

Human-centered AI Systems Engineering

**Konzeption und Implementierung von KI-Systemen in
menschzentrierten Datenökosystemen**

Inauguraldissertation

zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Wirtschaftswissenschaften
des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften der
Universität Osnabrück

vorgelegt von

Henrik Kortum-Landwehr (geb. Kortum)
M. Sc. Betriebswirtschaftslehre
mit Schwerpunkt Wirtschaftsinformatik

Osnabrück, September 2023

Dekan: Prof. Frank Teuteberg

Referenten: Prof. Dr. Oliver Thomas
Prof. Dr. Frank Teuteberg

Tag der Disputation: 22. September 2023

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	4
Teil A – Dachbeitrag	5
1 Ausgangssituation.....	6
2 Motivation und Zielsetzung	7
3 Einordnung	8
4 Methodik	9
4.1 Forschungsfragen und Erkenntnisinteresse.....	9
4.2 Methodenspektrum	11
4.3 Forschungsplan	12
5 Ergebnisse	14
5.1 Überblick	14
5.2 Zentrale Ergebnisse der Beiträge	18
5.3 Theoretische Implikationen.....	30
5.4 Praktische Implikationen	31
5.5 Limitationen.....	32
6 Zusammenfassung	33
7 Literatur	34
Teil B – Einzelbeiträge.....	39
Beitrag 1: Integrating Data and Service Lifecycle for Smart Service Systems Engineering: Compilation of a Lifecycle Model for the Data Ecosystem of Smart Living.....	40
Beitrag 2: A Platform Framework for the Adoption and Operation of ML-based Smart Services in the Data Ecosystem of Smart Living.....	41
Beitrag 3: Towards the Operationalization of Trustworthy AI: Integrating the EU Assessment List into a Procedure Model for the Development and Operation of AI-Systems.....	42
Beitrag 4: Dissection of AI Job Advertisements: A Text Mining-based Analysis of Employee Skills in the Disciplines Computer Vision and Natural Language Processing	43
Beitrag 5: Towards a transparency-oriented and integrating Service Registry for the Smart Living Ecosystem.....	44
Beitrag 6: Analyzing Smart Services from a (Data-) Ecosystem Perspective: Utilizing Network Theory for a graph-based Software Tool in the Domain Smart Living.....	45
Beitrag 7: Non-Discrimination-by-Design: Handlungsempfehlungen für die Entwicklung von vertrauenswürdigen KI-Services	46
Beitrag 8: Data-based Customer-Retention-as-a-Service: Induktive Entwicklung eines datenbasierten Geschäftsmodells auf Basis einer Fallstudie der Automobilbranche.....	47

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.	Forschungsplan der Dissertation	13
Abb. 2.	Zuordnung der Kernbeiträge zu den Phasen des Erkenntnisprozesses	17
Abb. 3.	Einordnung der Kernartefakt in die Ziel-Auftrag-Matrix.....	18
Abb. 4.	Aus Experteninterviews abgeleitete Kernaussagen zu Domänenspezifikationen.....	19
Abb. 5.	Integriertes Lebenszyklusmodell.....	20
Abb. 6.	Konzeptualisierte Anforderungen an ein technisches Plattform-Framework für das Smart-Living-Ökosystem	21
Abb. 7.	Durch den Arbeitsmarkt nachgefragte Fertigkeiten mit KI-Bezug.....	23
Abb. 8.	Auswertung zu nachgefragten Programmiersprachen und Softskills.....	23
Abb. 9.	Technisches Plattform-Framework für die Entwicklung und den Betrieb von KI-Systemen in menschenzentrierten Datenökosystemen	24
Abb. 10.	Vorgehensmodell für die Entwicklung und den Betrieb von vertrauenswürdigen KI-Systemen	25
Abb. 11.	Technische Grundstruktur der Service Registry	26
Abb. 12.	Webbasiertes User Interface der Service Registry zur Visualisierung von Beziehungen zwischen Services.....	26
Abb. 13.	Modellierung von Datenökosystemen als Netzwerkgraphen	27
Abb. 14.	Nutzeroberfläche des Analyzers für die Darstellung von Graph-KPIs und Visualisierung des Netzwerkgraph.....	27
Abb. 15.	Modulare Grundarchitektur des intelligenten Gebäudepfortners.....	28
Abb. 16.	Nutzeroberfläche des intelligenten Gebäudepfortners und Darstellung der Erklärungskomponente.....	29
Abb. 17.	Darstellung eines Geschäftsmodells für Datenökosysteme als Business Model Canvas.....	30

Tabellenverzeichnis

Tab. 1.	Überblick über die publizierten Forschungsbeiträge dieser Dissertationsschrift.....	14
Tab. 2.	Um Spezifikationen des Smart-Living-Ökosystems ergänzte Phasen des integrierten Lebenszyklusmodells	20
Tab. 3.	Zusammenfassung der aus der ALTAI abgeleiteten Anforderungen	22
Tab. 4.	Factsheet Beitrag 1.....	40
Tab. 5.	Factsheet Beitrag 2.....	41
Tab. 6.	Factsheet Beitrag 3.....	42
Tab. 7.	Factsheet Beitrag 4.....	43
Tab. 8.	Factsheet Beitrag 5.....	44
Tab. 9.	Factsheet Beitrag 6.....	45
Tab. 10.	Factsheet Beitrag 7	46
Tab. 11.	Factsheet Beitrag 8	47

Teil A – Dachbeitrag

1 Ausgangssituation

Im Laufe der letzten Dekade haben sich Daten zu einer wichtigen, wertschöpfenden Ressource der Wirtschaft entwickelt, die integraler Bestandteil verschiedenster Branchen und Anwendungsbereiche geworden ist (Manyika et al. 2011; Baecker et al. 2021; Elia et al. 2022). Damit verbunden hat eine Analyse und Nutzbarmachung von großen Datenmengen mittels Künstlicher Intelligenz (KI) und Big-Data-Verfahren sowohl in wissenschaftlichen als auch in wirtschaftlichen Bereichen maßgeblich an Bedeutung gewonnen (Chen et al. 2012; Enholm et al. 2022). Getrieben wird diese Entwicklung zum einen durch ein stark anwachsendes Datenaufkommen (Manyika et al. 2011) und zum anderen durch technische Fortschritte im Bereich der performanten Verarbeitung großer Datenmengen durch Big-Data-, Cloud- und KI-Technologien (Demchenko et al. 2014). Dieses Zusammenspiel schafft die Grundlage für eine datenbasierte Wertgenerierung und das Entstehen neuer Geschäftsmodelle (Hartmann et al. 2016; Baecker et al. 2021; Lange et al. 2021).

Längst erfolgt eine datenbasierte Wertschöpfung nicht mehr nur innerhalb der Grenzen einzelner Organisationen, sondern zunehmend auf einer supra-organisationalen Ebene (Günther et al. 2017). Zwei soziotechnische Merkmale, die für das Wertgenerierungspotenzial von Daten maßgeblich sind, sind die Eigenschaften *Portabilität* und *Interkonnektivität* (Günther et al. 2017), Eigenschaften, die insbesondere für die Entwicklung hin zu komplexen Datenökosystemen von zentraler Bedeutung sind (Oliveira et al. 2019). Von Datenökosystemen wird dann gesprochen, wenn komplexe soziotechnische Netzwerkstrukturen aus Organisationen und Privatpersonen vorliegen, in denen Daten als zentrale Ressource, generiert, konsumiert, ausgetauscht oder verarbeitet werden (Zuiderwijk et al. 2014; Iury Oliveira et al. 2019). In Datenökosystemen ermöglicht das Überwinden von Unternehmensgrenzen zum Zwecke des Datenaustausches und der kooperativen Lösungsentwicklung die Realisierung von ganzheitlichen, kundenorientierten Leistungsangeboten (Günther et al. 2017). Durch die Kombinationen mit fortschrittlichen Analyse- und KI-Methoden können so neue Anwendungsdomänen erschlossen werden. Eine dieser Anwendungsdomänen ist das stark wachsende Ökosystem Smart Living¹, mit vielschichtigen Anwendungsfällen, z. B. im Bereich der KI-unterstützten Pflege älterer Menschen (Zhu et al. 2020) oder einer auf maschinellem Lernen basierten Vorhersage des Energieverbrauchs von Haushalten (Yan et al. 2019).

Obgleich die zuvor genannten Anwendungsfälle großes wirtschaftliches sowie gesellschaftliches Potenzial bergen, bringt der Einsatz von KI in Datenökosystemen jedoch auch eine Reihe von Herausforderungen und Risiken mit sich (Günther et al. 2017). Insbesondere wenn, wie in der Domäne Smart Living, Privatpersonen als zentrale Akteure auftreten und mit ihren sensiblen und schützenswerten Daten in den Mittelpunkt des Datenökosystems gerückt werden, sodass von menschenzentrierten Datenökosystemen gesprochen werden kann. Bedenken hinsichtlich des Schutzes der Privatsphäre zählen zu den häufigsten Hindernissen, beeinträchtigen die Adoptionsgeschwindigkeit von Technologien (Hossain, Prybutok 2008; Schierz et al. 2010; Coughlan et al. 2012) sowie auch die Bereitschaft von Privatpersonen, Daten in Ökosystemen zu teilen (Zillner et al. 2021, S. 54, 55). Entsprechende Bedenken bestehen bereits im Falle einer einfachen Erhebung von Daten innerhalb eines privaten Umfelds und gewinnen an Brisanz und Relevanz, wenn Datenquellen kombiniert und automatisiert durch KI weiterverarbeitet werden (Glikson, Woolley 2020).

Zudem birgt ein Einsatz von KI explizite Schattenseiten wie potenzielle Diskriminierung und die Verstärkung von Vorurteilen (Vanderelst, Winfield 2018; Castillo et al. 2021). In der jüngeren Vergangenheit wurden zunehmend Beispiele publik, in denen KI-Systeme unerwünschtes Verhalten in Form diskriminierender oder gar rassistischer Muster gelernt und

¹ Smart Living beschreibt ein zunehmend intelligentes Ökosystem, das durch eine Vernetzung smarter Produkte realisiert wird, um so eine Umgebung zu schaffen, die Menschen bei der erfolgreichen Erfüllung ihrer täglichen Aufgaben unterstützt. Smart Living umfasst verschiedene Aspekte wie Smart Home, Smart Workplaces, Smart Transportation und Smart Cities. Zu den Schlüsselszenarien gehören Haussicherheit, Energieeffizienz und Assistenzsysteme (Fischer et al. 2020).

dementsprechend gehandelt haben. Das betrifft u. a. im Onlinemarketing eingesetzte Targeting-Algorithmen, die rassistische Tendenzen aufweisen (Sweeney 2013; Ali et al. 2019), für die Bewerberauswahl im Recruiting eingesetzte KI-Systeme, die systematisch weibliche Kandidatinnen benachteiligen (Mujtaba, Mahapatra 2019; Dastin 2022) oder in autonom fahrenden Fahrzeugen verwendete Bilderkennungsalgorithmen, die Menschen mit dunkler Hautfarbe schlechter erkennen als Menschen mit hellen Hauttönen (Wilson et al. 2019). Solche diskriminierenden Negativbeispiele können das Resultat einer fehlenden Menschzentrierung bei dem Engineering von KI-Systemen sowie einem damit verbundenen Mangel an ethischer Perspektive sein (Shneiderman 2020). Das hohe Transformationspotenzial von KI und die damit einhergehenden, potenziell tiefgreifenden Auswirkungen auf verschiedenste Bereiche unserer Gesellschaft (Glikson, Woolley 2020; Robert Jr et al. 2020) haben eine andauernde Debatte über die Grundsätze und Werte ausgelöst, die bei der Entwicklung und Nutzung von KI-Systemen Anwendung finden sollten, um vertrauenswürdige, menschenzentrierte Lösungen hervorzubringen (Awad et al. 2018; Vayena et al. 2018; Jobin et al. 2019).

In Kongruenz dazu entwickelt sich in Praxis und Wissenschaft zunehmend ein Bewusstsein dafür, dass, insbesondere wenn KI-Algorithmen in ein übergeordnetes System mit menschlichen Akteuren eingebettet werden, das Engineering dieser KI-Systeme mit einem Fokus auf die soziale Verantwortung und den Menschen erfolgen muss (Riedl 2019). Die Motivation des zentralen Forschungsinteresses dieser Dissertationsschrift leitet sich zu großen Teilen ebenfalls aus diesem Streben ab und wird nachfolgend beschrieben.

2 Motivation und Zielsetzung

Die mangelnde Bereitschaft vieler Akteure Daten in Ökosystemen zu teilen, ist einer der Hauptgründe dafür, dass eines der größten Potenziale dieser Systeme, die akteursübergreifende Entwicklung von Lösungen, weitgehend ungenutzt bleibt. Gleichzeitig sind ein Großteil der Akteure selbst nicht in der Lage, ihre Daten adäquat auszuwerten und wertschöpfend zu nutzen (Varwig et al. 2017). Dies trifft vor allem auf Datenökosysteme zu, in denen der Mensch als zentraler Akteur und Dateneigentümer agiert. Die jüngere Vergangenheit hat gezeigt, dass die Bereitschaft von Privatpersonen, ihre persönlichen Daten zu teilen, nur eingeschränkt vorhanden ist, selbst wenn der Zweck einem übergeordneten Ziel, wie dem Schutz der persönlichen Gesundheit und der Eindämmung einer globalen Pandemie, dient (Thomas et al. 2020). Diese Ablehnung lässt sich auch auf eine mangelnde Menschzentrierung der entsprechenden Systeme zurückführen, die insbesondere in einem Umfeld an Bedeutung gewinnt, in dem KI-Algorithmen zur Verarbeitung personenbezogener Daten eingesetzt werden und KI-Systeme Einfluss auf das tägliche Leben ihrer Nutzerinnen und Nutzer ausüben (Riedl 2019).

Der zukünftige Erfolg von KI-Lösungen, die auf persönlichen Daten basieren und in einem menschenzentrierten Datenökosystem, wie der Smart-Living-Domäne eingesetzt werden, wird stark von der Akzeptanz der Nutzerinnen und Nutzer abhängig sein. Diese nehmen im Rahmen einer Co-Kreation² eine zunehmend aktive Rolle im Wertschöpfungsprozess ein (Berkemeier et al. 2017; Lember et al. 2019). Das Potenzial vieler durch den Einbezug persönlicher Daten realisierbarer Anwendungsfälle ist enorm, dabei sollte aber gewährleistet werden, dass der Mensch als Dateneigentümer jederzeit die volle Kontrolle über seine in das Ökosystem eingebrachten Daten behält (Moiso, Minerva 2012).

² Allgemein beschreibt Co-Kreation den Prozess der Wertschöpfung durch die Zusammenarbeit zwischen einem Unternehmen und seinen Kundinnen und Kunden durch deren aktiven Einbezug (Galvagno, Dalli 2014). Konkret bedeutet Co-Kreation im Kontext von Datenökosystemen die transaktionale Generierung von Daten durch Kundinnen und Kunden, die Rückschlüsse auf dessen Verhalten und Präferenzen zulassen (Xie et al. 2016) und dadurch die Service-Entwicklung beeinflusst. In diesem Sinne können KI-Services, wie z. B. eine Energieverbrauchsprognose, nur dann entwickelt werden, wenn eine hinreichende Menge an historischen, durch Kundinnen und Kunden generierten Verbrauchsdaten vorliegt, die das Training einer entsprechenden KI erlaubt.

In der Vergangenheit haben jedoch wiederholt Fälle einer missbräuchlichen Verwendung persönlicher Daten sowie eine nicht-menschzentrierte Entwicklung und ein fahrlässiger Einsatz ethisch nicht-vertrauenswürdiger KI-Systeme (vgl. Beispiele in Kapitel 1) zu einer Vertrauenserosion geführt (Jacovi et al. 2021; Zillner et al. 2021). Als Folgen dieses Vertrauensverlusts sind eine abnehmende Bereitschaft von Privatpersonen sich als aktiver Teil in ein Datenökosystem einzubringen, Daten zu teilen und KI-Dienste zu nutzen, zu beobachten (Zillner et al. 2021, S.55). Um das Vertrauen in Datenökosysteme und in KI-Systeme zu stärken, sollte es Aufgabe eines menschenzentrierten Engineering von KI-Systemen sein, einen soziotechnischen Rahmen für deren Entwicklung zu schaffen, der den Anforderungen der einzelnen Akteure des Ökosystems gerecht wird.

Diese Sichtweise wird durch diverse Initiativen für die Realisierung einer stärkeren Regulierung von KI-Systemen untermauert. So wurden, um die Position und Rechte des Menschen als Dateneigentümer und Nutzer im Spannungsfeld von KI und Datenökosystemen zu stärken, durch eine hochrangige Expertengruppe der EU für Künstliche Intelligenz Ethikleitlinien für eine vertrauenswürdige KI veröffentlicht (High-Level Expert Group on Artificial Intelligence 2019). Generell ist in den letzten Jahren eine Spezifizierung regulatorischer Anforderungen an das Engineering von KI-Systemen in Datenökosystemen zu beobachten. So wurde durch die Europäische Kommission 2021 ein Rechtsrahmen zur Einordnung von KI-Systemen entwickelt (European Union 2021). Mit dem voraussichtlich ab 2023 in Kraft tretenden Datengesetz (European Union 2022a) und dem Gesetz über Digitale Märkte (European Union 2022b) sind weitere Regulierungsmaßnahmen geplant, von denen tiefgreifende Auswirkungen auf ein Engineering von KI-Systemen, insbesondere in menschenzentrierten Datenökosystemen zu erwarten sind.

Aus den zuvor skizzierten Sachverhalten erwächst die Fragestellung, wie KI-Systeme in menschenzentrierten Datenökosystemen konzipiert, entwickelt und eingesetzt werden können, um einerseits Mehrwerte für die Gesamtheit einer pluralistischen Gesellschaft zu erzielen, andererseits aber auch, um den Bedürfnissen und Rechten jedes Einzelnen Genüge zu tun. Die vorliegende Dissertationsschrift soll eine Antwort auf diese Frage liefern, indem sie das Engineering von KI-Systemen in Datenökosystemen untersucht und Ansätze zu deren menschenzentrierter Gestaltung hervorbringt. Das Erkenntnisinteresse liegt dabei im Spannungsfeld zwischen technischen Aspekten im Bereich der Implementierung von KI-Systemen, der akteursübergreifenden Natur von Datenökosystemen, der Fokussierung auf den Menschen als zentraler Akteur im Ökosystem und regulatorischen sowie wirtschaftlichen Betrachtungen. Konkret werden zunächst Anforderungen, die aus verschiedenen Perspektiven an ein Engineering von KI-Systemen in menschenzentrierten Datenökosystemen gestellt werden sowie damit verbundene Herausforderungen und Bedarfe analysiert. Darauf aufbauend werden, einem gestaltungsorientierten Ansatz der Wirtschaftsinformatik folgend, diverse IT-Artefakte konzeptioniert, prototypisch implementiert und anschließend evaluiert, die ein menschenzentriertes Engineering von KI-Systemen unterstützen und instanzieren sowie Implikationen für Geschäftsmodelle in Datenökosystemen abgeleitet.

3 Einordnung

Die im Rahmen dieser Dissertation vorgestellten Forschungsinhalte sind primär der Wissenschaftsdisziplin der Wirtschaftsinformatik zuzuordnen, welche als interdisziplinäre Wissenschaft an der Schnittstelle zwischen Betriebswirtschaftslehre und Informations- und Kommunikationstechnik einzuordnen ist (Thomas 2006a, S. 10). Zentraler Erkenntnisgegenstand der Wirtschaftsinformatik sind für Wirtschaft und Gesellschaft entwickelte und in diesen Bereichen eingesetzte Informationssysteme (Österle et al. 2010). Diese Systeme fungieren als Bindeglied zwischen betriebswirtschaftlichen Konzepten sowie der Informationstechnologie und können durch fundamentale systemtheoretische Eigenschaften charakterisiert werden (Thomas 2006b). Ein Informationssystem stellt dabei ein Beziehungsgefüge bestehend aus den drei Strukturelementen Mensch, Aufgabe, Technik und den zwischen diesen Elementen existierenden Wechselwirkungen dar (Heinrich et al. 2011, S. 3).

In diesem Sinne werden Informationssysteme auch als Mensch/Aufgabe/Technik-Systeme bezeichnet. Die zentralen Eigenschaften dieser Systeme sind offen, dynamisch, komplex, kompliziert und soziotechnisch (Heinrich et al. 2011, S. 3). Die in dieser Dissertationsschrift betrachteten KI-Systeme in menschenzentrierten Datenökosystemen erfüllen diese Eigenschaften und sind somit als Informationssysteme zu charakterisieren. Solche Informationssysteme sowie der ihnen zugrundeliegende Entwicklungsprozess durch Methoden und Werkzeuge sind zentraler Wissensbestand der Wirtschaftsinformatik (Österle et al. 2010), wodurch diese Dissertation einen Beitrag zu deren Erweiterung leistet.

