, um diese lebendiger wirken zu lassen. Um die Lebendigkeit authentisch aufzunehmen, sollen echte Daten von echten Nutzern aus sozialen Medien verwendet werden. Dieses Projekt dient im Folgenden als Beispiel, um eine Empfehlung zu geben, worauf bei der Persona-Generierung aus Social-Media Daten geachtet werden sollte.

In den folgenden Abschnitten wird zuerst die Datenquelle festgelegt, die in Abschnitt 3.4 identifizierten Tools untersucht und eingeordnet, sowie die LinkedIn API eingeschätzt. Anschließend wird eine Empfehlung auf Basis von den Ergebnissen gegeben.

4.1 Datenquelle

Jedes soziale Medium folgt einem bestimmten Zweck und hat seine eigene Zielgruppe. Bei dem vorliegenden Fall geht es um Karriereverläufe von Promovierenden. Die Entscheidung welches Medium bei diesem Hintergrund geeignet ist, basiert auf der Studie [4] die im Jahr 2022 auf Statista veröffentlicht wurde. Dabei wurde untersucht auf welchen Kanal die Probanden für die Ansprache beim Jobwechsel offen gewesen wären. Das Ergebnis zeigt, dass 63% gegenüber einer Ansprache auf LinkedIn⁷ oder Xing⁸ offen gewesen wären. Also zeigt es, dass die notwendige Zielgruppe auf diesen Portalen zu finden ist. Da LinkedIn in Bezug auf die Mitgliederzahl und die Reichweite der größere von den beiden ist, fällt die Entscheidung auf LinkedIn [9].

⁴<https://persona.qcri.org/>

⁵<https://www.ailon.io/de/>

⁶<https://www.delve.ai/>

⁷<https://www.linkedin.com/home>

⁸<https://www.xing.com/>

4.2 Persona-Generierung

In diesem Abschnitt werden die Tools, die für Persona-Generierung geeignet sind, sowie die LinkedIn API, unter Berücksichtigung der abgeleiteten Kriterien, auf die Eignung für den vorliegenden Fall untersucht.

APG: Das APG Tool wurde bei der Literaturrecherche in Abschnitt 3.2 vorgestellt. Es wurde zu Forschungszwecken und nicht zu kommerziellen Zwecken entwickelt. Deshalb steht es nach Absprache mit den Forschern kostenlos zur Verfügung. Vorteilhaft ist, dass die Entwickler dieses Tools selbst viel damit zur Persona-Generierung forschen, auch auf Basis von Social-Media-Daten. Mit dem Tool besteht die Möglichkeit Personas auf Basis von LinkedIn-Daten zu erstellen. Um dies zu testen und die Möglichkeit zur Berücksichtigung der Kriterien zu prüfen, ist es erforderlich Administratorrechte für Unternehmens-/Organisationsseiten zu haben. Für den vorliegenden Fall wäre ein Organisationsprofil nötig, bei dem möglichst viele Promovierende aktiv sind beziehungsweise in Verbindung mit dem Profil stehen (für YouTube wäre beispielsweise ein eigener Channel mit Videos notwendig). Somit ist das Tool für den vorliegenden Fall in der Form nicht geeignet. Auf Nachfrage bei den Entwicklern des APG Tools, wurde ein Ansatz vorgeschlagen, der funktionieren könnte, jedoch noch überprüft werden muss. Bei dem Ansatz könnte ein anderes Tool der APG-Entwickler, Namens Survey2Persona⁹, herangezogen werden. Dabei können vorhandene Umfragedaten in dem System als Basis für die Persona-Generierung aufgenommen werden. Es besteht die Möglichkeit durch demografische Zuordnung diese Personas mit Social-Media-Daten anzureichern. Diese kombinierten, datenbasierten Personas könnten mit Hilfe eines kombinierten Dateneditors basierend

auf dem eigenen Design angepasst werden. Dieser Ansatz wird nur als eine Art Anreiz für weitere Untersuchungen wiedergegeben.

delve.ai: delve.ai ist ein kommerzielles Werkzeug, das verspricht Personas, unter anderem auch sogenannte "Social Persona", zu generieren. Es steht eine eingeschränkte kostenlose Nutzung zur Verfügung. Eine Persona wird auf Basis von mindestens 20 Profilen erstellt. Social Persona berücksichtigt öffentlich zugängliche soziale Profile von Twitter, Instagram, LinkedIn, YouTube, TikTok, Pinterest und Facebook. Für die Erstellung einer "Social Persona", muss ein Link zu einer Webseite angegeben werden. Für den vorliegenden Anwendungsfall wird die Internetadresse "https://www.studienstiftung.de/" angegeben, da die Seite für Doktoranden voraussichtlich interessant ist. In der kostenlosen Version können zwei Personas erstellt werden, bei denen der Zugang zur detaillierten Ansicht nur für eine gegeben ist. Es wird jedoch nur eine Persona erstellt die das ganze Publikum zusammenfasst. Es gibt keine Möglichkeit zur demografischen Eingrenzung. Die Beurteilung des Ergebnisses hinsichtlich der Kriterien sieht wie folgt aus:

DATENQUALITÄT: Sicherstellung der Qualität der Daten nicht möglich. Die Datengrundlage ist nicht ersichtlich und nicht nachvollziehbar. Das Ergebnis der Generierung liefert eine Persona mit unter anderem folgenden Eigenschaften: Student, Einkommen 800€, besitzt ein Haus. Diese Persona soll 100% der Nutzer repräsentieren.

DATENSCHUTZ: Der Datenschutz ist gegeben, da die Daten in aggregierter Form vorliegen und keine personenbezogenen Daten wie Name oder Email-Adresse verwendet werden.

VALIDIERUNG UND ÜBERPRÜFUNG: Validierung der fertigen Persona durch zum Beispiel einen Experten oder Vergleich zu Personas aus anderen Quellen ist möglich.

⁹<https://s2p.qcri.org/>

KONTEXTUALISIERUNG: Die Daten im Kontext zu betrachten ist nicht möglich. Bei der Generierung der Persona ist keinerlei Einfluss möglich. Also es können auch keine demografischen Einschränkungen getätigt werden, die einen Kontext herstellen würden. Der einzige Kontext der angegeben ist, ist die Angabe in Prozent wie viele Nutzer dieser Persona entsprechen.

VOREINGENOMMENHEIT: Es ist kein Einfluss auf die Reduzierung bzw. Vermeidung der Voreingenommenheit möglich.

Nach dem Ergebnis dieser Untersuchung ist dieses Tool für den vorliegenden Fall nicht geeignet.

Allon: Mit Allon soll ermöglicht werden umfassende Zielgruppenanalysen durchzuführen. Die Zielgruppe kann aus vielen Merkmalen aus unterschiedlichen Kategorien modelliert werden und interaktiv untersucht werden. Auf die Nachfrage nach der genauen Datenbasis wurde erläutert,"[...] die Analyseplattform verarbeitet täglich mehrere zehntausend Datenpunkte aus einer Vielzahl von Quellen, wie beispielsweise klassische Marktforschung (Zensus), wissenschaftliche Statistiken, TV-, Video- und Audio-Streamingdaten strategischer Datenpartner, aber auch semantische Content-Analysen von News- und Brandwebsites sowie Social Media. Unsere Data Scientists integrieren diese Daten manuell, über APIs oder automatisiert¹⁰." Es können also keine bestimmten Datenquellen ausgewählt werden, jedoch wird eine umfassendere Quelle gegeben, was auch Vorteile bieten kann. Das Tool steht kostenlos, in einer eingeschränkten Form, zur Verfügung. Die Beurteilung des Ergebnisses hinsichtlich der Kriterien sieht wie folgt aus:

DATENQUALITÄT: Da die Datenbasis von Datenexperten zusammengestellt wird, kann eine gewisse Qualität der Daten erwartet

werden. Es kann jedoch keine konkrete Datenquelle angegeben werden. Es können außerhalb des Tools Daten aus konkreten Quellen herangezogen und verglichen werden. Die Aktualität der Daten lässt sich durch regelmäßige Erstellungen von "derselben" Personas und der im Tool integrierten Vergleichsmöglichkeit sicherstellen.

DATENSCHUTZ: Der Datenschutz ist gegeben, da die Daten in aggregierter Form vorliegen.

VALIDIERUNG UND ÜBERPRÜFUNG: Validierung der fertigen Persona durch zum Beispiel einen Experten oder Vergleich zu Personas aus anderen Quellen ist möglich.

KONTEXTUALISIERUNG: Durch die interaktive Analysemöglichkeit wird die Möglichkeit gegeben den Kontext zum Beispiel zur Gesamtgruppe oder der Bevölkerung herzustellen. Es werden sowohl textuelle als auch numerische Werte geboten, wodurch der Zusammenhang womöglich besser verstanden werden kann.

VOREINGENOMMENHEIT: Es ist kein Einfluss auf die Reduzierung bzw. Vermeidung der Voreingenommenheit möglich.

Nach dem Ergebnis dieser Untersuchung könnte dieses Tool für den vorliegenden Fall einen Mehrwert bringen. Es müsste genau überprüft werden, wie gut sich die gewünschte Zielgruppe mit den gegebenen Filtern abbilden lässt. Es besteht allerdings die Möglichkeit fehlende Merkmale anzufordern.

LinkedIn API: Um an die Inhalte von LinkedIn direkt zu gelangen, kann die Lix API¹¹ genutzt werden. Der Rahmen in dem es kostenlos möglich ist, würde für den vorliegenden

¹⁰<https://www.alon.io/de/>

¹¹<https://lix-it.com/docs>

Fall voraussichtlich ausreichen. Die API verfügt über eine Dokumentation mit Codebeispielen. Durch das Befolgen der Anweisungen, können mit Postman¹² und über das Installieren eines PlugIns in dem eigenen LinkedIn Profil die ersten Informationen exportiert werden. Über die Suchfunktion kann zum Beispiel nach "Doktoranden" gesucht werden und durch das Auswählen der Kategorie "Personen" erscheint eine Liste mit Doktoranden, die über die LinkedIn Filterfunktion eingeschränkt werden kann. Es kann auch nach anderen Kriterien wie "Beiträge" gesucht werden. Durch das PlugIn kann das Exportformat und die Anzahl der Personen die exportiert werden sollen angegeben werden. Bei den exportierten Informationen handelt es sich um Basisinformationen wie ID, Name oder Profillink. Auf der Basis dieses Exports kann dann mit Postman weiter gearbeitet werden. Die Berücksichtigung der abgeleiteten Kriterien sieht wie folgt aus:

DATENQUALITÄT: Sicherstellung der Qualität der Daten auf eigene Verantwortung. Je nach dem welche Daten ausgewählt werden, kann mit passenden Methoden, die Qualität sichergestellt werden. Die Aktualität der Daten, durch regelmäßige Analysen, sicher zu stellen bringt einen hohen Aufwand mit sich.

DATENSCHUTZ: Es muss aktiv auf den Datenschutz geachtet werden, da bei den extrahierten Daten um echte Nutzerdaten, wie Namen, handelt.

VALIDIERUNG UND ÜBERPRÜFUNG: Da die vollständigen Daten bzw. Profile vorliegen, kann umfangreich validiert und überprüft werden. Die Wahl der Methoden ist dabei frei.

KONTEXTUALISIERUNG: Da die vollständigen Daten bzw. Profile vorliegen, kann der gesamte Kontext analysiert werden. Die erstellten Personas können auch in Kontext zur gesamten Gruppe gestellt werden, da auf alle Daten zugegriffen werden kann.

VOREINGENOMMENHEIT: Reduzierung bzw. Vermeidung der Voreingenommenheit auf eigene Verantwortung, da die geeigneten Methoden ausgewählt und Analysen durchgeführt werden können.

Über die LinkedIn API ist es auf jeden Fall möglich weitere Daten für die Anreicherung der bestehenden Personas zu gewinnen. Dies erfordert jedoch viel manuelle Arbeit und verantwortungsvolle Entscheidungen.

4.3 Empfehlung

Die Empfehlung im vorliegenden Fall wird basierend auf der vorangegangenen Analyse gegeben. Um die Personas aus Daten zur Karriereverläufen von Promovierenden mit Daten aus sozialen Medien anzureichern und somit lebendiger zu machen werden folgende Möglichkeiten empfohlen:

"Option 1": LinkedIn als Datenquelle nutzen, LinkedIn API für Informationsgewinn verwenden, passende Methoden selber auswählen. Damit ist eine umfangreiche Anreicherung, mit der vollständigen Möglichkeit zur Abdeckung der Kriterien möglich. Impliziert viel manuelle Arbeit.

"Option 2": Allon genauer untersuchen, ob sich die Zielgruppe aus vorhandenen Daten gut abdecken lässt. Durch die Reduzierung der manuellen Arbeit kann mehr Zeit in die Validierung gesteckt werden, um die Auswirkungen vom fehlenden Einfluss bezüglich der Voreingenommenheit zu verringern.

"Option 3": Dem Vorschlag von den APG-Entwicklern aus dem Abschnitt 4.2 nachgehen und deren Anwendbarkeit evaluieren. Da die Entwickler viel auf dem Gebiet der automatischen Persona-Erstellung tätig sind, ist zu erwarten, dass bei den Tools viele Kriterien berücksichtigt sind.

Am umfangreichsten wäre Option 1, am schnellsten und unkompliziertesten scheint Option 2 zu sein und dazwischen ist Option 3 zu erwarten, die beim Erfolg zur besten Option werden könnte.

¹²<https://www.postman.com/>

5 Fazit

In der vorliegenden Arbeit konnten aus den bestehenden Forschungsarbeiten Kriterien abgeleitet werden, anhand derer die Beurteilung von Werkzeugen zur Persona-Generierung aus Social-Media Daten möglich ist. An einem konkreten Fall wurde die Beurteilung für die derzeit zur Verfügung stehenden kostenfrei nutzbaren Tools durchgeführt. Um eine Synergie von bestehenden Daten und Daten aus sozialen Medien zu schaffen, muss vor allem auf das wichtigste Kriterium, die Datenqualität, geachtet werden. Es hat sich herausgestellt, dass es zum aktuellen Zeitpunkt keine perfekte Lösung für den vorliegenden Fall gibt. Um die manuelle Arbeit zu reduzieren, sind weitere Untersuchungen nötig. Durch die Erkenntnis aus der Literaturrecherche über die Änderbarkeit von Personas, wird die Wichtigkeit der automatischen Persona-Generierung unterstrichen. Mit dem Einsatz von modernen, KI-gestützten Methoden und Daten aus sozialen Medien, wird der Aufwand einer wiederholten Persona-Generierung verringert.

Literatur

- [1] B. Alsaadi und D. Alahmadi. „The Use of Persona Towards Human-Centered Design in Health Field: Review of Types and Technologies“. In: 2021. DOI: 10.1109/EHB52898.2021.9657744.
- [2] J. An u. a. „Imaginary People Representing Real Numbers: Generating Personas from Online Social Media Data“. In: (2018). URL: hdoi.org/10.1145/3265986.
- [3] J. P. Carpenter u. a. „Teacher identity and crossing the professional-personal divide on twitter“. In: (2019). URL: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0742051X18314173.
- [4] softgarden e-recruiting GmbH. *Für die Ansprache auf welchem Kanal wären Sie in der Phase des Jobwechsels offen gewesen?* Online: de . statista .

com/statistik/daten/studie/1339535/umfrage / kommunikationskanal - fuer - die - ansprache - vor - dem - jobwechsel/. 2022.

- [5] B. J. Jansen u. a. „Persona analytics: Analyzing the stability of online segments and content interests over time using non-negative matrix factorization“. In: (2021). URL: www . sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417421010083.
- [6] S. Jung, J. Salminen und B. J. Jansen. „Giving Faces to Data: Creating Data-Driven Personas from Personified Big Data“. In: 2020. URL: doi.org/10.1145/3379336.3381465.
- [7] S. Jung u. a. „Automatic Persona Generation (APG): A Rationale and Demonstration“. In: 2018. URL: doi.org/10.1145/3176349.3176893.
- [8] M. Kathiravan u. a. „Analysis and Detection of Fake Profile Over Social Media using Machine Learning Techniques“. In: 2023. DOI: 10 . 1109 / ICSSIT55814.2023.10061020.
- [9] T. Onaran. „Twitter, Xing, LinkedIn & Co – Wie ticken digitale Netzwerke und welche sind wichtig?“ In: 2019. URL: doi.org/10.1007/978-3-658-23735-6_11.
- [10] J. Salminen, S. Jung und B. Jansen. „Intentionally Biasing User Representation?: Investigating the Pros and Cons of Removing Toxic Quotes from Social Media Personas“. In: 2022. URL: doi.org/10.1145/3546155.3546647.
- [11] J. Salminen u. a. „A Literature Review of Quantitative Persona Creation“. In: 2020. DOI: 10.1145/3313831.3376502.
- [12] J. Salminen u. a. „A Template for Data-Driven Personas: Analyzing 31 Quantitatively Oriented Persona Profiles“. In: 2020. ISBN: 978-3-030-50020-7.
- [13] J. Salminen u. a. „Creating More Personas Improves Representation of Demographically Diverse Populations:

- Implications Towards Interactive Persona Systems“. In: 2022. URL: doi.org/10.1145/3546155.3546654.
- [14] J. Salminen u. a. „Designing Prototype Player Personas from a Game Preference Survey“. In: 2020. URL: doi.org/10.1145/3334480.3382785.
- [15] J. Salminen u. a. „Findings of a User Study of Automatically Generated Personas“. In: 2018. URL: doi.org/10.1145/3170427.3188470.
- [16] J. Salminen u. a. „Fixation and Confusion: Investigating Eye-Tracking Participants' Exposure to Information in Personas“. In: 2018. URL: doi.org/10.1145/3176349.3176391.
- [17] J. Schmidt und M. Taddicken. „Soziale Medien: Funktionen, Praktiken, Formationen“. In: 2016. URL: doi.org/10.1007/978-3-658-03895-3_2-2.
- [18] J. Schrape und J. Siri. „Facebook und andere soziale Medien“. In: 2022. URL: doi.org/10.1007/978-3-658-37985-8_92.
- [19] D. Spiliotopoulos, D. Margaris und C. Vassilakis. „Data-Assisted Persona Construction Using Social Media Data“. In: (2020). URL: www.mdpi.com/2504-2289/4/3/21.
- [20] Statista. *Anzahl der Social-Media-Nutzer weltweit in den Jahren 2012 bis 2023 (in Milliarden)*. Online: de.statista.com/statistik/daten/studie/739881/umfrage/monatlich-aktive-social-media-nutzer-weltweit/. 2023.
- [21] M. Taddicken und J. Schmidt. „Entwicklung und Verbreitung sozialer Medien“. In: 2017. URL: doi.org/10.1007/978-3-658-03765-9_1.
- [22] R. Takacs und I. McCulloh. „Dormant Bots in Social Media: Twitter and the 2018 U.S. Senate Election“. In: 2020. URL: doi.org/10.1145/3341161.3343852.



Faktoren der User Experience von Online-Trainings – Ein systematisches Literaturreview

Tim Jüstel

Hochschule Reutlingen
Reutlingen, Deutschland

Tim.Juestel@student.reutlingen-university.de

Abstract

Das Thema E-Learning ist für die akademische und betriebliche Bildung von enormer Wichtigkeit. So nutzen die meisten Unternehmen Online-Trainings für die Aus- und Weiterbildung ihrer Mitarbeiter*innen. Allerdings können verschiedene Faktoren innerhalb der User Experience dieser Online-Trainings dazu führen, dass Nutzer*innen nicht den gewünschten Lernerfolg erzielen. Ziel dieser Arbeit ist es deshalb, aus der vorhandenen Literatur systematisch Faktoren für die User Experience eines Online-Trainings zu identifizieren und ein praktisches Fallbeispiel anhand des wichtigsten Faktors zu bewerten. Um die Zielstellung dieser Arbeit zu erreichen, wurden dabei folgende Fachdatenbanken systematisch durchsucht: IEEE Xplore, ACM Digital Library, Web of Science, Google Scholar. Im Rahmen dieser Untersuchung konnten dabei 16 Artikel

identifiziert werden, die weiter untersucht wurden. Dabei zeigte sich, dass mit 14 Nennungen der Faktor Ease of Use am häufigsten berücksichtigt wurde. Außerdem wurden im praktischen Begleitprojekt der Arbeit Nutzungsdaten von Online-Trainings in einer Visualisierung dargestellt und eine Metrik zur Auswertung des Faktors Ease of Use entwickelt, um in der Praxis eine Möglichkeit zu schaffen, Online-Trainings zu evaluieren. Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass in zukünftigen Forschungsarbeiten die Besonderheiten der User Experience von E-Learnings spezifischer untersucht werden müssen.

CCS Concepts

•Human-centered computing~Human computer interaction (HCI)~HCI design and evaluation methods~Heuristic evaluations

Keywords

E-Learning, User Experience, Usability, UX-Model

Betreuer Hochschule: Prof. Dr. Gabriela Tullius
Hochschule Reutlingen
Gabriela.Tullius@reutlingen-
University.de

Betreuer Extern: M.SC. Patrick Puschinski
Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG
patrick.puschinski@porsche.de

Informatics Inside Herbst 2023
15. November 2023, Hochschule Reutlingen
Copyright 2023 Tim Jüstel

1 Einleitung

1.1 Motivation

Fortschritte in Informations- und Kommunikationstechnologien haben viele Neuerungen mit sich gebracht, eine dieser Neuerungen ist die Möglichkeit, überall und zu jeder Zeit Wissen zu teilen und zu konsumieren [23]. Diese Entwicklung hat auch einen großen Einfluss auf den Bildungssektor. Der

Einsatz von Technologie im Lernkontext wird dabei als E-Learning bezeichnet [3]. E-Learning kann hierbei grundsätzlich in zwei Kategorien unterteilt werden: das synchrone und das asynchrone E-Learning. Beim synchronen E-Learning wird eine Umgebung geschaffen, in der unterrichtet und kommuniziert werden kann, wohingegen bei asynchronem E-Learning Aufgaben zeitlich flexibel bearbeitet werden können [2]. Die jüngsten Entwicklungen im Bildungssektor wurden in den letzten Jahren zusätzlich durch die COVID-19 Pandemie und den damit einhergehenden Kontakt- und Ausgangsbeschränkungen katalysiert und führten zu einer neuen Schwerpunktsetzung auf das Thema E-Learning [23]. Auch die betriebliche Bildung folgt diesem Wandel. So führte hier am digitalen Lernen auch ohne „Corona-Boost“ kein Weg mehr vorbei. In der E-Learning Benchmarking Studie von 2022 gaben mit über 90% fast alle befragten Unternehmen an, E-Learnings für Aus- und Weiterbildungszwecke zu nutzen [11]. Trotz der weiten Verbreitung und der großen Beliebtheit, welche E-Learnings heute aufweisen, bringen diese doch auch Herausforderungen mit sich. So zeigt die Forschung, dass gerade die Motivation von erwachsenen Lernern im Laufe der Bearbeitung von E-Learnings sinkt und bis zum Abbruch führen kann, was nachweislich negative Konsequenzen im Berufsalltag zur Folge hat [20]. Auch die Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG mit Konzernsitz in Stuttgart Zuffenhausen nutzt die Vorteile, welche die E-Learning-Systeme mit sich bringen, in dem sie ihren Mitarbeiter*innen asynchrone Online-Trainings in einem Lernmanagementsystem (LMS) zur Verfügung stellt und ist deshalb mit den dazugehörigen Herausforderungen konfrontiert. Mit dem massiven Wachstum der E-Learning-Industrie hat sich in den letzten Jahren ein wachsendes Verständnis dafür entwickelte, wie wichtig die Betrachtung der User Experience (UX) im Kontext dieser Disziplin ist [22]. Denn wie auch bei anderen virtuellen Umge-

bungen sind jene Online-Trainings erfolgreicher, welche die spezifischen Bedürfnisse ihrer Endnutzer*innen in höherem Maße erfüllen [5]. Dabei sollten neben Eigenschaften und Fähigkeiten der Nutzer*innen auch weitere Faktoren bei der Interaktion mit der virtuellen Umgebung berücksichtigt werden, die dazu beitragen, den Lernprozess der Nutzer*innen effektiver zu machen [13]. Ein Verständnis über die UX bildet hier die Grundlage für eine solche nutzerzentrierte Gestaltung [22].