Die Wirtschaftsinformatik gliedert sich in zwei divergente Forschungsparadigmen, den primär aus dem angelsächsischen Raum stammenden Ansatz der behavioristischen Wirtschaftsinformatik sowie den im deutschsprachigen Raum verbreiteten gestaltungsorientierten beziehungsweise konstruktionsorientierten Ansatz (Wilde, Hess 2007; Österle et al. 2010), welcher im internationalen Raum durch das „Design Science Research“ (DSR) repräsentiert wird (Hevner et al. 2004).

Der *behavioristische Ansatz* versucht durch eine vorwiegend quantitativ-empirische Ausrichtung verhaltenswissenschaftliche Fragestellungen zu beantworten (Becker et al. 2009, S. 5) und untersucht faktische Sachverhalte mit dem Ziel, Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge zu entdecken (Österle et al. 2010).

Konstituierende Merkmale des *gestaltungsorientierten Ansatzes* sind hingegen eine stark ausgeprägte Lösungsorientierung (Riege et al. 2009, S. 69) für reale Praxisprobleme und ein damit einhergehender Fokus auf die Evaluation von Ergebnissen durch eine prototypische Umsetzung (Becker et al. 2009). Somit umfasst die gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik die Konstruktion einer breiten Palette soziotechnischer Artefakte wie Entscheidungsunterstützungssysteme, Modellierungswerkzeuge, Governance-Strategien oder Methoden für die Bewertung von Informationssystemen (Gregor, Hevner 2013). Auch wenn Erkenntnisprozesse in der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik grundsätzlich sowohl induktiv als auch deduktiv ablaufen können (Thomas 2006a, S. 16), erfolgt die Wissensgenerierung in diesem Zweig dennoch zumeist unter Anwendung deduktiver Methoden (Wilde, Hess 2007; Österle et al. 2010).

Die in dieser Dissertationsschrift vorgestellten Forschungsergebnisse und erzeugten Artefakte sind primär der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik zuzuordnen. Die entwickelten Vorgehensmodelle und prototypischen Implementierungen sind allesamt aus realwirtschaftlichen Anwendungskontexten heraus entstanden und stellen konkrete Lösungsvorschläge für praxisrelevante Problemstellungen dar und sind als solche gemäß Gregor und Hevner (2013) als präskriptives Wissen zu charakterisieren, womit sie zu einer Erweiterung des Wissensbestands der Wirtschaftsinformatik beitragen. Der Erkenntnisprozess für die Beantwortung der zentralen Forschungsfragen dieser Dissertationsschrift folgt den vier Phasen: Analyse, Entwurf, Evaluation und Diffusion nach Österle et al. (2010), in die auch die Kernbeiträge eingeordnet werden.

4 Methodik

4.1 Forschungsfragen und Erkenntnisinteresse

Nachfolgend werden die dieser Dissertationsschrift zugrunde liegende Kernforschungsfrage sowie die aus ihr abgeleiteten Teilforschungsfragen dargelegt. Die Dekomposition eines übergeordneten Erkenntnisinteresses in Teilaspekte sowie die anschließende Zusammenführung der Teilergebnisse zu einem Gesamtergebnis dient der Komplexitätsreduktion.

Grundsätzlich können drei Arten von Erkenntnisinteressen voneinander unterschieden werden (Eberhard 1999, S. 16-19). Das *kausale Erkenntnisinteresse*, welches die Identifikation von generellen Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen zum Ziel hat, das *phänomenale Erkenntnisinteresse*, das die Untersuchung beobachtbarer Sachverhalte zum Inhalt hat sowie das *aktionale Erkenntnisinteresse*, welches als Ziel die Untersuchung von

Handlungsmöglichkeiten für die Lösung realer Problemstellungen fokussiert. Dem Ansatz einer gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik entsprechend kann das Erkenntnisinteresse dieser Dissertationsschrift primär als aktional und sekundär als phänomenal klassifiziert werden. Folglich steht im Fokus der Arbeit eine Lösungsfindung für realweltliche Problemstellungen durch die Gestaltung eines Engineering von IT-Artefakten. Dieses Verständnis findet Ausdruck in der übergeordneten Forschungsfrage (FF):

FF: *Wie kann ein Engineering von KI-Systemen in menschenzentrierten Datenökosystemen gestaltet werden?*

Um der Komplexität und Mehrschichtigkeit der Forschungsfrage Rechnung zu tragen, erfolgt eine Dekomposition in drei Teilforschungsfragen, welche ihrerseits unterschiedliche, aufeinander aufbauende Erkenntnisinteressen verfolgen. Forschungsfrage FF#1 lautet:

FF#1: *Welche Anforderungen werden an ein Engineering von KI-Systemen in menschenzentrierten Datenökosystemen gestellt und welche Herausforderungen und Bedarfe bestehen auf Seiten der Akteure?*

Mit der Beantwortung von FF#1 wird zunächst ein phänomenales Erkenntnisinteresse verfolgt. Ziel ist es, ein Verständnis über die durch die Akteure des Ökosystems und weitere relevante Stakeholdergruppen gestellten Anforderungen an ein Engineering von KI-Systemen in menschenzentrierten Datenökosystemen und die damit verbundenen Herausforderungen aufzubauen. Ebenfalls wird im Rahmen dieser Teilforschungsfrage untersucht, welche Anforderungen der Arbeitsmarkt an mit der Entwicklung von KI-Systemen betraute Personen stellt. Die durch die Beantwortung von FF#1 gewonnenen Erkenntnisse stellen eine wesentliche Grundlage für die Gestaltung des Engineering von KI-Systemen – und damit für die Transition in einen aktionalen Erkenntnisprozess – dar. Dieses aktionale Erkenntnisinteresse spiegelt sich in der Teilforschungsfrage FF#2 wider.

FF#2: *Wie können KI-Systeme für menschenzentrierte Datenökosysteme entwickelt und betrieben werden?*

In Übereinstimmung mit dem aktionalen Charakter gestaltungsorientierter Wirtschaftsinformatik werden im Rahmen der Untersuchung der Teilforschungsfrage FF#2 diverse IT-Artefakte entwickelt. Diese umfassen ein Vorgehensmodell für die Entwicklung vertrauenswürdiger KI-Systeme unter Berücksichtigung einschlägiger europäischer Richtlinien, ein technisches Plattform-Framework für die Entwicklung und den Betrieb von KI-Systemen in menschenzentrierten Datenökosystemen am Beispiel der Smart-Living-Domäne, die Konzeption und Implementierung einer Registry- und Analysekomponente für die Unterstützung der KI-Service-Entwicklung in menschenzentrierten Datenökosystemen sowie die prototypische Implementierung eines menschenzentrierten KI-Systems als Anwendungsfall der Smart-Living-Domäne. Forschungsfrage FF#3 lautet:

FF#3: *Wie kann ein Angebot einzelner KI-Services zu einem datenbasierten Geschäftsmodell für menschenzentrierte Datenökosysteme weiterentwickelt werden?*

Als anwendungsorientierter Forschungszweig an der Schnittstelle zwischen Betriebswirtschaftslehre und Kommunikations- und Informationstechnik gehört es zu den Kernaufgaben der Wirtschaftsinformatik sich mit den wirtschaftlichen Verwertungspotenzialen von Informationssystemen zu beschäftigen. Kongruent zu diesem Zielbild widmet sich die Teilforschungsfrage FF#3 der Untersuchung des wirtschaftlichen Potenzials, einzelne KI-Systeme zu datenbasierten Geschäftsmodellen für Datenökosysteme weiterzuentwickeln. Die Nutzbarmachung von anwendungsorientierten Forschungsergebnissen in Form von Prototypen im Rahmen einer Produkt- und Geschäftsmodellentwicklung stellt gemäß

Saarbrücker Modell (Scheer 2000; Thomas 2006a, S. 12-13) die Transition einer anwendungsorientierten Forschung in die wirtschaftliche Verwertung dar und unterstreicht den Relevanzanspruch dieser Dissertationsschrift.

4.2 Methodenspektrum

Für die Untersuchung der Forschungsfragen dieser Dissertation wurden geeignete Methoden ausgewählt, die sich in das gestaltungsorientierte Forschungsparadigma der Wirtschaftsinformatik einfügen. Eine Begründung der jeweiligen Methodenauswahl wurde, in Abhängigkeit des konkreten zugrundeliegenden Untersuchungsfeldes, detailliert in den jeweiligen Einzelbeiträgen erläutert, sodass nachfolgend lediglich eine kurze Charakterisierung und Einordnung der einzelnen Methoden erfolgt.

- **Strukturierte Literaturanalyse:** Eine Literaturanalyse dient dazu, den Forschungsstand innerhalb eines klar abgegrenzten Themenbereichs strukturiert zu erfassen, indem auf Basis einer vorangestellten Konzeptualisierung alle einschlägigen Quellen identifiziert und synthetisiert werden (vom Brocke et al. 2009). Als erster Schritt in einem Forschungsvorhaben können Literaturanalysen einerseits helfen, die Relevanz der Forschung zu verbessern, indem Redundanzen durch die erneute Prüfung von bereits Bekanntem vermieden werden; andererseits können sie auch einen Beitrag dazu leisten, die Rigorosität von Forschung zu erhöhen, indem sie eine effektive Nutzung der vorhandenen Wissensbasis ermöglichen (vom Brocke et al. 2009). In dieser Dissertation wird auf Literaturanalysen zurückgegriffen, um die relevante Wissensbasis für die verschiedenen Erkenntnisinteressen initial zu erschließen.
- **Experteninterviews:** Die in dieser Dissertation betrachteten Forschungsfragen sind eng mit der Unternehmenspraxis verknüpft. Um das für die Beantwortung dieser Fragen essenzielle, allerdings zumeist lediglich implizit in den Köpfen von Fachkräften vorhandene Wissen zu formalisieren und aus den Meinungen und Einschätzungen Erkenntnisse sowie Anforderungen an Designartefakte abzuleiten, wurde die Methode des Experteninterviews nach Bogner et al. (2009) angewendet.
- **Fokusgruppeninterview:** Ein Fokusgruppeninterview ist eine Forschungsmethode, bei der Daten durch Interaktion in einer Gruppendiskussion zu einem durch den Forscher festgelegten Thema erhoben werden (Morgan 1996). Durch den dynamischen Charakter eines Fokusgruppeninterviews eignet sich die Methode besonders für die Untersuchung von Erkenntnisgegenständen, die durch Interaktion geprägt sind, wie z. B. einen Entwicklungsprozess oder die Entwicklung von Software (Belanger 2012). In dieser Dissertation wurden Fokusgruppeninterviews angewendet, um Anforderungen für eine menschenzentrierte, prototypische Entwicklung von KI-Systemen zu erheben.
- **Qualitative Inhaltsanalyse:** Die qualitative Inhaltsanalyse ist eine Forschungsmethode, bei der geschriebene oder gesprochene Sprache mit dem Ziel analysiert und interpretiert wird, die im Text ausgedrückten Bedeutungen, Überzeugungen und Einstellungen zu verstehen. Im Rahmen dieser Dissertation wurde für die Auswertung von Experten- und Fokusgruppeninterviews auf die Methode nach Gläser und Laudel (2009) zurückgegriffen. Für die Analyse von Use-Case-Dokumenten wurde der Ansatz von Bowen (2009) verwendet.
- **Fallstudie:** Fallstudien gehören zu den am weitesten verbreiteten qualitativen Forschungsmethoden in der Wirtschaftsinformatik und eignen sich in besonderem Maße dazu, die Wechselwirkungen zwischen informationstechnischen Innovationen und dem organisatorischen Kontext zu ergründen (Darke et al. 1998). Die Methode kann insbesondere für die Untersuchung komplexer, schwer abgrenzbarer Phänomene in ihrem realweltlichen Kontext eingesetzt werden (Wilde, Hess 2007). Im Rahmen dieser Dissertationsleistung wurden diverse Fallstudien durchgeführt.

- **Logisch-deduktive Analyse:** Logisch-deduktive Analysen beschreiben nach Wilde & Hess (2007) die Ableitung von Problemlösungen basierend auf mathematisch-formellen, semiformalen oder rein argumentativen Herangehensweisen und zählen in der Wirtschaftsinformatik zu den am weitesten verbreiteten Methoden. Im Rahmen dieser Dissertation wurde vor allem auf semiformelle und argumentativ-deduktive Analysen zurückgegriffen.
- **Prototyping:** Prototyping beschreibt als Methode die Entwicklung und Bewertung einer Vorabversion eines Informationssystems (Wilde, Hess 2007). Der aus dieser Entwicklung hervorgehende Prototyp beschränkt sich auf die Implementierung wesentlicher Funktionalitäten des geplanten Systems und kann im Vergleich zu diesem mit wesentlich geringerem Aufwand implementiert und verändert werden (Thomas 2006a, S.13). Als relevantes Konzept, praxisorientierte Forschungsergebnisse einer gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik in die Praxis zu transferieren (Thomas 2006a, S. 13), stellt das Prototyping eine zentrale Methode für die Erkenntnisprozesse dieser Dissertation dar.

4.3 Forschungsplan

Im Folgenden wird in Abb. 1 der Forschungsplan der vorliegenden Dissertation dargestellt. Dieser sieht eine Aufgliederung der übergeordneten Forschungsfrage (FF) in die drei Teilforschungsfragen FF#1, FF#2 und FF#3 vor (vgl. Kapitel 4.1), die im Falle von FF#1 und FF#2 ihrerseits weiter in granulare Teilprobleme zerlegt werden. Dieses Vorgehen orientiert sich an der durch Thomas (2009, S.76) dargestellten Analogie des menschlichen Problemlösungsverständnisses. Für die einzelnen Teilprobleme werden die Kernergebnisse zusammengefasst und sofern möglich in Bezug zu einer konkreten Anwendungsdomäne gesetzt. Die Kernbeiträge dieser Dissertationsschrift sind zu einem Großteil im Projektumfeld von *ForeSight*³ entstanden und damit im Schwerpunkt der Smart-Living-Domäne zuzuordnen. Der Beitrag B#8 ist im Kontext einer Kooperation mit einem mittelständischen Unternehmen aus dem Bereich Mobilität verfasst worden. Die übrigen Beiträge weisen keinen konkreten Domänenbezug auf.

³ ForeSight ist ein BMWK-gefördertes Forschungsprojekt rund um das Datenökosystem Smart Living. Im Rahmen des Projekts arbeiten 78 Partner aus Praxis und Wissenschaft an der Erstellung von Referenzmodellen für die Entwicklung und den Betrieb von hochdigitalisierten Wohngebäuden mit intelligenten KI-Services (ForeSight 2020).

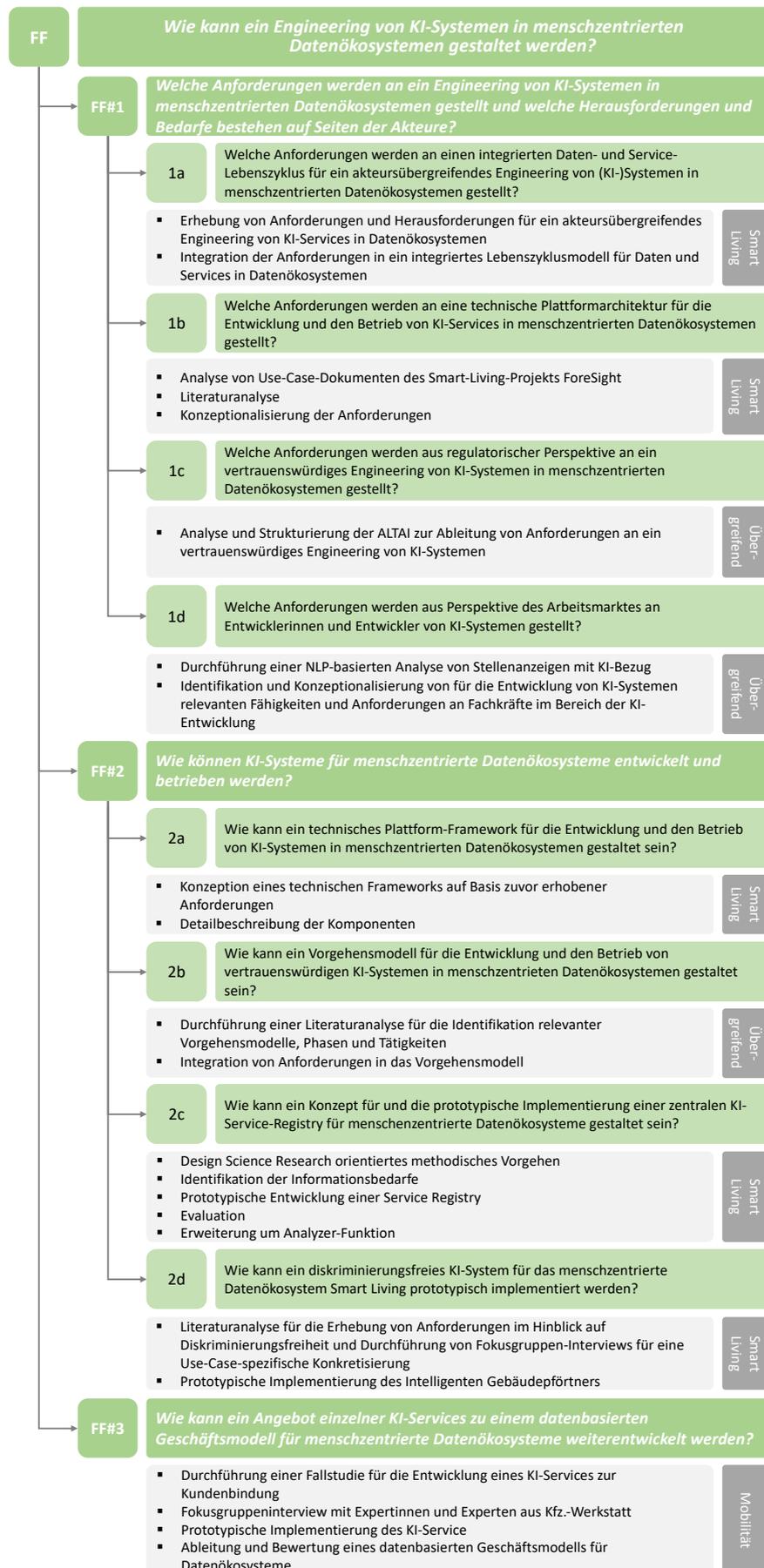


Abb. 1. Forschungsplan der Dissertation

5 Ergebnisse

5.1 Überblick

Die dieser Dissertation zugrundeliegende Forschungsleistung umfasst 19 Beiträge, von denen zum Zeitpunkt der Disputation 18 publiziert wurden und sich ein Beitrag (B#19) im Veröffentlichungsprozess befand. Tab. 1 gibt einen Überblick über die Gesamtheit der Forschungsleistung und stellt einen Bezug zwischen den Beiträgen und den jeweils relevanten Teilforschungsfragen her. Die Beiträge B#1-B#8 werden als Kernergebnisse in die kumulative Dissertation eingebracht, während die übrigen Beiträge (B#9-B#19) eine komplementäre Ergänzung darstellen.

Tab. 1. Überblick über die publizierten Forschungsbeiträge dieser Dissertationsschrift

#	Publikationsorgan	Medium	Ranking ⁴		Bibliographische Informationen	FF
			WK WI	VHB JQ3		
B#1	Hawaii International Conference on System Sciences (HICCS 2022)	Tagung	B	C	Kortum, H. ; Rebstadt, J.; Hagen, S.; Thomas, O., (2022): Integrating Data and Service Lifecycle for Smart Service Systems Engineering: Compilation of a Lifecycle Model for the Data Ecosystem of Smart Living. In: Proceedings of the 55th Hawaii International Conference on System Sciences, S. 2017–2026.	1
B#2	INFORMATIK 2022	Tagung	B	C	Kortum, H. ; Kohl, T.; Hubertus, D.; Hinz, O.; Thomas, O. (2022). A Platform Framework for the Adoption and Operation of ML-based Smart Services in the Data Ecosystem of Smart Living. In: Demmler, D.; Krupka, D.; Federrath, H. (Hrsg.), INFORMATIK 2022. Gesellschaft für Informatik, Bonn, S. 361-377.	1,2
B#3	INFORMATIK 2022	Tagung	B	C	Kortum, H. ; Rebstadt, J.; Böschen, T.; Meier, P.; Thomas, O., (2022): Towards the Operationalization of Trustworthy AI: Integrating the EU Assessment List into a Procedure Model for the Development and Operation of AI-Systems. In: Demmler, D.; Krupka, D.; Federrath, H. (Hrsg.), INFORMATIK 2022. Gesellschaft für Informatik, Bonn, S. 283–299.	1,2
B#4	Hawaii International Conference on System Sciences (HICCS 2022)	Tagung	B	C	Kortum, H. ; Rebstadt, J.; Thomas, O., (2022): Dissection of AI Job Advertisements: A Text Mining-based Analysis of Employee Skills in the Disciplines Computer Vision and Natural Language Processing. In: Proceedings of the 55th Hawaii International Conference on System Sciences, S. 5211–5220.	1
B#5	INFORMATIK 2021	Tagung	B	C	Rebstadt, J.; Kortum, H. ; Hagen, S.; Thomas, O., (2021): Towards a transparency-oriented and integrating Service Registry for the Smart Living Ecosystem. In: Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) (Hrsg.), INFORMATIK 2021. Gesellschaft für Informatik, Bonn, S. 1425-1438.	2
B#6	INFORMATIK 2022	Tagung	B	C	Kortum, H. ; Hagen, S.; Hühn, J.; Thomas, O. (2022). Analyzing Smart Services from a (Data-) Ecosystem Perspective: Utilizing Network Theory for a graph-based Software Tool in the Domain Smart Living. In: Demmler, D., Krupka, D. & Federrath, H. (Hrsg.), INFORMATIK 2022. Gesellschaft für Informatik, Bonn., S. 1667-1680.	2
B#7	HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik	Journal	B	D	Rebstadt, J.; Kortum, H. ; Gravemeier, L. S.; Eberhardt, B.; Thomas, O. (2022): Non-Discrimination-by-Design: Handlungsempfehlungen für die Entwicklung von vertrauenswürdigen KI-Services. In: HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, Nr. 59(2), S. 495–511.	2
B#8	HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik	Journal	B	D	Kortum, H. ; Rebstadt, J.; Gravemeier, L. S.; Thomas, O. (2021): Data-based Customer-Retention-as-a-Service: Induktive Entwicklung eines datenbasierten Geschäftsmodells auf Basis einer Fallstudie der Automobilbranche. In: HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, Nr. 58(3), S. 537–551.	3
B#9	IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems (APMS 2020)	Tagung	B	-	Kortum, H. ; Gravemeier, L. S.; Zarvic, N.; Feld, T.; Thomas, O. (2020): Engineering of data-driven service systems for smart living: application and challenges. In: IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems. Springer, Cham, S. 291-298.	1

⁴ Die Rankings der jeweiligen Beiträge wurden auf Basis der WI-Orientierungsliste der WKWI (WI-Journalliste 2008, Stand 2008-03-03, v39; WI-Liste der Konferenzen, Proceedings und Lecture Notes 2008, Stand 2008-03-03, v27) und des VHB-Jourqual 3 – Teilrating WI ermittelt.

#	Publikationsorgan	Medium	Ranking ⁴		Bibliographische Informationen	FF
			WK WI	VHB JQ3		
B#10	International Conference on Wirtschaftsinformatik (WI 2021)	Tagung	A	C	Kortum, H. ; Leimkühler, M.; Thomas, O. (2021): Leveraging Natural Language Processing to Analyze Scientific Content: Proposal of an NLP Pipeline for the Field of Computer Vision. In: International Conference on Wirtschaftsinformatik. Springer, Cham, S. 40-55.	-
B#11	International Conference on Wirtschaftsinformatik (WI 2022)	Tagung	A	C	Kortum, H. ; Fukas, P.; Rebstadt, J.; Eleks, M.; Nobakht Galehparsari, M.; Thomas, O. (2022): Proposing a Roadmap for Designing Non-Discriminatory ML Services: Preliminary Results from a Design Science Research Project. In: International Conference on Wirtschaftsinformatik. Springer, Cham.	1,2
B#12	World Mass Customization & Personalization Conference (MCPC 2021)	Tagung	-	-	Kammler, F.; Gembarski, P. C.; Kortum, H. (2021): Leveraging the Value of Data in the Continuum of Products and Services: Business Types in the Function-Oriented Offerings Model. In Towards Sustainable Customization: Bridging Smart Products and Manufacturing Systems. Springer, Cham, S. 773-780.	3
B#13	BIT – Banking and Information Technology	Journal	-	D	Kortum, H. ; Pannenberg, N.; Thomas, O. (2022): Einsatz Künstlicher Intelligenz entlang des Kreditlebenszyklus: eine Analyse von Anwendungsszenarien, Datenquellen und Herausforderungen. In: BIT Banking and Information Technology, Nr. 23(1), S. 19-31.	1
B#14	Smart Services: Mit datenbasierten, digitalen Dienstleistungen zu neuen Geschäftsmodellen	Studie	-	-	Thomas, O.; Hagen, S.; Kortum, H. ; Gravemeier, L. S.; Rebstadt, J.; Göritz, L.; Hühn, J.; Remark, F. (2022): Smart Services: Mit datenbasierten, digitalen Dienstleistungen zu neuen Geschäftsmodellen. Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH.	1,3
B#15	Gaia-X: A Pitch Towards Europe Statusbericht zu Anwenderökosystemen und -anforderungen	Bericht	-	-	Hoppe, G. et al. (2020): Gaia-X: A Pitch Towards Europe Statusbericht zu Anwenderökosystemen und -anforderungen, Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (ehemals Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)).	1,2,3
B#16	International Conference on Wirtschaftsinformatik (WI 2023)	Tagung	A	C	Mihale-Wilson, C.; Hagen, S.; Kohl, T.; Kortum, H. ; Illgen, F.; Rebstadt, J.; Thomas, O.; Hinz, O. (2023): Introducing a methodological approach to determine value shares in Digital Ecosystems. In: International Conference on Wirtschaftsinformatik. Springer, Cham.	2
B#17	HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik	Journal	B	D	Kortum, H. ; Hagen, S.; Eleks, M.; Rebstadt, J.; Remark, F.; Lowin, M.; Mihale Wilson, C.; Eberhardt, B.; Roß, A.; Maihöfner, D.; Hinz, O.; Thomas, O. (2023): SECAI-Sustainable Heating through Edge-Cloud-based AI Systems. In: HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, Nr. 60(4), S. 850-870.	-
B#18	HLH Lüftung Klima Heizung Sanitär Gebäudetechnik	Journal	-	-	Hagen, S.; Kortum, H. ; Thomas, O. (2023): KI-basierte Edge-Cloud-Lösung zur nachhaltigen Reduktion von Heizkosten. In: HLH Lüftung Klima Heizung Sanitär Gebäudetechnik, Nr. 74(9), S. 44-47.	-
B#19	Hybride Wertschöpfung in der digitalen Transformation	Buchband	-	-	Kortum, H. ; Hagen, S.; Thomas, O. (2023): Hybride Wertschöpfung in der Domäne Smart Living: Einsatz von Graphdatenbanken zur Modellierung von PSS in komplexen Datenökosystemen. In Thomas, O. (Hrsg.): Hybride Wertschöpfung in der digitalen Transformation. (In Veröffentlichung)	2

- (1) In Beitrag 1 (B#1) wurde zunächst auf Basis einer strukturierten Literaturanalyse erhoben, welche Implikationen für Daten- und Servicelebenszyklen in der relevanten Fachliteratur existieren und darauf aufbauend ein integriertes Lebenszyklusmodell für Datenökosysteme abgeleitet (A#1.1). In einem zweiten Untersuchungsschritt wurden mit Domänenexperten des Smart-Living-Ökosystems Interviews durchgeführt, um Anforderungen an die Entwicklung akteursübergreifender KI-Systeme und damit verbundene Herausforderungen zu identifizieren (A#1.2). In einem letzten Schritt wurden beide Artefakte im Rahmen einer Triangulation zusammengeführt und ein integriertes Modell für Daten- und Service-Lebenszyklen im Datenökosystem Smart Living abgeleitet (A#1.3).
- (2) Der zweite Beitrag (B#2) widmet sich der Konzeption eines technischen Architektur-Frameworks für die Entwicklung und den Betrieb von KI-Systemen im menschenzentrierten Datenökosystem Smart Living. Dazu wurde zunächst eine Dokumentanalyse von 38 Use-Case-Beschreibungen der Smart-Living-Domäne durchgeführt, um strukturiert Anforderungen an die Realisierung eines solchen Plattform-Frameworks herzuleiten.

Diese Anforderungen wurden durch eine Literaturanalyse komplementiert und es wurden übergeordnete Konzepte abgeleitet (A#2.1). In einem zweiten Schritt erfolgte dann die Konzeption des technischen Architektur-Frameworks und die teilweise prototypische Implementierung der einzelnen Komponenten (A#2.2).

- (3) Beitrag 3 (B#3) widmet sich der Fragestellung, wie ein Vorgehensmodell für die praxisnahe Operationalisierung der durch eine Expertengruppe der EU veröffentlichten Guidelines für vertrauenswürdige KI (High-Level Expert Group on Artificial Intelligence 2019) und der aus ihr hervorgegangen Assessment List for Trustworthy Artificial Intelligence (ALTAI) (High-Level Expert Group on Artificial Intelligence 2020) gestaltet sein kann. Zunächst wurde aus der Literatur ein Vorgehensmodell für das Engineering von KI-Systemen (A#3.1) hergeleitet. Anschließend erfolgten eine Analyse sowie Strukturierung der Inhalte der ALTAI (A#3.2). Schließlich wurden beide Teilergebnisse zu einem Vorgehensmodell für die Entwicklung vertrauenswürdiger, menschenzentrierter KI-Systeme integriert, indem die einzelnen aus der ALTAI extrahierten Aspekte den relevanten Phasen des Vorgehensmodells zur Entwicklung von KI-Systemen zugeordnet wurden (A#3.3).
- (4) Beitrag 4 (B#4) betrachtet den Menschen in seiner Rolle als Entwickler von KI-Systemen und untersucht, welche Anforderungen der Arbeitsmarkt an Bewerberinnen und Bewerber im Bereich KI stellt. Dazu wurden über eintausend Stellenausschreibungen mit Bezug zu mindestens einer der beiden KI-Subdomänen Natural Language Processing (NLP) und Computer Vision (CV) mittels eines eigens entwickelten NLP-basierten Analyseverfahrens ausgewertet. Das Ergebnis repräsentiert eine Konzeptionalisierung von Anforderungen an die Fertigkeiten von KI-Entwicklerinnen und KI-Entwickler (A#4.1).
- (5) Im fünften Beitrag (B#5) wurde mit der Service Registry (A#5.1) ein IT-Artefakt für eine Unterstützung des Engineering von KI-Systemen im Datenökosystem Smart Living konzipiert, prototypisch implementiert sowie durch technische und fachliche Expertinnen und Experten der Smart-Living-Domäne evaluiert. Der im Beitrag beschriebene Entwicklungsprozess orientiert sich an der DSR-Methode und stellt die erste Iterationsstufe dar.
- (6) Beitrag 6 (B#6) knüpft direkt an die Ergebnisse von B#5 an und setzt den DSR-Zyklus in einer zweiten Iterationsstufe fort. Konkret wurde die Service Registry um eine Analyse-Komponente – den Smart Service Analyzer (A#6.1) – erweitert. Der Analyzer berechnet auf Basis von netzwerktheoretischen Ansätzen Kennzahlen für die Bewertung des Datenökosystems und stellt die Ergebnisse in einer webbasierten Oberfläche dar.
- (7) In Beitrag 7 (B#7) wurde untersucht, wie menschenzentrierte KI-Systeme mit einem Fokus auf Diskriminierungsfreiheit entwickelt werden können. Dazu wurden auf Basis einer Literaturanalyse Anforderungen an und Vorgehensweisen für die Entwicklung diskriminierungsfreier KI-Systeme erhoben und durch Fokusgruppeninterviews um fundiertes Praxiswissen von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern aus der Wohnungswirtschaft ergänzt (A#7.1). Anschließend erfolgte eine Instanziierung durch die prototypische Implementierung des intelligenten Gebäudepförtners, einem Anwendungsszenario aus der Smart-Living-Domäne (A#7.2). In einem Workshop wurden die erhobenen Anforderungen sowie die prototypische Implementierung evaluiert und allgemeingültige Empfehlungen für ein diskriminierungsfreies Engineering von KI-Systemen abgeleitet. Diese wurden schließlich in den Cross Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) (Wirth, Hipp 2000) integriert (A#7.3).
- (8) Beitrag 8 (B#8) untersucht die Weiterentwicklung von einem Angebot einzelner KI-Services hin zu ganzheitlichen, datenbasierten Geschäftsmodellen. Dazu wurde im Rahmen einer Fallstudie ein KI-System zur optimierten Kundenansprache in Kooperation mit einer Autowerkstatt entwickelt und als Prototyp implementiert (A#8.1). Aufbauend auf

der Fallstudie wurde dann ein datenbasiertes Geschäftsmodell konzipiert, dessen Wertangebot vor allem Unternehmen in Datenökosystemen mit traditioneller Wertschöpfung und wenig Wissen im Bereich KI dazu befähigt, datenbasierte Technologien für die Kundenbindung einzusetzen (A#8.2).

Dem Erkenntnisprozess gestaltungsorientierter Forschung nach Österle et al. (2010) folgend, lassen sich die eingebrachten Forschungsbeiträge und die diesen zugrundeliegenden Erkenntnisinteressen vier iterativ ablaufenden Phasen zuordnen. Diese Zuordnung ist in Abb. 2 dargestellt.

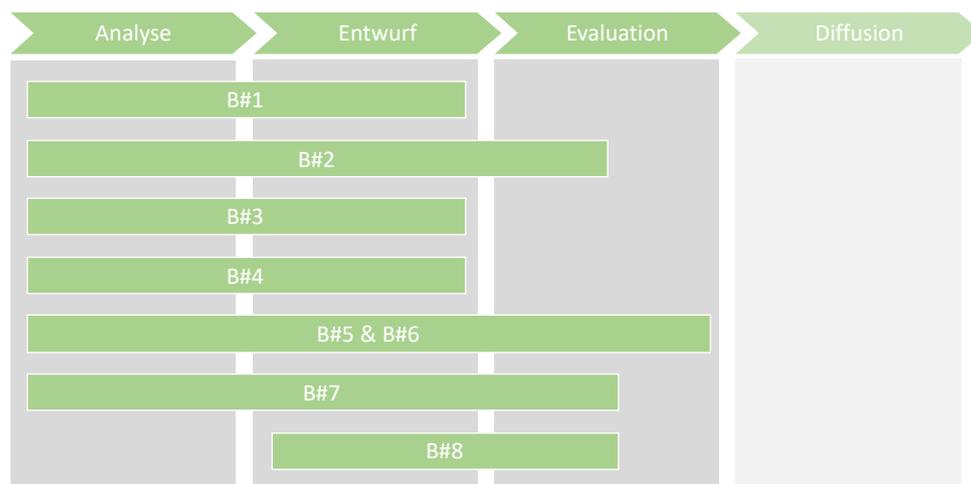


Abb. 2. Zuordnung der Kernbeiträge zu den Phasen des Erkenntnisprozesses nach Österle et al. (2010)

Es ist anzumerken, dass die Aufgabe der Evaluation zum Teil bereits durch die externe Begutachtung der eingereichten Forschungsbeiträge erfüllt wird (Österle et al. 2010). Sämtliche eingebrachten Kernbeiträge haben ein doppelblindes Begutachtungsverfahren durchlaufen und erfüllen somit den mit der Evaluation verbundenen Anspruch an Rigorosität. Sofern ein Beitrag eine (Teil-)Evaluation der entwickelten Artefakte zum Inhalt hatte, wurde er in Abb. 2 entsprechend der Phase Evaluation zugeordnet. Die in den Beiträgen B#5 und B#6 vorgestellten Artefakte wurden vollumfänglich evaluiert, während die Artefakte aus den Beiträgen B#2, B#7 und B#8 lediglich in Teilen evaluiert wurden.

Die wissenschaftliche Diffusion der Ergebnisse erfolgte mit der Veröffentlichung der Beiträge in einschlägigen Fachjournalen und Konferenzbänden sowie durch die Präsentation und Diskussion der Ergebnisse auf wissenschaftlichen Konferenzen.

Die Transition einer anwendungsorientierten Forschung in die wirtschaftliche Verwertung ist eine zentrale Aufgabe der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik und wurde durch eine umfassende Diffusion der Forschungsergebnisse in die Praxis sichergestellt. Die Forschungsergebnisse, die im Kontext des BMWK geförderten Projekts *ForeSight* entstanden sind (B#1, B#2, B#5, B#6 und B#7), wurden intensiv mit dem *ForeSight*-Netzwerk, bestehend aus über 60 Partnern, diskutiert und durch diese aufgenommen. Auch über das Projektende von *ForeSight* hinaus werden, die im Bereich eines menschenzentrierten Engineering von KI-Systemen gewonnenen Erkenntnisse in drittmittelgeförderten Projekten weiterverwendet und so in die Breite getragen. Konkret stellen die Forschungsergebnisse wichtige Bausteine für das BMWK-geförderte Projekt *SECAI* dar, dessen Ziel die Entwicklung einer ressourcensparenden, KI-basierten Heizungssteuerung für Mehrfamilienhäuser ist sowie für das BMBF-geförderte Projekt *KardioInterakt*, das die sensorbasierte Nachsorge von Kardiokrankheiten zum Inhalt hat. Im Kontext beider Projekte sollen KI-Systeme im Umfeld menschenzentrierter Datenökosysteme entwickelt werden. Darüber hinaus wurden die erarbeiteten Forschungsergebnisse im Rahmen des Saarbrücker Modells für einen Technologietransfer (Scheer 2000; Thomas 2006a, S. 12-13) durch ein Beratungsunternehmen über verschiedene Kanäle, wie Präsentationen, Workshops, Beratungsleistungen und Implementierungsprojekte direkt in die Praxis transferiert.

Die im Rahmen der Kernbeiträge (B#1-B#8) vorgestellten IT-Artefakte wurden in Einklang mit den übergeordneten wissenschaftlichen Zielen der Wirtschaftsinformatik entwickelt und erweitern deren Wissensbestand. Nach Becker et al. (2004) lässt sich die primäre Zielsetzung der Wirtschaftsinformatik in Erkenntnis- und Gestaltungsziele aufgliedern. Die Realisierung von Erkenntniszielen entspricht dem phänomenalen Erkenntnisinteresse der Wirtschaftsinformatik, während Gestaltungsziele durch ein aktionales beziehungsweise gestaltungsorientiertes Erkenntnisinteresse repräsentiert werden. Diese Zweiteilung kann weiter hinsichtlich der inhaltlich betrachteten Sachverhalte beziehungsweise des Forschungsauftrags spezifiziert werden, wobei zwischen einem methodischen Auftrag und einem inhaltlich-funktionalen Auftrag unterschieden werden kann. In diesem Zusammenhang befasst sich der methodische Auftrag mit den Methoden und Techniken der Wirtschaftsinformatik und der inhaltlich-funktionale Auftrag mit konkreten Informationssystemen für wirtschaftliche Anwendungsdomänen. Die Zusammenführung der beiden Dimensionen Zielsetzung und Auftrag ergibt eine Vier-Felder-Matrix in die nachfolgend die entwickelten IT-Artefakte entsprechend ihrer Zielsetzung und ihres Betrachtungsgegenstands eingeordnet werden (vgl. Abb. 3).

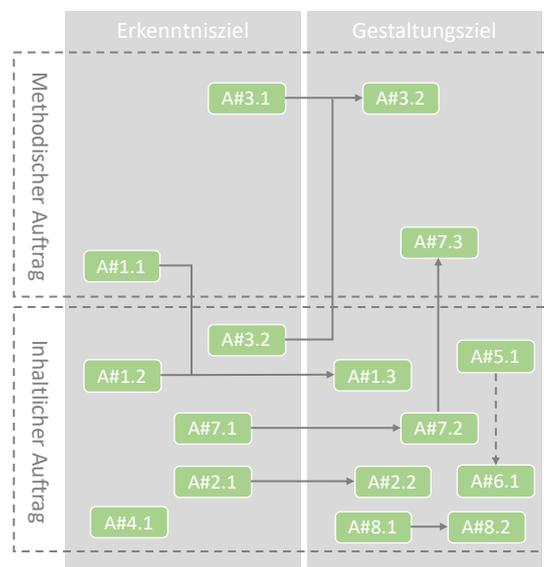


Abb. 3. Einordnung der Kernartefakte (A#x.y) in die Ziel-Auftrag-Matrix in Anlehnung an Becker et al. (2004)

5.2 Zentrale Ergebnisse der Beiträge

In den nachfolgenden, sich an den drei Unterforschungsfragen FF#1-FF#3 orientierenden, Abschnitten erfolgt eine Beschreibung der zentralen Ergebnisse der Kernbeiträge. Dazu werden jeweils die wesentlichen Inhalte sowie das methodische Vorgehen kurz dargestellt, die zentralen Artefakte der Publikationen benannt und den Forschungsfragen der Dissertation zugeordnet. Beiträge, deren Erkenntnisse der Beantwortung mehr als einer Teilforschungsfrage dienen, werden mit den für die jeweilige Frage relevanten Inhalten in mehreren Abschnitten vorgestellt. Bei Beiträgen, die direkt aufeinander aufbauen, wird zudem deren logische Verknüpfung erläutert.