1.2 Usability und User Experience im E-Learning

Geht es um die Gestaltung und Konzeption von Lernanwendungen oder -apps, wurde in den vorangegangenen Jahren im Forschungskontext vor allem die Gebrauchstauglichkeit (engl. Usability) der Benutzeroberflächen betrachtet [22]. Laut Jakob Nielsen, der den Begriff maßgeblich geprägt hat, ist die Gebrauchstauglichkeit als Qualitätsmerkmal von Benutzeroberflächen zu verstehen, welches bewertet, wie einfach eine Benutzeroberfläche zu verwenden ist [27]. Der Begriff Gebrauchstauglichkeit wird im Rahmen der ISO 9241 Norm definiert und beschreibt laut ISO 9241-11:2018 das „Ausmaß, in dem ein System, ein Produkt oder eine Dienstleistung durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen“ [8]. Die Gebrauchstauglichkeit konzentriert sich also stark auf die Aufgaben der Benutzer*innen und deren Erledigung, also die pragmatische Seite der Benutzer-Produkt-Beziehung [17]. Um jedoch die Qualität von Software zu bewerten, reicht die Betrachtung der Gebrauchstauglichkeit nicht aus. Denn Aspekte wie die Emotionen und Gefühle der Benutzer*innen bei der Interaktion mit der Software sollten auch bei der Bewertung berücksichtigt werden [26]. Um diesem Umstand zu begegnen, wurde der Begriff User-Experience eingeführt. Dieser wird in der Norm

ISO 9241-210:2019 definiert [9]. Nach dieser Definition geht es bei der User Experience, um „Emotionen, Vorstellungen, Vorlieben, Wahrnehmungen, physiologische und psychologische Reaktionen, Verhaltensweisen und Leistungen“ der Nutzer*innen, die sich vor, während und nach der Nutzung ergeben [24]. Die Begrifflichkeit User Experience berücksichtigt laut Hassenzahl dabei zwei Aspekte der Systemqualität: pragmatische und hedonistische Aspekte [18]. Es besteht allerdings Einigkeit darüber, dass die Gebrauchstauglichkeit auch dazu geeignet ist, die pragmatischen Teilaspekte der UX zu bewerten [15]. Bei E-Learning-Systemen ist es besonders wichtig, dass diese den Lernenden eine positive UX bieten, da die UX die Akzeptanz, das Verständnis, die Effizienz und die Zufriedenheit der Benutzer*innen bei der Nutzung des Systems beeinflusst und dadurch den Lernprozess erleichtert und bereichert. Sowohl die User Experience als auch die Usability stellen also kritische Qualitätsmerkmale für E-Learning-Systeme und den Lernprozess dar [15].

1.3 Stand der Forschung und Zielstellung

Um die Usability bzw. die User Experience systematisch auszuwerten, offeriert die Literatur verschiedene Methoden. Eine häufig in der Praxis verwendete Methode ist dabei der System Usability Score (SUS) von John Brooke [29]. Dieser beschreibt in seiner Arbeit [4] von 1995 mit dem SUS eine „einfache und verlässliche“ Methode zur Evaluierung der Usability eines Systems. Dies gelingt durch einen 10 Punkte umfassenden Fragebogen mit fünf Antwortmöglichkeiten für die Befragten von „Stimme voll zu“ bis „Stimme überhaupt nicht zu“. Die Auswertung dieser Antworten liefert dann eine einzige Zahl, die ein zusammengesetztes Maß für die Gesamtnutzbarkeit des untersuchten Systems darstellt [4]. Zwar ist der SUS für verschiedene Anwendungsgebiete konzipiert, allerdings wird er von einigen For-

scher*innen im Kontext spezifischer Anwendungsfelder als zu generisch beschrieben [16]. Auch in der E-Learning-Domäne ist es aufgrund der Komplexität dieses Feldes nicht ausreichend, den SUS als standardisiertes Tool für Gebrauchstauglichkeitstests einzusetzen [16]. Denn neben der Interaktionsgestaltung müssen hier auch pädagogische Aspekte, die Lerninhalte und Unterstützungen für die Lernenden berücksichtigt werden [21]. Dementsprechend untersuchte Zaharias in [30], wie eine Fragenbogenbasierte Bewertungsmethode der Gebrauchstauglichkeit von E-Learning Kursen zu erstellen ist. Die Ergebnisse dieser Arbeit mündeten in das E-Learning Usability Evaluation Questionnaire, welches folgende 7 Kriterien umfasst: „content, learning and support, visual design, navigation, accessibility, interactivity, and self-assessment and learnability [30]“. Wenige Jahre später knüpfte Zaharias in [32] inhaltlich an diesen Ergebnissen an, mit der Prämisse über das rein kognitive und aufgabenorientierte Paradigma im Sinne der UX hinauszugehen, indem affektive und emotionale Aspekte in die Bewertung der Gebrauchstauglichkeit einbezogen werden. Dazu wird als Ergebnis der Arbeit die intrinsische Lernmotivation als affektiver Faktor für die Bewertung der Gebrauchstauglichkeit vorgeschlagen. Trotz dieser Entwicklung beschreibt der Autor im Ausblick der Arbeit, dass in der zukünftigen Forschung weitere affektive und emotionale Faktoren berücksichtigt werden müssten, um das Verhalten der Lernenden besser zu verstehen. Auch habe die Verwendung eines Fragebogens als Methode zur Bewertung eines affektiven Zustandes einige Schwächen, sodass in künftigen Forschungsarbeiten weitere Methoden betrachtet werden sollten [32]. Auch 12 Jahre nach der Veröffentlichung von Zaharias beschreibt Hasan in [15], dass es nach wie vor an spezifischen Techniken und Methoden für die Bewertung der UX in der E-Learning-Domäne fehlt. Dementsprechend greifen Forscher*innen

auf verschiedene generische Methoden zurück, um die User Experience solcher Systeme zu messen [1]. Das Ziel wird es deshalb im Folgenden sein, die UX-Kriterien der verschiedenen Methoden im Rahmen aller bereits veröffentlichten Publikationen für die Betrachtung von Lerninhalten adäquat zu aggregieren. Dazu wird eine systematische Literaturrecherche durchgeführt. Die identifizierten Kriterien werden dann anhand der Häufigkeit ihrer Nennungen in der Literatur bewertet. Der am wichtigsten bewertete Faktor wird im Anschluss weiter untersucht, indem ein Praxisbeispiel mit seiner Hilfe bewertet wird. Der Use-Case hierfür ist die Porsche AG, die ihre Mitarbeiter*innen mit asynchronen Online-Trainings schult. In der intensiven Auseinandersetzung mit der vorher beschriebenen Literatur fällt auf, dass es im aktuellen wissenschaftlichen Diskurs im Kontext der E-Learning-Domäne so scheint, als würden zur Evaluierung der User Experience und der Usability vor allem Fragebögen zum Einsatz kommen. Dieses Vorgehen ist für den Einsatz bei der Porsche AG nur bedingt geeignet, da die betroffenen Mitarbeiter*innen im beschriebenen Kontext nur wenig Zeit haben, neben dem Tagesgeschäft Online-Trainings zu absolvieren und eine Befragung im Anschluss von Online-Trainings so zu einem erheblichen Zusatzaufwand für die Mitarbeiter*innen führt. Deswegen werden die Nutzung und Qualität der Lerneinheiten bei Porsche durch eine Auswertung von Kennzahlen, die aus dem User-Interface selbst gewonnen werden, realisiert. Dementsprechend ist es ein weiteres Ziel dieser Arbeit, die Messung der User Experience Faktoren anhand von Daten aus dem User Interface genauer zu betrachten.

2 Methoden

2.1 Literaturrecherche und -systematik

Um die Zielstellung dieser Arbeit zu erreichen, wurde vom 30.09.23 bis zum 02.10.23

eine Untersuchung der veröffentlichten Literatur vorgenommen, um UX-Faktoren von E-Learnings zu identifizieren. Dazu wurden die Fachdatenbanken IEEE Xplore und ACM Digital Library durchsucht und durch Ergebnisse aus der Zitationsdatenbank Web of Science und der Suchmaschine Google Scholar ergänzt. Dabei wurden die Suchterme so definiert, dass gezielt Artikel exkludiert wurden, die E-Learning-Systeme im Fokus hatten, die synchrone Lernumgebungen anbieten. So wurde gewährleistet, dass die identifizierten Faktoren auf den Use-Case bei Porsche übertragbar sind. Die systematische Überprüfung der hier identifizierten Literatur wurde dabei in Übereinstimmung mit den Preferred Reporting Items for Systematic-Reviews and Meta-Analyses (PRISMA-Guidelines [28]) durchgeführt. In Ergänzung zu dieser systematischen Suche wurden ebenso die Referenzen der identifizierten Veröffentlichungen im Sinne der „Citation Pearl Growth“-Methode weiter überprüft, um auch hier relevante Literatur zu identifizieren. Das Protokoll zur Durchführung der Literaturrecherche mit Beschreibung der Suchstrategie einschließlich der Suchterme und der Eignungskriterien für das Screening ist im Online-Zusatzmaterial dieser Arbeit zu finden ([siehe Z1](#)). Das in dieser Arbeit beschriebene Review ist dabei nicht im Kontext einer Datenbank registriert.

2.2 Studiensichtung

Die Sichtung der Literatur wurde in sechs Stufen durchgeführt, um Literatur und Studien zu identifizieren, die die Ein- und Ausschlusskriterien erfüllen: Abstract-Sichtung (Stufe 1), Sichtung der Zielstellung und Forschungslücke (Stufe 2), Sichtung der Methodik (Stufe 3), Sichtung des Studiendesigns und der Diskussion (Stufe 4), Sichtung der Zusammenfassung (Stufe 5), Sichtung des gesamten Papers (Stufe 6). Da es nur wenig Primärliteratur zu Methodiken der Evaluierung von User Experience oder UX in der E-Learning-Domäne gibt, wurden auch Studien geprüft, die anhand eines vorhandenen

Faktoren der User Experience von Online-Trainings

Modells die UX von E-Learnings evaluieren. Bei der Prüfung dieser Studien gab es dabei keine Einschränkung in Bezug auf Studiendesign oder Stichprobengröße, da nicht das Ergebnis, sondern die verwendete Methodik weiter untersucht wurde. Dabei konnte die identifiziert Literatur im Rahmen der Sichtung lediglich von einem einzigen Gutachter überprüft werden. Um trotzdem das Risiko der falschen Bewertung von Inklusions- und Exklusionskriterien zu minimieren, wurden uneindeutige Fälle bei Stufe 1-5 in die nächste Stufe der Sichtung überführt, damit eine falsche Exklusion der Literatur vermieden und diese weiter geprüft wird. In Stufe 6 hingegen wurden uneindeutige Fälle im Zweifel exkludiert, damit falsch inkludierte Literatur nicht das Ergebnis verzerrt. Die Durchführung der Sichtung fand in einer Excel-Datenbank statt. Diese ist ebenso im Online-Zusatzmaterial dieser Arbeit zu finden ([siehe Z2](#)).

2.3 Datenextraktion

Um die Literatur auswerten zu können, wurden zwei Arten von Informationen aus dieser extrahiert. Allgemeine Informationen zu der Literatur und von der Literatur offerierte User Experience-Faktoren. Bei den allgemeinen Informationen wurden neben Titel, Autor*innen und Jahr auch festgehalten, ob das zugrunde liegende User Experience-Modell generisch, also auf verschiedene Domänen anwendbar oder spezifisch, also speziell für die Anwendung in der E-Learning-Domäne gedacht ist. Darüber hinaus wurden unter der Bezeichnung Theorie-Modell auch die zugrunde liegenden theoretischen Modelle oder Evaluierungsverfahren der User Experience benannt, auf die sich die jeweiligen Arbeiten beziehen. Bei den UX-Faktoren wurden alle relevanten Faktoren aus der Literatur extrahiert und als Kategorie festgehalten, um bei der Auswertung die Vorhandenheit der Faktoren in den jeweiligen Papern zu überprüfen. Da den identifizierten Papern unterschiedliche theoretische Mo-

delle und deren Anpassungen zugrunde liegen, unterscheiden sich auch die verwendeten Terme für die Faktoren der User Experience. Um trotzdem eine quantitative Auswertung der Nennungshäufigkeit vornehmen zu können, musste dementsprechend ein Mapping vorgenommen werden. Dieses ist ebenso im Zusatzmaterial dieser Arbeit zu finden ([siehe Z3](#)) und basiert auf den in der Literatur offerierten Definitionen, die miteinander verglichen wurden.

2.4 Auswertung und Synthese

Die eigentliche Auswertung der identifizierten Literatur wurde wie bereits beschrieben quantitativ durchgeführt. Dies erfolgte ebenso in einer Excel-Datenbank ([siehe Z4](#)), bei welcher die Vorhandenheit der identifizierten und durch das Mapping reduzierten UX-Faktoren überprüft und markiert wurde. Diese Markierungen ließen sich dann am Ende summieren, um eine Aussage über die Nennungshäufigkeit der einzelnen UX-Faktoren treffen zu können.

2.5 Bewertung Risiko eines BIAS

Primäres Ziel dieses Punkts der PRISMA-Guidelines ist die systematische Erfassung des Risikos eines BIAS in den verwendeten Primärstudien [28]. Dieser Schritt stammt aus der Arbeit mit medizinischer Literatur und hat das Ziel, verschiedene mögliche Verzerrungen durch das Studiendesign aufzudecken [10]. Da in diesem systematischen Review nicht die Studien selbst, sondern deren Methodik Untersuchungsgegenstand waren, wurde auf eine Bewertung des BIAS verzichtet, da diese keine Auswirkung auf das Untersuchungsergebnis hätte.

3 Ergebnisse

3.1 Ergebnis der PRISMA-Recherche

Im Rahmen dieser Arbeit konnten 359 Artikel durch das systematische Durchsuchen von Literaturdatenbanken vom 30.09.23 bis

zum 02.10.23 identifiziert werden. Diese konnten anschließend direkt durch das Überprüfen der Suchterme in einer Zitationsdatenbank ergänzt werden. Dies entsprach 292 einzigartigen Artikeln nach Entfernung der Duplikate. Von den identifizierten Artikeln wurden 250 nach dem Screening des Titels und des Abstracts exkludiert. Dies führte zu 42 Artikeln, deren Inhalt genauer überprüft wurde. Das Screening des restlichen Inhalts verlief wie bereits beschrieben in fünf weiteren Schritten und hatte eine weitere Exklusion von 33 Artikeln zur Folge. Dies bedeutet, dass neun Artikel den Zulassungskriterien für die weitere Untersuchung entsprechen (siehe Abbildung 1). Darüber hinaus konnten weitere sieben Artikel durch das Untersuchen der Referenzen der überprüften Literatur identifiziert werden. Es wurden also insgesamt 16 Artikel in dieses systematische Review inkludiert, die von 2010 bis 2022 veröffentlicht wurden. Weitere Details zu den Artikeln sind in Tabelle 1 zu finden.

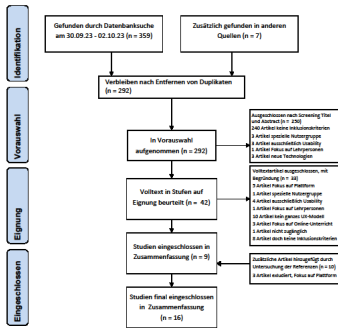


Abbildung 1 Flussdiagramm PRISMA

3.2 Räumliche und Zeitliche Verteilung

Von den identifizierten Artikeln stammen sieben aus Südostasien (2016-2022). Darüber hinaus wurden zwei der Artikel in Ostasien verfasst (2010-2019) und weitere zwei sind aus Westasien (2016-2022). Die restlichen Regionen sind jeweils nur einmal vertreten. Dazu gehören: Westeuropa (2015), Südasien (2021), Nordeuropa (2022) und Südamerika (2017).

3.3 Quantitative Auswertung

Um die Zielstellung dieser Arbeit zu erreichen, wurde eine quantitative Auswertung der beschriebenen UX-Faktoren der identifizierten Literatur durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass sieben der Artikel ein spezifisches UX-Modell für E-Learning Anwendungen offerieren (43,75%) und neun auf ein generisches, domänenunspezifisches Modell zurückgreifen (56,25%). In einem weiteren Schritt wurden die zugrunde liegenden theoretischen Modelle der User Experience untersucht. Hierbei referenzierten manche Artikel auch auf mehrere Modelle. Die Untersuchung zeigte, dass acht der Artikel auf dem generischen User Experience Questionnaire (UEQ) basieren und drei Artikel das Technology Acceptance Model (TAM) verwenden. Weitere einmalig genannte Modelle waren: das End-User Computing Satisfaction Modell (EUCS), Das Developmental Model of Intercultural Sensitivity (DMIS), Das Taylor, Eisenberg, Dirks, & Scholl (TEDS) Framework, das UX Honeycomb Modell, das Heuristic Evaluation Modell (HE) und das Integrated Experience Acceptance Model (IEAM). Auf diesen Modellen basierend beschreiben die verschiedenen Artikel Faktoren der User Experience. Dabei wurde in den Artikeln am häufigsten der Faktor Ease of Use berücksichtigt. Auf diesen referenzieren 14 der Artikel (87,5%). Am zweithäufigsten wurden UX-Faktoren identifiziert, die im Rahmen des Mappings zur Gruppe Aesthetics/Attractivness/Affection zusammengefasst werden konnten. Hier wurden zwölf Nennungen dokumentiert (75%). Zehn der identifizierten Artikel berücksichtigen darüber hinaus den Faktor Innovation/Novelty (62,5%) und neun Artikel verweisen auf Faktoren, die zur Gruppe Task Success/Efficiency zugeordnet werden können (56,25%). Jeweils acht Artikel benennen Dependability (50%) und Stimulation (50%) als UX-Faktoren und jeweils sechs Artikel untersuchen die Information- (37,5%) und Service-Quality (37,5%). Die weniger häufig genannten Faktoren sind in Z4 zu finden.

Faktoren der User Experience von Online-Trainings

Tabelle 1 Beschreibung der UX-Modelle in den identifizierten Artikeln

ID	Autor	Jahr	Generisch /spezifisch	Theorie-Modell	Herkunft der Studie	UX-Faktoren
1	Yanti Tjong;Lianna Sugandi;Alifah Nurshafita;Yulia Magdalena;Clara Evelyn;Novita Sari Yosieto	2018	spezifisch	EUCS	Südostasien (Indonesien)	Content, Accuracy, Format, Ease of Use, Timeliness
2	James K. C. Chen;Kuan-Chin Shu;Howard H. Y. Lee	2019	spezifisch	TAM, DMIS	Ostasien (Taiwan)	Service Quality, Information Quality, System Quality, Perceived ease of use, Perceived Usefulness, E-Learning Performance, Service Innovation, Continuance Intention
3	Hsin-Chih Lin;Kai-Wen Tang;Hsin-Chih Lai	2010	spezifisch	TAM	Ostasien (Taiwan)	Personal profile, System quality, Perceived usefulness, Perceived ease of use, Behaviour intention, Learning effect
4	Lintang Yuniar Banowosari;Komang Anom Budi Utama	2018	spezifisch	-	Südostasien (Indonesien)	Task success, Novelty, Aesthetics, Happiness, Endurability
5	Athika Dwi Wiji Utami;Sonhaji Arif;Putra Uji Deva Satrio	2021	generisch	UEQ	Südostasien (Indonesien)	Attractiveness, Perspicuity, Efficiency, Dependability, Stimulation, Novelty
6	Margit Scholl	2015	spezifisch	TEDS	Westeuropa (Deutschland)	Ease of Use, Noise Reduction, Quality, Adaptability, Additional Performance Features, Affection
7	Baqar Ali Zardari ; Zahid Hussain ; Ajaz Ahmed Arain; Wajid H. Rizvi; Muhammad Saleem Vighio	2021	spezifisch	TAM	Südostasien (Pakistan)	Social Influence, Self-efficacy, Information Quality, Benefits, Perceived Usefulness, Behavioral Intention, Perceived Ease of Use, Pleasure, Appeal, Satisfaction
8	Hosseini; Z.; Hytönen; K.; & Kinnunen ; J.	2022	generisch	User Experience Honeycomb	Nordeuropa (Finnland)	Useful, Useable, Desirable, Valuable, Findable, Accessible, Credible
9	Ali, NM ; Ahmad, FWF ; Abu Bakar, Z	2022	generisch	UEQ	Südostasien (Malaysia)	Attractiveness, Perspicuity, Efficiency, Dependability, Stimulation, Novelty
10	Santosa et al.	2016	generisch	UEQ	Südostasien (Indonesien)	Attractiveness, Perspicuity, Efficiency, Dependability, Stimulation, Novelty
11	Syahrir, S.N.A.; Sfenrianto, Sfenrianto	2019	generisch	UEQ, HE	Südostasien (Indonesien)	Attractiveness, Perspicuity, Efficiency, Dependability, Stimulation, Novelty, Visibility of system status, Match between system and the real world, User control and freedom, Consistency and standards, Error-prevention, Recognition rather than recall, Flexibility and efficiency of the usage of, Help users recognize diagnose and recover from errors, Aesthetic and minimalist design, Help and documentation
12	Pandu, Ahmad Nurul Fajar	2019	generisch	UEQ	Südostasien (Indonesien)	Attractiveness, Perspicuity, Efficiency, Dependability, Stimulation, Novelty
13	Saleh, Ashraf ; Abu Adous, Hayfa ; Alansari, Iman ; Enaizan, Odaï	2022	generisch	UEQ	Westasien (Jordanien)	Attractiveness, Perspicuity, Efficiency, Dependability, Stimulation, Novelty
14	Nakamura, Walter; Marques, Leonardo; Rivero, Luis; Teixeira de Oliveira, Elaine; Conte, Tayana.	2017	generisch	UEQ, IEAM	Südamerika (Brasilien)	Attractiveness, Perspicuity, Efficiency, Dependability, Stimulation, Novelty, Presentation, Interaction, Content, Functionality, Hedonic Identification, Hedonic Stimulation, Pragmatic (usability), Goodness, Beauty, System characteristics, Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, Behavioural Intention, System use
15	Panagiotis Zaharias; Christopher Pappas	2016	spezifisch	-	Westasien (Zypern)	Pragmatic Quality, Motivation and Engagement, Authentic Learning, Autonomy and Relatedness
16	M S Abubakari, Nurkhamid; G Hungilo	2021	generisch	UEQ	Südostasien (Indonesien)	Attractiveness, Perspicuity, Efficiency, Dependability, Stimulation, Novelty

4 Implementierung in der Praxis

4.1 Auswertung der Online-Trainings mit Power BI

Neben der theoriebasierten quantitativen Auswertung der UX-Faktoren war es ebenso das Ziel für den am häufigsten genannten Faktor eine Metrik zu implementieren, mit welcher dieser gemessen werden kann. Um dieses Vorhaben umzusetzen, wurden im praktischen Begleitprojekt zu dieser Arbeit Daten von echten Nutzer*innen, die durch das Lernmanagementsystem im User Interface aufgezeichnet wurden herangezogen. Diese Daten lagen allerdings zu Beginn des Projekts ausschließlich in Form einer Excel-Datenbank als Abzug eines SAP-Datenbanks vor, sodass die spezifische Auswertung einzelner Online-Trainings schwierig und zeitaufwendig war. Dieser Zustand konnte durch das Visualisierungstools Power BI verbessert werden. Hier wurde ein aktueller Abzug der Daten im XLSX-Format als Datenquelle hinzugefügt. Durch diesen Abzug standen für die Auswertung der Online-Trainings 194,879 spezifische Datensätze mit Informationen zum Nutzungsverhalten zur Verfügung. Neben Informationen zu den Nutzer*innen und zu den verschiedenen Trainingsmodulen waren dadurch folgende Indikatoren auswertbar: Datum zur Einschreibung in das Trainingsmodul, Start-Datum, End-Datum, Trainingszeit und Anzahl der Aufrufe. Diese Datensätze wurden dann in Power BI bereinigt und in Form von Kennzahlen-Kacheln, Balken- und Liniendiagrammen für die verschiedenen Online-Trainings visualisiert ([siehe Zusatzmaterial](#)).