5.2.1 Identifikation von Anforderungen an ein Engineering von KI-Systemen in mensch-zentrierten Datenökosystemen

5.2.1.1 Anforderungen an einen integrierten Daten- und Service-Lebenszyklus für ein ak-teursübergreifendes Engineering von KI-Systemen in menschzentrierten Datenöko-systemen

Beitrag B#1 widmet sich der Fragestellung, welche Anforderungen und Herausforderungen in Bezug auf ein akteursübergreifendes Engineering von KI-Service-Systemen innerhalb des menschzentrierten Datenökosystems Smart Living bestehen und wie diese in ein integrier-tes Lebenszyklusmodell eingeordnet werden können.

Im Rahmen des dem Beitrag zugrundeliegenden Erkenntnisprozesses konnte festgestellt werden, dass ein Mangel an wissenschaftlichen Arbeiten existiert, die sich explizit auf die Orchestrierung von Daten und Services zwischen verschiedenen Akteuren innerhalb eines Wertangebots konzentrieren, wie sie in Datenökosystemen häufig zu finden ist. In diesen Systemen existieren kaskadierende Produkt- und Servicestrukturen, die sich über mehrere Ebenen hinweg erstrecken können. So wird ein bestimmter Datensatz beispielsweise für das Training einer KI-basierten Gesichtserkennung genutzt, dieser Service wird als Modul in einen Service für die Authentifizierung von Personen integriert, der wiederum Bestand-teil eines Services zur Steuerung von Gebäudezugängen ist. In diesem Beispiel gilt es, die Lebenszyklen von Datensätzen, Services und Produkten über die involvierten Akteure hin-weg zu synchronisieren, um die korrekte Lauffähigkeit des integrierten Systems gewähr-leisten zu können. Dies ist insbesondere für menschzentrierte Datenökosysteme, in denen sensible, personenbezogene Daten verarbeitet werden von entscheidender Bedeutung für die Akzeptanz der entwickelten Systeme.

Um ein besseres Verständnis über konkrete Praxisanforderungen an ein akteursüber-greifendes Engineering von KI-Systemen sowie über die damit verbundenen Herausforde-rungen zu gewinnen, wurden, einem qualitativ empirischen Ansatz folgend, semi-struktu-rierte Experteninterviews mit Unternehmensvertreterinnen und -vertretern aus der Smart-Living-Domäne durchgeführt. Im Rahmen einer qualitativen Inhaltsanalyse konnten 67 Kernaussagen abgeleitet werden, für die anschließend induktiv sieben Oberkategorien ge-bildet wurden (vgl. Abb. 4).

Lifecycle (LQ)	(1) Explicit consideration of customer requirements (2) Support of the customer during use (3) Data management, connection and processing must be continuously refined. (4) Development and maintenance of a cross-actor data value chain	(5) AI models must be continuously retrained in order to react to a changing environment (6) Short-lived and gadget character of many IOT products (7) AI not widespread but gaining in importance to enable required functionality	(8) Currently many Smart Living products are replaced rather than serviced (9) Optimization during runtime hardly exists until now (10) Only isolated consideration of individual phases and steps of various process models	(11) No uniform lifecycle approach (12) No uniform use of process models (13) There is currently no lifecycle management for buildings	
	Data responsibility (DR) (1) Clarification of data ownership (2) The data owner should at all times have control over who he shares it with (3) Caution when merging and aggregating data (4) Establish a relationship of trust within the ecosystem (5) Quality of data shared with the ecosystem must be ensured (6) Transparency about the use of the data in all phases (7) Transparency of all data available in the ecosystem (8) Equal access to data sources for all actors in the ecosystem (9) Responsible use of AI	Data sources (DS) (1) Many companies in the ecosystem do not generate data themselves (2) Cautious use of external data, due to dependency fears (3) Linking the different data sources is a challenge (4) Many products from the Smart Living environment do not yet generate data (5) The idea of integrating external data is widely spread among companies (6) Data silos and monolithic solutions hinder the development of smart living solutions (7) General willingness to pay for external data (8) Creation of data histories as a basis for AI integration must be driven (9) Use of external data sources varies	integrated solutions (IS) (1) Ecosystem only provides partial solutions today (2) Need for customer-oriented thinking in the development of holistic solutions (3) Lack of compatibility of proprietary solutions (4) Development of holistic solutions requires the competencies of different actors (5) Current degree of integration is limited to the most necessary (6) Product-centered view inhibits the development of holistic solutions (7) Holistic solutions require stronger integration of external systems and data (8) Holistic solutions require collaboration across industries and domains	Cooperation (CO) (1) Various types (Coopetition, Platforms, Data cooperatives, ...) (2) All roles of a classic data ecosystem represented (Consumer, Producer, Intermediare) (3) No distinct role assignment (4) Cultural fit is of great importance (5) Cooperative data exchange requires a basis of trust	Business Integration (BI) (1) High potential for cross-actor business models (2) Cooperation in the ecosystem holds the potential for huge synergy effects (3) Monetisation of data as a new business model (4) Networking with related domains such as energy or mobility to generate cross-domain business models (5) Demand for integrated, holistic solutions (6) Business models must reward the data owner (7) Internal company incentive systems must change in order to promote cooperation and data-driven thinking
Challenges (Ch)	(1) Heterogeneous, non-interoperable system landscape (2) Dependencies on other ecosystem actors in preceding instances (in value chains) (3) Dominated by proprietary solutions (4) Maximum requirements for data availability (service level for data)	(5) A large number of very diverse actors (6) General lack of data (7) Need for initial investment in shared infrastructure (8) Need for guaranteeing secure data exchange	(9) Lack of data-oriented and cross-product thinking (10) Only sporadic understanding of digital business models (11) Fear of losing autonomy (12) Internal and external data silos	(13) Unwillingness to share data (14) Unsuitable mechanisms systems in companies (15) Lack of standards (16) Requires the combination of different core competences	

Abb. 4. Aus Experteninterviews abgeleitete Kernaussagen zu Domänenspezifikationen (Kortum et al. 2022d)

In einem zweiten Forschungsstrang wurde durch eine strukturierte Literaturanalyse nach Webster & Watson (2002) die einschlägige Literatur nach bestehenden Ansätzen und

Konzepten für Daten- und Servicelebenszyklen sowie nach Vorgehensmodellen für die Entwicklung von KI-Systemen durchsucht. Anschließend erfolgte eine Generalisierung der identifizierten Aspekte zu übergeordneten Meta-Konzepten sowie die Ableitung von für einen integrierten Lebenszyklus relevanten Phasen und Aktivitäten. Schließlich wurde auf Basis der Ergebnisse das in Abb. 5 dargestellte integrierte Modell (A#1.2) hergeleitet.

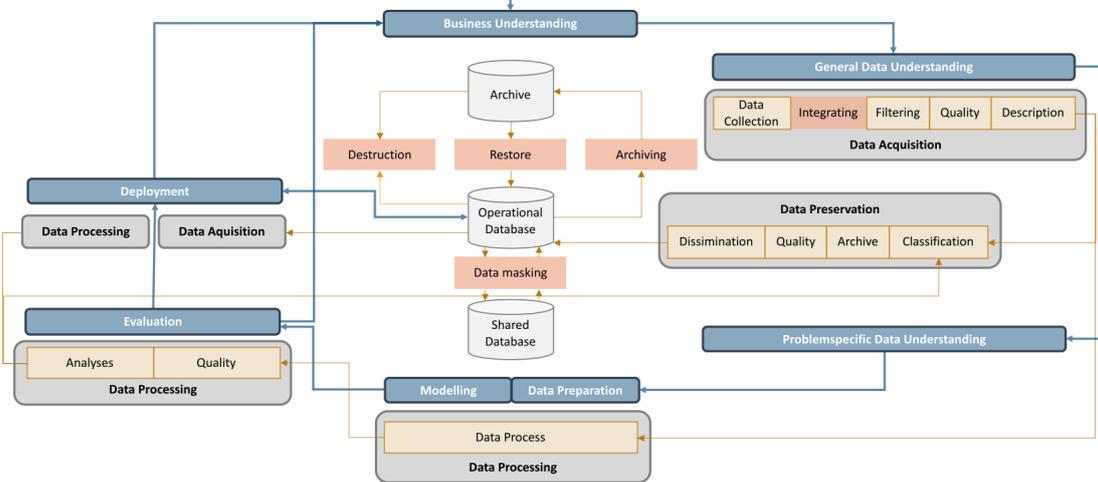


Abb. 5. Integriertes Lebenszyklusmodell (Kortum et al. 2022d)

In einem dritten Schritt wurden die beiden Ergebnisstränge im Rahmen einer Triangulation zusammengeführt, indem die einzelnen Kernaussagen zu Anforderungen und Herausforderungen des Smart-Living-Ökosystems als Spezifikationen den Phasen des zuvor entwickelten integrierten Daten- und Servicelebenszyklus zugeordnet wurden. Das resultierende, in Tab. 2 dargestellte, Artefakt A#1.3 bietet Akteuren in Datenökosystemen eine Orientierungshilfe, wie bei einem Engineering von KI-Systemen übergreifende Daten- und Servicelebenszyklen berücksichtigt werden können und welche Herausforderungen dabei zu beachten sind.

Tab. 2. Um Spezifikationen des Smart-Living-Ökosystems ergänzte Phasen des integrierten Lebenszyklusmodells (in Anlehnung an Kortum et al. 2022d)

Phases	General concepts	Smart Living specifications
Business Understanding	Requirements Engineering	BI#1, BI#2, BI#3, BI#6, CH#2, CH#3, CH#11, CO#1, CO#2, CO#5, DS#2, DS#5, DR#4, DR#7, LC#1, LC#4, IS#1, IS#2, IS#3, IS#4, IS#6, IS#7
	Integrating Domain specific Implications	
	Process Mining	
	Monetarisisation of Data	
Data Acquisition & General Data understanding	Standardisation of interfaces and data	BI#7, CH#1, CH#2, CH#6, CH#12, CH#15, DR#2, DR#7, DR#8, DS#1, DS#5, DS#6, LC#6, IS#7, IS#8
	Data Quality	
	Linking Data Sources	
	Epistemology	
	Data validation	
	Time validity of data	
Problem specific Data Understanding	Objectives & Hypotheses derivation	see general data understanding phase
Data Preparation, Processing, Modeling and Evaluation	Machine Learning based	DR#5, DS#3, DS#2, DS#8, LC#3
	Model Selection	
	Compute-time optimization	
	Model validation	
	Business-Metrics-based Evaluation	
	Expert-Integrated development	

<i>Phases</i>	<i>General concepts</i>	<i>Smart Living specifications</i>
	Non-Expert-Integrated development	
Data Preservation	Data Management	CO#5, DR#3, DR#6, DR#9, LC#7, LC#12
	Data preservation technologies	
	ML-Platform specifications	
	Knowledge-classification	
	Knowledge Fusion	
Deployment, Data Acquisition & Data Processing	Human Computer Interaction	LC#2, LC#5, LC#6

5.2.1.2 Anforderungen an eine technische Plattformarchitektur für die Entwicklung und den Betrieb von KI-Services in menschenzentrierten Datenökosystemen

Damit ein Engineering von KI-Systemen in den komplexen Strukturen eines menschenzentrierten Datenökosystems gelingen kann und Anwendungsfälle in der Praxis erfolgreich implementiert werden können, ist es notwendig, eine Infrastruktur zu schaffen, die den soziotechnischen Anforderungen der verschiedenen Akteure gerecht wird.

Für die Erhebung dieser Anforderungen erfolgte in Beitrag B#2 zunächst eine Untersuchung der wissenschaftlichen Literatur sowie eine Analyse von 38 Use-Case-Beschreibungen aus dem Smart-Living-Plattformprojekt *ForeSight*. Ziel dieser Erhebung war die Ableitung generalisierbarer Anforderungen für die Konzeption des in Kapitel 5.2.2.1 beschriebenen technischen Plattform-Frameworks für die Entwicklung und den Betrieb von KI-Systemen. Die Analyse der Use-Case-Dokumente erfolgte unter Anwendung der durch Bowen (2009) vorgeschlagenen Methode. Anschließend wurden die Ergebnisse der Literaturrecherche und der Dokumentanalyse durch eine Triangulation zusammengeführt. Für die aus der Zusammenführung resultierenden, konzeptualisierten Anforderungen wurden schließlich induktiv fünf übergeordnete Kategorien hergeleitet (vgl. Abb. 6).

<p style="text-align: center;">Data-related</p> <ul style="list-style-type: none"> Protection of sensitive personal data (Da#1) Ensuring data integrity (Da#2) Allow processing large amounts of data (Da#3) Enable data producers and owners to always control their data (Da#4) Enable data producers and owners to control access to their data on a granular level (Da#5) Integration of data across different, distributed sources (Da#6) Enable interoperability of data sources (Da#7) 	<p style="text-align: center;">System-related</p> <ul style="list-style-type: none"> Ensure robustness of the system and its services (Sy#1) Ensure traceability of the system and its services (Sy#2) Offer standardized API's for integration into other services (Sy#3) Overview of services and data sources for the data ecosystem (Sy#4)
<p style="text-align: center;">ML-related</p> <ul style="list-style-type: none"> Enabling the execution of computationally intensive tasks, especially during training (ML#1) Allow ML-services to respond and adapt to heterogeneous and changing user behavior over time (ML#2) On-edge executability of ML models (ML#3) Guarantee of quality trained ML models (ML#4) Traceability and transparency over trained ML models (ML#5) 	<p style="text-align: center;">Service-related</p> <ul style="list-style-type: none"> Real-time processing of large, high-frequency data volumes (Se#1) Orchestration and integration of various subservices (Se#2) Support of synchronous and asynchronous service (Se#3) High robust fault tolerant services (Se#4)
	<p style="text-align: center;">Collaboration-related</p> <ul style="list-style-type: none"> Involvement of consumers / customers (Co#1) Support an open collaborative non centralized exchange of resources, data and services in the smart living ecosystem (Co#2)

Abb. 6. Konzeptualisierte Anforderungen an ein technisches Plattform-Framework für das Smart-Living-Ökosystem (Kortum et al. 2022b)

5.2.1.3 Regulatorischen Anforderungen an ein vertrauenswürdige Engineering von KI-Systemen in menschenzentrierten Datenökosystemen

Beitrag B#3 beschäftigt sich mit der Fragestellung, wie sich die in den Richtlinien der EU festgelegten und durch die ALTAI konkretisierten Anforderungen an vertrauenswürdige KI

in ein Vorgehensmodell für die Entwicklung und den Betrieb von KI-Systemen in menschenzentrierten Datenökosystemen integrieren lassen.

In menschenzentrierten Datenökosystemen steht der Mensch in seiner Rolle als Privatperson mit seinen zum Teil hochsensiblen und schützenswerten Daten als zentraler Akteur im Mittelpunkt. Er ist zugleich Datenlieferant und Anwender der KI-Systeme, häufig ohne dass er sich dessen aktiv bewusst ist (Gursoy et al. 2019). Umso wichtiger ist es, dass die datenverarbeitenden KI-Systeme ethischen Grundsätzen folgen, die das Wohl und die Interessen des Menschen in den Fokus rücken. Bislang fokussiert der überwiegende Teil der existierenden Forschungsarbeiten zu ethischer KI jedoch eine bloße Konzeption und Definition von Prinzipien und es mangelt an konkreten Vorschlägen darüber, wie ethisch korrekte KI ausgestaltet sein sollte (Seppälä et al. 2021).

Gleichzeitig ist eine zunehmende Regulierung von KI-Systemen durch die Europäische Union zu beobachten (vgl. Kapitel 2). Für die Identifikation regulatorischer Anforderungen wurden in Beitrag B#3 die ALTAI analysiert und deren zentrale Aspekte als Kernaussagen zusammengefasst. Das Ergebnis dieser Analyse ist in Tab. 3 dargestellt. Die aus der ALTAI abgeleiteten Anforderungen stellen einen Kernbaustein für die Entwicklung des in Kapitel 5.2.2.2 beschriebenen Vorgehensmodells dar.

Tab. 3. Zusammenfassung der aus der ALTAI abgeleiteten Anforderungen (Kortum et al. 2022c)

ID	Section Name	Summary and Headwords
R1	Human Agency and Oversight	<ul style="list-style-type: none"> Assess possible influences of the AI system to individual humans, particularly as the systems guides, influences or supports human decision making (Human Agency and Autonomy, #1.1) Enable humans to intervene AI system at all times (Human Oversight, #1.2)
R2	Technical Robustness and Safety	<ul style="list-style-type: none"> Protect the system from physical and cyber attacks and assess the risks that arise in case of abuse/deficiency (Resilience to Attack and Security, #2.1) Assess risks that might arise from sloppy design (General Safety, #2.2) Assess the effects that inaccurate predictions of the system would put forward (Accuracy, #2.3) Put forward means to compensate for the system in case of failure and ongoingly validate it (Reliability, fallback plans and reproducibility, #2.4)
R3	Privacy and Data Governance	<ul style="list-style-type: none"> Handle personal (user) data responsibly (Privacy, #3.1) Assure integrity of data quality and content (Data Governance, #3.2)
R4	Transparency	<ul style="list-style-type: none"> Assure that the principle of operation and the decisions of the AI system remain traceable (Traceability, #4.1) Encourage the user's understanding of the AI system's decisions (Explainability, #4.2) Communicate possible risks and limitations of the AI system to users and, if applicable, provide disclaimers (Communication, #4.3)
R5	Diversity, Non-Discrimination and Fairness	<ul style="list-style-type: none"> Design data sets and algorithms such that results are fair with respect to diversity and representativeness (Avoidance of unfair bias, #5.1) Make sure that the system can be used by everyone, including people with special needs or preferences (Accessibility and Universal Design, #5.2) Consult stakeholders during the development of the AI system (Stakeholder Participation, #5.3)
R6	Societal and Environmental Well-Being	<ul style="list-style-type: none"> Monitor and reduce negative impacts on the environment (Environmental Well-Being, #6.1) Monitor impact on the working environment and required skills and make efforts to adapt (Impact on Work and Skills, #6.2) Monitor and reduce negative impact that the AI system may have on society and democracy (Impact on Society at large or Democracy, #6.3)
R7	Accountability	<ul style="list-style-type: none"> Make sure that the system can be audited independently from its development (Auditability, #7.1) Constantly monitor possible risks that arise in the scope of the AI system and explicate trade-offs between the ethical principles (Risk Management, #7.2)

5.2.1.4 Anforderungen des Arbeitsmarktes an die Entwicklerinnen und Entwickler von KI-Systemen

Während Beitrag B#3 vornehmlich den Menschen als zentralen Akteur im Datenökosystem und damit als durch die Auswirkungen von KI Betroffenen, betrachtet, legt Beitrag B#4 den Fokus auf den Menschen in seiner Rolle als Engineer von KI-Systemen und analysiert, welche Anforderungen der Arbeitsmarkt an diese Rolle stellt.

Zu diesem Zweck wird in Beitrag B#4 eine auf Text-Mining-Algorithmen basierende Analyse-Pipeline vorgestellt, um Stellenanzeigen mit KI-Bezug zu analysieren und relevante Fertigkeiten und Kompetenzen zu identifizieren. Konkret wurden Stellenanzeigen der zwei KI-Teildisziplinen Natural Language Processing (NLP) und Computer Vision (CV) von einer

großen internationalen Online-Stellenplattform gesammelt und mit Hilfe von Named Entity Recognition, TF-IDF-Vektoren und Abstandsmaßen analysiert. Es konnte gezeigt werden, dass sich die geforderten Fähigkeiten der beiden Stellenprofile unterscheiden und welche konkreten Anforderungen durch den Arbeitsmarkt an das jeweilige Stellenprofil gestellt werden. Abb. 7 zeigt als Schnittmengendiagramm die KI-bezogenen Fertigkeiten, während Abb. 8 die in den Stellenanzeigen geforderten Softskills und Kenntnisse in Programmiersprachen abbildet. Die Analyse ergab, dass neben technischen Fertigkeiten insbesondere soziale Fertigkeiten durch den Arbeitsmarkt nachgefragt werden.

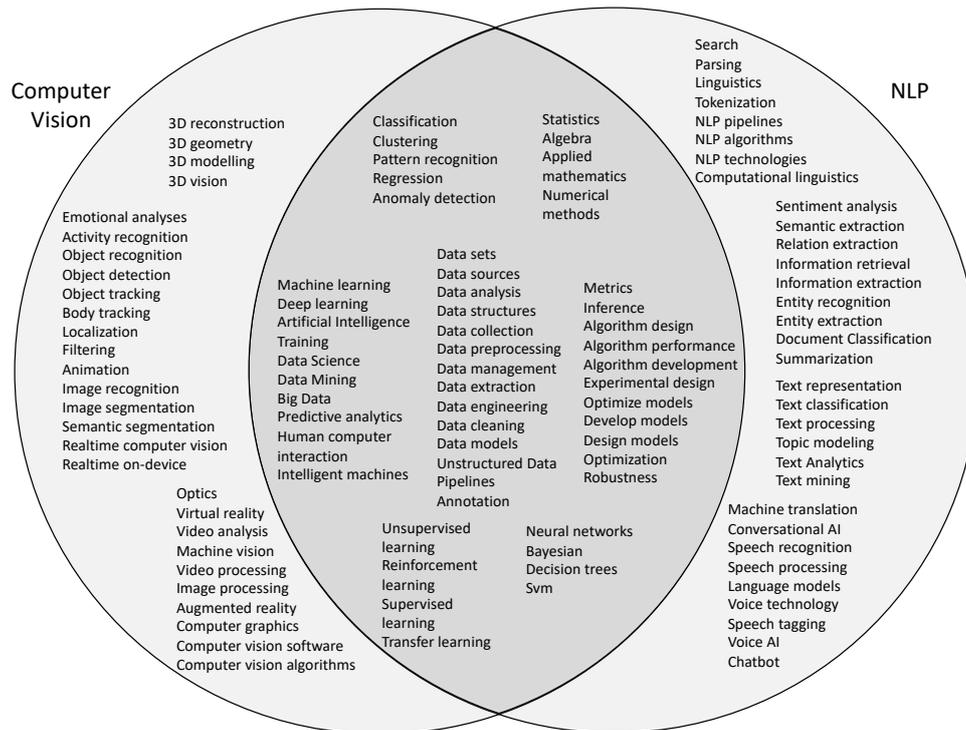


Abb. 7. Durch den Arbeitsmarkt nachgefragte Fertigkeiten mit KI-Bezug (Kortum et al. 2022e)

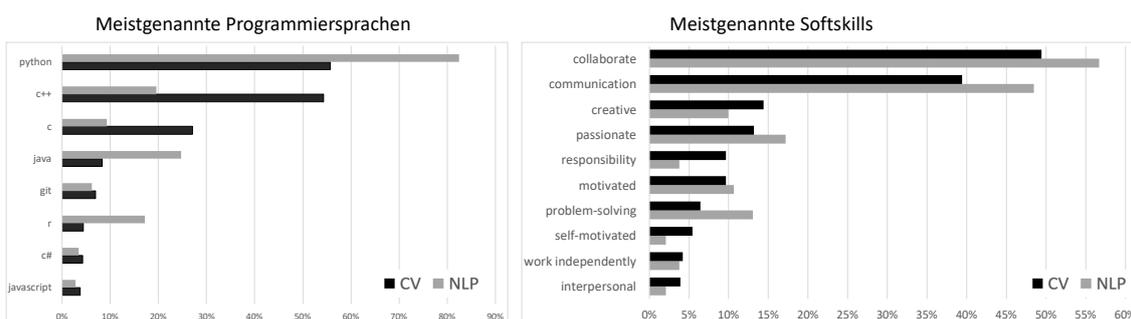


Abb. 8. Auswertung zu nachgefragten Programmiersprachen und Softskills (Kortum et al. 2022e)

5.2.2 Entwicklung und Betrieb von KI-Systemen in menschenzentrierten Datenökosystemen

5.2.2.1 Konzeption eines technischen Plattform-Frameworks für die Entwicklung und den Betrieb von KI-Systemen in menschenzentrierten Datenökosystemen

Aufbauend auf den zuvor erhobenen Anforderungen (vgl. Kapitel 5.2.1.2) wurde in Beitrag B#2 ein Vorschlag für die Ausgestaltung eines technischen Plattform-Frameworks für die

Entwicklung und den Betrieb von KI-Systemen im Datenökosystem Smart Living abgeleitet. Dieses Framework beinhaltet acht Komponenten, die zum Teil im Rahmen des ForeSight-Projektes implementiert und evaluiert wurden. In seiner Gesamtheit muss das Framework einen sicheren Datenaustausch zwischen allen Akteursklassen im Ökosystem sicherstellen, die zuverlässige Orchestrierung von KI-Services ermöglichen sowie zeitgleich den Dateneigentümerinnen und -eigentümern, bei denen es sich sowohl um Unternehmen als auch um natürliche Personen handeln kann, jederzeit die vollständige Kontrolle über die in das Ökosystem eingebrachten Daten gewähren. Um den Bedarfen der unterschiedlichen Stakeholdergruppen gerecht zu werden und Angebot und Nachfrage des Ökosystems zusammenzuführen, folgt das Framework dem Prinzip einer zweiseitigen Marktplattform, die Transaktionen zwischen den beiden Akteurstypen Dateneigentümern und Dienst Anbietern, ermöglicht. Das Framework ist in Abb. 9 dargestellt.

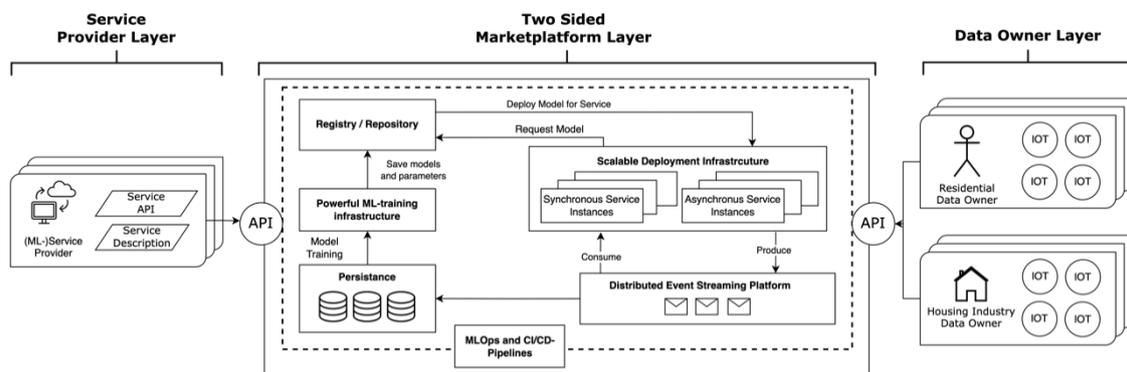


Abb. 9. Technisches Plattform-Framework für die Entwicklung und den Betrieb von KI-Systemen in menschenzentrierten Datenökosystemen (Kortum et al. 2022b)

5.2.2.2 Konzeption eines Vorgehensmodells für die Entwicklung und den Betrieb von vertrauenswürdigen KI-Systemen in menschenzentrierten Datenökosystemen

In Beitrag B#3 wurde ein Vorgehensmodell konzipiert, um die Entwicklung und den Betrieb vertrauenswürdiger KI-Systeme in Datenökosystemen zu unterstützen. Viele bisher existierende Publikationen und Richtlinien zu vertrauenswürdiger KI sind aufgrund ihres hohen Abstraktionsniveaus für Praxisanwenderinnen und Praxisanwender nicht praktikabel einsetzbar. Selbst explizit für die Unternehmenspraxis konzipierte Werkzeuge wie die ALTAI oder die VDE SPEC 90012 (VDE 2022) fokussieren nicht den Entwicklungsprozess als Ganzes, sondern die isolierte Betrachtung von Kriterien vertrauenswürdiger KI. Das in B#3 vorgeschlagene Modell strebt die stärkere Integration von Entwicklungsprozess und konkreten Handlungsempfehlungen an, indem es eine Umkehr der Sichtweise vornimmt und der Struktur eines Vorgehensmodells für die Entwicklung und den Betrieb von KI-Systemen folgt. Den einzelnen Phasen und Aktivitäten des Modells wurden die jeweils relevanten Kriterien vertrauenswürdiger KI zugeordnet. Damit leistet der Beitrag vor allem einen Mehrwert dazu, ein menschenzentriertes Engineering von KI-Systemen in die Breite zu tragen und in der Praxis zu etablieren.

Für die Entwicklung des Vorgehensmodells wurde an die in Beitrag B#1 (Kortum et al. 2022d) beschriebene Literaturrecherche angeknüpft. Auf Basis der identifizierten Literatur erfolgte eine Sammlung von Phasen und Aktivitäten, die anschließend konzeptualisiert und zu einem integrierten Vorgehensmodell für die Entwicklung und den Betrieb von KI-Systemen zusammengefügt wurden. Dieses integrierte Modell beinhaltet sieben Phasen sowie 44 Aktivitäten, die in einem zweiten Arbeitsschritt durch aus der ALTAI abgeleiteten Anforderungen an die Vertrauenswürdigkeit von KI-Systemen (vgl. Kapitel 5.2.1.3) komplementiert wurden. Im Anschluss wurden durch drei der Autoren des Beitrags unabhängig voneinander Mappings des integrierten Vorgehensmodells und der Vertrauenswürdigkeitsanforderungen durchgeführt. Schließlich wurden die Einzelergebnisse im Rahmen eines

Workshops unter Anwendung einer logisch-deduktiven Analyse konsolidiert. Ergebnis des Workshops und Kernergebnis des Beitrags ist das in Abb. 10 dargestellte Vorgehensmodell für die Entwicklung und den Betrieb von vertrauenswürdigen KI-Systemen.

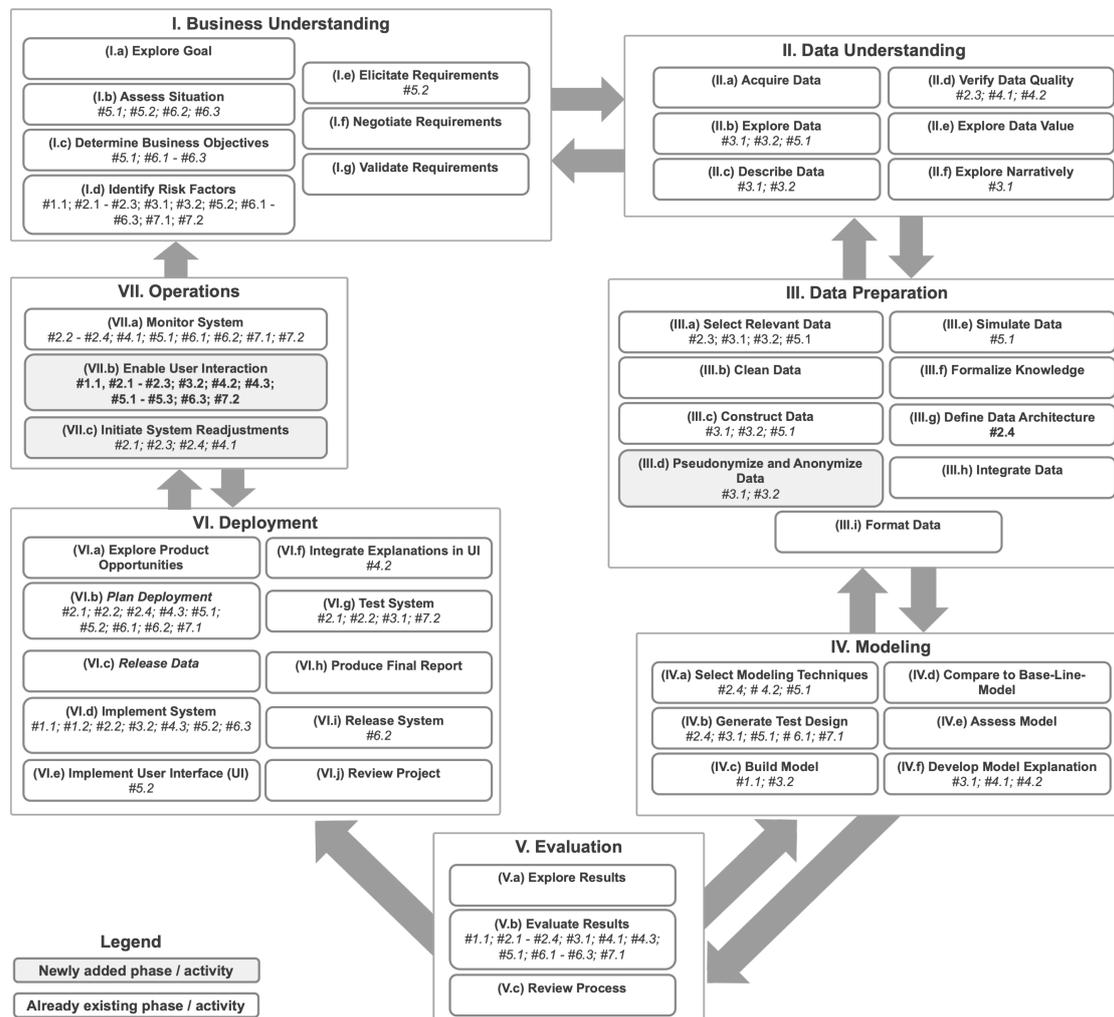


Abb. 10. Vorgehensmodell für die Entwicklung und den Betrieb von vertrauenswürdigen KI-Systemen (Kortum et al. 2022c)

5.2.2.3 Entwicklung einer zentralen Service Registry und eines Analysewerkzeugs für menschenzentrierte Datenökosysteme

Die Beiträge B#5 und B#6 bauen direkt aufeinander auf und beschreiben eine an der Methode des DSR orientierte, iterative Entwicklung eines zentralen Metadaten-Repository für das menschenzentrierte Datenökosystem Smart Living.

In Beitrag B#5 wurde mit der Service Registry zunächst ein Konzept für die Schaffung von Transparenz und Vertrauen im Ökosystem sowie für die Unterstützung eines Engineering von KI-Services erarbeitet, prototypisch implementiert und evaluiert. Mit dem Anspruch, eine akteursübergreifende Entwicklung von KI-Systemen und deren Orchestrierung in menschenzentrierten Datenökosystemen zu unterstützen, wurden auch die im Rahmen von Beitrag B#1 identifizierten Anforderungen und Herausforderungen adressiert. Zugleich repräsentiert die Service Registry eine der zentralen Komponenten des in Beitrag B#2 vorgestellten technischen Architektur-Frameworks (vgl. Abb. 9).

Die Service Registry soll als Informationssystem die verschiedenen Akteursgruppen mit Meta-Informationen zu allen im Ökosystem existierenden KI-Services versorgen und dadurch die Menschenzentrierung stärken. So stellt sie z. B. transparent dar, ob ein Service personenbezogene oder anderweitig schützenswerte Daten verarbeitet, ob ein Service eine

Zertifizierung aufweist (z. B. nach VDE SPEC 90012) oder welches Sicherheitslevel ein Service erfüllt.

Auch werden Abhängigkeiten und Beziehungen in Form von Datenflüssen zwischen den Services mit dem Ziel offengelegt, die Datensouveränität von Dateneigentümerinnen und Dateneigentümern zu stärken und Konsumentinnen und Konsumenten eine informierte Entscheidung in Bezug auf eine potenzielle Nutzung zu ermöglichen. Für die initiale Erhebung von Anforderungen wurde sich an Konzeptdokumente der europäischen Initiative Gaia-X⁵ orientiert, die anschließend von mehreren Fach- und Technikexpertinnen und -experten des Smart-Living-Ökosystems bewertet und um konkrete domänenspezifische Anforderungen ergänzt wurden. Abb. 11 skizziert die technische Grundstruktur der Service Registry, während in Abb. 12 die webbasierte Oberfläche der Anwendung dargestellt ist.

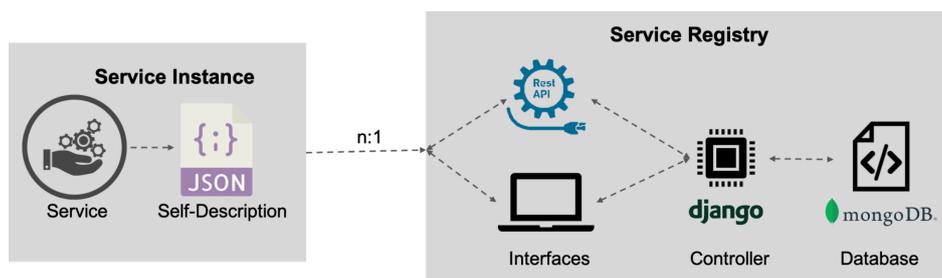


Abb. 11. Technische Grundstruktur der Service Registry (Rebstadt et al. 2021)

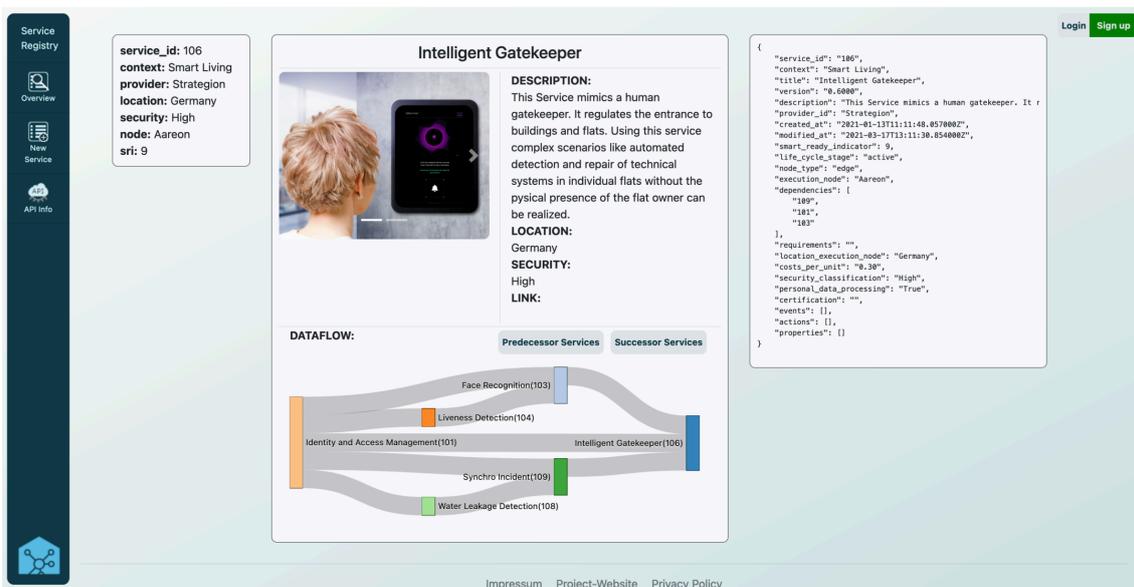


Abb. 12. Webbasiertes User Interface der Service Registry zur Visualisierung von Beziehungen zwischen Services (Rebstadt et al. 2021)

Im Rahmen einer Ex-Post-Evaluation der Service Registry wurden die zuvor erhobenen Anforderungen in einen Fragenkatalog überführt, der anschließend durch Expertinnen und Experten der Smart-Living-Domäne in semi-strukturierten Interviews beantwortet wurde. Dazu erhielten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer einen Live-Zugang zu der Service Registry.

Die Evaluation aus Beitrag B#5 stellt gleichzeitig den Einstiegspunkt für Beitrag B#6 und die zweite Iterationsstufe des DSR-basierten Entwicklungsprozesses dar. Auf Basis des

⁵ Gaia-X ist eine europäische Initiative, in deren Rahmen Vertreterinnen und Vertreter aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik auf internationaler Ebene einen Vorschlag für die Realisierung von modernen Datenökosystemen entwickeln. Ziel von Gaia-X ist es, einen offenen, transparenten und sicheren digitalen Rahmen zu schaffen, in dem Daten und Dienste in einem vertrauensvollen Umfeld zur Verfügung gestellt, gesammelt und genutzt werden können (Hoppe et al. 2020).

gesammelten Feedbacks der Nutzerinnen und Nutzer wurde die Service Registry um eine Analysekomponente – den Smart Service Analyzer – erweitert.