4.2 Metrik zur Auswertung Ease of Use

Der am häufigsten in der identifizierten Literatur genannte Faktor für die User Experience war „Ease of Use“ (im Folgenden Einfachheit der Nutzung). Laut Chin und Lee auf welche einer der identifizierten Artikel

referenziert, bezieht sich dieser Faktor auf die Funktionen und das Aussehen eines Informationssystems und beschreibt, ob diese einfach zu verstehen bzw. benutzerfreundlich sind [7]. Wie diese Definition erahnen lässt, ist der Begriff sehr artverwandt zum bereits eingeführten Term Usability. Dieser beschreibt nämlich u.a. Methoden, um eben diese Einfachheit der Benutzung zu verbessern [19]. Dementsprechend konnten für die Zielstellung der Arbeit Usability-Metriken herangezogen werden. Eine gute theoretische Grundlage hierfür bot die Arbeit von Elfaki et al. in [12]. Denn diese schlägt fünf Metriken zur Messung der Usability von E-Learnings vor: „Time of user feedback, average of using help methods, average of using undo, average time spent in any page und average of using e-learning system’s search engine [12]“. Dabei fiel auf, dass im Kontext der Fachliteratur die Nutzung der Zeit als Metrik im Lernumfeld häufig betrachtet wurde [14]. Im Kontext der Daten, die vom User-Interface des Porsche-LMS zur Verfügung gestellt werden, wurde deshalb entschieden, dass die Trainingszeit herangezogen wird, um die Einfachheit der Benutzung zu messen. Adäquat zu diesen Daten schien die von Elfaki et al. offerierte Metrik der durchschnittlichen Verweildauer pro Seite („average time spent in any page“). Diese Metrik berechnet laut den Autoren die Zeit vom Öffnen bis zum Schließen der Website und vergleicht die berechnete Zeit mit der vordefinierten Zeit, die als angemessenen für die Beendigung der jeweiligen Seite bestimmt wurde [12]. Im Kontext der praktischen Implementierung wurde deshalb die durchschnittliche Trainingszeit der einzelnen Trainings ins Verhältnis zur Trainingsdauer (Trainingsduration) gesetzt, die von den Erstellern des Moduls definiert worden ist. Eine signifikante Abweichung von der erwarteten Zeit könnte auf Probleme bei der Einfachheit der Nutzung hinweisen. Eine Besonderheit im E-Learning Sektor ist dabei, dass eine signifikant kürzere Bearbeitungszeit nicht etwa auf eine besonders einfache

Faktoren der User Experience von Online-Trainings

Bedienbarkeit hinweist, wie dies in anderen Domänen der Fall wäre, sondern im Gegenteil ein Indiz dafür sein kann, dass die Nutzer*innen die Lerninhalte nur überfliegen [32]. In der Praxis hat sich allerdings gezeigt, dass eine möglichst geringe Abweichung von der vorgegebenen Zeit allein noch kein Indiz für eine einfache Bedienung ist. Dies ist vor allem der Fall, wenn die Streuung der aufgezeichneten Daten besonders hoch ist. Dementsprechend wurde zur Bewertung der Einfachheit der Benutzung neben der durchschnittlichen Trainingszeit auch ein Streuungsmaß herangezogen, und zwar die Standardabweichung des jeweiligen Trainingsmoduls. Besitzt ein Modul eine geringe Abweichung von der vorgegebenen Zeit und hat eine geringe Streuung der Daten, weist dies auf eine einfache Bedienbarkeit hin. Eine hohe Abweichung von der vorgegebenen Zeit in Kombination mit einer geringen Streuung indiziert hingegen eher eine schlechte Bedienbarkeit. Eine hohe Streuung in den Daten eines Trainingsmoduls weist unabhängig von der Abweichung der vorgegebenen Zeit auf Probleme in der Bedienbarkeit hin. Dementsprechend ergibt sich folgende Matrix zur Bewertung der Einfachheit der Bedienung (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2 "Ease of Use"-Bewertung

Bewertungsvariablen	Geringe Abweichung von vorgegebener Zeit	Hohe Abweichung von vorgegebener Zeit
Geringe Streuung der Daten	„Ease of Use“ wahrscheinlich gut	„Ease of Use“ wahrscheinlich schlecht
Hohe Streuung der Daten	„Ease of Use“ wahrscheinlich schlecht	„Ease of Use“ wahrscheinlich schlecht

Die eben beschriebenen Kennzahlen wurden in die bereits beschriebenen Power-Bi Visualisierungen integriert.

4.3 Evaluierung der Daten

In einem nächsten Schritt wurde dann die Bewertungsmatrix herangezogen, um die einzelnen Online-Trainings zu evaluieren. Online-Trainings, für die anhand der Metrik Auffälligkeiten identifiziert worden sind,

wurden dann mit den zuständigen Projektleiter*innen in einzelnen Meetings besprochen. Hier wurden auch weitere Daten und Indikatoren aus der Power BI Visualisierung betrachtet. Gemeinsam mit dem Hintergrundwissen der Verantwortlichen und den weiteren Daten aus der Visualisierung konnten dann Ursachen für die Auffälligkeiten identifiziert werden, um konkrete Maßnahmen für das Projektteam abzuleiten.

5 Diskussion

Die User Experience von E-Learnings ist eine im aktuellen Forschungsumfeld wenig beachtete Disziplin. Diese Tatsache wird auch dadurch bestärkt, dass in diesem systematischen Review lediglich 16 Artikel identifiziert werden konnten, die den Zulassungskriterien entsprachen. Einer der wenigen Menschen, die nachhaltig an diesem Thema geforscht haben, ist der Zypriot Dr. Panagiotis Zaharias, dessen Arbeit bereits im Stand der Technik eingeführt wurde. Dieser konnte nach Abschluss des Projektes interviewt werden, um die erzielten Ergebnisse einzuordnen (siehe Z6). Dr. Zaharias konnte das Bild bestätigen, welches das Ergebnis dieser Arbeit zeichnet und begründete dies damit, dass die Menschen, die für die E-Learnings zuständig sind, häufig andere Disziplinen in den Fokus einer Evaluierung stellen und nicht die UX. Auf eine weitere Begründung weisen die Arbeiten von Hasan und Alhejaili hin. Diese zeigen, dass sich erst in der jüngeren Vergangenheit ein Verständnis für die Wichtigkeit dieser Disziplin etabliert hat und sich viele Forscher*innen nur auf die Usability bei der Evaluierung von E-Learnings fokussieren [1, 15]. Darüber hinaus konnte dieses Review eine weitere Hypothese aus der Literatur belegen. Und zwar, dass zur Evaluierung der User Experience von E-Learnings häufig generische UX-Modelle verwendet werden [1, 15, 25]. Dies wird daran deutlich, dass von 16 Artikeln neun auf generische UX-Modelle das UEQ referenzieren. Im Vergleich zu anderen Forscher*innen konnten allerdings auch spezifische Modelle

identifiziert werden. Neben dem Artikel von Dr. Zaharias [31], konnten vor allem Arbeiten aus dem Bereich der Akzeptanz von E-Learnings identifiziert werden, die ein spezifisches UX-Modell offerieren [6, 33]. Dr. Zaharias selbst nahm dies auch so wahr und beschrieb, dass seit seinen Veröffentlichungen kaum weitere spezifische UX-Evaluierungsmethoden erschienen sind. Dies leitet er auch daraus ab, dass er bis heute regelmäßig Nachrichten zu seiner beschriebenen Evaluierungsmethode bekommt. Hier besteht also großes Potenzial für weitere Forschungsarbeiten, denn auch wenn das Konzept der UX holistisch und subjektiv konzipiert ist und somit zunächst keine spezifischen UX-Metriken für E-Learning-Systeme existieren, kommen verschiedene Forscher (auch Dr. Zaharias) zum Ergebnis, dass bei der Nutzung von E-Learnings Probleme in der UX auftreten, die so nicht von der klassischen Betrachtungsweise aufgedeckt werden [15, 25]. Neben diesen Erkenntnissen war es das Hauptziel dieser Arbeit, die am häufigsten genannten UX-Faktoren zu identifizieren. Dabei wurde der Faktor Ease of Use, welcher in 14 von 16 Artikeln genannt wurde, als am relevantesten identifiziert. Dass ein Usability-Faktor als am relevantesten für die User Experience von E-Learnings identifiziert wurde, ist insofern kaum verwunderlich, als dass die Literatur davon spricht, dass eine gute Usability entscheidend für die Akzeptanz von E-Learnings ist [12]. Außerdem wurde bereits im Grundlagenteil dieser Arbeit beschrieben, dass Usability-Metriken in der Lage sind, die pragmatischen Teile der User Experience zu evaluieren. Im Gegensatz hierzu werden Faktoren, die sich auf pädagogische Aspekte des E-Learning beziehen, kaum berücksichtigt. Die einzige Ausnahme bildet hier die Lernperformance, die in drei von 16 Artikeln genannt wurde. Schlussendlich wurde der Zielstellung folgend im praktischen Teil der Arbeit durch die Visualisierung der Nutzungsdaten in Power BI eine Möglichkeit geschaf-

fen, die Online-Trainings bei Porsche datenbasiert auszuwerten. Hierbei wurden mit der Abweichung von der vorgegebenen Zeit und der Standardabweichung zwei Kennzahlen eingeführt, die zur Bewertung des Faktors Ease of Use geeignet sind. Es kann allerdings nicht gelehrt werden, dass diese Zahlen nur einen ersten Hinweis für Probleme liefern und die Trainings dahingehend weiter untersucht werden mussten. Nichtsdestotrotz bewiesen sich diese Hinweise im Gespräch mit den Projektleiter*innen als stichhaltig und es wurden weitere Maßnahmen ergriffen. Um jedoch die Aussagekraft der Metrik zu verbessern, könnte diese in einer zukünftigen Untersuchung durch eine Segmentierung der Zeitmessung in einzelne Abschnitte des Lernmoduls und durch eine Validierung der Ergebnisse mit Hilfe von Befragungen der Nutzer*innen optimiert werden. Auch sollten für eine weitere Untersuchung bei Porsche emotionale und pädagogische Faktoren berücksichtigt werden, um ein ganzheitliches Bild über die User Experience der Online-Trainings zu erhalten.

6 Schlussbetrachtung

Mit der wachsenden Verbreitung von E-Learnings ist es wichtig zu verstehen, welche Faktoren die User Experience von diesen beeinflussen. Mit Hilfe einer systematischen Literaturrecherche wurden im Rahmen dieser Arbeit verschiedene Faktoren für die UX von E-Learnings identifiziert und quantitativ bewertet. Das Ergebnis: der Faktor Ease of Use hatte die häufigsten Nennungen in der Literatur. Außerdem konnte im Zuge eines Praxis-Projekts bei der Porsche AG gezeigt werden, dass eine Untersuchung der Trainingszeit explizit deren Abweichung zur Vorgabe und deren Standardabweichung geeignet ist, um Probleme des E-Learnings im Rahmen dieses Faktors aufzuzeigen. Trotzdem konnte in dieser Arbeit auch dargelegt werden, dass die User Experience von E-Learnings nur verhältnismäßig selten Subjekt von Forschungsarbeiten ist und dass aktuell spezifische Modelle für die E-Learning-

Domäne fehlen. Dementsprechend sollten zukünftige Forschungen die Besonderheiten dieser Domäne genauer in den Blick nehmen und Modelle entwickeln, die auf spezielle Aspekte dieser Umgebung eingehen.

7 Literatur

- [1] Mohammed H. M. Alhejaili and Roslina Ibrahim. 2023. Review of User Experience Models in The Context of eLearning Setting. In *2023 5th International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA)*. IEEE, 1–5. DOI: <https://doi.org/10.1109/HORA58378.2023.10155774>.
- [2] Flora Amity. 2020. SYNCHRONOUS AND ASYNCHRONOUS E-LEARNING. *EJOE* 5, 2. DOI: <https://doi.org/10.46827/ejoe.v5i2.3313>.
- [3] Muhammad F. Aziz, Harlili, and Dicky P. Satya. 2020. Designing Human-Computer Interaction for E-Learning using ISO 9241-210:2010 and Google Design Sprint. In *2020 7th International Conference on Advance Informatics: Concepts, Theory and Applications (ICAICTA)*. IEEE, 1–6. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICAICTA49861.2020.9429074>.
- [4] John Brooke. 1995. SUS: A quick and dirty usability scale. *Usability Eval. Ind.* 189.
- [5] Robert Calder, J. Neale, E. Simonavičius, and K. D. Dyer. 2023. Optimizing online learning resources for substance use professionals in England: lessons from user-centered design. *Drugs: Education, Prevention and Policy* 10, 1, 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1080/09687637.2023.2186204>.
- [6] James K. C. Chen, Kuan-Chin Shu, and Howard H. Y. Lee. 2019. Examining E-Learning Systems Success Continuance Intention User by Integrating TAM and DMIS Model. In *2019 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET)*. IEEE, 1–8. DOI: <https://doi.org/10.23919/PICMET.2019.8893516>.
- [7] Wynne W. Chin and Matthew K. O. Lee. 2000. A Proposed Model and Measurement Instrument for the Formation of IS Satisfaction: The Case of End-User Computing Satisfaction. In *Proceedings of the Twenty First International Conference on Information Systems*. ICIS '00. Association for Information Systems, USA, 553–563.
- [8] Deutsches Institut für Normung e.V. 2018. *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion. Teil 11: Gebrauchstauglichkeit: Begriffe und Konzepte*, 9241-11:2018 <https://www.nautos.de/POG/search/item-detail/DE30074576>. Retrieved from.
- [9] Deutsches Institut für Normung e.V. 2019. *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion. Teil 210: Mensch-zentrierte Gestaltung interaktiver Systeme*, 9241-210:2019 <https://www.nautos.de/POG/search/item-detail/DE30083634>. Retrieved from.
- [10] Aaron M. Drucker, Patrick Fleming, and An-Wen Chan. 2016. Research Techniques Made Simple: Assessing Risk of Bias in Systematic Reviews. *The Journal of investigative dermatology* 136, 11, e109–e114. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jid.2016.08.021>.
- [11] eLearning Journal. 2022. *eLearning BENCHMARKING Studie 2022*.

- Teilstudie: Digitales Lernen nach Corona: Lernzeit und Erfolgsmessung.* Siepmann Media, Hagen im Bremischen.
- [12] Abdelrahman O. Elfaki, Yucong Duan, Ruzi Bachok, Wencai Du, Md. Gapar, Md. Johar, and Sim Fong. 2013. Towards Measuring of E-Learning Usability through User Interface. In *2013 Second IIAI International Conference on Advanced Applied Informatics*. IEEE, 192–194. DOI: <https://doi.org/10.1109/IIAI-AAI.2013.17>.
- [13] Muriel Garreta Domingo and Enric Pera. 2007. User Centered Desing in E-Learning Environments : from Usability to Learner Experience. <http://hdl.handle.net/10363/600>.
- [14] Dominik Halvonik, Jozef Kapusta, and Michal Munk. 2023. Improve estimated time-on-task calculation in a Virtual Learning Environment. *Interactive Learning Environments* 31, 5, 2914–2929. DOI: <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1913609>.
- [15] Layla Hasan. 2021. Examining User Experience of Moodle e-Learning System. *IJACSA* 12, 11. DOI: <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2021.0121141>.
- [16] D. P. Hasibuan, H. B. Santoso, A. Yunita, and A. Rahmah. 2020. An Indonesian Adaptation of the E-Learning Usability Scale. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1566, 1, 12051. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1566/1/012051>.
- [17] Marc Hassenzahl, Effie Lai-Chong Law, and Ebba Thora Hvannberg. 2006. User Experience – Towards a unified view UX Ws Nordichi, 1–3.
- [18] Marc Hassenzahl, Markus Schöbel, and Tibor Trautmann. 2008. How motivational orientation influences the evaluation and choice of hedonic and pragmatic interactive products: The role of regulatory focus. *Interacting with Computers* 20, 4-5, 473–479. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2008.05.001>.
- [19] Azham Hussain and Maria Kutar. 2009. Usability metric framework for mobile phone application. *PGNet, ISBN* 2099, 978-1.
- [20] Allen R. Jones. 2013. Increasing Adult Learner Motivation for Completing Self-Directed E-Learning. *Perf. Improv.* 52, 7, 32–42. DOI: <https://doi.org/10.1002/pfi.21361>.
- [21] Inas S. Junus, Harry B. Santoso, R. Y. K. Isal, and Andika Y. Utomo. 2015. Usability Evaluation of the Student Centered e-Learning Environment. *IRRODL* 16, 4. DOI: <https://doi.org/10.19173/irrodl.v16i4.2175>.
- [22] Shaidah Jusoh, Sufyan Almajali, and Abdelraheem Abdualbasal. 2019. A Study of User Experience for E-Learning Using Interactive Online Technologies. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology* 97, 15, 4036–4047.
- [23] Sodam Kim, Jumin Lee, Sang-Hyeak Yoon, and Hee-Woong Kim. 2022. How can we achieve better e-Learning success in the new normal? *INTR* 45, 3, 1. DOI: <https://doi.org/10.1108/INTR-05-2021-0310>.
- [24] Magdalena Laib, Michael Burmester, Chiara Ficano, Nora Frone-mann, Bianca Kolb, Anne Krüger, Marie-Luise Quesseleit, Katharina Schippert, and Marina Shinkarenko. 2015. User Experience bei Softwareanbietern. In *Mensch und Computer 2015 – Tagungsband*, Martin Pielot, Sarah Diefenbach and Niels Henze, Eds. De Gruyter, 93–102.

- DOI:
<https://doi.org/10.1515/9783110443929-011>.
- [25] Walter Nakamura, Leonardo Marques, Luis Rivero, Elaine Oliveira, and Tayana Conte. 2017. Are Generic UX Evaluation Techniques Enough? A study on the UX Evaluation of the Edmodo Learning Management System. In *Anais do XXVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2017)*. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Brazilian Computer Society (Sociedade Brasileira de Computação - SBC), 1007. DOI: <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2017.1007>.
- [26] Ingrid Nascimento, Williamson Silva, Bruno Gadelha, and Tayana Conte. 2016. Usability: A Technique for the Evaluation of User Experience and Usability on Mobile Applications. In *Human-Computer Interaction. Theory, Design, Development and Practice*, Masaaki Kurosu, Ed. Lecture Notes in Computer Science. Springer International Publishing, Cham, 372–383. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-39510-4_35.
- [27] Jakob Nielsen. 1993. *Usability engineering*. AP Professional, Cambridge, Mass.
- [28] Matthew J. Page, Joanne E. McKenzie, Patrick M. Bossuyt, Isabelle Boutron, Tammy C. Hoffmann, Cynthia D. Mulrow, Larissa Shamsseer, Jennifer M. Tetzlaff, Elie A. Akl, Sue E. Brennan, Roger Chou, Julie Glanville, Jeremy M. Grimshaw, Asbjørn Hróbjartsson, Mano M. Lalu, Tianjing Li, Elizabeth W. Loder, Evan Mayo-Wilson, Steve McDonald, Luke A. McGuinness, Lesley A. Stewart, James Thomas, Andrea C. Tricco, Vivian A. Welch, Penny Whiting, and David Moher. 2021. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ (Clinical research ed.)* 372, n71. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>.
- [29] Stefanie Schmidt, Annemarie Minnow, and Irina Böckelmann. 2020. Einsatz und Aussagekraft etablierter quantitativer Usability-Fragebögen in einem User-Test. *Zbl Arbeitsmed* 70, 6, 256–263. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40664-020-00399-2>.
- [30] Panagiotis Zaharias. 2004. *A usability evaluation method for e-learning courses* (2004). Retrieved June 6, 2023 from <https://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/17562?lang=en>.
- [31] Panagiotis Zaharias and Pappas Christopher. 2016. Quality Management of Learning Management Systems: A User Experience Perspective. *Current Issues in Emerging eLearning* Volume 3, 60–83.
- [32] Panagiotis Zaharias and Angeliki Poylymenakou. 2009. Developing a Usability Evaluation Method for e-Learning Applications: Beyond Functional Usability. *International Journal of Human-Computer Interaction* 25, 1, 75–98. DOI: <https://doi.org/10.1080/10447310802546716>.
- [33] Baqar A. Zardari, Zahid Hussain, Aijaz A. Arain, Wajid H. Rizvi, and Muhammad S. Vighio. 2021. Development and Validation of User Experience-Based E-Learning Acceptance Model for Sustainable Higher Education. *Sustainability* 13, 11, 6201. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13116201>.



Einordnung von Softwarevisualisierungen in den Architekturprozess

Maximilian Gysau
Hochschule Reutlingen
Reutlingen, Deutschland

maximilian.gysau@Student.Reutlingen-University.de

Abstract

Softwarevisualisierungen können in unterschiedlichen Phasen im Architekturprozess eingesetzt werden. Sie können den Stakeholdern helfen, Software zu konzeptionalisieren, auszuarbeiten und zu evaluieren. Dabei kann es herausfordernd sein, geeignete Visualisierungen für die jeweiligen Phasen und deren Aufgaben zu identifizieren. Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Frage, welche Arten von Visualisierungen es gibt und wie können diese den einzelnen Phasen bei der Erstellung einer Architektur zugeordnet werden können. Hierfür sind Architekturphasen und technische Prozesse anhand der ISO-Standards 42020 und 15288 erläutert. Außerdem sind Visualisierungen identifiziert, klassifiziert und in die Phasen eingeordnet. Dabei sind verschiedene Probleme bei der Einordnung von Visualisierung, wie Überschneidungen zwischen den Phasen und fehlende Granularität bei den Aufgaben aufgezeigt. Die vorliegende Arbeit gibt eine Übersicht an Visualisierungsarten für die jeweiligen Architekturphasen und liefert Ansätze, die zu einer übersichtlichen Darstellung und der Erarbeitung eines Vorgehens für die Visualisierungsauswahl dienen können.

CCS Concepts

• **Software and its engineering** → System description languages; • **Human-centered computing** → **Visualization techniques**; *Visualization theory, concepts and paradigms.*

Keywords

Visualization; Notation; Abstraction; Software; Architecture; Software Life Cycle;

1 Einführung

Softwarevisualisierung (SV) ist ein Bereich der Informationsvisualisierung, der sich über mehrere Jahrzehnte hinweg entwickelt hat und Gegenstand umfangreicher Forschungsbemühungen ist [5]. SV ermöglicht die Darstellung verschiedener Aspekte von Software, darunter die Struktur, das Verhalten und die Evolution von Software-Systemen [13]. Die Visualisierung kann auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen erfolgen, von der Visualisierung gesamter Programme bis hin zu detaillierten Algorithmen [5]. Diese Disziplin der SV bietet Software-Ingenieuren die Möglichkeit, das zugrundeliegende Design und die Funktionalitäten von Software effizienter und schneller zu erfassen, als bei einer reinen Betrachtung des Programmcodes [5]. In der Literatur werden verschiedene Arten von Visualisierungstechniken diskutiert, darunter graphenbasierte Ansätze, notationsbasierte Darstellungen sowie metaphorische Visualisierung, die es den Entwicklern ermöglichen, Software auf unterschiedliche Weisen

Betreuer/-in Hochschule Hoch- Prof. Dr. Christian Kücherer
schule Reutlingen
christian.kuecherer@Reutlingen-
University.de

Informatics Inside Herbst 2023
15. November 2023, Hochschule Reutlingen
Copyright 2023 Maximilian Gysau

zu interpretieren und zu analysieren [39]. Es ist wichtig zu betonen, dass SV in verschiedenen Anwendungsbereichen und für verschiedene Zwecke eingesetzt werden kann. Neben der Softwareentwicklung und -wartung kann sie auch in Bereichen wie Reverse Engineering, Fehlererkennung, Refactoring und Designwiederherstellung wertvolle Einblicke bieten [5, 7]. Visualisierungstechniken sind besonders nützlich, um komplexe Softwarestrukturen zu verstehen und gezielte Aufgaben zu bewältigen und können somit in die Arbeitsabläufe von Softwareentwicklern integriert werden [7, 40]. Obwohl zahlreiche Studien gezeigt haben, wie SV bei der Bewältigung täglicher Aufgaben von Softwareentwicklern hilfreich sein kann, ist die praktische Anwendung dieser Techniken noch nicht weit verbreitet. Dies liegt oft daran, dass Entwickler nur begrenzte Unterstützung bei der Auswahl und Anwendung geeigneter Visualisierungswerkzeuge für ihre spezifischen Anforderungen erhalten [31]. Das Ziel dieser Arbeit ist es, eine Übersicht möglicher Visualisierungen für den Architekturprozess darzustellen.

2 Verwandte Arbeiten

Nachfolgend werden verwandte Arbeiten im Forschungsbereich der SV dargestellt. In der Arbeit von Merino et al. werden Visualisierungen in verschiedenen Kategorien (z.B. Aufgabe, Daten, Umgebung) eingeteilt. Der Fokus der Arbeit liegt hier in der Klassifizierung von Tools für die SV [32]. Es wird ein Katalog mit 70 SV-Tools vorgestellt und eine Ontologie gezeigt, die bei der Auswahl von SV-Tools helfen soll. Merino et al. betrachten in einer früheren Arbeit den gesamten Softwareentwicklungsprozess. Dabei analysieren die Autoren nicht nur SV, sondern auch andere Aspekte dieses Prozesses, wie Softwareprozessmanagement und die Visualisierung von Testing [31]. Sie klassifizieren unter anderem nach Datenquelle, Darstellung und Medium.

In ihrer Arbeiten beschränken sie sich jedoch ausschließlich auf Veröffentlichungen der Konferenzen SOFTVIS und VISSOFT [31]. SOFTVIS UND VISSOFT sind Konferenzen speziell für SV. Bedu et al. führen eine umfassende Untersuchung der Forschungstrends in der SV durch. Ihr Ziel besteht darin, aktuelle Entwicklungen und Schwerpunkte in diesem Bereich zu identifizieren [5]. Salameh et al. beschränken sich in ihrer Arbeit auf die Visualisierungen im Kontext der Evolution von Software. Dabei liegt ihr Fokus auf der Darstellung von Änderungen und Entwicklungen in Softwareprojekten im Laufe der Zeit [39]. Chotisarn et al. führen eine umfassende Untersuchung der Softwareprozesse und Visualisierungstechniken durch. Im Gegensatz zu Merino et al. verwenden sie die Bibliotheken von IEEE und ACM, schränken hierbei jedoch den Suchterm stark ein. Chotisarn et al. betonen die Bedeutung der Auswahl von Visualisierungstechniken, die den speziellen Anforderungen und Aufgaben in verschiedenen Problemfeldern gerecht werden. In ihrer Arbeit werden Klassifizierungen für alle gefundenen Rollen vorgenommen, unter anderem auch für Entwickler, Praktiker, Forscher und Teammitglieder [8]. Cerny et al. widmen sich der Rekonstruktion von Microservice-Architekturen. Ihr Schwerpunkt liegt auf der Wiederherstellung der Architektur von Microservices, einer speziellen Form von Softwarearchitekturen [7]. Averbukh et al. diskutieren Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich der SV basierend auf virtuellen Realitätsumgebungen [4].

Zusammenfassend ist zu erkennen, dass besonders bei den Arbeiten, die sich mit SV ohne speziellen Fokus beschäftigen, die Suchparameter der Arbeiten teils sehr beschränkt [8, 31], die Ergebnisse und Datenextraktionen hingegen teils breit gewählt sind. Hierbei sind zahlreiche Visualisierungstechniken für die Anwendung identifiziert, jedoch erschwert

die große Zahl an aufgelisteten Tools in Kombination mit den zahlreich identifizierten Rollen, den Auswahlprozess geeigneter Visualisierungstechniken zur Verwendung in der Softwareentwicklung.

2.1 Forschungsfragen

Das Ziel der vorliegenden Untersuchung ist zu verstehen, wie SV im Architekturprozess unterstützen kann und eine Übersicht möglicher Visualisierungen für die verschiedenen Architekturphasen zu liefern. Hierfür sind folgende Forschungsfragen definiert:

- RQ1 Welche SV gibt es?
- RQ2 Wie kann SV klassifiziert werden?
- RQ3 Welche Aufgaben definieren einen Architekturprozess?
- RQ4 Wie lassen sich Visualisierungen in den Architekturprozess einbinden?

2.2 Methodik

Zur Beantwortung der Fragestellung wird eine systematische Literaturrecherche (SLR) nach den Leitlinien von Kitchenham et al. [26] durchgeführt. Nach diesem Vorgehen sind die Datenquellen und Suchstrategie, Ein- und Ausschlusskriterien, die Datenextraktion und die ausgewählte Literatur definiert. Nachfolgend werden die einzelnen Schritte beschrieben.

2.3 Datenquellen und Suchstrategie

Als Datenquellen sind die Bibliotheken von ACM, IEEE, ScienceDirect, SpringerLink und WebOfScience gewählt. Für die Suche in den Bibliotheken ist folgender Suchterm definiert:

Title:((visualization) AND (software OR program OR system OR architecture OR app OR application)) AND (Abstract: development OR architecture OR engineering)

Die Versuche hat ergeben, dass eine Beschränkung von *Visualisierung* und *verschiedenen*

Softwarebezeichnungen im Titel notwendig ist, da Visualisierungen in verschiedensten Forschungsgebieten und für zahlreiche Anwendungsbereiche verwendet werden.

2.4 Ein-/ Ausschlusskriterien

Es werden nur Arbeiten nach folgenden Kriterien akzeptiert:

- AK1 Veröffentlichungsdatum 2018–2023.
- AK2 Frei oder über das Hochschulnetz der Hochschule Reutlingen zugänglich.
- AK3 Veröffentlichung als *Book Chapter, Review Article, Research Article, Proceeding Paper oder Software Publication*.
- AK4 Eingegliedert in eine dieser Kategorien: *computer science, software-engineering, production engineering computing, mobile computing, software architecture, software engineering, program visualisation, software maintenance, information systems, theory methods, interdisciplinary*.

Ausgeschlossen werden Arbeiten nach folgenden Kriterien:

- ASK1 Arbeit zeigt nicht mindestens eine technische Visualisierung(keine Anforderungen etc.).
- ASK2 Arbeit befasst sich mit Hochschul-/ Lehre.
- ASK3 Arbeit befasst sich rein mit Evaluati-on von SV.
- ASK4 Arbeit befasst sich rein mit Enterprise Architektur.
- ASK5 Arbeit zeigt Visualisierung außerhalb der Domäne Software-Engineering.

2.5 Datenextraktion

Aus insgesamt 47 Arbeiten sind folgende Daten extrahiert:

- DE1 Visualisierungsart
- DE2 Visualisierungsklasse
- DE3 Visualisierungsziel
- DE4 Architekturphase

2.6 Auswahl der Literatur

Abbildung 1 zeigt die Auswahl der verwendeten Arbeiten. Die initiale Treffermenge von 6817 Arbeiten ist nach Anwendung der Akzeptanzkriterien auf 687 reduziert. Im nächsten Schritt sind die Titel der übrigen Arbeiten betrachtet, die Arbeiten teilweise gesannt und die Ausschlusskriterien darauf angewendet. Daraus ergeben sich 87 Treffer. Nach Entfernung von 12 Duplikaten sind weitere 16 Arbeiten über den Snowballing-Ansatz identifiziert. Daraus ergeben sich für diese Untersuchung 47 betrachtete Arbeiten.

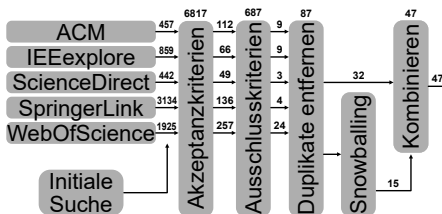


Abbildung 1: Literatursuchprozess

3 Ergebnisse

Nachfolgend werden in Kapitel 3.1 die SV klassifiziert, in Kapitel 3.2 die Architekturaufgaben identifiziert und in Kapitel 3.3 die Visualisierungen in die Architekturphasen eingeordnet.

3.1 Klassifizierung von Visualisierung

Für die Klassifizierung von SV verwenden die meisten gefundenen Arbeiten [5, 8, 32], die Taxonomie von Diehl et al. [13] (im weiteren Verlauf der Arbeit als *Taxonomie nach Diehl* bezeichnet).

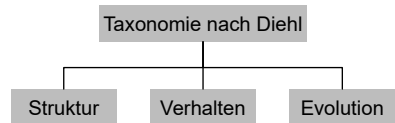


Abbildung 2: Taxonomie nach Diehl [13]

Abbildung 2 zeigt diese Taxonomie, welche eine Visualisierung anhand dessen klassifiziert, was die SV darstellt. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird dies als Visualisierungsziel bezeichnet. Laut Diehl et al. können die Struktur, das Verhalten und die Evolution von Software dargestellt werden [13]. Die Struktur umfasst die Analyse der statischen Aspekte und Beziehungen in Softwaresystemen. Das Verhalten bezieht sich auf die Analyse von Daten, die bei der Ausführung von Programmen gesammelt werden. Die Evolution zeigt die zeitlichen Änderungen der Software [13]. Darüber hinaus gibt es weitere Ansätze, Visualisierung zu klassifizieren. So wird beispielsweise das Medium mit betrachtet, auf welchem die Visualisierung angezeigt wird [29, 42]. Diese Einordnung ist jedoch nur bedingt aussagekräftig, da dieselbe Visualisierung auf verschiedenen Medien präsentiert werden kann. Ein Beispiel hierfür ist ein Aufrufgraph, welcher entweder auf einem Monitor oder wie im Beispiel von Satisch et al. in einer virtuellen Umgebung [40] dargestellt werden kann. Ebenso gibt es Beispiele für UML-Diagramme in VR [45]. Ein weiterer Ansatz ist das Einbeziehen der Rolle für eine Klassifizierung [48]. Diese Beschreibung der Visualisierung macht es für Beteiligte am Entwicklungsprozess einfacher, eine Auswahl zu treffen. Für eine Klassifizierung nach Aufgaben gibt es wenige Beispiele. Chotism et al. untergliedern nach Design- und Implementierungsprozess, Wartungsprozess, Validierungsprozess und Visualisierung für alle Prozesse [8]. Weiter können Eigenschaften der Visualisierung selbst klassifiziert werden wie die Klasse der Darstellungsform. So sind identifizierte Klassen notationsbasierte

Darstellungen, wie UML oder SysML [7, 39, 45], graphenbasierte [5, 7], matrixbasierte [7] und Metaphern [5].

Der Fokus dieser Arbeit liegt auf den Aufgaben im Architekturprozess. Die Sichtweise ist immer aus der Perspektive von ArchitektInnen, die Visualisierungen verwenden, um entweder selbst Erkenntnisse zu erlangen oder durch die Visualisierung etwas zu veranschaulichen. Diese Aufgaben sind in Kapitel 3.2 näher beschrieben. Die vorliegende Arbeit verwendet die Taxonomie von Diehl et al, um die Visualisierungen anhand des Darstellungsziels zu unterscheiden. Außerdem wird eine Klassifizierung anhand der Darstellungsform vorgenommen und verwendet. Dabei wird in die Klassen *Notationsbasiert*, *Abstraktion* und *Metapher* unterteilt. Abbildung 3 zeigt ein Beispiel für ein UML-Klassendiagramm. Notationsbasierte Darstellungen bieten die Möglichkeit komplexe Informationen darzustellen, bedürfen jedoch Wissen, um die Visualisierungen verstehen zu können.

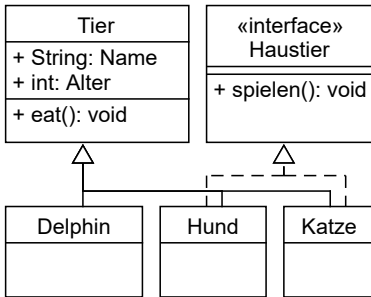


Abbildung 3: Klassendiagramm

Abbildung 4 zeigt ein Beispiel für eine abstrakte Darstellung in Form eines gerichteten Graphen. Die Darstellung zeigt einen Abhängigkeitsgraphen, welcher beispielsweise Abhängigkeiten, wie Vererbung oder Importierung von Modulen oder Klassen einer Software

darstellen kann. Diese Abhängigkeiten können dazu führen, dass Änderungen an einer Klasse auch weitere Klassen betreffen und bei diesen Änderungen hervorrufen. Abstrakte Darstellungen versuchen in der Regel Informationen so darzustellen, ohne Vorwissen vorauszusetzen. Dabei werden menschliche Denkmuster unterstützt, wie Wahrnehmen von Zusammengehörigkeit durch Pfeile oder Anordnung.

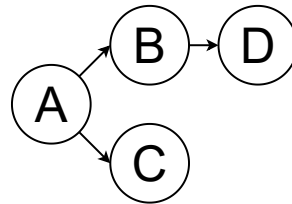


Abbildung 4: Abhängigkeitsgraph

Abbildung 5 zeigt eine Metapher in Form einer Software City. Metaphern folgen ähnlichen Konzepten wie abstrakte Darstellungen, versuchen jedoch durch die Verwendung von realweltlichen Beispielen das Verständnis der dargestellten Daten weiter zu fördern.

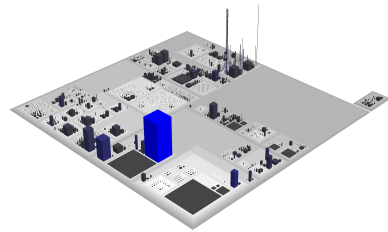


Abbildung 5: Software City Beispiel erstellt mit *code city*¹

Abbildung 6 zeigt, dass diese Klassen noch weiter in Ordnungen wie mathematische Visualisierungen (matrixbasiert und Graphen)

¹<https://wettel.github.io/codecity.html>

und Gattungen (Graphen) untergliedert werden können. Um hierbei die Übersichtlichkeit beim Entscheidungsprozess zu wahren, wird darauf verzichtet. So wird in Visualisierungsklassen (Notationsbasiert, Abstraktion und Metapher) unterschieden und die Visualisierungsart (Abhängigkeitsgraph, UML-Klassendiagramm etc.) gezeigt.

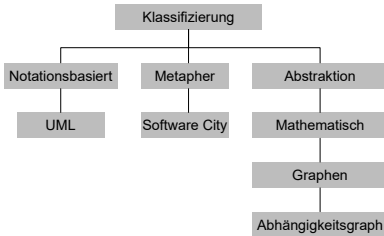


Abbildung 6: Klassifizierung von SV

3.2 Architekturaufgaben

Im Kontext von Softwareentwicklung gibt es verschiedene Aufgaben, bei denen SV helfen kann. Beispiele hierfür sind Debugging, Datenbankmigration, Analyse der Auswirkungen von Änderungen und Designwiederherstellung [5].

Im Kontext dieser Untersuchung werden nur Aufgaben betrachtet, welche durch eine technische Visualisierung unterstützt werden können. Visualisierungen für Anforderungen beispielsweise werden daher außer Acht gelassen, da diese Visualisierungen zwar ein System beschreiben können, jedoch keine technischen Aspekte visualisieren. Die vorliegende Arbeit beschränkt sich dabei auf Visualisierungen, welche im Architekturprozess von Software Verwendung finden. Als Hauptaufgabe von Visualisierung wird meist das Verständnis verschiedener Aspekte genannt, teils ohne dies explizit zu definieren [5, 6, 11, 12, 19]. Von besonderer Bedeutung ist das Verständnis während der Wartungsphase der Software, da hierbei viel Zeit mit dem Verständnis der Software verbracht wird [3, 19].

In der identifizierten Literatur gibt es nur wenige Beispiele, die sich speziell mit Architekturaufgaben beschäftigen. Savidis et al. führen auf, dass es im Software-Engineering keine konkreten Engineering-Protokolle gibt, die die Umsetzung von Architekturen in vollständig implementierte Systeme vorschreiben [41]. Bestimmt wird der Prozess laut Savidis et al. vor allem durch Erfahrungen, Praktiken, Leitlinien, Richtlinien, Muster und allgemein technisches Wissen, was den Prozess der Codierung eines Systems beeinflusst. Die weitere Literatur beschäftigt sich vor allem mit Aufgaben, die Entwicklern zugeschrieben werden, ohne Entwickler genauer zu definieren. Aufgaben sind beispielsweise die Navigation zu bestimmten Komponenten, die Ermittlung von Abhängigkeiten zwischen den Komponenten und die Bewertung von Metriken einzelner Architekturelemente [44]. Außerdem können Codekopplungen betrachtet werden, die beim Refactoring zu unerwünschten Nebeneffekten führen können [33]. Frank et al. führen die Auswahl von Architekturkandidaten im Optimierungsprozess auf [15]. Eine Einordnung in verschiedene Phasen liefern Blanco et al. [6]. Hier werden Aufgaben beispielsweise dem Prozess für das Evaluieren von Software zugewiesen [6].

Es ist ersichtlich, dass die Literatur wenige Ansätze für eine Einordnung von Visualisierungen in den Architekturprozess liefert. Aus diesem Grund verwendet die vorliegende Arbeit die beiden Standards *ISO 42020* [24] für Architekturprozesse und *ISO 15288* [25] für Systemlebenszyklen zur Einordnung.

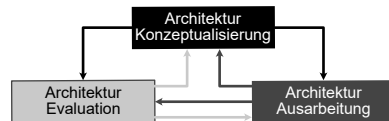


Abbildung 7: Architekturkernprozess (Nach *ISO 42020* [24])

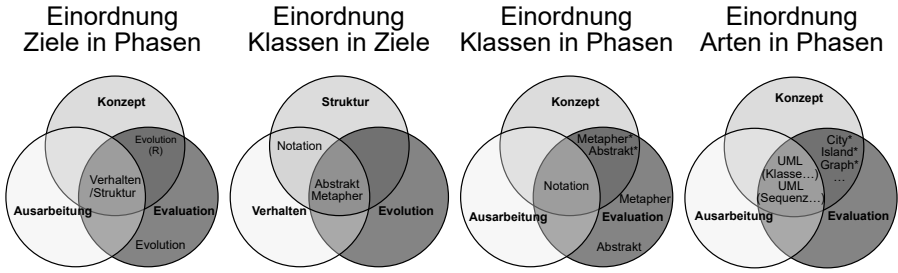


Abbildung 8: Venn-Diagramme für die Einordnung

Um Architekturaufgaben Phasen zuzuweisen, müssen diese zunächst definiert werden. Hierzu ist der ISO-Standard *ISO 42020* [24] für Architekturprozesse verwendet. Abbildung 7 zeigt den definierten Kernprozess bei der Erstellung einer Architektur. In diesem Prozess werden drei Phasen beschrieben. Die Phase der Konzeptualisierungsprozess, in welcher beispielsweise die Charakterisierung des Problemraums, die Synthese von potenziellen Lösungen und die Formulierung von Architekturkandidaten stattfindet [24]. In der Ausarbeitungsphase werden Architektursichten, -modelle und -beschreibungen ausgearbeitet. In der Phase der Evaluation werden sowohl die Ergebnisse des Konzeptualisierungsprozesses und die der Ausarbeitung evaluiert. Diese Phasen können beliebig oft wiederholt werden, um die Definition der Architektur den Anforderungen anzupassen [24]. In der *ISO 42020* [24] wird auf die *ISO 15288* [25] für Systemlebenszyklen verwiesen. In diesem Standard finden sich alle Aufgaben, die im Softwarelebenszyklus abgearbeitet werden. Für diese Arbeit sind die folgenden technischen Prozesse relevant: *Prozess zur Definition der Systemarchitektur (PDS)*, *Prozess zur Definition des Designs (PDD)* und der *Verifikationsprozess (VP)*. Anhand dieser technischen Prozesse ist die Einordnung der SV in Kapitel 3.3 durchgeführt. Im Standard finden sich für die einzelnen technischen Prozesse die durchzuführenden Aufgaben, sowie Unteraufgaben. Dabei stellt der Standard alle Aktivitäten

feingranular in verschiedenen Ebenen dar. Wenige Arbeiten nehmen eine tatsächliche Einordnung der Visualisierung in detaillierte Aufgaben vor. Aus diesem Grund sind die in Kapitel 3.3 beschriebenen Visualisierungen anhand der technischen Prozesse in die jeweiligen Phasen eingeordnet. In die Phasen lassen sich die technischen Prozesse folgendermaßen eingliedern. Der Prozess PDS wird in der Phase der Konzeptualisierung abgearbeitet. Der Prozess PDD lässt sich der Phase der Ausarbeitung zuordnen und der Prozess VD bildet die Phase der Systemevaluation ab.

3.3 Einordnung

Nachfolgend werden die identifizierten Visualisierungen anhand der in Kapitel 3.1 beschriebenen Aspekte klassifiziert und in die in Kapitel 3.2 dargestellten Architekturphasen eingeordnet.

Eine exakte Einordnung der Visualisierungen ist mit dieser Methodik nicht darstellbar. Es gibt sowohl Überschneidungen der Visualisierungen zwischen den Phasen, als auch für das Visualisierungsziel. Abbildung 8 zeigt die identifizierten Überschneidungen in Form verschiedener Venn-Diagramme. Eine Einordnung der Visualisierungsziele in die Phasen ist demnach nicht sinnvoll, da diese Darstellung wenige Informationen für eine Übersicht bereithält, ebenso wie eine Einordnung von Klassen in Visualisierungsziele oder die Einordnung von Klassen in Phasen.

Tabelle 1: Einordnungstabelle (Titel: K=Konzeptualisierung; A=Ausarbeitung; E=Evaluation / Spalten: X=Einordnung; R=Einordnung, wenn Refactoring; S=Struktur; V=Verhalten; E=Evaluation; A=Abstrakt; M=Metapher; N=Notation

Phasen			Ziel	Klasse	Art	Quelle
K	A	E				
R	X	X	V	N	UML (Aktivität, Zustand, Sequenz ...)	[45]
R		X	V	N	SysML (Aktivität, Zustand, Sequenz ...)	[51]
R	X	X	V+S	A+N	Kontext-/ Merkmalmodell + UML	[14]
R		X	V	A	Radialdiagramm	[2, 9]
R		X	V	A	Heapgraph	[30]
R		X	V	A	FlameGraph	[17]
R		X	V	A	Streudiagramm	[17]
R		X	V+S	A	Färbung Abhängigkeitsgraph	[1]
R		X	V+S	A	Geschichtete Petri-Netze	[34]
R		X	V	M	Software City	[11, 12, 19, 52]
R		X	V	M	City Transportation	[50]
R		R	E	A	Spektrograph	[18]
R		R	E+S	A	Färbung Vererbungs-, Aufruf- & Kontrollflusgraph	[10]
R		R	E+S	A	Seifenblasen-Diagramm	[36]
R		R	E+S	A	Balken-/ Linien-/ Lochkartendiagramm	[22]
R		R	E+S	M	Insel	[20]
R		R	E+S	M	Software City	[47]
X	X	X	S	N	Degrees of Freedom Metamodel	[27]
X	X	X	S	N	UML (Klasse, Komponente, Verteilung ...)	[38, 45]
R		X	S	N	SysML (Block, Verteilung, Konfiguration ...)	[51]
R		X	S	A+N	Klassendiagramm + 2D/3D-Geometrien	[49]
R		X	S	A	Abhängigkeitsgraph Graphs	[28, 37, 41]
R		X	S	A	Aufrufgraph	[40]
R		X	S	A	Adjazenzgraph + Kantenbündelung	[46]
R		X	S	A	Kopplungsgraph	[33]
R		X	S	A	Balken-, Streu-, Koordinaten-, Blütenblatt- & Radardiagramm	[15]

Tabelle 1: Fortsetzung

Phasen			Ziel	Klasse	Art	Quelle
K	A	E				
R		X	S	A	Radial-, Ballon- & Wurzelbaumdiagramm	[21]
R		X	S	A	heat-map	[23]
R		X	S	M	solar system	[16]
R		X	S	M	Island	[35, 43, 44]
R		X	S	M	Layered Software City	[12]
R		X	S	M	Forest	[3]

Demnach bietet die Einordnung der Arten die einzige Möglichkeit, eine Übersicht über mögliche Visualisierungen zu geben. Auch hierbei kommt es jedoch zu einigen Überschneidungen. Es können beispielsweise Visualisierungen wie UML-Diagramme in allen Phasen verwendet werden. In dem Konzeptualisierungsprozess können sie verwendet werden, um die Architekturkandidaten darzustellen [15]. In der Ausarbeitung können sie verwendet werden, um Komponenten zu designen und in der Evaluation, um diese zu verifizieren. Besonders stark sind diese Überschneidungen für die Phasen der Konzeptualisierung und der Ausarbeitung. Hierbei werden Visualisierungen hauptsächlich verwendet, um Architektur beispielsweise aus Anforderungen heraus zu designen. Ein spezieller Fall besteht hierbei im Refactoring von bestehender Software. Dabei werden in der Phase der Konzeptualisierung mögliche Architektur- oder Refactoringkandidaten aus der bestehenden Software ermittelt. Dies kann durch die Betrachtung der Evolution geschehen, da beispielsweise stetig gemeinsam geänderte Klassen ein Indiz für Kopplung sein können. Ebenso kann Evolution auch bei Evaluation von Software verwendet werden. Tabelle 1 zeigt die Einordnung verschiedener Visualisierungen in die jeweiligen Phasen. Zur besseren Übersicht, ist eine Trennung eingeführt, wenn sich das Visualisierungsziel

ändert. Dabei können Visualisierungen mehrere Ziele abbilden, wie beispielsweise die Software City von Dachshuber et al. [11]. Diese zeigt das Verhalten der Software, gleichzeitig auch die Struktur. Die Eingliederung der Visualisierung erfolgt anhand des primären Ziels. In der Tabelle sind die Visualisierungen durch ein **X** zugeordnet und ein **R** wird verwendet, wenn die Visualisierung im Refactoringprozess verwendet werden kann.