Der Analyzer hat das Ziel, Nutzerinnen und Nutzern eine tiefgehende Analyse der Beziehungen und Abhängigkeiten von Daten, Services und Akteuren im Ökosystem zu ermöglichen. Für die Ableitung von Informationsbedarfen und Anforderungen wurden initial verschiedene Personas gebildet, die bei der Konzeptionierung und prototypischen Implementierung als Nutzende des Systems berücksichtigt wurden. Kernidee der in Beitrag B#6 vorgestellten Erweiterung ist es, Datenökosysteme als Netzwerkgraphen zu modellieren, mithilfe von Methoden der Netzwerktheorie zu analysieren und durch Metriken quantifizierbar zu machen. Die sich daraus ergebende Mapping-Logik ist in Abb. 13 dargestellt.

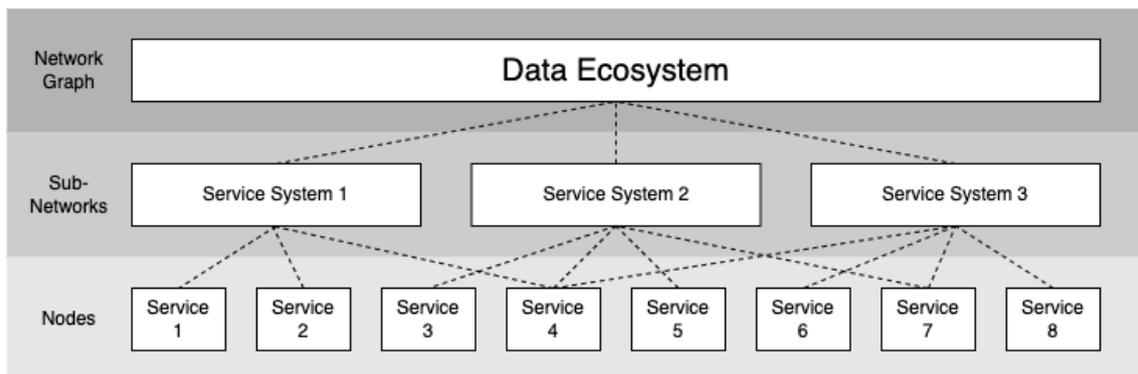


Abb. 13. Modellierung von Datenökosystemen als Netzwerkgraphen (Kortum et al. 2022a)

Durch die Repräsentation des Ökosystems als Netzwerkgraph können verschiedene Metriken berechnet werden, die z. B. Aussagen über die Robustheit des Ökosystems gegenüber Ausfällen erlauben und Ansatzpunkte für dessen Optimierung liefern. Die Ergebnisse werden den Nutzerinnen und Nutzern über eine intuitiv bedienbare Weboberfläche bereitgestellt (vgl. Abb. 14).

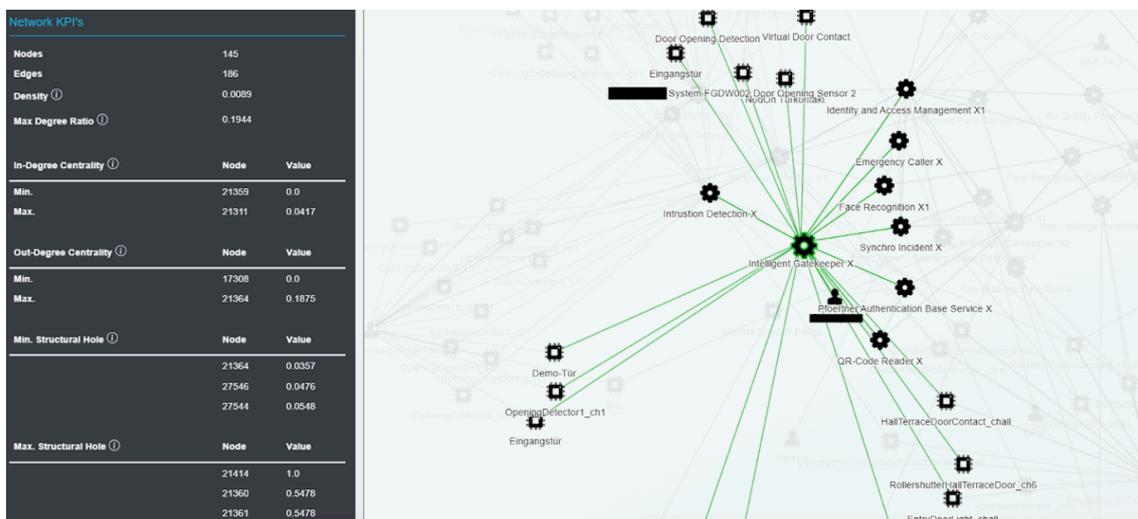


Abb. 14. Nutzeroberfläche des Analyzers für die Darstellung von Graph-KPIs und Visualisierung des Netzwerkgraph (Kortum et al. 2022a)

5.2.2.4 Prototypische Implementierung des intelligenten Gebäudepfortners als menschenzentriertes KI-System im Datenökosystem Smart Living

Während die in den Beiträgen B#2, B#3, B#5 und B#6 entwickelten Artefakte eine Unterstützung für das menschenzentrierte Engineering von KI-Systemen darstellen, liefert Beitrag

B#7 Erkenntnisse darüber, wie eine Instanziierung eines solchen KI-Systems gestaltet sein kann.

Im Kontext des Smart Living Use Case eines automatisierten, KI-basierten Zutrittsmanagements, das Nutzerinnen und Nutzern einen barrierefreien Zugang zum Wohngebäude ermöglichen soll, wurde der Prototyp des intelligenten Gebäudepförtners implementiert. Im Zentrum des Entwicklungsprozesses standen dabei die menschlichen Nutzerinnen und Nutzer und ihre Interaktion mit dem KI-System. Als wichtige Eigenschaften für die Akzeptanz durch die Nutzerinnen und Nutzer sowie durch die Wohnungswirtschaftsunternehmen, wurden die Kriterien Transparenz und Diskriminierungsfreiheit identifiziert.

Um die Herausforderungen im Zusammenhang mit Diskriminierung für die Domäne Smart Living vollständig zu verstehen und als Input in die Entwicklung des intelligenten Gebäudepförtners einfließen lassen zu können, wurde ein multimethodischer Ansatz gewählt. Dazu gehörten eine Analyse der einschlägigen Literatur zu diesem Thema sowie Fokusgruppeninterviews mit Expertinnen und Experten aus der Wohnungswirtschaft. Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse erfolgte dann die Entwicklung einer modularen Grundarchitektur des Pförtnersystems, die in Abb. 15 dargestellt ist.

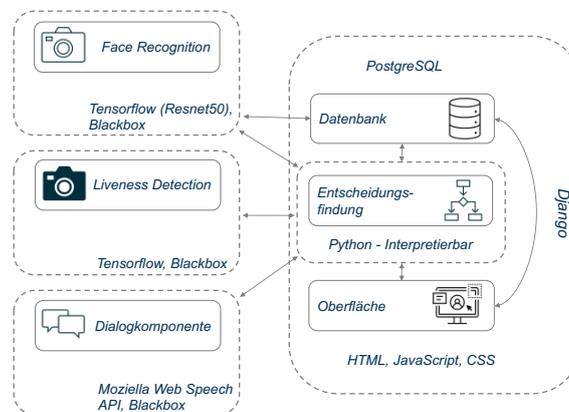


Abb. 15. Modulare Grundarchitektur des intelligenten Gebäudepförtners (Rebstadt et al. 2022)

Wie aus der Abbildung hervorgeht, wurde das System in mehrere Hauptkomponenten aufgeteilt. Die Gesichtserkennung, die Lebenserkennung und die Dialogkomponenten sind unabhängig voneinander austauschbare KI-Module, die über die Entscheidungskomponente und eine Benutzeroberfläche zusammengeführt werden. Um den Anforderungen an Transparenz und Diskriminierungsfreiheit gerecht zu werden, wurden die einzelnen Komponenten auf Diskriminierungsrisiken hin untersucht und Erklärungsfunktionen implementiert. Letztere klären die Nutzerinnen und Nutzer über den aktuellen Grad der Nicht-diskriminierung auf, um ihnen die Möglichkeit zu geben, fundierte Entscheidungen in Bezug auf die Nutzung des Systems zu treffen. Abb. 16 zeigt die Oberfläche des Pförtners sowie die Erklärungskomponenten für die Lebenserkennung und die Gesichtserkennung.

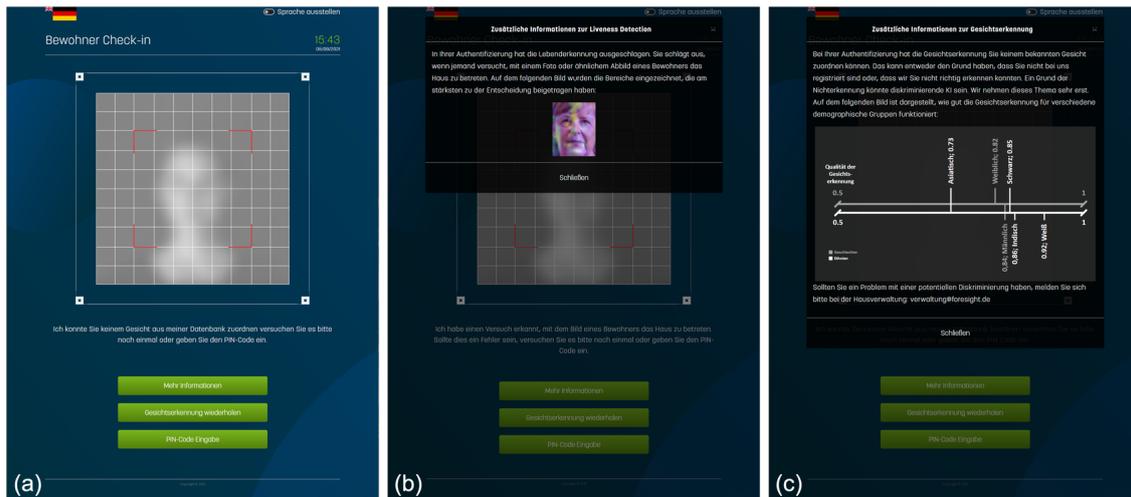


Abb. 16. Nutzeroberfläche des intelligenten Gebäudepfortners und Darstellung der Erklärungskomponenten (Rebstadt et al. 2022)

In einem letzten Schritt wurden aus den konkreten Anforderungen und den im Rahmen der Implementierung gewonnenen Erkenntnissen in einem Workshop allgemeine Handlungsempfehlungen abgeleitet und in ein Vorgehensmodell integriert, um eine Übertragbarkeit des Vorgehens auf andere Anwendungsfälle zu ermöglichen.

5.2.3 Entwicklung von datenbasierten Geschäftsmodellen für menschenzentrierte Datenökosysteme

Beitrag B#8 fokussiert in Übereinstimmung mit der Forschungsfrage FF#3 die Geschäftsmodellperspektive und untersucht, wie ein Angebot einzelner KI-Services zu einem datenbasierten Geschäftsmodell für Datenökosysteme weiterentwickelt werden kann. Gemeinsam mit Praxisexpertinnen und -experten wurde eine Fallstudie zum Einsatz von KI-Systemen für die Verbesserung der Kundenbindung in einer Kfz-Werkstatt durchgeführt. Das der Untersuchung zugrunde liegende Datenökosystem ist von Informationsasymmetrien geprägt. Die Vertragswerkstätten verfügen durch ihren Zugriff auf die Schnittstellen der Hersteller über detaillierte Informationen zum Fahrverhalten sowie den Kilometerständen ihrer Kundinnen und Kunden (Datenlieferanten) und sind damit in der Lage, bedarfsgerecht Services anbieten zu können. Freien Werkstätten liegen diese Informationen hingegen nicht vor. Gleichzeitig handelt es sich bei den Daten zum Fahrverhalten um sensible Daten, deren Nutzung die Kundinnen und Kunden oft nicht wissentlich zugestimmt haben.

Die Durchführung der Fallstudie orientierte sich am CRISP-DM-Modell. In einem ersten Schritt wurde untersucht, ob allein auf Basis der den freien Werkstätten vorliegenden Daten KI-basierte Prognosemodelle trainiert werden können, die in der Lage sind, mit ausreichender Genauigkeit die Fahrleistung von Werkstattkunden und daraus abgeleitet, die optimalen Werkstattintervalle zu prognostizieren. Es konnte gezeigt werden, dass durch eine qualifizierte Analyse der Werkstattdaten ggf. kritische Daten zum Fahrverhalten der Kundinnen und Kunden substituiert werden können und die entwickelten Prognosemodelle den Praxisanforderungen genügen.

Das Ergebnis der Fallstudie wurde als Ausgangslage verwendet, um den KI-basierten Prognoseservice zu einem plattformbasierten Geschäftsmodell für das Datenökosystem weiterzuentwickeln. Dieses Geschäftsmodell ist nach dem Business Modell Canvas Framework (Osterwalder, Pigneur 2010) strukturiert und in Abb. 17 dargestellt. Im Wesentlichen beruhen die Wertschöpfung und die Wertangebote des beschriebenen Geschäftsmodells auf einer arbeitsteiligen Analyse von Daten, bei der die Daten von Datenlieferanten zur Verfügung gestellt, die KI-Funktionalitäten von Datenbefähigern entwickelt und von Datenkonsumenten nachgefragt werden. Auf diese Weise entsteht eine datenbasierte Wertschöpfungskette mit einem Mehrwert für alle Akteure im Datenökosystem.

Das Geschäftsmodell wurde induktiv aus einer Fallstudie der Domäne Mobilität hergeleitet. Es lässt sich jedoch im Kern auf andere Datenökosysteme übertragen, wodurch es eine praktische Orientierungshilfe für Datenlieferanten, Datenbefähiger und Datenkonsumenten darstellt, sich in ihrem jeweiligen Ökosystem zu positionieren.



Abb. 17. Darstellung eines Geschäftsmodells für Datenökosysteme als Business Model Canvas (Kortum et al. 2021)

5.3 Theoretische Implikationen

Dem Verständnis des Kreislaufs wissenschaftlicher Erkenntnisprozesse nach Eberhard (1999, S. 16) folgend lassen sich aus der Realisierung von Erkenntnisangeboten Implikationen für zukünftige Forschungsaktivitäten ableiten. Die Beantwortung der übergeordneten Forschungsfrage FF bringt als zentrales Erkenntnisangebot das Wissen hervor, wie ein Engineering von KI-Systemen in menschenzentrierten Datenökosystemen ausgestaltet sein kann, um den vielfältigen Herausforderungen gerecht zu werden. In diesem Sinne erweitern die Forschungsergebnisse dieser Dissertationsschrift den Wissensbestand der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik insbesondere in den Bereichen des menschenzentrierten Engineering von KI-Systemen und der Datenökosysteme. Nachfolgend werden die konkreten theoretischen Implikationen erläutert.

(1) Die im Rahmen der Beantwortung von Teilforschungsfrage FF#1 erhobenen Anforderungen an ein Engineering von KI-Systemen in menschenzentrierten Datenökosystemen und die daraus abgeleiteten Bedarfe liefern Implikationen, die über das zentrale Erkenntnisinteresse dieser Dissertation hinaus von Relevanz für den wissenschaftlichen Diskurs sein können. Sie beeinflussen verwandte Forschungsfelder, wie z. B. den Forschungsbereich ethischer KI.

(2) Weiterhin wurde im Zuge der Beantwortung von FF#1 aufgezeigt, dass in menschenzentrierten Datenökosystemen über verschiedene Akteure hinweg kaskadierende Abhängigkeiten zwischen den diversen Datenquellen und Services des Ökosystems bestehen und wie diese sich durch Informationssysteme – wie eine Service Registry oder einen Analyzer – abbilden lassen. Hieraus ergeben sich weitere Implikationen, z. B. im Hinblick darauf, wie die Wertschöpfungsbeziehungen zwischen den einzelnen Akteuren und deren in das Datenökosystem eingebrachte Komponenten (z. B. Daten und Services) erfasst und auf faire und transparente Weise Wertbeiträge ermittelt werden können.

(3) Die Beantwortung von Teilforschungsfrage FF#2 liefert durch entwickelte IT-Artefakte in Form von prototypischen Implementierungen, Vorgehensmodellen und Werkzeugen weitere Implikationen für eine quantitativ-empirisch ausgerichtete Folgeforschung. Die Artefakte können durch einen breiten Anwenderkreis aus Wissenschaft und Praxis genutzt werden, woraus sich für die Zukunft ein auf den gewonnenen Erkenntnissen aufbauendes,

behavioristisches Erkenntnisinteresse in Bezug auf die Nutzung der Artefakte in der Praxis ableitet. Auf diese Weise können in Zukunft quantitativ-empirische Erkenntnisse über das Forschungsfeld gesammelt werden, die die Erkenntnisangebote dieser Arbeit komplementieren.

(4) Auch für Forschungsarbeiten im Bereich der wissenschaftlichen Theoriebildung liefern die Forschungsergebnisse dieser Dissertation Anknüpfungspunkte. So könnten zukünftige Forschungsarbeiten untersuchen, wie die im Rahmen dieser Dissertation gewonnenen Erkenntnisse die Theoriebildung in den Wirtschaftswissenschaften im Allgemeinen und der Wirtschaftsinformatik im Speziellen beeinflussen können. Aufgrund des gestaltungsorientierten Ansatzes dieser Dissertationsschrift wurde diese Perspektive in den Kernbeiträgen weitgehend ausgeklammert.

5.4 Praktische Implikationen

Dem Charakter einer gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik entsprechend offeriert die vorliegende Dissertationsschrift durch ihren Fokus auf ein aktionales Erkenntnisinteresse und den aktional geprägten Erkenntnisangeboten in Form einer Entwicklung von IT-Artefakten ein hohes praktisches Anwendungspotenzial.

Die für einen erfolgreichen Praxistransfer notwendige Berücksichtigung der Unternehmensperspektive wurde durch einen konsequenten Einbezug von Praxiswissen in den Erkenntnisprozess – z. B. im Rahmen von Experteninterviews, Fokusgruppen, Dokumentanalysen und Fallstudien – sichergestellt. Ein Großteil der entwickelten Artefakte liefern konkrete Praxisimplikationen, die im Folgenden erläutert werden.

(1) In menschenzentrierten Datenökosystemen, wie z. B. in der Smart-Living-Domäne, stellt eine Fokussierung der entwickelten KI-Systeme auf ihre menschlichen Nutzerinnen und Nutzer einen wichtigen Faktor für die Akzeptanz dar. Die Bedeutung der damit einhergehenden Vertrauenswürdigkeit wird durch die Europäische Kommission als so zentral eingestuft, dass durch eine Expertengruppe entsprechende Ethikleitlinien für eine vertrauenswürdige KI herausgegeben wurden (High-Level Expert Group on Artificial Intelligence 2019). Zudem sind mit dem Rechtsrahmen zur Einordnung von KI-Systemen (European Union 2021), dem voraussichtlich ab 2023 in Kraft tretenden Datengesetz (European Union 2022a) sowie dem Gesetz über Digitale Märkte (European Union 2022b) weitere Regulierungsmaßnahmen geplant oder bereits umgesetzt. Es ist daher zu erwarten, dass sich insbesondere für Unternehmen, die KI für Datenökosysteme entwickeln, in denen der Mensch eine übergeordnete Rolle einnimmt, in den nächsten Jahren eine rechtliche Notwendigkeit für eine stärkere Menschzentrierung ergeben wird.

(2) In Einklang mit dieser Entwicklung kann das in Beitrag B#3 vorgestellte, aus der AL-TAI abgeleitete Vorgehensmodell Unternehmen dabei unterstützen, eine vertrauenswürdige Entwicklung und einen vertrauenswürdigen Betrieb von KI-Systemen zu etablieren und damit eine stärkere Menschorientierung und Konformität zu relevanten Regularien zu erreichen. Dabei ermöglicht die gezielte Verknüpfung von konkreten Anforderungen an vertrauenswürdige KI-Systeme mit den einzelnen Phasen und Aktivitäten eines etablierten Vorgehensmodells insbesondere kleineren Unternehmen mit begrenzten Personalressourcen einen einfachen praxisnahen Einstieg in das Thema.

(3) Ein häufiges Problem aktuell existierender Leistungsangebote in Datenökosystemen stellt eine zu starke Fokussierung vieler Unternehmen auf die eigenen Ressourcen und die daraus resultierende Silobildung dar. Von konkretem Nutzen kann daher die in dieser Dissertation eingenommene Ökosystemperspektive sein. Diese kann den Akteuren dabei helfen, ihren Horizont über die eigenen Unternehmensgrenzen hinaus zu erweitern und ein Engineering von KI-Systemen sowie die Lebenszyklen dieser Systeme ganzheitlich zu denken und sich selbst als Teil eines größeren Systems mit entsprechenden Interdependenzen zu begreifen. Das im Rahmen der Beantwortung von FF#1 entwickelte Modell für eine akteursübergreifende Integration von Daten- und Service-Lebenszyklen sowie die gesammelten Herausforderungen können die Entwicklung ganzheitlicher Lösungen unterstützen,

indem sie Interdependenzen zwischen den Systemen und Daten der involvierten Akteure transparent machen und so die Hürden für eine kooperative Zusammenarbeit in Datenökosystemen senken.