3.4 Diskussion

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dem Einsatz von Softwarevisualisierung im Architekturprozess. Hierbei geht diese Arbeit der Frage nach, welche SV es gibt und wie diese in den Architekturprozess eingeordnet werden können. Die gestellten Forschungsfragen können wie folgt beantwortet werden. **RQ1** ist in Kapitel 3.3 beantwortet. Tabelle 1 stellt eine Übersicht über alle aus der Literatur identifizierten SV dar. In Kapitel 3.1 werden verschiedene Ansätze für die Klassifizierung von SV dargelegt und bewertet, um **RQ2** zu beantworten. Für die Klassifizierung von SV verwendet diese Arbeit zum einen die Taxonomie nach Diehl, welche die Visualisierungsziele Struktur, Verhalten und Evolution beschreibt. Zum anderen ist eine Klassifizierung der Visualisierungen anhand

von Klassen, Ordnungen, Gattungen und Arten vorgestellt, wobei sich diese Arbeit auf Klassen und Arten beschränkt. Dabei sind die Klassen *Notationsbasiert*, *Abstraktion* und *Metapher* identifiziert. Anhand dieser Ziele und Klassen sind die SV in Tabelle 1 klassifiziert. Kapitel 3.2 stellt die Beantwortung der Forschungsfrage **RQ3** dar. Die vorliegende Arbeit verwendet die beiden Standards *ISO 42020* [24] für Architekturprozesse und *ISO 15288* [25] für Systemlebenszyklen, um Architekturphasen und technische Prozesse zu identifizieren. Abbildung 7 zeigt hierbei den Architekturkernprozess, welcher sich in die Architekturphasen der Konzeptualisierung, der Ausarbeitung und der Evaluation gliedert. Dabei sind der Phase der Konzeptualisierung der technische *Prozess zur Definition der Systemarchitektur*, der Phase der Ausarbeitung der *Prozess zur Definition des Designs* und der Phase der Evaluation der *Verifikationsprozess* zuzuordnen. Zur Beantwortung der Forschungsfrage **RQ4** sind in Kapitel 3.3 die identifizierten Visualisierungen den jeweiligen Phasen zugeordnet. Diese Zuordnung zeigt jedoch verschiedene Problematiken auf. Abbildung 8 zeigt, dass es hierbei verschiedene Überschneidungen gibt. Die jeweiligen Visualisierungsklassen finden sich beispielsweise in allen Phasen wieder. So liefert eine reine Betrachtung von SV, welche lediglich mit der Taxonomie nach Diehl arbeitet, zu wenige Informationen, um eine Übersicht geben zu geben. Tabelle 1 zeigt deshalb alle identifizierten Visualisierungsarten und ordnet sie den Phasen zu. Die erstellte Tabelle kann eine Übersicht über verschiedene Visualisierungsarten geben. Zur Auswahl von geeigneten Visualisierungen müssen jedoch noch weitere Informationen für die jeweiligen Visualisierungsarten identifiziert werden. So gibt diese Arbeit keine Aufschlüsse darüber, welche Daten durch die SV visualisiert werden. Ebenso wenig darüber, welche konkreten Aufgaben und Aktivitäten durch die SV unterstützt werden. Hierbei

besteht das Risiko, dass die gezeigte Einordnung auf einer zu hohen Abstraktionsebene angesiedelt ist und zu wenige Informationen für einen Auswahlprozess liefert. Zusammenfassend zeigt diese Arbeit, welche Visualisierungsarten, wie in den Architekturprozess eingeordnet werden können.

3.5 Weitere Arbeit

Um die in dieser Arbeit dargelegten Überschneidungen zu umgehen und eine bessere Übersichtlichkeit der Ergebnisse herauszuarbeiten, können unterschiedliche Vorgehensweisen gewählt werden.

Ein möglicher Ansatz diese Überschneidungen und die daraus resultierenden Probleme zu umgehen, kann darin bestehen, die Prozesse einzeln zu betrachten. Hierbei gilt es zu überprüfen, ob eine Zuordnung in tatsächliche Aktivitäten der technischen Prozesse die Auswahl geeigneter Visualisierungen vereinfachen kann. Hierzu muss jedoch eine umfassende Analyse der Aktivitäten und im Besonderen der Aktivitäten der bisherigen Forschung betrieben werden.

Ein anderer Ansatz kann eine andere Herangehensweise an den Auswahlprozess von Visualisierungen darstellen. Hierzu kann ein Bottom-Up-Ansatz gewählt und die visualisierten Daten, wie Traces, Quellcode oder Anforderungen betrachtet werden. Dadurch kann im Architekturprozess zunächst entschieden werden, welche Daten visualisiert werden sollen und im nächsten Schritt, welche Visualisierung der gewählten Daten in welcher Phase geeignet erscheint.

Literatur

- [1] Amr S. Abdelfattah. „Microservices-Based Systems Visualization: Student Research Abstract“. In: *Proceedings of the 37th ACM/SIGAPP Symposium on Applied Computing*. 2022, S. 1460–1464. ISBN: 9781450387132. DOI: 10.1145/3477314.3506963.

- [2] Edward E. Aftandilian u. a. „Heapviz: Interactive Heap Visualization for Program Understanding and Debugging“. In: *Proceedings of the 5th International Symposium on Software Visualization*. 2010, S. 53–62. ISBN: 9781450300285. DOI: 10.1145/1879211.1879222.
- [3] Daniel Atzberger. u. a. „Software Forest: A Visualization of Semantic Similarities in Source Code using a Tree Metaphor“. In: *Proceedings of the 16th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications (VISIGRAPP 2021) - IVAPP*. 2021, S. 112–122. ISBN: 978-989-758-488-6. DOI: 10.5220/0010267601120122.
- [4] Vladimir Averbukh u. a. „Metaphors for Software Visualization Systems Based on Virtual Reality“. In: *Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics*. Hrsg. von Lucio Tommaso De Paolis und Patrick Bourdot. 2019, S. 60–70. ISBN: 978-3-030-25965-5.
- [5] Laure Bedu, Olivier Tinh und Fabio Petrillo. „A Tertiary Systematic Literature Review on Software Visualization“. In: *2019 Working Conference on Software Visualization (VISSOFT)*. IEEE, 2019, S. 33–44. ISBN: 978-1-7281-4939-4. DOI: 10.1109/VISSOFT.2019.00013.
- [6] Alison Fernandez Blanco, Alexandre Bergel und Juan Pablo Sandoval Alcocer. „Software Visualizations to Analyze Memory Consumption: A Literature Review“. In: *ACM Comput. Surv.* 55.1 (2022). ISSN: 0360-0300. DOI: 10.1145/3485134.
- [7] Tomas Cerny u. a. „Microservice Architecture Reconstruction and Visualization Techniques: A Review“. In: *2022 IEEE International Conference on Service-Oriented System Engineering (SOSE)*. IEEE, 2022, S. 39–48. ISBN: 978-1-6654-7534-1. DOI: 10.1109/SOSE55356.2022.00011.
- [8] Noptanit Chotisarn u. a. „A systematic literature review of modern software visualization“. In: *Journal of Visualization* 23.4 (2020), S. 539–558. ISSN: 1343-8875. DOI: 10.1007/s12650-020-00647-w.
- [9] A.N.M. Imroz Choudhury u. a. „Topological analysis and visualization of cyclical behavior in memory reference traces“. In: *2012 IEEE Pacific Visualization Symposium*. 2012, S. 9–16. DOI: 10.1109/PacificVis.2012.6183557.
- [10] Christian Collberg u. a. „A System for Graph-Based Visualization of the Evolution of Software“. In: *SoftVis '03*. 2003, 77–ff. ISBN: 1581136420. DOI: 10.1145/774833.774844.
- [11] Veronika Dashuber und Michael Philippsen. „Trace visualization within the Software City metaphor: Controlled experiments on program comprehension“. In: *Information and Software Technology* 150 (2022), S. 106989. ISSN: 0950-5849. DOI: 10.1016/j.infsof.2022.106989.
- [12] Veronika Dashuber., Michael Philippsen. und Johannes Weigend. „A Layered Software City for Dependency Visualization“. In: *Proceedings of the 16th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications (VISIGRAPP 2021) - IVAPP*. 2021, S. 15–26. ISBN: 978-989-758-488-6d.
- [13] Stephan Diehl. „Software Visualization“. In: *Proceedings of the 27th International Conference on Software Engineering*. 2005, S. 718–719. ISBN: 1581139632. DOI: 10.1145/1062455.1062634.
- [14] Benoit Duhoux u. a. „Dynamic Visualisation of Features and Contexts for Context-Oriented Programmers“. In: *Proceedings of the ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems*. 2019. DOI: 10.1145/3319499.3328240.

- [15] Sebastian Frank und André van Hoorn. „SQuAT-Vis: Visualization and Interaction in Software Architecture Optimization“. In: *Software Architecture*. Hrsg. von Henry Muccini u. a. 2020, S. 107–119. ISBN: 978-3-030-59155-7.
- [16] Hamish Graham, Hong Yul Yang und Rebecca Berrigan. „A Solar System Metaphor for 3D Visualisation of Object Oriented Software Metrics“. In: S. 53–59.
- [17] Patrick Gralka u. a. „Visual Exploration of Memory Traces and Call Stacks“. In: *2017 IEEE Working Conference on Software Visualization (VISOFT)*. 2017, S. 54–63. DOI: 10.1109/VISOFT.2017.15.
- [18] A.E. Hassan, Jingwei Wu und R.C. Holt. „Visualizing historical data using spectrographs“. In: *11th IEEE International Software Metrics Symposium (METRICS'05)*. 2005, 10 pp.–31. DOI: 10.1109/METRICS.2005.54.
- [19] Wilhelm Hasselbring, Alexander Krause und Christian Zirkelbach. „Explor-Viz: Research on software visualization, comprehension and collaboration“. In: *Software Impacts* 6 (2020), S. 100034. ISSN: 26659638. DOI: 10.1016/j.simpa.2020.100034.
- [20] Elke Franziska Heidmann u. a. „Visualization of Evolution of Component-Based Software Architectures in Virtual Reality“. In: *2020 Working Conference on Software Visualization (VISOFT)*. 2020, S. 12–21. DOI: 10.1109/VISOFT51673.2020.00006.
- [21] Danny Holten. „Hierarchical edge bundles: visualization of adjacency relations in hierarchical data“. In: *IEEE transactions on visualization and computer graphics* 12.5 (2006), S. 741–748. ISSN: 1077-2626. DOI: 10.1109/TVCG.2006.147.
- [22] Shah Rukh Humayoun u. a. „Visualizing Software Hierarchy and Metrics over Releases“. In: *Proceedings of the 2018 International Conference on Advanced Visual Interfaces*. 2018. ISBN: 9781450356169. DOI: 10.1145/3206505.3206548.
- [23] Syed S. Islam, Jens Krinke und David Binkley. „Dependence Cluster Visualization“. In: *Proceedings of the 5th International Symposium on Software Visualization*. 2010, S. 93–102. ISBN: 9781450300285. DOI: 10.1145/1879211.1879227.
- [24] *ISO/IEC/IEEE International Standard - Software, systems and enterprise - Architecture processes*. Piscataway, USA. DOI: 10.1109/IEEESTD.2019.8767004.
- [25] *ISO/IEC/IEEE International Standard - Systems and software engineering - System life cycle processes*. Piscataway, NJ, USA. DOI: 10.1109/IEEESTD.2023.10123367.
- [26] Barbara Kitchenham u. a. „Systematic literature reviews in software engineering - A systematic literature review“. In: *Information and Software Technology* 51.1 (2009), S. 7–15. ISSN: 09505849. DOI: 10.1016/j.infsof.2008.09.009.
- [27] Anne Koziolok und Ralf Reussner. „Towards a Generic Quality Optimisation Framework for Component-Based System Models“. In: *Proceedings of the 14th International ACM Sigsoft Symposium on Component Based Software Engineering*. 2011, S. 103–108. ISBN: 9781450307239. DOI: 10.1145/2000229.2000244.
- [28] Shang-Pin Ma u. a. „Version-based and risk-enabled testing, monitoring, and visualization of microservice systems“. In: *Journal of Software: Evolution and Process* 34.10 (2022). ISSN: 2047-7473. DOI: 10.1002/smr.2429.

- [29] J.I. Maletic, A. Marcus und M.L. Col-lard. „A task oriented view of software visualization“. In: *Proceedings First International Workshop on Visualizing Software for Understanding and Analysis*. 2002, S. 32–40. DOI: 10.1109/VISSOF.2002.1019792.
- [30] Mark Marron u. a. „Abstracting runtime heaps for program understanding“. In: *IEEE Transactions on Software Engineering* 39.6 (2013), S. 774–786. ISSN: 0098-5589. DOI: 10.1109/TSE.2012.69.
- [31] Leonel Merino, Mohammad Ghafari und Oscar Nierstrasz. „Towards actionable visualization for software developers“. In: *Journal of Software: Evolution and Process* 30.2 (2018). ISSN: 2047-7473. DOI: 10.1002/smr.1923.
- [32] Leonel Merino u. a. „VISON: An Ontology-Based Approach for Software Visualization Tool Discoverability“. In: *2019 Working Conference on Software Visualization (VISSOFT)*. 2019, S. 45–55. DOI: 10.1109/VISSOFT.2019.00014.
- [33] Md Rakib Hossain Misu u. a. „ADA: A Tool for Visualizing the Architectural Overview of Open-Source Repositories“. In: *Proceedings of the 11th ACM SIGPLAN International Workshop on the State Of the Art in Program Analysis*. 2022, S. 30–35. ISBN: 9781450392747. DOI: 10.1145/3520313.3534659.
- [34] Alexey A. Mitsyuk und Yaroslav V. Kotlev. „Layered Layouts for Software Systems Visualization Using Nested Petri Nets“. In: *Tools and Methods of Program Analysis*. Hrsg. von Vladimir Itsykson, Andre Scedrov und Victor Zakharov. 2018, S. 127–138. ISBN: 978-3-319-71734-0.
- [35] Lisa Nafeie und Andreas Schreiber. „Visualization of Software Components and Dependency Graphs in Virtual Reality“. In: *Proceedings of the 24th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology*. 2018. ISBN: 9781450360869. DOI: 10.1145/3281505.3281602.
- [36] Daye Nam, Youn Kyu Lee und Nenad Medvidovic. „EVA: A Tool for Visualizing Software Architectural Evolution“. In: *Proceedings of the 40th International Conference on Software Engineering: Companion Proceedings*. 2018, S. 53–56. ISBN: 9781450356633. DOI: 10.1145/3183440.3183490.
- [37] Truong Ho-Quang u. a. „Interactive Role Stereotype-Based Visualization To Comprehend Software Architecture“. In: *2020 Working Conference on Software Visualization (VISSOFT)*. 2020, S. 122–132. DOI: 10.1109/VISSOFT51673.2020.00018.
- [38] Chris Rupp und Stefan Queins. *UML 2 glasklar: Praxiswissen für die UML-Modellierung*. 4., aktualisierte und erweiterte Auflage. München: Hanser, 2012. ISBN: 9783446431973.
- [39] Hani Bani Salameh, Ayat Ahmad und Ashraf Aljammal. „Software evolution visualization techniques and methods - a systematic review“. In: *2016 7th International Conference on Computer Science and Information Technology (CSIT)*. 2016, S. 1–6. DOI: 10.1109/CSIT.2016.7549475.
- [40] C. J. Satish und Anand Mahendran. „The effect of 3D visualization on mainframe application maintenance: A controlled experiment“. In: *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences* 31.3 (2019), S. 403–414. ISSN: 13191578. DOI: 10.1016/j.jksuci.2017.03.003.

- [41] Anthony Savidis. und Crystallia Savaki. „Software Architecture Mining from Source Code with Dependency Graph Clustering and Visualization“. In: *Proceedings of the 17th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications (VISIGRAPP 2022)*, S. 179–186. ISBN: 978-989-758-555-5. DOI: 10.5220/0010896800003124.
- [42] Marcelo Schots und Claudia Werner. „Using a Task-Oriented Framework to Characterize Visualization Approaches“. In: *2014 Second IEEE Working Conference on Software Visualization*. 2014, S. 70–74. DOI: 10.1109/VISSOFT.2014.20.
- [43] Andreas Schreiber u. a. „Visualization of Software Architectures in Virtual Reality and Augmented Reality“. In: *2019 IEEE Aerospace Conference*. 2019, S. 1–12. DOI: 10.1109/AERO.2019.8742198.
- [44] Peter Seipel u. a. „Speak to your Software Visualization—Exploring Component-Based Software Architectures in Augmented Reality with a Conversational Interface“. In: *2019 Working Conference on Software Visualization (VISSOFT)*. 2019, S. 78–82. DOI: 10.1109/VISSOFT.2019.00017.
- [45] Boris Shishkov. *Business Modeling and Software Design*. Bd. 422. Cham: Springer International Publishing, 2021. ISBN: 978-3-030-79975-5. DOI: 10.1007/978-3-030-79976-2.
- [46] Lisa Sonnleithner u. a. „Applying Visualization Concepts to Large-Scale Software Systems in Industrial Automation“. In: *2022 Working Conference on Software Visualization*. 2022, S. 182–186. DOI: 10.1109/VISSOFT55257.2022.00029.
- [47] Frank Steinbrückner und Claus Lewerentz. „Representing Development History in Software Cities“. In: *Proceedings of the 5th International Symposium on Software Visualization*. 2010, S. 193–202. ISBN: 9781450300285. DOI: 10.1145/1879211.1879239.
- [48] Margaret-Anne D. Storey, Davor Čubranić und Daniel M. German. „On the Use of Visualization to Support Awareness of Human Activities in Software Development: A Survey and a Framework“. In: *Proceedings of the 2005 ACM Symposium on Software Visualization*. 2005, S. 193–202. ISBN: 1595930736. DOI: 10.1145/1056018.1056045.
- [49] M. Termeer u. a. „Visual Exploration of Combined Architectural and Metric Information“. In: *3rd IEEE International Workshop on Visualizing Software for Understanding and Analysis*. 2005, S. 1–6. DOI: 10.1109/VISSOF.2005.1684298.
- [50] Fadi Wedyan, Reema Freihat und Maen Hammad. „Visualization of aspect-oriented programs using city transportation metaphor“. In: *Cluster Computing* 25.6 (2022), S. 3993–4008. ISSN: 1386-7857. DOI: 10.1007/s10586-022-03639-7.
- [51] Tim Weilkiens. *Systems Engineering mit SysML/UML: Anforderungen, Analyse, Architektur*. 3., überarbeitete und aktualisierte Auflage. Heidelberg und München: dpunkt.verlag und Ciando, 2014. ISBN: 9783864915437.
- [52] Markus Weninger, Lukas Makor und Hanspeter Mössenböck. „Memory Cities: Visualizing Heap Memory Evolution Using the Software City Metaphor“. In: *2020 Working Conference on Software Visualization*. 2020, S. 110–121. DOI: 10.1109/VISSOFT51673.2020.00017.



Effiziente Cloud-Governance: Herausforderungen, Modelle und Auswahlkriterien

Sahel Jalalzai

Hochschule Reutlingen

Reutlingen, Deutschland

sahel.jalalzai@student.reutlingen-university.de

Abstract

Angesichts der zunehmenden Verbreitung von Cloud Computing hat die Notwendigkeit einer wirksamen Governance in Cloud-Umgebungen höchste Priorität erlangt. Die vorliegende Arbeit widmet sich einem vergleichenden Ansatz zur Analyse von Cloud Governance-Modellen. Die Analyse umfasst sowohl die Bewertung als auch kritische Überprüfung verschiedener Cloud-Governance-Modelle (CGM). Durch die Untersuchung der verschiedenen Governance Modelle strebt die Forschung danach, Klarheit über die komplexen Dynamiken der Cloud-Governance zu schaffen und Einblicke in die Herausforderungen, Vorteile und Kompromisse verschiedener Governance-Rahmenbedingungen zu bieten. Letztendlich trägt diese Untersuchung dazu bei, ein tieferes Verständnis für die vielfältigen Governance-Optionen von Cloud-Bereitstellungen zu schaffen und Organisationen bei fundierten Entscheidungen zu unterstützen, die ihren spezifischen betrieblichen und strategischen Anforderungen entsprechen.

Betreuer Hochschule: Prof. Dr. Schöller
Hochschule Reutlingen
Marcus.Schoeller@Reutlingen-
University.de

Informatics Inside Herbst 2023
15. November 2023, Hochschule Reutlingen
Copyright 2023 Sahel Jalalzai

CCS Concepts

• Information systems~Information systems applications~Enterprise information systems~Enterprise applications~Enterprise applications

Keywords

Cloud-Governance, Challenges and Benefits, Governance Models, Comparative Analysis

1 Einleitung

Dieses Kapitel definiert Motivation und Ziele, präsentiert Forschungsfragen, beschreibt die Methodik und gibt einen Überblick über die Struktur der Arbeit.

1.1 Motivation und Ziele

Der Begriff "Cloud Computing" bezieht sich auf ein Modell, das einen allgegenwärtigen, bequemen und bedarfsgerechten Netzzugang zu einem gemeinsam nutzbaren Pool konfigurierbarer Datenverarbeitungsressourcen bietet [1]. Zu diesen Ressourcen gehören Netze, Server, Speicherplatz, Anwendungen und Dienste, die mit minimalem Verwaltungsaufwand oder Interaktion mit dem Dienstanbieter schnell bereitgestellt und freigegeben werden können [1].

Im Laufe der letzten Jahre hat die Nutzung von Cloud Computing stark zugenommen. Nahezu jedes Unternehmen, unabhängig von seiner Größe, greift auf die umfassenden Dienste der Cloud zu [1]. Das Hauptziel besteht darin, die Kosten zu senken und verschiedene Vorteile zu nutzen, darunter die

Skalierbarkeit von Rechenleistung und Speicherkapazität [1].

Damit Unternehmen die Vorteile des Cloud Computing maximieren und gleichzeitig die mit Cloud-basierten Bereitstellungen verbundenen Risiken minimieren können, benötigen sie einen Ansatz, der spezifische Prozesse, Verfahren und Technologien zur effektiven Verwaltung und Kontrolle Tausender von Diensten und Datenelementen in der Cloud-Umgebung umfasst. Das heißt, Cloud Computing erfordert eine präzise, robuste Governance [2].

1.2 Forschungsfragen

Die Arbeit beabsichtigt, die in Tabelle 1 aufgeführten Forschungsfragen zu beantworten. Hierbei soll ein umfassenderes Verständnis und eine effektivere Umsetzung eines Governance-Modells sowie deren Anforderungen erzielt werden. Insbesondere sollen verschiedene Governance-Optionen für Cloud-Bereitstellungen beleuchtet werden, um Organisationen bei fundierten Entscheidungen zu unterstützen.

Tabelle 1: Forschungsfragen

IDs	Fragen
RQ1	Was sind die Herausforderungen der Cloud-Governance?
RQ2	Welche bestehenden Modelle zur Cloud-Governance existieren für die strategischen Steuerung, Verwaltung und Gewährleistung einer effizienten Nutzung von Cloud-Ressourcen?
RQ3	Welche Faktoren sind bei der Auswahl eines Cloud-Governance-Modells von Bedeutung?

1.3 Methodik

In diesem Kapitel wird die Methodik beschrieben, die in dieser Arbeit für die Suche nach relevanten Informationen ver-

wendet wurde. Ein wesentlicher Teil der Arbeit ist die Literaturrecherche, die auf der Grundlage der Forschungsfragen durchgeführt wird. Die definierten Forschungsfragen sollen durch eine Literaturrecherche beantwortet werden. Die Vorgehensweise bei der Literaturrecherche wird im Folgenden erläutert.

Aus den Forschungsfragen wurden folgende Suchbegriffe abgeleitet:

Suchterm 1: "Challenges" AND ("Cloud Governance" OR "Cloud-Governance" OR "Challenges in Cloud Governance")

Suchterm 2: ("Cloud governance" AND "Model") OR ("Cloud governance" AND "Approach") OR ("Cloud governance" AND "Model for Cloud Governance") AND ("Management" OR "Strategy" OR "Administration" OR "Resource Management")

Suchterm 3: ("Cloud governance" AND "Model") OR ("Cloud governance" AND "Approach") OR ("Cloud governance" AND "Model for Cloud Governance") AND ("Factors" OR "Key indicators" OR "Selection" OR "Choice")

Die Kriterien für die Auswahl der Literatur, die in der Arbeit verwendet werden, sind in Tabelle 2 festgelegt.

Tabelle 2: Einschlusskriterien

IDs	Kriterium
1	Freier zugang über die hochschule Reutlingen
2	Englischsprachige Veröffentlichungen
3	Forschungsartikel
4	Veröffentlichung zwischen 2000 und 2023
5	Muss zur Fragestellung beitragen

Zur Untersuchung einer effizienten Cloud Governance und zur Beantwortung der Forschungsfragen wurden aus den in Tabelle 3

Effiziente Cloud-Governance: Herausforderungen, Modelle und Auswahlkriterien

aufgeführten Treffern geeignete Literaturquellen ausgewählt.

Datenbank	Suchterme	Treffer
IEEE ¹	RQ1	5
	RQ2	15
	RQ3	15
ACM ²	RQ1	11
	RQ2	18
	RQ3	20
Science Direct ³	RQ1	38
	RQ2	40
	RQ3	45

1.4 Struktur der Arbeit

Kapitel Zwei führt in die Grundlagen der Cloud Governance ein, mit Definitionen und einer Betrachtung der Verbindung zwischen Cloud Management und Cloud Governance sowie den Anforderungen an letztere. Kapitel Drei behandelt die erste Forschungsfrage, indem es die Herausforderungen der Cloud Governance analysiert. In Kapitel Vier werden diverse Cloud Governance-Modelle untersucht. Kapitel Fünf vergleicht diese Modelle in Bezug auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede und diskutiert die gewonnenen Erkenntnisse. Abschließend fasst Kapitel Sechs die Arbeit im Fazit zusammen, beantwortet die zu Beginn gestellten Forschungsfragen und gibt einen Ausblick.

2 Definition der Cloud Governance

Cloud-Computing-Governance, gemäß Thuraisingham [3], fokussiert auf Verantwortlichkeit, klare Entscheidungsstrukturen und das Ausbalancieren von Nutzen, Risiko

und Ressourcen in einer Cloud-Computing-Umgebung. Sie etabliert geschäftsorientierte Richtlinien und Prinzipien, um den angemessenen Grad an Investitionen und Kontrolle über den Lebenszyklus von Cloud-Computing-Diensten festzulegen.

Anders ausgedrückt bezieht sich Cloud Governance auf die ganzheitliche Verwaltung und Abstimmung von Ressourcen, Richtlinien, Compliance-Anforderungen und Sicherheitsmaßnahmen in einer Cloud-Umgebung. Ihr Hauptziel ist es, eine einheitliche, effektive und gut koordinierte Verwaltung der Cloud-Ressourcen sicherzustellen.

2.1 Cloud Governance vs. Cloud Management

Nachdem im vorherigen Abschnitt Cloud Governance umfassend definiert wurde, rückt nun der Vergleich und die Verbindung zu Cloud Management in den Fokus.

Während Cloud-Management die effiziente Steuerung und Überwachung von Anwendungen, Daten und Services in komplexen und dynamischen Cloud-Umgebungen umfasst, zielt Cloud Governance auf die strategische Verwaltung der gesamten Cloud-Infrastruktur eines Unternehmens, einschließlich der umfassenden Kontrolle über eigene und Drittanbieter-Services ab [3]. Sie beinhaltet die Ressourcenverwaltung, Richtlinienerfestlegung, Sicherheitsmaßnahmen und Compliance-Regeln, um sicherzustellen, dass die Nutzung der Cloud den vorgegebenen Anforderungen entspricht [3].

Beide Konzepte streben danach, Cloud-Ressourcen effizient zu verwalten. Cloud Governance legt die Rahmenbedingungen fest, während Cloud-Management für deren Umsetzung und Gewährleistung sorgt, dass die

¹<https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

²<https://dl.acm.org/>

³<https://www.sciencedirect.com/>

technischen Aspekte den Governance-Richtlinien entsprechen [7]. Zusammen gewährleisten sie eine effiziente, sichere und reibungslose Nutzung der Cloud [9].

Abbildung 1 zeigt die verschiedenen Funktionen der Cloud-Governance im Gegensatz zum Cloud-Management.

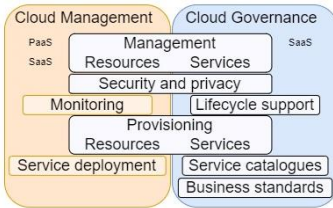


Abbildung 1: Funktionalitäten von cloud management und cloud Governance [7]

Die Verbindung zwischen Cloud-Governance und Cloud-Management ist in Abbildung 2 nach [9] dargestellt. Sie verdeutlicht die wechselseitige Abhängigkeit und Ergänzung dieser beiden Elemente, wie sie sich gegenseitig unterstützen.

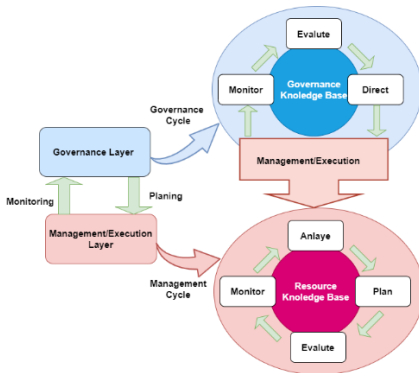


Abbildung 2: Die Beziehung zwischen Management und Governance nach [9]

2.2 Anforderungen an Cloud Governance

Cloud Computing beflügelt vielfältige Geschäftsmodelle, insbesondere für Cloud-Service-Nutzer. Dies führt zu einem erweiterten

Ökosystem, das es den Verbrauchern ermöglicht, gezielt auf Cloud-Services zuzugreifen, um spezialisierte Bedürfnisse zu erfüllen und ihre Reichweite zu erweitern. [5]. In diesem Kontext analysieren Bounagui et al. die Anforderungen an die Cloud-Governance und identifizieren sieben entscheidende nicht-funktionale Anforderungen, wie in Abbildung 3 dargestellt.



Abbildung 3: Nicht-funktionale Anforderungen and Cloud Governance nach [6]

Die Governance-Domänen, nämlich Cloud-Migration, Informationssicherheit, Risikomanagement und Service Level Agreement (SLA), wurden von Bounagui et al. nach der Analyse von 32 Studien identifiziert [6]. Die Cloud-Migrationsdomäne konzentriert sich auf die reibungslose Planung, Umsetzung und Überwachung des Übergangs zu Cloud-Rechenzentren [6]. Im Hinblick auf die Informationssicherheit zielt dieser Domäne auf die Einführung, Umsetzung und kontinuierliche Verbesserung auf der Grundlage der Normen der ISO/IEC 27k-Familie ab [6]. Die Risikomanagement-Domäne identifiziert, analysiert und mindert Sicherheitsrisiken. Das SLA im Cloud Computing sichert klare Leistungs- und Qualitätsvereinbarungen, spielt eine zentrale Rolle in der Geschäftsstabilisierung und berücksichtigt Sicherheitsrisiken sowie Compliance-Anforderungen [6].

3 Herausforderungen der Cloud Governance

Die erfolgreiche Umsetzung von Cloud-Governance steht vor zahlreichen Herausforderungen, die in verschiedene Kategorien unterteilt werden können. Dies umfasst strategische und geschäftliche Herausforderungen, technologische Herausforderungen sowie Management und Governance-Herausforderungen [14].

Im Bereich der strategischen und geschäftlichen Herausforderungen ist eine entscheidende Aufgabe die Abstimmung von Geschäftszielen und IT, um Mehrwert aus Cloud-Investitionen zu generieren. Es erfordert eine klare Ausrichtung der IT auf die Geschäftsstrategie, um Wertschöpfung sicherzustellen. Ein weiterer Aspekt ist die Aufrechterhaltung oder Steigerung des Reifegrads der strategischen Ausrichtung während des gesamten Cloud-Einführungsprozesses [14].

Die technologischen Herausforderungen beinhalten die Bewältigung heterogener Unternehmensarchitekturen, die zu einem möglichen Kontrollverlust führen können. Dies könnte die Fähigkeit beeinträchtigen, Entscheidungen über IT-Dienste zu treffen und sie in die bestehende IT-Landschaft zu integrieren [14].

Hinsichtlich Managements und Governance stehen Cloud-Anwendern vor der Herausforderung, effektiv mit Anfragen nach neuen IT-Diensten und -Funktionalitäten umzugehen. Die Beziehung zwischen Geschäft und IT kann gestört werden, was zu reduzierter Portfolioauswahl und weniger formalisierten Bewertungen führt. Zudem kann es zu einer Abnahme der Partnerschaft zwischen IT und Business kommen, da Geschäftseinheiten zunehmend direkt von Cloud-Dienstleistern bedient werden, ohne die Beteiligung der IT-Abteilung. Ein weiterer Aspekt ist der mögliche Kontrollverlust über Daten und Sicherheit, der durch Unsicherheiten hinsichtlich

Datenlokalisierung, Datenformat und Zugriffsteuerung entstehen kann [14]. Zusätzlich kann ein Fachkräftemangel und der Verlust interner IT-Kompetenzen aufgrund der Nutzung externer Dienstleister in der Cloud eine Herausforderung darstellen. Organisationen müssen sicherstellen, dass sie über ausreichend qualifizierte Mitarbeiter verfügen, um den Cloud-Einsatz effektiv zu verwalten [14].

4 Governance Modelle

In diesem Kapitel werden vier Governance-Modelle ausführlich behandelt.

4.1 Serviceorientierte Governance

SOA-Governance erweitert die IT-Governance, um den Lebenszyklus von Services, Metadaten und komplexen Anwendungen in einer serviceorientierten Architektur zu fokussieren [7]. Ziel ist es, die Geschäftsziele im Bereich der Services effektiv zu realisieren, indem die Prinzipien der Serviceorientierung und ihrer verteilten Architektur adäquat verwaltet werden [9]. SOA-Governance bietet einen umfassenden Rahmen für die Untersuchung verschiedener Elemente, die für ein effektives Management von Services als eigenständige IT-Assets erforderlich sind. Dazu gehören der Reifegrad der Serviceorientierung in der Organisation, Infrastrukturverbesserungen für ein effektives Management von Services in Bereichen wie Sicherheit, Überwachung und Leistung, Anpassungen der IT-Prozesse, Schulung und Ausbildung, klare Definition von Rollen und Verantwortlichkeiten sowie organisatorische Anpassungen. [9][10].

Die Entwicklung einer SOA-Strategie bildet den Startpunkt des gesamten Prozesses. Der Lebenszyklus legt die Reihenfolge fest, in der die Phasen eingeleitet werden sollten [7]. Dabei ist es wichtig zu betonen, dass diese Reihenfolge nicht bedeutet, dass eine Phase abgeschlossen sein muss, bevor die nächste beginnen kann. Häufig muss die Strategie

während des gesamten Lebenszyklus aktualisiert werden [10][16].

Abbildung 4 veranschaulicht die Phasen, wobei die Pfeile eine kausale Beziehung zwischen den Phasen darstellen und nicht als strenge chronologische Reihenfolge zu verstehen sind [10][11].



Abbildung 4 SOA Governance Lifecycle nach [16]

SOA-Strategie festlegen:

Definiert langfristige Ziele, um SOA mit Geschäftsanforderungen abzustimmen und als Grundlage für das SOA-Programm zu dienen [16].

Organisation auf SOA ausrichten:

Abstimmung der strategischen Ausrichtung auf den organisatorischen Kontext und Schaffung klarer Zuständigkeiten und Führungsorgane [16].

Serviceportfolio verwalten:

Die Verwaltung des Serviceportfolios stellt sicher, dass konsistente Entscheidungen getroffen werden, welche Services entwickelt und prioritär investiert werden müssen. Dies kann durch Bottom-up- oder Top-down-Ansätze erfolgen. Eine klare Migrationsstrategie für die Integration von Legacy-Systemen ist entscheidend [16].

Kontrolle über den Servicelebenszyklus:

Umfasst die Entwicklung und Bereitstellung von Services, um Konsistenz und Ver-

waltbarkeit zu gewährleisten, mit spezifischen Änderungsmanagementverfahren [16].

Richtlinien durchsetzen:

Implementiert formale Geschäftsregeln, um gewünschtes Verhalten und Konsistenz der Services sicherzustellen [16].

Servicequalitätsmanagement:

Gewährleistet angemessene Servicequalität (QoS) durch Spezifikation von SLAs für jeden Dienst, um klare Erwartungen zu schaffen und Dienste anzupassen, wenn sich Geschäftsanforderungen ändern [16].

4.2 Cloud Computing Governance Reference Model (CCGRM)

Das CCGRM-Governance-Modell, als Ableitung des SOA-Governance-Rahmens, definiert Leitprinzipien und Prozesse für ein einheitliches Governance-System [4, S.195]. Die zentrale Abbildung 5 zeigt den Prozess im Fokus, der als Abfolge von Aktivitäten konsistente Regeln für die Steuerung von Cloud Computing-Diensten ermöglicht [4, S.195]

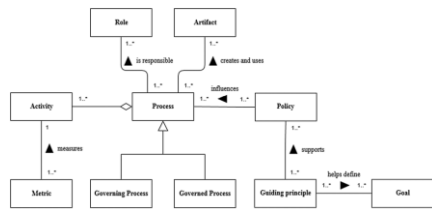


Abbildung 5: Konzeptuelles Modell des CCGRM Nach [4, S. 196]

Das Modell umfasst steuernde und gesteuerte Prozesse, Rollen, Artefakte, Richtlinien, Leitprinzipien und Ziele. Zu den festgelegten Governance-Grundsätzen gehören die Abstimmung von Cloud-Initiativen mit der Unternehmensstrategie, Integration in die Unternehmens- und IT-Governance, klare Definition und Messung des Werts von Cloud-Diensten, Berücksichtigung der Rechte der

Effiziente Cloud-Governance: Herausforderungen, Modelle und Auswahlkriterien

Stakeholder, Verwaltung von Metadaten über Cloud-Dienste, Überwachung und Abstimmung mit Governance-Prinzipien, fortlaufende Risikoreduzierung bei der Nutzung von Cloud-Diensten und Einhaltung gesetzlicher/regulatorischer Anforderungen [4, S.196].

4.2.1 Governing und governed Prozesse

Die Steuerungsprozesse im Cloud Computing Governance Reference Model (CCGRM) gewährleisten die effektive Umsetzung der Cloud-Computing-Governance. Diese Prozesse, unterteilt in "Governing" und "Governed", überwachen die Einhaltung von Governance-Richtlinien, managen Ausnahmen und liefern relevante Informationen an Stakeholder [4, S.199]. Die "Governing"-Prozesse überwachen die Umsetzung, während die "Governed"-Prozesse die effektive Gestaltung der Governance im Cloud Computing anstreben. Das beinhaltet die Pflege von Richtlinien, Maximierung von Vorteilen bei Kosten- und Risikominimierung, Identifizierung geeigneter Geschäftsprozesse, Lebenszyklusmanagement von Cloud-Diensten, Risikomanagement, Überwachung von Service-Level-Vereinbarungen und Verwaltung von Cloud-Service-Anbietern gemäß Geschäfts- und regulatorischen Vorgaben [4, S.199].

4.2.2 CCGRM Lifecycle

Die Anwendung des CCGRM-Modells verläuft in einem mehrphasigen Lebenszyklus: Planung, Definition, Implementierung und Überwachung (vgl. Abb. 5). Ziel ist die kontinuierliche Verbesserung der Governance-Prozesse [4, S.200].

Die Planungsphase beinhaltet die eingehende Analyse bestehender Modelle sowie die Entwicklung einer umfassenden Strategie und eines konkreten Fahrplans zur Umsetzung der Cloud-Computing-Governance. In der Definitionsphase werden die Governance-Prinzipien und Prozesse spezifiziert, und es werden Übergangspläne entwickelt.

Die Implementierungsphase ist gekennzeichnet durch die Umsetzung des Governance-Modells, wobei alle zuvor definierten Schritte in die Praxis umgesetzt werden. In der Überwachungsphase erfolgt die Beurteilung der Effektivität des Modells anhand von vorher festgelegten Metriken und Leistungsindikatoren [4, S.201].

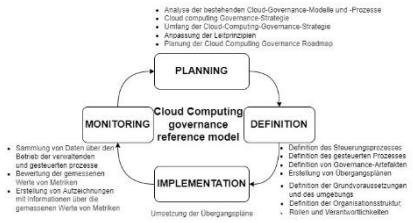


Abbildung 6 CCGRM Lifecycle nach [4, S.201].

4.3 Guos Governance Modell

Das Guo-Governance-Modell kann als das erste akademische Governance-Modell identifiziert werden (siehe Abbildung 7). Es skizziert die erforderlichen Komponenten für die Governance in der Cloud [2]. Es wurde auf der Grundlage von vier Zielen der Cloud-Governance erstellt, nämlich dem Management von Service, Richtlinien, Risiken und Compliance. Es klassifiziert die Komponenten der Cloud-Governance in drei Kategorien: Richtlinien, operative und Managementaktivitäten [2].

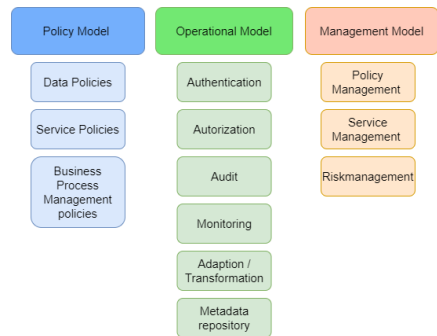


Abbildung 7 Guos Governance-Modell [2]

Im Policy Model werden Richtlinien definiert, die die Handhabung von Daten, Services und geschäftlichen Anforderungen in der Cloud lenken. Es legt fest, wie spezifische Maßnahmen in der Cloud durchgeführt werden sollen [2].

Das Operational Model konzentriert sich auf operative Aspekte wie Identifikation, Zugriff, Überwachung und Anpassung von Diensten und Daten in der Cloud. Es beschreibt, wie die praktischen Abläufe und Überwachungsprozesse in der Cloud erfolgen. [2].

Im Management Model stehen die Verwaltung von Richtlinien, Diensten und Risiken im Vordergrund. Dies bezieht sich darauf, wie die Organisation die Kontrolle über ihre Cloud-Infrastruktur behält, Risiken minimiert und Ressourcen effizient verwaltet [2].

4.4 Lifecycle Governance

Lebenszyklus-Governance gewährleistet die Integration von Erweiterungen, koordinierte Implementierung, effektives Änderungsmanagement und geplante Stilllegung. Ein Lebenszyklusmodell definiert Phasen und Übergänge. Hier spielt Cloud-Service-Brokerage eine wesentliche Rolle, indem es als Schnittstelle zwischen Cloud-Service-Providern (CSP) und Cloud-Verbrauchern (CSC) agiert, Mehrwert hinzufügt und den Dienstlebenszyklus optimiert [9][12].

In Bezug auf Governance regelt sie den Lebenszyklus eines Cloud-Dienstes aus Nutzersicht, einschließlich Qualitätskontrolle. Es gibt zwei Arten der Steuerung: Abläufe (Prozess-Governance) und Elemente (Artefakt-Governance) [9] [10].

4.4.1 Richtliniengesteuerte Governance:

Die Richtliniengesteuerte Governance beinhaltet die Festlegung und Durchsetzung von Richtlinien zur strukturierten Auswahl, Testung, Nutzung und Bereitstellung von

Cloud-Diensten. Dies schließt klare Übergangsbedingungen zwischen den Phasen des Dienstlebenszyklus ein [9] [12].

In [12] wird die Governance anhand eines Qualitäts-Brokers erläutert. Dieser vermittelt die kontinuierliche Qualitätssicherung für Cloud-Dienste. Kunden, die Cloud-Dienste von Drittanbietern nutzen und ihre Qualitätssicherung auslagern möchten, nutzen diese Plattform. Der Broker ermöglicht Kunden die genaue Kontrolle über ihre Cloud-Dienste durch individuelle Richtlinien. Die Plattform gewährleistet, dass diese Richtlinien erfüllt werden und überwacht die Dienstbereitstellung kontinuierlich. Sie erkennt Verstöße gegen die Richtlinien und schlägt Lösungen vor. Cloud-Service-Anbieter können ihre Dienste über diesen Vermittler den Kunden anbieten [12].

4.4.2 Artefakt Governance

Die Artefakt-Governance zielt darauf ab sicherzustellen, dass alle Artefakte, die mit verwalteten Einheiten verbunden sind, den technischen, geschäftlichen und rechtlichen Beschränkungen des Plattformanbieters entsprechen [12]. Sie legt den Fokus auf Artefakt-Spezifikationen, welche strukturelle und inhaltliche Einschränkungen für verschiedene Arten von Konfigurationen, Spezifikationen oder Code-Artefakten festlegen. Diese Einschränkungen betreffen Struktur, Inhalt und Interaktionen [10].

Im aktuellen Stand der Policybasierten Governance sind Tools entscheidend, um verschiedene Aspekte der Service-Governance zu unterstützen [10]. Dies schließt Artefaktkatalogisierung und -speicherung, Service-Lifecycle-Management, Abhängigkeitsverfolgung und Richtliniendurchsetzung ein. Typischerweise sind diese Tools in ein Registry- und Repository-System integriert, das als zentrale Instanz für die Verwaltung und Kontrolle der Artefakte dient [9][12].

5 Vergleich der Cloud Governance-Modelle

In diesem Kapitel werden zunächst die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den vorgestellten Governance-Modellen detailliert erörtert. Anschließend erfolgt eine eingehende Gegenüberstellung der Modelle anhand bestimmter Bewertungskriterien, um fundierte Erkenntnisse aus diesem Vergleich zu gewinnen.

Die in Kapitel 4 vorgestellten Governance-Modelle weisen viele gemeinsame Merkmale auf, die im Folgenden näher erläutert werden. Sie alle legen großen Wert auf Serviceorientierung, umfassende Lebenszykluskonzepte, Leitlinien und Governance-Grundsätze. Ihr Hauptziel ist es, die Kontrolle, die Einhaltung von Vorschriften und die effiziente Nutzung von Ressourcen zu gewährleisten. Außerdem streben sie nach kontinuierlicher Verbesserung und wollen nahtlos in die Unternehmensstrategie integriert werden. Alle Modelle berücksichtigen die Anforderungen und Erwartungen der Interessengruppen und bemühen sich um eine wirksame Integration der Governance in die strategischen Unternehmensziele.

Die SOA-Governance konzentriert sich hauptsächlich auf die Verwaltung des Service-Lebenszyklus und der Metadaten in einer serviceorientierten Architektur, um die Geschäftsziele durch Serviceorientierung zu realisieren. Sie legt Wert auf die Entwicklung einer langfristigen SOA-Strategie, die flexibel während des gesamten Lebenszyklus angepasst werden kann.

Im Gegensatz dazu liegt der Fokus der CCGRM-Governance speziell auf der Steuerung der Cloud-Computing-Governance. Sie bietet ein umfassendes Governance-Modell, das Leitprinzipien und Prozesse definiert, um ein einheitliches Governance-System für Cloud-Computing zu entwickeln. Dieses Modell betont die Abstimmung von Cloud-Initiativen mit der Unternehmensstrategie

und setzt klare Ziele für die transparente Nutzung von Cloud-Computing-Diensten.

Das Guo-Governance-Modell konzentriert sich ebenfalls auf die Governance, insbesondere von Cloud-Computing, Services und Richtlinien. Es identifiziert wesentliche Komponenten für die Cloud-Governance und klassifiziert sie in drei Kategorien: Richtlinien, operative und Managementaktivitäten. Es legt fest, wie bestimmte Dinge in der Cloud umgesetzt werden sollen.