(4) In Bezug auf die Entwicklung und den Betrieb von KI-Systemen innerhalb menschzentrierter Datenökosysteme bietet das in B#2 vorgestellte Plattform-Framework für Entwickelnde, Betreibende und Nutzende eine Blaupause für die Schaffung einer technologischen Basisarchitektur. Das Framework fokussiert dabei explizit den Menschen in seiner Rolle als zentraler Akteur und Dateneigentümer.

(5) Die gewonnenen Erkenntnisse können helfen, die Erfolgchancen und die Akzeptanz von Datenökosystemen zu erhöhen und liefern dadurch Implikationen für Projektinitiativen, wie z. B. Gaia-X. Ein entsprechender Transfer wurde in den vergangenen Jahren bereits angestoßen. So war der Autor dieser Dissertation an der Mitarbeit in diversen Arbeitsgruppen und als Contributor an der Erstellung von Statusberichten der Gaia-X-Initiative beteiligt.

(6) Für in Datenökosystemen, wie Gaia-X, agierende Akteure entstehen völlig neue Möglichkeiten der Monetarisierung und der Transformationen des eigenen Geschäftsmodells. Im Rahmen der Beantwortung von FF#3 wurde in Beitrag B#8 exemplarisch anhand einer Fallstudie skizziert, wie eine Autowerkstadt als klassisches Dienstleistungsunternehmen durch die Nutzung eines KI-Systems eine stärkere Kundenorientierung erreichen und damit Wettbewerbsvorteile für ihr Kerngeschäft generieren kann. Die konsequente Weiterverfolgung dieses Ansatzes und die evolutionäre Weiterentwicklung von einem Angebot punktueller KI-Services hin zu ganzheitlichen KI-Service-Plattformen innerhalb eines Datenökosystems birgt für Unternehmen ein hohes Potenzial, das eigene Geschäftsmodell zu transformieren. Für jeden der grundlegenden Akteurstypen eines Datenökosystems existieren entsprechende Potenziale. In diesem Sinne stellt das in Beitrag B#8 vorgestellte Geschäftsmodell ein Referenzmodell für klassische Unternehmen dar, ihr Geschäftsmodell entlang der für sie relevanten Akteurstypen weiterzuentwickeln. Von entscheidender Bedeutung wird es hierbei sein, dass es den Unternehmen gelingt, menschenzentrierte Lösungen zu etablieren, die den Menschen als Eigentümer und Souverän seiner Daten am wirtschaftlichen Erfolg partizipieren lassen.

5.5 Limitationen

Den Anspruch an wissenschaftliche Rigorosität entsprechend wurden die dargelegten Forschungsergebnisse unter Anwendung anerkannter Forschungsmethoden (vgl. Kapitel 4.2) hergeleitet. Die in die Dissertationsleistung eingebrachten Beiträge haben allesamt ein doppelblindes Begutachtungsverfahren durchlaufen und wurden in etablierten Publikationsorganen für die Wirtschaftsinformatik nach den Rankings des Verbandes der Hochschullehrer (VHB, JOURQUAL-Ranking) und der im VHB organisierten Wissenschaftlichen Kommission für Wirtschaftsinformatik (WKWI) veröffentlicht.

Obwohl die positiven Bewertungen im Rahmen der Begutachtungsverfahren den wissenschaftlichen Anspruch dieser Dissertation untermauern (Österle et al. 2010), ist sie – wie auch jede andere Forschung – nicht frei von Limitationen.

Die in Kapitel 5.3 beschriebenen theoretischen Implikationen stellen zum Teil auch Limitationen dieser Dissertationsschrift dar. So lässt sich anführen, dass die durchgeführten Untersuchungen vornehmlich auf qualitativen Aspekten beruhen. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass die Erforschung von Datenökosystemen im Allgemeinen und die Untersuchung einer gezielten Konzeption und Entwicklung von KI-Systemen in menschenzentrierten Datenökosystemen im Speziellen junge Forschungsfelder darstellen. Somit existieren aktuell wenig Ansatzpunkte für eine evidenzbasierte, quantitative Forschung. Sofern die im Rahmen dieser Arbeit entwickelten IT-Artefakte jedoch durch eine breite Unternehmenspraxis adaptiert werden, ergeben sich vielfältige Potenziale für komplementäre quantitativ orientierte Forschungsansätze (vgl. Kapitel 5.3).

Aufgrund des Faktums, dass die Wirtschaftsinformatik als noch junge Forschungsdisziplin einen Mangel an etablierten und fundierten, theoretischen Grundlagen aufweist (Lehner 2013, S. 20) sowie um den gestaltungsorientierten Fokus dieser Arbeit zu wahren, wurde die Perspektive der Theoriebildung in den Kernbeiträgen weitgehend ausgeklammert.

Eine weitere Limitation besteht hinsichtlich einer Generalisierbarkeit der Ergebnisse auf sämtliche menschenzentrierte Datenökosysteme. Ein Großteil der Ergebnisse beruht auf Erkenntnissen, die aus dem Datenökosystem Smart Living gewonnen wurden sowie auf einer Fallstudie aus der Domäne Mobilität. Zwar ist das Datenökosystem Smart Living sehr weit gefasst und beinhaltet auch Schnittstellen in andere Anwendungsdomänen, wie z. B. Gesundheit, Logistik oder Energie (Fischer et al. 2020), wodurch ein gewisses Maß an Generalisierung erreicht wird, dennoch kann diese Arbeit keinen Anspruch auf eine Generalgültigkeit der Ergebnisse für sämtliche menschenzentrierten Datenökosysteme erheben.

Gleiches gilt für die durch Experteninterviews, Fokusgruppen und Dokumentenanalysen erhobenen Praxisanforderungen. Bei den interviewten Expertinnen und Experten sowie analysierten Use-Case-Dokumenten handelt es sich lediglich um Stichproben, welche nicht notwendigerweise die Grundgesamtheit repräsentieren und das gesamte Spektrum an Perspektiven und Erfahrungen widerspiegeln müssen. Um dieser Einschränkung entgegenzuwirken, wurde bei der Auswahl der interviewten Fachkräfte darauf geachtet, dass diese über signifikante Berufserfahrungen verfügen und verschiedenen Einzelunternehmen mit unterschiedlicher Ausrichtung entstammen.

Weitere Limitationen beziehen sich auf die expliziten Erkenntnisinteressen der einzelnen Beiträge und wurden in diesen adressiert.

6 Zusammenfassung

Damit die Potenziale von KI-Systemen und ihres Einsatzes in menschenzentrierten Datenökosystemen in Zukunft realisiert und damit verbundene gesellschaftliche sowie wirtschaftliche Mehrwerte für die Gesamtheit einer pluralistischen Gesellschaft erzielt werden können, ist eine stärkere Fokussierung auf den Menschen als zentralen Akteur notwendig.

Durch die Beantwortung der übergeordneten Forschungsfrage zeigt diese Arbeit, wie ein auf den Menschen zentriertes Engineering von KI-Systemen in Datenökosystemen gestaltet werden kann. Dazu wurden zunächst im Rahmen der Beantwortung von FF#1 zentrale Anforderungen, die aus den verschiedenen Perspektiven an ein Engineering von KI-Systemen in menschenzentrierten Datenökosystemen gestellt werden, erhoben und konzeptualisiert. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen liefern die aus FF#2 hervorgegangenen Ergebnisse in Form von Artefakten eine Auswahl an Frameworks, Modellen und prototypischen Implementierungen von Werkzeugen, die ein solches Engineering unterstützen. Ebenfalls wurde mit dem intelligenten Türpförtner ein Beispiel für ein menschenzentriertes KI-System aus der Domäne Smart Living prototypisch implementiert. Die Beantwortung von FF#3 fokussiert die wirtschaftliche Perspektive und liefert einen Vorschlag für ein datenbasiertes Geschäftsmodell für das Angebot von KI-Services in Datenökosystemen.

Die gewonnenen Erkenntnisse liefern zahlreiche Implikationen für weiterführende Forschungsarbeiten sowie für eine Adaption durch in menschenzentrierten Datenökosystemen agierende Unternehmen.

7 Literatur

- Ali, M.; Sapiezynski, P.; Bogen, M.; Korolova, A.; Mislove, A.; Rieke, A. (2019): Discrimination through optimization: How Facebook's Ad delivery can lead to biased outcomes. Proceedings of the ACM on human-computer interaction CSCW(3):1-30.
- Awad, E.; Dsouza, S.; Kim, R.; Schulz, J.; Henrich, J.; Shariff, A.; Bonnefon, J.-F.; Rahwan, I. (2018): The moral machine experiment. *Nature* 7729(563):59-64.
- Baecker, J.; Böttcher, T.P.; Weking, J. (2021): How Companies Create Value From Data – A Taxonomy on Data, Approaches, and Resulting Business Value. European Conference on Information Systems (ECIS) 2021.
- Becker, J.; Holten, R.; Knackstedt, R.; Niehaves, B. (2004): Epistemologische Positionierungen in der Wirtschaftsinformatik am Beispiel einer konsensorientierten Informationsmodellierung. In: Frank, U. (Hrsg.): *Wissenschaftstheorie in Ökonomie und Wirtschaftsinformatik: Theoriebildung und -bewertung, Ontologien, Wissensmanagement*. Wiesbaden, Deutscher Universitätsverlag, 335-366.
- Becker, J.; Niehaves, B.; Olbrich, S.; Pfeiffer, D. (2009): Forschungsmethodik einer Integrationsdisziplin – Eine Fortführung und Ergänzung zu Lutz Heinrichs 'Beitrag zur Geschichte der Wirtschaftsinformatik' aus gestaltungsorientierter Perspektive. In: Becker, J.; Krcmar, H.; Niehaves, B. (Hrsg.): *Wissenschaftstheorie und gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik*. Heidelberg, Physica-Verlag, 1-22.
- Belanger, F. (2012): Theorizing in information systems research using focus groups. *Australasian Journal of Information Systems* 2(17):109-135.
- Berkemeier, L.; Werning, S.; Zobel, B.; Ickerott, I.; Thomas, O. (2017): Der Kunde als Dienstleister: Akzeptanz und Gebrauchstauglichkeit von smart glasses im self-service. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik* 5(54):781-794.
- Bogner, A.; Littig, B.; Menz, W. (2009): Introduction: Expert Interviews – An Introduction to a New Methodological Debate. In: Bogner, A.; Littig, B.; Menz, W. (Hrsg.): *Interviewing Experts*. London, Palgrave Macmillan UK, 1-13.
- Bowen, G.A. (2009): Document Analysis as a Qualitative Research Method. *Qualitative Research Journal* 2(9):27-40.
- vom Brocke, J.; Simons, A.; Niehaves, B.; Niehaves, B.; Reimer, K.; Plattfaut, R.; Cleven, A. (2009): Reconstructing the giant: On the importance of rigour in documenting the literature search process. European Conference on Information Systems (ECIS) 2009.
- Castillo, D.; Canhoto, A.I.; Said, E. (2021): The dark side of AI-powered service interactions: exploring the process of co-destruction from the customer perspective. *The Service Industries Journal* 13-14(41):900-925.
- Chen, H.; Chiang, R.H.L.; Storey, V.C. (2012): Business intelligence and analytics: From big data to big impact. *MIS Quarterly: Management Information Systems* 4(36):1165-1188.
- Coughlan, T.; Brown, M.; Mortier, R.; Houghton, R.J.; Goulden, M.; Lawson, G. (2012): Exploring Acceptance and Consequences of the Internet of Things in the Home. 2012 IEEE international conference on green computing and communications. 148-155.
- Darke, P.; Shanks, G.; Broadbent, M. (1998): Successfully completing case study research: combining rigour, relevance and pragmatism. *Information systems journal* 4(8):273-289.
- Dastin, J. (2022): Amazon scraps secret AI recruiting tool that showed bias against women. In: Martin, K. (Hrsg.): *Ethics of Data and Analytics*. Boca Raton, Auerbach Publications, 296-299.
- Demchenko, Y.; De Laat, C.; Membrey, P. (2014): Defining architecture components of the Big Data Ecosystem. 2014 International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS). IEEE Computer Society, 104-112.
- Eberhard, K. (1999): *Einführung in die Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie*. 2. Auflage. Stuttgart, Kohlhammer.

- Elia, G.; Raguseo, E.; Solazzo, G.; Pigni, F. (2022): Strategic business value from big data analytics: An empirical analysis of the mediating effects of value creation mechanisms. *Information & Management* 8(59):103701.
- Enholm, I.M.; Papagiannidis, E.; Mikalef, P.; Krogstie, J. (2022): Artificial intelligence and business value: A literature review. *Information Systems Frontiers* 5(24):1709–1734.
- European Union (2021): Proposal for a regulation of the European Parliament and the Council laying down harmonised rules on Artificial Intelligence (Artificial Intelligence Act) and amending certain Union legislative acts. EUR-Lex-52021PC0206.
- European Union (2022a): Proposal for a European Parliament and the Council on harmonised rules on fair access to and use of data (Data Act). EUR-Lex-52022PC0068-EN.
- European Union (2022b): Regulation (EU) 2022/1925 of the European Parliament and of the Council of 14 September 2022 on contestable and fair markets in the digital sector and amending Directives (EU) 2019/1937 and (EU) 2020/1828 (Digital Markets Act) (Text with EEA relevance). EUR-Lex-32022R1925.
- Fischer, M.; Heim, D.; Hofmann, A.; Janiesch, C.; Klima, C.; Winkelmann, A. (2020): A taxonomy and archetypes of smart services for smart living. *Electronic Markets* 1(30):131–149.
- ForeSight (2020): Energieeffizient, sicher und komfortabel leben: ForeSight ist die Zukunft des Wohnens. <https://foresight-plattform.de/>, Abruf am 05.01.2023.
- Galvagno, M.; Dalli, D. (2014): Theory of value co-creation: a systematic literature review. *Managing Service Quality: An International Journal* 6(24):643–683.
- Gläser, J.; Laudel, G. (2009): Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse: als Instrumente rekonstruierter Untersuchungen. 3. Auflage. Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Glikson, E.; Woolley, A.W. (2020): Human trust in artificial intelligence: Review of empirical research. *Academy of Management Annals* 2(14):627–660.
- Gregor, S.; Hevner, A.R. (2013): Positioning and presenting design science research for maximum impact. *MIS Quarterly: Management Information Systems* 2(37):337–355.
- Günther, W.A.; Mehrizi, M.H.R.; Huysman, M.; Feldberg, F. (2017): Debating big data: A literature review on realizing value from big data. *The Journal of Strategic Information Systems* 3(26):191–209.
- Gursoy, D.; Chi, O.H.; Lu, L.; Nunkoo, R. (2019): Consumers acceptance of artificially intelligent (AI) device use in service delivery. *International Journal of Information Management* (49):157–169.
- Hartmann, P.M.; Zaki, M.; Feldmann, N.; Neely, A. (2016): Capturing value from big data – a taxonomy of data-driven business models used by start-up firms. *International Journal of Operations & Production Management* 10(36):1382–1406.
- Heinrich, L.J.; Heinzl, A.; Riedl, R. (Hrsg.) (2011): *Wirtschaftsinformatik: Einführung und Grundlegung*. 4. Auflage. Berlin, Heidelberg, Springer.
- Hevner, A.R.; March, S.T.; Park, J.; Ram, S. (2004): Design science in information systems research. *MIS Quarterly: Management Information Systems* 1(28):75–105.
- High-Level Expert Group on Artificial Intelligence (2019): Ethics guidelines for trustworthy AI. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/ethics-guidelines-trustworthy-ai>, Abruf am 05.01.2023.
- High-Level Expert Group on Artificial Intelligence (2020): Assessment List for Trustworthy Artificial Intelligence (ALTAI) for self-assessment. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/de/node/806>, Abruf am 05.01.2023.
- Hoppe, G.; Kraemer, P.; Biegel, F.; Boll, S.; Bredt, S.; Budde, K.; Buziek, G.; Dehmel, S.; Eils, R.; Feld, T.; Gröteke, F.; Jochem, M.; Laskowski, M.; Schmidt-Holtmann, C. (2020): *GAIA-X: A Pitch Towards Europe Status Report on User Ecosystems and Requirements*. Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi), Berlin.
- Hossain, M.M.; Prybutok, V.R. (2008): Consumer acceptance of RFID technology: An exploratory study. *IEEE transactions on engineering management* 2(55):316–328.

- Iury Oliveira, M.S.; de Fátima Barros Lima, G.; Farias Lóscio, B. (2019): Investigations into Data Ecosystems: a systematic mapping study. *Knowledge and Information Systems* (61):589–630.
- Jacovi, A.; Marasović, A.; Miller, T.; Goldberg, Y. (2021): Formalizing trust in artificial intelligence: Prerequisites, causes and goals of human trust in ai. *Proceedings of the 2021 ACM conference on fairness, accountability, and transparency*. 624–635.
- Jobin, A.; Ienca, M.; Vayena, E. (2019): The global landscape of AI ethics guidelines. *Nature Machine Intelligence* 9(1):389–399.
- Kortum, H.; Hagen, S.; Hühn, J.; Thomas, O. (2022a): Analyzing Smart Services from a (Data-) Ecosystem Perspective: Utilizing Network Theory for a graph-based Software Tool in the Domain Smart Living. *INFORMATIK 2022. Gesellschaft für Informatik, Bonn*, 1667–1680.
- Kortum, H.; Kohl, T.; Hubertus, D.; Hinz, O.; Thomas, O. (2022b): A Platform Framework for the Adoption and Operation of ML-based Smart Services in the Data Ecosystem of Smart Living. *INFORMATIK 2022. Gesellschaft für Informatik, Bonn*, 361–377.
- Kortum, H.; Rebstadt, J.; Bösch, T.; Meier, P.; Thomas, O. (2022c): Towards the Operationalization of Trustworthy AI: Integrating the EU Assessment List into a Procedure Model for the Development and Operation of AI-Systems. *INFORMATIK 2022. Gesellschaft für Informatik, Bonn*, 283–299.
- Kortum, H.; Rebstadt, J.; Gravemeier, L.S.; Thomas, O. (2021): Data-based Customer-Retention-as-a-Service: Induktive Entwicklung eines datenbasierten Geschäftsmodells auf Basis einer Fallstudie der Automobilbranche. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik* 3(58):537–551.
- Kortum, H.; Rebstadt, J.; Hagen, S.; Thomas, O. (2022d): Integrating Data and Service Lifecycle for Smart Service Systems Engineering: Compilation of a Lifecycle Model for the Data Ecosystem of Smart Living. *Proceedings of the 55th Hawaii International Conference on System Sciences*. 2017–2026.
- Kortum, H.; Rebstadt, J.; Thomas, O. (2022e): Dissection of AI Job Advertisements: A Text Mining-based Analysis of Employee Skills in the Disciplines Computer Vision and Natural Language Processing. *Proceedings of the 55th Hawaii International Conference on System Sciences*. 5211–5220.
- Lange, H.E.; Drews, P.; Höft, M. (2021): Realization of Data-Driven Business Models in Incumbent Companies: An Exploratory Study Based on the Resource-Based View. *Proceedings of the 42. International Conference on Information Systems (ICIS2021)*.
- Lehner, F. (1999): Theoriebildung in der Wirtschaftsinformatik. In: Becker, J.; König, W.; Schütte, R.; Wendt, O.; Zelewski, S. (Hrsg.): *Wirtschaftsinformatik und Wissenschaftstheorie: Bestandsaufnahme und Perspektiven*. Gabler Verlag Wiesbaden.
- Lember, V.; Brandsen, T.; Tönurist, P. (2019): The potential impacts of digital technologies on co-production and co-creation. *Public Management Review* 11(21):1665–1686.
- Manyika, J.; Chui, M.; Brown, B.; Bughin, J.; Dobbs, R.; Roxburgh, C.; Hung Byers, A. (2011): *Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity*. McKinsey Global Institute.
- Moiso, C.; Minerva, R. (2012): Towards a user-centric personal data ecosystem the role of the bank of individuals' data. *2012 16th International Conference on Intelligence in Next Generation Networks*. 202–209.
- Morgan, D.L. (1996): Focus groups. *Annual review of sociology* 1(22):129–152.
- Mujtaba, D.F.; Mahapatra, N.R. (2019): Ethical considerations in AI-based recruitment. *2019 IEEE International Symposium on Technology and Society (ISTAS)*. 1–7.
- Oliveira, M.I.S.; Lima, G. de F.B.; Lóscio, B.F. (2019): Investigations into data ecosystems: a systematic mapping study. *Knowledge and Information Systems* 2(61):589–630.
- Österle, H.; Becker, J.; Frank, U.; Hess, T.; Karagiannis, D.; Krcmar, H.; Loos, P.; Mertens, P.; Oberweis, A.; Sinz, E.J. (2010): Memorandum zur gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung* 62(6):664–672.