Die Lebenszyklus-Governance integriert Erweiterungen, koordinierte Implementierung, effektives Änderungsmanagement und geplante Stilllegung von Cloud-Diensten. Sie betont die Rolle der Cloud-Service-Brokerage als Schnittstelle zwischen Cloud-Service-Providern und Cloud-Verbrauchern, um Mehrwert hinzuzufügen und den Dienstlebenszyklus zu optimieren. Dieses Modell enthält zwei Arten der Steuerung: Prozess-Governance und Artefakt-Governance.

Jedes Modell hat eine spezifische Ausrichtung und Betonung im Kontext der Cloud Governance, wobei sie sich auf verschiedene Aspekte wie Service-Lebenszyklus, Cloud-Computing-Steuerung und Richtlinien fokussieren.

6 Fazit

Die Herausforderungen der Cloud-Governance sind vielfältig und umfassen Aspekte wie Business-IT-Alignment, Sicherheit, Kontrolle über Daten, Servicequalität, Komplexität der Cloud-Technologien und die Notwendigkeit einer klaren strategischen Ausrichtung. Die Integration von Cloud-Diensten erfordert eine sorgfältige Abwägung der Vorzüge gegenüber den Risiken und stellt eine Gratwanderung zwischen Effizienzsteigerung und Sicherheitsgewährleistung dar.

Es existieren verschiedene Modelle zur Cloud-Governance, darunter SOA-Governance, CCGRM-Governance, Guo-Governance und Lifecycle-Governance. Diese Mo-

delle legen einen Schwerpunkt auf Serviceorientierung, ganzheitliche Betrachtung des Lebenszyklus, Definition von Richtlinien und Governance-Prinzipien. Sie zielen darauf ab, Kontrolle, Compliance und effiziente Ressourcennutzung sicherzustellen, indem sie kontinuierliche Verbesserungen fördern und eine nahtlose Integration in die Unternehmensstrategie anstreben. Die Auswahl eines geeigneten Modells hängt von verschiedenen Faktoren ab, darunter die Unternehmensziele, die Komplexität der IT-Infrastruktur, die Bedürfnisse der Stakeholder und die Flexibilität des Modells, um sich an sich ändernde Anforderungen anzupassen.

Insgesamt verdeutlicht diese Untersuchung, dass Cloud-Governance von entscheidender Bedeutung ist, um eine effektive Nutzung von Cloud-Ressourcen zu gewährleisten und die strategischen Unternehmensziele zu unterstützen. Die Auswahl des geeigneten Governance-Modells sollte gut durchdacht und an die spezifischen Anforderungen und Kontexte des jeweiligen Unternehmens angepasst werden

6.1 Ausblick

Die dynamische Natur der Cloud-Technologie und der wachsende Umfang von Cloud-Diensten werden die Anforderungen an die Cloud-Governance in Zukunft weiter erhöhen. Es ist zu erwarten, dass neue Modelle und Ansätze entwickelt werden, um den sich wandelnden Anforderungen gerecht zu werden. Besondere Aufmerksamkeit wird voraussichtlich der Integration von künstlicher Intelligenz und automatisierten Entscheidungsprozessen in die Governance-Modelle gelten, um Effizienz, Sicherheit und Compliance zu verbessern.

Zusätzlich wird die Bedeutung von Compliance mit Datenschutzbestimmungen und rechtlichen Rahmenbedingungen in verschiedenen Regionen zunehmen. Governance-Modelle müssen darauf ausgerichtet sein, diesen Anforderungen gerecht zu werden und sicherzustellen, dass Cloud-Nutzer die erforderlichen Vorschriften einhalten.

Es ist entscheidend, dass Unternehmen agil bleiben und ihre Governance-Strategien kontinuierlich überprüfen und anpassen, um den sich verändernden Technologielandschaften und Geschäftsanforderungen gerecht zu werden. Der zukünftige Erfolg von Cloud-Governance wird stark von ihrer Anpassungsfähigkeit und ihrer Fähigkeit abhängen, Innovationen in der Cloud-Technologie effektiv zu integrieren.

Literaturverzeichnis

Anmerkung: In der folgenden Literatur handelt es sich bei Literatur [10] um graue Literatur.

- [1] Mell, P., & Grance, T. (2011). "The NIST definition of cloud computing."
- [2] Z. Guo and M. Song, "Notice of Retraction: A Governance Model for Cloud Computing," *2010 International Conference on Management and Service Science*, Wuhan, China, 2010, pp. 1-6, doi: 10.1109/IC-MSS.2010.5576281.
- [3] B. Thuraisingham, "Cloud Governance," *2020 IEEE 13th International Conference on Cloud Computing (CLOUD)*, Beijing, China, 2020, pp. 86-90, doi: 10.1109/CLOUD49709.2020.00025.
- [4] Karkošková, S., Feuerlicht, G. (2016). "Cloud Computing Governance Reference Model." In: Řepa, V., Bruckner, T. (eds) *Perspectives in Business Informatics Research*. BIR 2016. Lecture Notes in Business Information Processing, vol 261. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45321-7_14
- [5] Weinhardt, C., Anandasivam, A., Blau, B., Borissov, N., Meinel, T., Michalk, W., & Stößer, J. (2009). Cloud computing—a classification, business models, and research directions. *Business & Information Systems Engineering*, 1, 391-399.

- [6] Y. Bounagui, H. Hafiddi and A. Mezrioui, "Requirements definition for a holistic approach of cloud computing governance," 2015 IEEE/ACS 12th International Conference of Computer Systems and Applications (AICCSA), Marrakech, Morocco, 2015, pp. 1-8, doi: 10.1109/AICCSA.2015.7507245.
- [7] T. -F. Fortiș, V. I. Munteanu and V. Negru, "Steps towards cloud governance. a survey," Proceedings of the ITI 2012 34th International Conference on Information Technology Interfaces, Cavtat, Croatia, 2012, pp. 29-34, doi: 10.2498/iti.2012.0374
- [8] T. -F. Fortis, V. I. Munteanu and V. Negru, "Towards a Service Friendly Cloud Ecosystem," 2012 11th International Symposium on Parallel and Distributed Computing, Munich, Germany, 2012, pp. 172-179, doi: 10.1109/ISPDC.2012.31.
- [9] Mahmood, Z. (2014). "Continued rise of the cloud." London, UK: Springer.
- [10] Brown, William A, et al. "SOA Governance—IBM's Approach,," public.dhe.ibm.com/software/soa/pdf/SOA_Gov_Process_Overview.pdf. Accessed 23 Sept. 2023.
- [11] T. G. J. Schepers, M. E. Iacob, and P. A. T. Van Eck. 2008. "A lifecycle approach to SOA governance." In Proceedings of the 2008 ACM symposium on Applied computing (SAC '08). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 1055–1061. <https://doi.org/10.1145/1363686.1363932>
- [12] Mentzas, G., Simons, A. J., & Paraskakis, I. (2014). "Cloud Service Brokerage 2013-Methods and Mechanisms. In Service-Oriented Computing—ICSOC 2013 Workshops (Vol. 8377, pp. 135-136). Springer Verlag.
- [13] S. Pearson and T. Sander, "A mechanism for policy-driven selection of service providers in SOA and cloud environments," 2010 10th Annual International Conference on New Technologies of Distributed Systems (NOTERE), Tozeur, Tunisia, 2010, pp. 333-338, doi: 10.1109/NOTERE.2010.5536569.
- [14] H. Heier, H. P. Borgman and B. Bahli, "Cloudrise: Opportunities and Challenges for IT Governance at the Dawn of Cloud Computing," 2012 45th Hawaii International Conference on System Sciences, Maui, HI, USA, 2012, pp. 4982-4991, doi: 10.1109/HICSS.2012.154.
- [15] Lomuscio, A., & Lomuscio, A. R. (2014). Service-oriented computing--ICSOC 2013 workshops CCSA, CSB, Pasceb, SWESE, WESOA, and Phd symposium, Berlin, Germany, December 2-5, 2013. revised selected papers. Springer.
- [16] T. G. J. Schepers, M. E. Iacob, and P. A. T. Van Eck. 2008. "A lifecycle approach to SOA governance." In Proceedings of the 2008 ACM symposium on Applied computing (SAC '08). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 1055–1061. <https://doi.org/10.1145/1363686.1363932>



©2023 Sahel Jalalzai. Lizenznehmer Hochschule Reutlingen, Deutschland. Dieser Artikel ist ein Open-Access-Artikel unter den Bedingungen und Konditionen der Creative Commons Attribution (CC BY)-Lizenz. <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Der aktuelle Stand in der Digitalisierung der Ernährungsberatung

Pascal Schroeter

Hochschule Reutlingen

Reutlingen, Deutschland

pascal.schroeter@student.reutlingen-university.de

Zusammenfassung

Die Ernährung ist eng mit der Gesundheit eines Menschen verknüpft. Bei gesundheitlichen Beschwerden im Zusammenhang mit der Ernährung unterstützt die Ernährungsberatung den Patienten zu genesen. Auch viele Krankheiten lassen sich häufig auf die Ernährung zurückführen. Obwohl dies bereits bekannt ist, wird der Ernährung und der Ernährungsberatung nur eine untergeordnete Rolle zugewiesen. Dies lässt sich ebenfalls am Zustand der Digitalisierung in der Ernährungsberatung erkennen, welcher im Rahmen dieser Ausarbeitung untersucht wurde. Ein weiterer Fokus liegt auf der Untersuchung der Interoperabilität mit externen Systemen. Eine Literaturrecherche liefert hierbei einen Überblick zu den aktuellen Themen und Herausforderungen. Durch Hospitationen in zwei Kliniken wurde die Praxis untersucht. Zudem fließen praktische Erfahrungen aus der Tätigkeit in der Krankenhaus-IT sowie Gespräche mit einer Patientin und Experten mit in die Ausarbeitung ein. Die Erkenntnisse zeigen eine Abhängigkeit von manuellen und papierbasierten Prozessen in der Ernährungsberatung (z. B. Anamnesegespräche und Ernährungstagebücher) und einen fehlenden ganzheitlichen Ansatz bei aktuellen digitalen Lösungen. Zum Schluss wird ein Ausblick auf mögliche Technologien zur Steigerung von Effizienz und Interoperabilität vorgestellt.

CCS Concepts

• Applied computing → Health informatics.

Keywords

Digitalisierung in der Ernährungsberatung, Digitale Herausforderungen in der Ernährungsberatung, Digitalisierung in der Gesundheitsbranche, Digitalization in nutritional advice, Digital challenges in nutritional advice, Digitalization in the healthcare

1 Einleitung

Die Entwicklung digitaler Technologien beeinflusst maßgeblich alle Sektoren unseres Lebens und unserer Arbeit. In der Gesundheitsbranche hat diese Entwicklung nicht nur das Potenzial, die Qualität und Effizienz der Patientenversorgung zu verbessern, sondern auch die Arbeitsabläufe des medizinischen Personals zu optimieren. Im Bereich der Ernährungsberatung innerhalb des klinischen Sektors besteht in Bezug auf die Integration und Interoperabilität digitaler Systeme eine erkennbare Lücke. Diese Lücke manifestiert sich in ineffizienten, manuellen und papierbasierten Prozessen, die die Effizienz der Ernährungsberatung und -therapie potenziell einschränken.

Betreuer/-in Hochschule

Prof. Dr. rer. medic. Christian Thies
Hochschule Reutlingen
Christian.Thies@Reutlingen-University.de

Betreuer/-in Extern

T.P. Mai Nguyen
Dakura
Mai@immunEaty.de

Informatics Inside Herbst 2023
15. November 2023, Hochschule Reutlingen
Copyright 2023 Pascal Schroeter

Die vorliegende Ausarbeitung strebt zunächst an, den Ist-Zustand der Digitalisierung in der Ernährungsberatung zu erfassen, um hierbei ein detailliertes Verständnis der aktuellen Herausforderungen und Möglichkeiten zu entwickeln. Durch direkte Beobachtungen und Erfahrungen aus Hospitationen in zwei unterschiedlichen Kliniken sollen konkrete Einsichten in bestehende Arbeitsabläufe, verwendete Technologien und potenzielle Verbesserungsmöglichkeiten gewonnen werden.

Vier Fragestellungen leiten diese Untersuchung:

- Welche Herausforderungen bestehen bei der Digitalisierung in der Ernährungsberatung?
- Welche Arbeitsabläufe gibt es in einer Ernährungsberatung?
- Welche Lösungen für Kommunikationsschnittstellen für digitale Ernährungstagebücher gibt es?
- Welche schnittstellenrelevanten Daten entstehen in der Ernährungsberatung?

Diese Fragen zielen darauf ab, einen Teil der Komplexität der gegenwärtigen Praxis zu erfassen und Möglichkeiten zur Interoperabilität sowie Digitalisierung zu finden.

Zu den Herausforderungen und Lösungsansätzen in der Interoperabilität und Digitalisierung werden Technologien und Standards wie HL7, FHIR und die IHE Konformität, ebenfalls wie der Umgang mit Freitexteingaben und die Verwendung von unterschiedlichen Patienten IDs untersucht. Die Arbeit gibt auch einen Ausblick auf zukünftige Innovationen und Entwicklungen im Bereich der Automatisierung der Datenerfassung, durch den Einsatz von Kameras und Sensoren und die Integration in die elektronische Patientenakte. Neben der eigenen klinischen Erfahrung, den Hospitationen und ergänzender Literaturrecherchen haben sowohl die Patienten- als auch Expertensicht bei der

Erstellung dieser Ausarbeitung eine wichtige Rolle gespielt. Hierzu wurden ergänzend zwei Interviews geführt.

1.1 Motivation

Die Gesundheit eines Individuums ist eng mit seiner Ernährung verknüpft. Die richtige Ernährungsberatung kann dazu beitragen, Krankheiten vorzubeugen, die Genesung zu beschleunigen und das allgemeine Wohlbefinden zu verbessern. In einer Zeit, in der chronische Erkrankungen wie Diabetes¹, Adipositas² und Herzkrankungen¹ zunehmen oder auch Allergien³ und Unverträglichkeiten³ gesellschaftlich mehr Beachtung gegeben wird, ist die Rolle der Ernährungsberatung wichtiger denn je. Einer Studie⁴ zufolge, im Auftrag des Unternehmens PwC, ließen sich 2022 6,8% (ungefähr 280.000) der offenen Stellen im Gesundheitswesen nicht besetzen und bei gleichbleibender Entwicklung wird geschätzt, dass 2035 sogar ein Drittel (ungefähr 1,8 Millionen) der Stellen im Gesundheitswesen nicht mehr besetzen werden können. Zwischen 1991 und 2022 hat der Anteil an Menschen die 65 Jahre oder älter sind um etwa 7% zugenommen⁵, die Tendenz für die nächsten Jahre zeigt, dass dieser Anteil auch weiterhin steigen wird. Daher ist die Steigerung der Effizienz in der Ernährungsberatung unerlässlich.

Trotz der zentralen Bedeutung der Ernährungsberatung haben Digitalisierungsinitiativen in anderen Bereichen des Gesundheitswesens oft Vorrang erhalten. Während der

¹<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/153966/umfrage/prognose-zum-anstieg-von-zivilisationskrankheiten-bis-2050/>

²[https://www.rki.de/DE/Content/](https://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Themen/Uebergewicht_Adipositas/Uebergewicht_Adipositas_node.html)

[Gesundheitsmonitoring/Themen/Uebergewicht_Adipositas/Uebergewicht_Adipositas_node.html](https://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Themen/Uebergewicht_Adipositas/Uebergewicht_Adipositas_node.html)

³<https://www.quarks.de/gesundheit/unvertraeglichkeit-intoleranz-allergie/>

⁴<https://www.pwc.de/de/gesundheitswesen-und-pharma/fachkraeftemangel-im-deutschen-gesundheitswesen-2022.html>

⁵https://www.destatis.de/DE/Themen/Querschnitt/Demografischer-Wandel/_inhalt.html

Hospitalisationen konnte festgestellt werden, dass die Ernährungsberatung in der Klinik eher einen beiläufigen Charakter hat. Die Ernährungsberatung unterstützt bei der Behandlung von anderen Erkrankungen und Probleme in der Ernährung sind dann meist nur als Nebendiagnosen enthalten. Dass es aber auch Wechselwirkungen gibt und dass die Probleme mit der Ernährung oder im Umgang damit auch ursächlich für den stationären oder ambulanten Aufenthalt sein kann, wird hierbei häufig außer Acht gelassen. Das Fehlen einer umfassenden digitalen Integration in der Ernährungsberatung verlangsamt nicht nur die Prozesse, sondern birgt auch das Risiko von Fehlern und Inkonsistenzen, die die Gesundheit eines Patienten direkt beeinflussen können. Das Potenzial der Digitalisierung, Prozesse zu vereinfachen, Genauigkeit zu erhöhen und eine bessere Patientenbetreuung zu ermöglichen, zeigte sich insbesondere während der Hospitalisationen. Vergessene Dokumente, doppelte Dokumentationen (zunächst auf Papier und anschließend manuelle Übernahme in das System) oder auch unvollständige Dokumente gehören zum Alltag in den besuchten Einrichtungen. Zusätzlich zu den bereits genannten Vorteilen für Patienten können digitale Lösungen auch das Arbeitsleben von Ernährungsberatern erheblich verbessern. Sie könnten von einfacheren Dokumentationsmethoden profitieren, schneller auf relevante Patientendaten zugreifen und sogar digitale Werkzeuge nutzen, um die Wirksamkeit ihrer Beratung zu verfolgen oder zu verbessern. Diese Arbeit wurde motiviert durch den deutlichen Kontrast zwischen dem aktuellen Stand der Digitalisierung in der Ernährungsberatung und ihrem immensen Potenzial. Es ist unerlässlich zu verstehen, welche technischen und organisatorischen Hürden bestehen und überwunden werden müssen, um den Bedürfnissen sowohl der Patienten als auch der Fachkräfte besser gerecht zu werden.

1.2 Vorgehensweise

Die Vorgehensweise dieser Studie gliedert sich in mehrere Phasen, um sowohl qualitative als auch quantitative Daten zu sammeln und eine fundierte Analyse zu ermöglichen.

Literaturrecherche:

Vor der Feldforschung wurde eine Literaturrecherche durchgeführt. Ziel war es, bestehende Arbeiten und Studien zu identifizieren, die sich mit der Digitalisierung im Gesundheitswesen, insbesondere in der Ernährungsberatung und mit der Interoperabilität befassen. Dies diente als Grundlage für das Verständnis der aktuellen Trends, Herausforderungen und Best Practices. Genutzt wurden hierzu die Suchmaschinen von Web of Science, Pubmed und Literatur der Hochschulbibliothek Reutlingen.

Hospitalisation in den Kliniken:

Durch die direkte Beobachtung und Interaktion in zwei unterschiedlichen Kliniken konnten die tatsächlichen Abläufe, die verwendeten Werkzeuge und die Interaktion zwischen Fachkräften und Patienten erfasst werden.

Interviews mit Fachpersonal

Mit zwei Ernährungsberater:innen und einem IT-Fachpersonal wurden semi-strukturierte Interviews geführt. Diese gaben einen Einblick in die aktuellen Vorgehensweisen und Möglichkeiten, die Wünsche und Bedenken bezüglich der Einführung neuer Technologien und die spezifischen Anforderungen des klinischen Umfelds.

Patientenfeedback:

Durch ein ausführliches Gespräch mit einem Patienten, mit Erfahrungen mit digitalen Lösungen in der Ernährungsberatung wurde ein Verständnis für die Benutzerperspektive erlangt. Dies ermöglichte es, die Akzeptanz, das wahrgenommene Nutzenpotenzial und mögliche Verbesserungsbereiche aus Patientensicht besser verstehen zu können.

2 Arbeitsabläufe in der Ernährungsberatung

In diesem Kapitel wird der Ablauf der Ernährungsberatung im klinischen Sektor betrachtet. Dieser wurde im Rahmen von Hospitationen und Gesprächen mit Experten erhoben. Dabei liegt ein besonderer Fokus auf den aktuellen Prozessen, die häufig noch papierlastig sind, sowie den Potenzialen zur Digitalisierung und Verbesserung der Effizienz.

Organisatorische Aufgaben

Im ersten Schritt der Ernährungsberatung werden organisatorische Aufgaben erledigt, die sowohl für den reibungslosen Ablauf der Behandlung als auch für die Dokumentation von großer Bedeutung sind. Dies beinhaltet die Erstellung eines Behandlungsvertrags, in dem der Patient über die Behandlungsoptionen, Kosten und den weiteren Ablauf informiert wird. Diese Informationen werden oft auf Papier festgehalten, ebenso wie andere vorgeschriebene Dokumente wie Datenschutzerklärung oder Einwilligungen zur Weitergabe von Informationen an den Hausarzt. Insbesondere beim Erstgespräch entsteht hierbei viel Papier, welches anschließend digitalisiert und archiviert werden muss, um es danach datenschutzgerecht zu entsorgen.

Im Anschluss daran erfolgt die Aufnahme des Patienten in das Ernährungsberatungssystem. Hierbei werden grundlegende Informationen erfasst, um den Patienten eindeutig zu identifizieren und seine Behandlungshistorie zu verwalten. Als Identifikationsmerkmal dient zum Beispiel das Geburtsdatum, der Name oder die elektronische Gesundheitskarte bei Kassenspatienten.

Anamnese- und Folgegespräche

Das Anamnesegespräch, welches zu Beginn einer Therapie durchgeführt wird, sowie

die Folgegespräche sind ein zentraler Bestandteil der Ernährungsberatung. In diesen Gesprächen werden nicht nur die Ernährungsgewohnheiten des Patienten erörtert, sondern auch seine Lebensumstände und eventuelle Begleiterkrankungen. Die Ernährungsberater müssen oft "zwischen den Zeilen hören", um wichtige Zusammenhänge zu erkennen. Der Verlauf des Gesprächs, Vermutungen und Ergebnisse werden währenddessen auf Papier dokumentiert und später manuell in das System übertragen. Zumindest für die Anamnese zu Beginn gibt es häufig teilstandardisierte Formulare, in denen grundlegende Informationen zum Gesundheitszustand aufgenommen werden (Gewicht, bekannte Krankheiten und Unverträglichkeiten usw.).

Ernährungstagebücher

Ernährungstagebücher spielen eine entscheidende Rolle bei der Diagnose und Behandlung von Patienten, welche über einen längeren Zeitraum therapiert werden. Patienten erhalten diese oft in Papierform und tragen darin Informationen über ihre Essgewohnheiten, Mahlzeiten und eventuelle Beschwerden ein. Die vom Patienten ausgefüllten Ernährungstagebücher dienen als Grundlage für folgende Sitzungen und werden von den Ernährungsberater:innen vor der Sitzung analysiert oder im Austausch mit dem Patienten durchgegangen. Die Analyse dieser Tagebücher sowie die Übernahme der Ergebnisse geschieht manuell seitens der Ernährungsberater:innen. Es gibt verschiedene Arten von Ernährungstagebüchern, wie zum Beispiel einfache Tabellen mit Informationen zu wann, was und wie viel gegessen wurde, wie in Abbildung 1, Ernährungstagebücher in Form von Beschwerdeprotokollen wie in Abbildung 2 oder auch Ernährungstagebücher für noch spezialisiertere Fälle wie Diabetes usw. Die Form der hier gezeigten Ernährungstagebücher sind sehr allgemeine Beispiele, wie

sie deutschlandweit oder auch in digitalen Ernährungstagebüchern wiederzufinden sind.



Ernährungstagebuch – als Hilfe für das Verstehen der Verträglichkeit von Lebensmitteln

Datum / Uhrzeit	Lebensmittel / Speisen und Menge	Getränke / Menge	Zu bemerken wäre: Umgebung, Umstände, Verträglichkeit, Befinden, Aktivitäten
8.00 Uhr	2 Stk. Mischbrot, 2 TL Butter, 2 TL Frischkäse	1 Tasse Kaffee, 2 TL Milch (1,5%)	Gut geschlafen
10.00	Fruchtjoghurt 8,5%, 125 g		Kleiner Spaziergang, 15 Min.

Abbildung 1: Beispiel eines Ernährungstagebuches

Datum/Zeit	Was gegessen/getrunken?	Befinden danach	Meine Beschwerden
		😊 😐 😞	
		😊 😐 😞	
		😊 😐 😞	

Abbildung 2: Beispiel eines Ernährungstagebuches in Form eines Beschwerdeprotokolles

Digitalisierungspotenzial

Die Hospitationen in Kliniken haben gezeigt, dass der Ablauf der Ernährungsberatung noch stark von Papierdokumenten abhängig ist, was zu ineffizienten Prozessen führt. Die manuelle Übertragung von Informationen vom Papier in das System beansprucht viel Zeit und birgt das Risiko von Fehlern. Im Gespräch mit Experten wurde geschätzt, dass die manuelle Übernahme der Papierdokumentation aus den Gesprächen und den Ernährungstagebüchern zum Teil noch mal so viel Zeit benötigt wie die eigentliche Sitzung mit dem Patienten. Ebenfalls kommt es vor, dass ausgefüllte Ernährungstagebücher vergessen werden, verloren gehen

oder nur schwer lesbar sind. Der Eindruck zum Stand der Digitalisierung in anderen Krankenhäusern scheint ähnlich gemischt zu sein, wie eine Studie⁶ des Marburger Bundes unter Ärzten 2017 zeigt. Eine McKinsey Studie⁷, der E-Health Monitor von 2022, zeigt ebenfalls ein eher mittelmäßigen Digitalisierungsgrad deutscher Krankenhäuser.

Erfahrungen aus der Patientenperspektive

Um auch die Patientenperspektive besser zu verstehen, wurde ebenfalls eine Patientin befragt, die eine digitale Lösung zur Unterstützung der Ernährungsberatung nutzt. Diese Lösung ermöglicht u. a. die digitale Erfassung von Ernährungstagebüchern, den Austausch mit den Ernährungsberater:innen und einfache Kategorieerkennung von abfotografierten Essen. Zusätzlich erleichtert der Anbieter den Zugang des Patienten zu einer Ernährungsberatung, indem der Anbieter die Organisation und die Kontaktaufnahme mit den Ernährungsberater:innen und Ärzt:innen übernimmt. Allerdings fehlt es an einem ganzheitlichen Ansatz, und die Lösung ist nicht in die Systeme der Leistungserbringer integriert. Stattdessen wird ein separates System verwendet, was die Zusammenarbeit und den Informationsaustausch erschwert. Die zuvor genannte McKinsey Studie⁷ untermauert zudem eine grundsätzliche Offenheit der Patienten (76%) für digitale Gesundheitsapps.

3 Herausforderungen und Lösungsansätze in der Interoperabilität

In diesem Kapitel werden die Herausforderungen und deren Lösungsansätze in der Interoperabilität vorgestellt, welche

⁶<https://www.marburger-bund.de/mb-umfrage-digitales-krankenhaus-2017>

⁷<https://www.mckinsey.com/de/news/presse/ehealth-monitor-2022>

im Rahmen der Literaturrecherche, der Hospitationen und den Expertengesprächen ermittelt wurden. Die hier vorgestellten Inhalte wurden ausgewählt, weil sie als wichtige aktuelle Elemente für die Entwicklung von interoperablen Anwendungen im klinischen Sektor in nähere in Betracht gezogen wurden.

Patientenidentifikation

Zunächst ist es bei der Anbindung eines neuen Systems mit eigener Patientenverwaltung unerlässlich, dass ein Patient eindeutig identifiziert werden kann. Im Gegensatz zum amerikanischen System mit einer Steueridentifikationsnummer, welche zur eindeutigen Zuordnung verwendet werden kann, gibt es in Deutschland bislang noch kein eindeutiges einrichtungsübergreifendes Merkmal, welches sich ganzheitlich nutzen lässt. Auf die Ursachen, warum dies in Deutschland noch nicht der Fall ist, wird im Rahmen dieser Ausarbeitung nicht eingegangen. Eine falsche Zuordnung kann schnell geschehen, u. a. durch verschiedene Patienten-IDs, unterschiedliche Schreibweisen des Namens, Umzug, Heirat oder durch fehlende Standardisierung bei der Erfassung weiterer Identifikationsdaten (z. B. Geburtsdatum). Neben der Fehlzuordnung, welche zu teils schwerwiegenden Fehlern führen kann (z. B. falsch zugeordnete Unverträglichkeiten, Allergien, Einwilligungen usw.), gibt es noch weitere Probleme, wenn unterschiedliche Patienten-IDs geführt werden. Ein uneinheitlicher Datensatz kann dazu führen, dass medizinisches Personal wertvolle Zeit mit der Suche nach den korrekten Patientendaten verbringt, was zu einer Verzögerung in der Patientenversorgung führt. Bezogen auf den Datenschutz führen Unterschiedliche IDs dazu, dass vertrauliche Informationen in die falschen Hände gelangen können oder ohne Einwilligung des Patienten geteilt werden. Ebenfalls entsteht ein zusätzlicher

Aufwand (Zeit/Kosten) durch die manuelle Zusammenführung und Bereinigung von Datensätzen.

Ein effektiver Ansatz zur Lösung dieser Probleme ist die Implementierung eines Masterpatientindex (MPI). Dies geschieht mit einer Datenbank und einem (teil-)automatischen oder manuellen Mapping der unterschiedlichen Datensätze. Ansätze dazu lassen sich (am Beispiel eines nationalen MPI) in [5, 10] finden.

Freitexteingaben

Ein weiteres Problem ist die Verarbeitung von Freitexteingaben. Freitexteingaben sind in vielen medizinischen Systemen, insbesondere in der Ernährungsberatung, alltäglich. Wie bereits im Kapitel zu den Abläufen in der Ernährungsberatung erklärt wird, müssen viele Informationen im Gespräch mit dem Patienten "zwischen den Zeilen gehört" werden. Jeder Patient, jedes Gespräch ist anders und ebenso die Art der notierten Informationen. Die Lösungsansätze, die daraus folgen, sind sehr individuell. Daher lassen sich vollstandardisierte Formulare mit Eingabefeldern mit fixen Werten nur schwerlich effektiv nutzen. Freitexteingaben bieten Fachkräften in der Ernährungsberatung aus diesen Gründen die notwendige Flexibilität, detaillierte Informationen zu dokumentieren. Trotz ihrer Vorteile bringen Freitexteingaben eine Reihe von Herausforderungen mit sich. Verschiedene Fachkräfte können denselben Sachverhalt auf unterschiedliche Weise beschreiben, was die Datenanalyse erschwert und für Inkonsistenz sorgt. Ebenfalls können Nuancen und subjektive Beschreibungen im Freitext zu Missverständnissen und Fehlinterpretationen führen. Die manuelle Überprüfung und Interpretation von Freitextdaten sind zudem zeitaufwendig und können unbeabsichtigt datenschutzrelevante, persönliche oder sensible Informationen enthalten, die nicht weitergegeben werden sollten. Nicht zuletzt ist

dadurch auch die Möglichkeit zur Datenanalyse limitiert und somit automatisierte Prozesse auf Freitextdaten anzuwenden.

Natural Language Processing (NLP), eine Methode die in [2] behandelt wird, bietet im Umgang mit Freitexteingaben einen vielversprechenden Lösungsansatz, um diese effizienter zu verarbeiten und den Ernährungsberater:innen effektiv Zeit zu verschaffen. NLP verschafft Zeit für die eigentliche Beratung und anderen Aufgaben, indem NLP mithilfe von künstlicher Intelligenz bei Analyse und der Verarbeitung der Freitexteingaben unterstützt. NLP kann beispielsweise bei den nachfolgenden Punkten den Ernährungsberater:innen unterstützend zur Seite stehen.

Automatische Datenextraktion:

NLP kann relevante Informationen aus Freitext automatisch identifizieren und extrahieren, z. B. Diagnosen, Medikamente oder Symptome.

Codierung und Klassifizierung:

NLP kann Textdaten in standardisierte Codes oder Kategorien umwandeln, was die Datenanalyse und -integration erleichtert (z. B. für eine Weiterverarbeitung in der Forschung, für das Training von neuronalen Netzen zur Diagnostik oder bei der Diagnostik selbst).

Sentiment-Analyse:

Durch die Analyse des Tons und der Stimmung im Text können wertvolle Einblicke in die Patientenerfahrung und dessen Zustand gewonnen werden.

Automatisierte Zusammenfassungen:

NLP kann umfangreiche Textdaten in prägnante Zusammenfassungen umwandeln, was die Informationsaufnahme für medizinisches Personal erleichtert.

Datenschutz:

NLP kann dazu verwendet werden, persönliche Informationen automatisch zu erkennen und zu entfernen oder zu anonymisieren.

Während Freitexteingaben in der medizinischen Dokumentation wertvolle detaillierte

Informationen bieten, bringen sie eine Reihe von Herausforderungen mit sich, die die Datenverarbeitung und -analyse erschweren. NLP bietet einen vielversprechenden Ansatz zur Überwindung dieser Herausforderungen, indem es die Fähigkeiten maschinellen Lernens und künstlicher Intelligenz nutzt, um menschliche Sprache zu verstehen und zu verarbeiten. Die Integration von NLP in medizinische Systeme kann nicht nur die Effizienz und Genauigkeit verbessern, sondern auch zu besseren Patientenergebnissen und einer optimierten klinischen Praxis führen.

Patient Consent Management

Im Gesundheitswesen ist der Schutz von Patientendaten von hoher Bedeutung, da hier viele sensible Daten einer Person gesammelt und verarbeitet werden. Patient Consent Management, wie es als eine Architektur in [3] vorgestellt wird, spielt in diesem Kontext eine zentrale Rolle, um sicherzustellen, dass persönliche Gesundheitsinformationen nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Patienten geteilt werden. Ein leistungsstarkes Werkzeug zur Implementierung solcher Zustimmungsrichtlinien ist XACML (eXtensible Access Control Markup Language). Dieses Kapitel beleuchtet die Grundlagen von Patient Consent Management und wie XACML in diesem Kontext verwendet werden kann. Patient Consent Management bezieht sich auf Systeme und Prozesse, die sicherstellen, dass die Gesundheitsinformationen eines Patienten nur in Übereinstimmung mit dessen ausdrücklichen Wünschen und Zustimmungen verwendet oder geteilt werden. Im Mittelpunkt steht das Recht des Patienten, über den Zugriff und die Verwendung seiner persönlichen Gesundheitsinformationen zu entscheiden. Es gewährleistet, dass Gesundheitsdienstleister die Privatsphäre und Wünsche des Patienten respektieren und rechtlichen Anforderungen entsprechen. XACML ist in diesem Bezug

ein Beispiel für einen Standard, welcher auf XML basiert und zur Definition von Zugriffssteuerungsrichtlinien dient. Mit XACML können granulare Richtlinien definiert werden, die angeben, welche Entitäten auf welche Ressourcen zugreifen darf und unter welchen Bedingungen. Entscheidungspunkt (PDP): Auf Grundlage dieser Richtlinien arbeiten die Entscheidungspunkte (Policy Decision Point, PDP), eine Systemkomponente, die Zugriffsanfragen bewertet und Entscheidungen trifft. Der Anfragepunkt (Policy Enforcement Point, PEP) sendet die Zugriffsanfragen an den PDP. Mit XACML wird die dynamische Durchsetzung von Zustimmungsentscheidungen in Echtzeit, basierend auf den individuellen Präferenzen des Patienten, ermöglicht. Die Kombination von Patient Consent Management und XACML bietet eine mögliche Lösung, um sicherzustellen, dass Patientendaten sicher und im Einklang mit den Wünschen des Patienten gehandhabt werden. Während Consent Management die Rahmenbedingungen und Prozesse festlegt, bietet XACML die technische Lösung zur Definition, Evaluierung und Durchsetzung dieser Zustimmungsrichtlinien. Für die Ernährungsberatung bedeutet die Einführung eines Patient Consent Managements, dass Formulare, die den Datenschutz betreffen oder Einwilligungen einfacher gemanagt werden können und das Teilen zwischen unterschiedlichen Organisationen unter der Zustimmung des Patienten schneller und einfacher vonstatten geht. Der Patient hat hierbei die volle Kontrolle und den Überblick über seinen persönlichen Datenstrom.

Patientenportale

Aufgrund der Notwendigkeit der Einführung eines Patientenportals durch das Krankenhauszukunftsgesetz (KHZG) bieten sich neue Möglichkeiten der Interoperabilität von Klinikinfrastruktur mit externen Systemen

[1]. Ein Patientenportal ist eine Online-Plattform, die Patienten Zugang zu ihren persönlichen medizinischen Daten bietet. Durch die Verwendung von Standards ist darüber hinaus eine mögliche Anbindung von weiteren Systemen gegeben.

Zu den Funktionalitäten gehören z. B. das Abrufen von medizinischen Berichten, Laborergebnissen und Diagnosen, die Buchung von Terminen sowie Erinnerungsfunktionen dafür oder die Kommunikation mit dem medizinischen Fachpersonal.

Gateways

Eine weitere Möglichkeit zur Kommunikation mit externen Anwendungen ist die Einrichtung eines separaten, herstellerunabhängigen Gateways. Gateways sind Schnittstellen zur bidirektionalen Kommunikation nach außen. Wichtig ist hierbei, dass sich die Kommunikationspartner auf gemeinsame, sichere Verfahren zum Informationsaustausch verständigen. Hilfreich sind hier beispielsweise Standards wie FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources), HL7 (Health Level Seven), ISiK (Informationstechnische Systeme in Krankenhäusern) oder Initiativen wie IHE (Integrating the Healthcare Enterprise), welche Profile für unterschiedliche Anwendungszwecke anbieten, um die Interoperabilität zu gewährleisten.

Die Verwendung dieser unterschiedlichen Standards muss von Fall zu Fall abgewogen werden. Unter Umständen sind sogar Kombinationen aus mehreren Standards notwendig, um Abwärtskompatibilität zu gewährleisten. Auf Grundlage eines Expertengesprächs ist jedoch eine grundsätzliche Ausrichtung nach FHIR zu empfehlen, allein aufgrund der Unterstützung von aktuellen Sicherheitsprotokollen wie SSL oder TLS und dem geringeren Datenoverhead im direkten Vergleich zu HL7. Zusätzlich erhält FHIR derzeit eine stärkere Beachtung wegen zahlreicher KHZG-, oder TI-Projekte, die auf Interoperabilität mit Anwendungen außerhalb der Klinik setzen (z. B.

Patientenportale, elektronische Patientenakte usw.).

4 Ausblick

Die digitale Transformation der Ernährungsberatung steht noch am Anfang. Während diese Studie die aktuellen Herausforderungen und Möglichkeiten aufzeigt, eröffnen sich in der Zukunft zahlreiche Potenziale, einige sind folgend aufgeführt.

Künstliche Intelligenz (KI) und maschinelles Lernen

Künftig könnten KI-Technologien genutzt werden, um personalisierte Ernährungsempfehlungen zu erstellen, die auf die individuellen Bedürfnisse und gesundheitlichen Voraussetzungen des Patienten zugeschnitten sind. Die automatische Analyse von Ernährungstagebüchern und die Erkennung von Ernährungsmustern können Ernährungsberater:innen helfen, schneller und effektiver zu beraten.

Auch das Mapping eines MPI kann von maschinellen Lernen profitieren. Ein neuer Ansatz dazu wird in [7] beschrieben. Dieser Algorithmus wird aus bereits von Menschen getätigten Aktionen trainiert und hilft bei der Überprüfung der Mappings innerhalb von MPI Datenbanken.

Integration von Wearables und IoT-Geräten

Weiterhin lassen sich Wearables und IoT-Geräte nutzen, um die Gesundheits- und Ernährungsdaten in Echtzeit zu erfassen und mit den Systemen der Ernährungsberatung verknüpfen. Dies wird es ermöglichen, Patienten kontinuierlich und proaktiv zu unterstützen. Beschrieben werden solche Ansätze beispielsweise in [8] und [9].

ePA

Auf Deutschland bezogen hat zudem die elektronische Patientenakte (ePA), welche in [4, 6] näher beschrieben wird, ein Potential

die Kommunikation im Gesundheitswesen positiv zu beeinflussen. Sie ist ein digitales Instrument, das dazu dient, Patientendaten zentral und strukturiert zu speichern. Sie soll Informationen über die medizinische Historie, Diagnosen, Therapien, Medikamente, Laborergebnisse und andere relevante Gesundheitsdaten eines Patienten enthalten. Durch der ePA soll der Zugang und der Austausch von Gesundheitsinformationen zwischen Patienten und Gesundheitsdienstleistern erleichtert werden. Zu den Kernfunktionen der ePA zählen:

Zentralisierte Datenspeicherung:

Die ePA sammelt und speichert alle relevanten Gesundheitsinformationen eines Patienten an einem zentralen Ort.

Datenzugriff:

Gesundheitsdienstleister können mit Zustimmung des Patienten auf die ePA zugreifen, um ein umfassendes Verständnis über den Gesundheitszustand zu erhalten.

Datensicherheit und -privatsphäre:

Die ePA ist durch verschiedene Sicherheitsmechanismen geschützt, um die Vertraulichkeit und Integrität der gespeicherten Informationen zu gewährleisten und richtet sich nach den Anforderungen der Datenschutzgrundverordnung.

Interoperabilität:

Die ePA ist darauf ausgelegt, mit verschiedenen Gesundheitsinformationssystemen und Forschungseinrichtungen zu interagieren und den Datenaustausch zu erleichtern.

Einerseits kann die ePA einige Vorteile bieten. Sie hat das Potenzial die Notwendigkeit, dieselben Informationen mehrfach zu erfassen und zu speichern, zu reduzieren, was zu einer effizienteren Patientenversorgung führt. Durch den schnellen und einfachen Zugriff auf vollständige Patientinformationen können Ärzte fundiertere Entscheidungen treffen und die Qualität der Versorgung verbessern. Ebenfalls ermöglicht die ePA es den Patienten, ihre Gesundheitsdaten

einzusehen, zu verwalten und ihre Versorgung aktiv mitzugestalten. Andererseits gibt es auch einige Bedenken. Der Schutz der in der ePA gespeicherten sensiblen Informationen ist von zentraler Bedeutung, um die Privatsphäre des Patienten zu wahren. Die zentrale Datenspeicherung ist hierbei besonders kritisch zu sehen, da dies ein Ziel für mögliche Kriminelle darstellen kann. Die Interoperabilität zwischen verschiedenen Systemen erfordert zudem standardisierte Datenformate und Austauschprotokolle. Zudem ist die Implementierung effektiver Zugriffskontrollen entscheidend, um sicherzustellen, dass nur autorisierte Personen Zugriff auf die Daten haben - zugleich darf die Zugänglichkeit nicht zu viele Hürden aufweisen, die das Benutzen im Alltag erschwert. Die ePA soll ein Schlüsselinstrument im modernen Gesundheitswesen Deutschlands sein, um die Effizienz, Qualität und Patientenbeteiligung zu steigern. Mit den technologischen Fortschritten und den wachsenden Erwartungen der Patienten kann die ePA weiterhin an Bedeutung gewinnen. Gleichzeitig erfordert ihre Implementierung eine sorgfältige Planung und Management, um die Sicherheit und Vertraulichkeit der Patientendaten zu jeder Zeit zu gewährleisten.

5 Fazit

Die Digitalisierung im Gesundheitswesen hat das Potenzial, den Sektor der Ernährungsberatung positiv zu verändern. Die Hospitationen in zwei unterschiedlichen Kliniken haben gezeigt, dass trotz des technologischen Fortschritts in anderen medizinischen Bereichen die Ernährungsberatung noch deutlich hinterherhinkt. Handschriftliche Dokumentationen und manuelle Prozesse dominieren, was zu einer ineffizienten Nutzung von Ressourcen und potenziellen Fehlern führen kann. Es wurde deutlich, dass ein grundsätzliches Interesse nach digitalen Lösungen besteht, die sowohl die Prozesse für Fachkräfte vereinfachen als auch die Qualität der

Patientenversorgung verbessern können. Besonders die Interoperabilität mit anderen klinischen Systemen stellt dabei eine zentrale Herausforderung dar. Es gibt bereits digitale Lösungen, die jedoch oft nicht optimal in die klinische Infrastruktur integriert sind, nicht alle Anforderungen erfüllen oder konzeptionell nicht ganzheitlich funktionieren. Das Feedback der Patientin lässt ebenfalls vermuten, dass der Mehrwert digitaler Tools für die Ernährungsberatung geschätzt wird, insbesondere wenn die Tools nahtlos in die medizinische Versorgung eingebettet und einfach zu nutzen sind. Für die Anbindung solcher Anwendungen bieten sich insbesondere Gateways oder Patientenportale an, die auf etablierte Standards wie FHIR oder HL7 setzen. Nicht außer Acht gelassen werden dürfen dabei die eindeutige und einfache Patientennidentifikation und ein geregeltes Management von Einwilligungen des Patienten, um effizient zu arbeiten und eine breite Akzeptanz der unterschiedlichen Anwender:innen zu haben. Für eine mögliche Weiterverarbeitung sollten auch Mechanismen zur Analyse von Freitexteingaben in Betracht gezogen werden. Neben Wearables und IoT-Geräten, zur Erfassung exakterer Informationen oder unterstützenden KI-Technologien wirkt besonders die ePA vielversprechend, sofern diese auf eine breite Akzeptanz stößt und aktiv genutzt wird. Die Technologie hat das Potenzial, die Ernährungsberatung zu transformieren, doch dies erfordert sowohl Investitionen in die Technik als auch eine Veränderung in der Denkweise und Kultur.

Literatur

- [1] Deutscher Bundestag - Verfassungsorgan der Bundesrepublik Deutschland. *Gesetz für ein Zukunftsprogramm Krankenhäuser (Krankenhauszukunftssetzung – KH-ZG)*. 2020. URL: https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/

- Gesetze_und_Verordnungen/GuV/K/bgb11_S.2208_KHZG_28.10.20.pdf.
- [2] Burkhardt Funk u. a. „A Framework for Applying Natural Language Processing in Digital Health Interventions“. In: *Journal of medical Internet research* 22.2 (2020), e13855. DOI: 10.2196/13855.
- [3] Oliver Heinze u. a. „Architecture of a consent management suite and integration into IHE-based Regional Health Information Networks“. In: *BMC medical informatics and decision making* 11 (2011), S. 58. DOI: 10.1186/1472-6947-11-58.
- [4] Viola Henke u. a., Hrsg. *Digitalstrategie im Krankenhaus: Einführung und Umsetzung von Datenkompetenz und Compliance*. Wiesbaden und Heidelberg: Springer Gabler, 2022. ISBN: 9783658362256. DOI: 10.1007/978-3-658-36226-3.
- [5] Prabath Jayathissa u. a. „Patient-Generated Health Data Interoperability Through Master Patient Index: The DH-Convener Approach“. In: *Studies in health technology and informatics* 305 (2023), S. 20–23. ISSN: 0926-9630. DOI: 10.3233/SHTI230413.
- [6] Alexandra Jorzig und Frank Sarangi. *Digitalisierung im Gesundheitswesen: Ein kompakter Streifzug durch Recht, Technik und Ethik*. Berlin und Heidelberg: Springer, 2020. ISBN: 3662583054.
- [7] Walter Nelson u. a. „Optimizing Patient Record Linkage in a Master Patient Index Using Machine Learning: Algorithm Development and Validation“. In: *JMIR Form Res* 7 (Juni 2023), e44331. ISSN: 2561-326X. DOI: 10.2196/44331. URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/37384382>.
- [8] Andy Skinner u. a. „Future Directions for Integrative Objective Assessment of Eating Using Wearable Sensing Technology“. In: *Frontiers in nutrition* 7 (2020), S. 80. ISSN: 2296-861X. DOI: 10.3389/fnut.2020.00080.
- [9] Robert Steele. „An overview of the state of the art of automated capture of dietary intake information“. In: *Critical reviews in food science and nutrition* 55.13 (2015), S. 1929–1938. DOI: 10.1080/10408398.2013.765828.
- [10] Raffaella Vaccaroli u. a. „Grand Duchy of Luxembourg: a case study of a national master patient index in production since five years“. In: *BMC medical informatics and decision making* 20.1 (2020), S. 163. DOI: 10.1186/s12911-020-01178-y.



Autorenverzeichnis

G

Gysau, M. 36

J

Jalalzai, S. 50

Jüstel, T. 23

S

Schroeter, P. 61

T

Trah, F. 1

Z

Zilch, J. 12

Hochschule Reutlingen
Reutlingen University
Fakultät Informatik
Human-Centered Computing
Alteburgstraße 150
D-72762 Reutlingen

Telefon: +49 7121 / 271-4002
Telefax: +49 7121 / 271-4032

E-Mail: informatics.inside@reutlingen-university.de
Website: <https://infoinside.reutlingen-university.de/>

ISBN

978-3-00-076981-8



9783000769818