- Osterwalder, A.; Pigneur, Y. (2010): Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers. 1. Auflage. Hoboken, New Jersey, John Wiley & Sons.
- Rebstadt, J.; Kortum, H.; Gravemeier, L.S.; Eberhardt, B.; Thomas, O. (2022): Non-Discrimination-by-Design: Handlungsempfehlungen für die Entwicklung von vertrauenswürdigen KI-Services. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik* 2(59):495–511.
- Rebstadt, J.; Kortum, H.; Hagen, S.; Thomas, O. (2021): Towards a transparency-oriented and integrating Service Registry for the Smart Living Ecosystem. *INFORMATIK 2021*. Gesellschaft für Informatik, Bonn, 1425–1438.
- Riedl, M.O. (2019): Human-centered artificial intelligence and machine learning. *Human Behavior and Emerging Technologies* 1(1):33–36.
- Riege, C.; Saat, J.; Bucher, T. (2009): Systematisierung von Evaluationsmethoden in der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. In: Becker, J.; Krcmar, H.; Niehaves, B. (Hrsg.): *Wissenschaftstheorie und gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik*. Physica-Verlag, 69–86.
- Robert Jr, L.P.; Bansal, G.; Lütge, C. (2020): ICIS 2019 SIGHCI workshop panel report: human-computer interaction challenges and opportunities for fair, trustworthy and ethical artificial intelligence. *AIS Transactions on Human-Computer Interaction* 2(12):96–108.
- Scheer, A.-W. (2000): Das Saarbrücker Modell zum Technologietransfer. In: Scheer, A.-W. (Hrsg.): *Unternehmen gründen ist nicht schwer*. Berlin, Heidelberg, Springer, 167–174.
- Schierz, P.G.; Schilke, O.; Wirtz, B.W. (2010): Understanding consumer acceptance of mobile payment services: An empirical analysis. *Electronic commerce research and applications* 3(9):209–216.
- Seppälä, A.; Birkstedt, T.; Mäntymäki, M. (2021): From Ethical AI Principles to Governed AI. *Proceedings of the 42. International Conference on Information Systems (ICIS2021)*.
- Shneiderman, B. (2020): Bridging the gap between ethics and practice: guidelines for reliable, safe, and trustworthy human-centered AI systems. *ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems (TiiS)* 4(10):1–31.
- Sweeney, L. (2013): Discrimination in online ad delivery. *Communications of the ACM* 5(56):44–54.
- Thomas, O. (2006a): *Management von Referenzmodellen: Entwurf und Realisierung eines Informationssystems zur Entwicklung und Anwendung von Referenzmodellen*. Berlin, Logos-Verlag.
- Thomas, O. (2006b): *Das Referenzmodellverständnis in der Wirtschaftsinformatik: Historie, Literaturanalyse und Begriffsexplikation*. Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik [ISSN 1438-5678].
- Thomas, O. (2009): *Fuzzy Process Engineering: Integration von Unschärfe bei der modellbasierten Gestaltung prozessorientierter Informationssysteme*. 1. Auflage. Wiesbaden, Gabler.
- Thomas, O.; Hagen, S.; Frank, U.; Recker, J.; Wessel, L.; Kammler, F.; Zarvic, N.; Timm, I. (2020): Global Crises and the Role of BISE. *Business & Information Systems Engineering* 4(62):385–396.
- Vanderelst, D.; Winfield, A. (2018): The dark side of ethical robots. *Proceedings of the 2018 AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society*. 317–322.
- Varwig, A.; Kammler, F.; Thomas, O. (2017): Smarte Datenintegration durch Benchmarking-as-a-Service. In: Eibl, M.; Gaedke, M. (Hrsg.): *INFORMATIK 2017*. Gesellschaft für Informatik, Bonn, 1883–1890.
- Vayena, E.; Blasimme, A.; Cohen, I.G. (2018): Machine learning in medicine: addressing ethical challenges. *PLoS medicine* 11(15):e1002689.
- VDE (2022): *VCIO based description of systems for AI trustworthiness characterisation (VDE SPEC 90012 V1.0)*. Offenbach am Main, VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.

- Webster, J.; Watson, R.T. (2002): Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. *Management Information Systems Quarterly* 2(26):xiii-xxiii.
- Wilde, T.; Hess, T. (2007): Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik. *Wirtschaftsinformatik* 4(49):280-287.
- Wilson, B.; Hoffman, J.; Morgenstern, J. (2019): Predictive inequity in object detection. arXiv preprint arXiv:1902.11097.
- Wirth, R.; Hipp, J. (2000): CRISP-DM: Towards a Standard Process Model for Data Mining. *Proceedings of the 4th international conference on the practical applications of knowledge discovery and data mining*. 29-39.
- Xie, K.; Wu, Y.; Xiao, J.; Hu, Q. (2016): Value co-creation between firms and customers: The role of big data-based cooperative assets. *Information & Management* 8(53):1034-1048.
- Yan, K.; Li, W.; Ji, Z.; Qi, M.; Du, Y. (2019): A hybrid LSTM neural network for energy consumption forecasting of individual households. *IEEE Access* (7):157633-157642.
- Zhu, H.; Samtani, S.; Brown, R.; Chen, H. (2020): A deep learning approach for recognizing activity of daily living (ADL) for senior care: Exploiting interaction dependency and temporal patterns. Forthcoming at *MIS Quarterly*.
- Zillner, S.; Le Bars, L.; De Lama, N.; Scerri, S.; Robles, A.G.; Tonna, M.C.; Kenneally, J.; Mayer, D.; Hahn, T.; Caj, S.; Seidl, R.; Carbonare, D.D.; Curry, E. (2021): A Roadmap to Drive Adoption of Data Ecosystems. In: Curry, E.; Metzger, A.; Zillner, S.; Pazzaglia, J.-C.; Robles, G.A. (Hrsg.): *The Elements of Big Data Value*. Springer, Cham, 41-62.
- Zuiderwijk, A.; Janssen, M.; Davis, C. (2014): Innovation with open data: Essential elements of open data ecosystems. *Information polity* 1-2(19):17-33.

Teil B – Einzelbeiträge

Beitrag 1: Integrating Data and Service Lifecycle for Smart Service Systems Engineering: Compilation of a Lifecycle Model for the Data Ecosystem of Smart Living

Titel	Integrating Data and Service Lifecycle for Smart Service Systems Engineering: Compilation of a Lifecycle Model for the Data Ecosystem of Smart Living
Autoren	Henrik Kortum , Jonas Rebstadt, Simon Hagen, Oliver Thomas
Publikationsorgan	Hawaii International Conference on System Sciences (HICCS 2022)
Ranking	WKWI: B / VHB JQ3: C
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	Kortum, H.; Rebstadt, J.; Hagen, S.; Thomas, O., (2022): Integrating Data and Service Lifecycle for Smart Service Systems Engineering: Compilation of a Lifecycle Model for the Data Ecosystem of Smart Living. In: Proceedings of the 55th Hawaii International Conference on System Sciences. 2022.
Zusammenfassung	In smart service systems engineering, where actors rely on the mutual exchange of data to create complex and holistic solutions, integration is crucial. Nevertheless, the management of data as a driving resource still lacks organizational structure. There is no holistic lifecycle approach that integrates data and service lifecycle and adopts a cross-actor perspective. Especially in data ecosystems, where sovereign actors depend on the mutual exchange of data to create complex, but transparent service systems, an integration is of crucial importance. This particularly applies to the smart living domain, where different industries, products and services interact in a complex environment. In this paper we address this shortcoming by proposing an integrated model that covers the different relevant lifecycles based on a systematic literature review and supplement it by concrete domain requirements from the smart living ecosystem obtained through semi-structured expert interviews.
Identifikation	DOI: 10.24251/HICSS.2022.254
Link	http://hdl.handle.net/10125/79586
Copyright	Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International

Tab. 4. Factsheet Beitrag 1

Beitrag 2: A Platform Framework for the Adoption and Operation of ML-based Smart Services in the Data Ecosystem of Smart Living

Titel	A Platform Framework for the Adoption and Operation of ML-based Smart Services in the Data Ecosystem of Smart Living
Autoren	Henrik Kortum , Tobias Kohl, Dominik Hubertus, Oliver Hinz, Oliver Thomas
Publikationsorgan	INFORMATIK 2022
Ranking	WKWI: B / VHB JQ3: C
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	Kortum, H.; Kohl, T.; Hubertus, D.; Hinz, O.; Thomas, O. (2022). A Platform Framework for the Adoption and Operation of ML-based Smart Services in the Data Ecosystem of Smart Living. In: Demmler, D.; Krupka, D.; Federrath, H. (Hrsg.), INFORMATIK 2022. Gesellschaft für Informatik, Bonn, S. 361-377.
Zusammenfassung	Smart services utilizing machine learning (ML) take a more and more important position in our daily lives. As a result, the need for a large smart living data ecosystem has emerged that links the most diverse areas of life with each other. This ecosystem is characterized by a multitude of different actors, a heterogeneous system, product and service landscape as well as high data protection requirements. To provide real added value and holistic solutions in this tension field, the orchestration of different subservices is necessary, bundling the functionality of individual smart devices and models. For this goal to be achieved, a framework that considers the complex challenges of the ecosystem focusing on the adoption and operation of smart services is required. Here our paper makes a key contribution. Based on requirements from the literature and concrete smart living use cases, we derive a platform framework for this data ecosystem.
Identifikation	DOI: 10.18420/inf2022_32
Link	https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/39531
Copyright	© 2017 Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)

Tab. 5. Factsheet Beitrag 2

Beitrag 3: Towards the Operationalization of Trustworthy AI: Integrating the EU Assessment List into a Procedure Model for the Development and Operation of AI-Systems

Titel	Towards the Operationalization of Trustworthy AI: Integrating the EU Assessment List into a Procedure Model for the Development and Operation of AI-Systems
Autoren	Henrik Kortum , Jonas Rebstadt, Tula Bösch, Pascal Meier, Oliver Thomas
Publikationsorgan	INFORMATIK 2022
Ranking	WKWI: B / VHB JQ3: C
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	Kortum, H.; Rebstadt, J.; Bösch, T.; Meier, P.; Thomas, O., 1,2 (2022): Towards the Operationalization of Trustworthy AI: Integrating the EU Assessment List into a Procedure Model for the Development and Operation of AI-Systems. In: Demmler, D.; Krupka, D.; Federrath, H. (Hrsg.), INFORMATIK 2022. Gesellschaft für Informatik, Bonn, S. 283–299
Zusammenfassung	Artificial intelligence (AI) is increasingly permeating all areas of life and not only changing coexistence in society for the better. Unfortunately, there is an increasing number of examples where AI systems show problematic behavior, such as discrimination or insufficient accuracy, missing data privacy or transparency. To counteract this trend, an EU initiative has drafted a legal framework and recommendations on how AI can be more trustworthy and comply with people's fundamental rights. However, fundamental rights are currently not reflected in procedure models for the development and operation of AI systems. Our work contributes to closing this gap so that companies, especially SMEs with small IT departments and limited financial resources, are supported in the development process. Within the framework of a structured literature review, we derive a procedure model for the development and operation of AI systems and subsequently integrate concrete recommendations for achieving trustworthiness.
Identifikation	DOI: 10.18420/inf2022_26
Link	https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/39524
Copyright	© 2017 Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)

Tab. 6. Factsheet Beitrag 3

Beitrag 4: Dissection of AI Job Advertisements: A Text Mining-based Analysis of Employee Skills in the Disciplines Computer Vision and Natural Language Processing

Titel	Dissection of AI Job Advertisements: A Text Mining-based Analysis of Employee Skills in the Disciplines Computer Vision and Natural Language Processing
Autoren	Henrik Kortum , Jonas Rebstadt, Oliver Thomas
Publikationsorgan	Hawaii International Conference on System Sciences (HICCS 2022)
Ranking	WKWI: B / VHB JQ3: C
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	Kortum, H.; Rebstadt, J.; Thomas, O., (2022): Dissection of AI Job 1 Advertisements: A Text Mining-based Analysis of Employee Skills in the Disciplines Computer Vision and Natural Language Processing. In: Proceedings of the 55th Hawaii International Conference on System Sciences. 2022.
Zusammenfassung	Human capital is a well discussed topic in information system research. In order for companies to develop and use IT artifacts, they need specialized employees. This is especially the case when complex technologies, such as artificial intelligence, are used. Two major fields of artificial intelligence are computer vision (CV) and natural language processing (NLP). In this paper skills and know-how required for CV and NLP specialists are analyzed and compared from a job market perspective. For this purpose, we utilize a text mining-based analysis pipeline to dissect job advertisements for artificial intelligence. In concrete, job advertisements of both sub-disciplines were crawled from a large international online job platform and analyzed using named entity recognition and term vectors. It could be shown that know-how and skills required differ between the two job profiles. There is no general requirement profile of an artificial intelligence specialist, and it requires a differentiated consideration.
Identifikation	DOI: 10.24251/HICSS.2022.635
Link	http://hdl.handle.net/10125/79973
Copyright	Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International

Tab. 7. Factsheet Beitrag 4

Beitrag 5: Towards a transparency-oriented and integrating Service Registry for the Smart Living Ecosystem

Titel	Towards a transparency-oriented and integrating Service Registry for the Smart Living Ecosystem
Autoren	Jonas Rebstadt, Henrik Kortum , Simon Hagen, Oliver Thomas
Publikationsorgan	INFORMATIK 2021
Ranking	WKWI: B / VHB JQ3: C
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	Rebstadt, J.; Kortum, H.; Hagen, S.; Thomas, O., (2021): Towards a transparency-oriented and integrating Service Registry for the Smart Living Ecosystem. In: Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) (Hrsg.), INFORMATIK 2021. Gesellschaft für Informatik, Bonn, S. 1425-1438.
Zusammenfassung	Many domains are increasingly dominated by interdependent services and data exchange between different actors, leading to the emergence of data ecosystems. As a result, service engineers are increasingly tasked with integrating existing service components and data sources into service systems and orchestrating them. In complex areas such as smart living, these tasks are even more difficult by the particular relevance of individual data protection requirements and the low fault tolerance of security-related systems. To address these issues, a central service registry for the domain smart living has been prototypically developed and evaluated, focusing especially on the transparency of data flows and the technical exchangeability of service components. In this way, added value is achieved for data providers and for data users by providing information on the forwarding of their own data as well as on the origin of the data and possible data quality.
Identifikation	DOI: 10.18420/informatik2021-118
Link	https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/37623
Copyright	© 2017 Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)

Tab. 8. Factsheet Beitrag 5

Beitrag 6: Analyzing Smart Services from a (Data-) Ecosystem Perspective: Utilizing Network Theory for a graph-based Software Tool in the Domain Smart Living

Titel	Analyzing Smart Services from a (Data-) Ecosystem Perspective: Utilizing Network Theory for a graph-based Software Tool in the Domain Smart Living
Autoren	Henrik Kortum , Simon Hagen, Janis Hühn, Oliver Thomas
Publikationsorgan	INFORMATIK 2021
Ranking	WKWI: B / VHB JQ3: C
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	Kortum, H.; Hagen, S.; Hühn, J.; Thomas, O. (2022). Analyzing Smart Services from a (Data-) Ecosystem Perspective: Utilizing Network Theory for a graph-based Software Tool in the Domain Smart Living. In: Demmler, D., Krupka, D. & Federrath, H. (Hrsg.), INFORMATIK 2022. Gesellschaft für Informatik, Bonn., S. 1667-1680.
Zusammenfassung	There has long been a trend away from monolithic solutions toward integrated service systems that combine technical services and product functionalities across different manufacturers. This is especially true for the smart living domain, where interconnected products and services are used in one of the most private areas. However, there is a lack of tools to manage these complex systems. This work represents the second iteration of an ongoing research project in which we are developing an analysis and management tool in response to specific requirements of various stakeholder groups of the smart living domain. We interpret the services and products of the data ecosystem as nodes of a network graph, which we analyze using established methods of network theory, e.g., to identify weak points and bottlenecks in the service systems. The metrics provided help domain experts and managers from the domain to perform concrete tasks and provide a business benefit.
Identifikation	DOI: 10.18420/inf2022_143
Link	https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/39507
Copyright	© 2017 Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)

Tab. 9. Factsheet Beitrag 6

Beitrag 7: Non-Discrimination-by-Design: Handlungsempfehlungen für die Entwicklung von vertrauenswürdigen KI-Services

Titel	Non-Discrimination-by-Design: Handlungsempfehlungen für die Entwicklung von vertrauenswürdigen KI-Services
Autoren	Jonas Rebstadt, Henrik Kortum , Laura Sophie Gravemeier, Birgid Eberhardt, Oliver Thomas
Publikationsorgan	HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik
Ranking	WKWI: B / VHB JQ3: D
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	Rebstadt, J.; Kortum, H.; Gravemeier, L. S.; Eberhardt, B.; Thomas, O. (2022): Non-Discrimination-by-Design: Handlungsempfehlungen für die Entwicklung von vertrauenswürdigen KI-Services. In: HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, Nr. 59(2), S. 495–511.
Zusammenfassung	In addition to human-induced discrimination of groups or individuals, more and more AI systems have also shown discriminatory behavior in the recent past. Examples include AI systems in recruiting that discriminate against female candidates, chatbots with racist tendencies, or the object recognition used in autonomous vehicles that shows a worse performance in recognizing black than white people. The behavior of AI systems here arises from the intentional or unintentional reproduction of pre-existing biases in the training data, but also the development teams. As AI systems increasingly establish themselves as an integral part of both private and economic spheres of life, science and practice must address the ethical framework for their use. Therefore, in the context of this work, an economically and scientifically relevant contribution to this discourse will be made, using the example of the Smart Living ecosystem to argue with a very private reference to a diverse population. In this paper, requirements for AI systems in the Smart Living ecosystem with respect to non-discrimination were collected both in the literature and through expert interviews in order to derive recommendations for action for the development of AI services. The recommendations for action are primarily intended to support practitioners in adding ethical factors to their procedural models for the development of AI systems, thus advancing the development of non-discriminatory AI services.
Identifikation	DOI: https://doi.org/10.1365/s40702-022-00847-y
Link	https://link.springer.com/article/10.1365/s40702-022-00847-y
Copyright	Copyright is retained by the authors.

Tab. 10. Factsheet Beitrag 7

Beitrag 8: Data-based Customer-Retention-as-a-Service: Induktive Entwicklung eines datenbasierten Geschäftsmodells auf Basis einer Fallstudie der Automobilbranche

Titel	Data-based Customer-Retention-as-a-Service: Induktive Entwicklung eines datenbasierten Geschäftsmodells auf Basis einer Fallstudie der Automobilbranche
Autoren	Henrik Kortum , Jonas Rebstadt, Laura Sophie Gravemeier, Oliver Thomas
Publikationsorgan	HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik
Ranking	WKWI: B / VHB JQ3: D
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	Kortum, H.; Rebstadt, J.; Gravemeier, L. S.; Thomas, O. (2021): Data-based Customer-Retention-as-a-Service: Induktive Entwicklung eines datenbasierten Geschäftsmodells auf Basis einer Fallstudie der Automobilbranche. In: HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, 58(3), S. 537–551.
Zusammenfassung	Many companies are already successfully using artificial intelligence (AI) to process large volumes of data for the purpose of customer retention. Large companies create individualized customer experiences and analyze massive amounts of data to achieve customer loyalty through intelligent recommendations, for example. However, companies with traditional value creation, as of yet often fail to sufficiently address this topic. Therefore, this contribution tackles the implementation of an exemplary use case for data-driven customer retention in a car repair shop. In particular, the aim was to optimize the timing of customer communication based on forecasts of the customers' daily driving behavior. The basis for this analysis was a data set provided by a car repair shop and the subsequent development of a machine learning model. Based on this case study, a business model is developed that enables companies with traditional value creation and little AI-know-how to use data-driven technologies in customer retention. The underlying platform concept is conceptualized as an open innovation model and supports the interaction of data consumers, data providers and data enablers. In this way, the target is not only to develop own services, but also to establish a data ecosystem for customer loyalty.
Identifikation	DOI: https://doi.org/10.1365/s40702-021-00724-0
Link	https://link.springer.com/article/10.1365/s40702-021-00724-0
Copyright	Copyright is retained by the authors.

Tab. 11. Factsheet Beitrag 8