

Artificial Intelligence Management and Engineering

**Ein gestaltungsorientierter Ansatz zur systematischen Entwicklung und
Anwendung KI-basierter Informationssysteme**

Inauguraldissertation

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

vorgelegt von

Philipp Fukas
M. Sc. Cognitive Science

Osnabrück, August 2023

Dekan: Prof. Dr. Frank Teuteberg

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

Tag der Disputation: 10. August 2023

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	4
Teil A – Dachbeitrag	5
1 Ausgangslage	6
2 Motivation und Zielsetzung	7
3 Einordnung	8
4 Methodik	9
4.1 Forschungsfragen und Erkenntnisinteresse	9
4.2 Methodenspektrum	10
4.3 Forschungsplan	12
5 Ergebnisse	14
5.1 Überblick	14
5.2 Zentrale Ergebnisse der Beiträge	18
5.3 Theoretische Implikationen	27
5.4 Praktische Implikationen	28
5.5 Limitationen	29
6 Zusammenfassung	30
7 Literatur	31
Teil B – Einzelbeiträge	36
Beitrag 1: Developing an Artificial Intelligence Maturity Model for Auditing	37
Beitrag 2: Innovation by Information Technology Recombination: How Artificial Intelligence Progressive Web Apps Foster Sustainable Development	38
Beitrag 3: Learning without Looking: Similarity Preserving Hashing and Its Potential for Machine Learning in Privacy Critical Domains	39
Beitrag 4: Towards Personalized Explanations for AI Systems: Designing a Role Model for Explainable AI in Auditing	40
Beitrag 5: Cross-Innovation-Vorgehensmodell zum Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der Wirtschaftsprüfung	41
Beitrag 6: Entwicklung und Evaluation von Cross-Innovationen für den Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der Wirtschaftsprüfung	42
Beitrag 7: Towards Explainable Artificial Intelligence in Financial Fraud Detection: Using Shapley Additive Explanations to Explore Feature Importance	43

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.	Forschungsplan der Dissertation.....	13
Abb. 2.	Einordnung der Forschungsbeiträge dieser Dissertation in den Erkenntnisprozess und in die Diffusion gemäß des Forschungsplans.....	16
Abb. 3.	Einordnung der Beiträge dieser Dissertation in Abhängigkeit von Ziel und Auftrag.....	16
Abb. 4.	Reifegradmodell für das Management KI-basierter Informationssysteme.....	18
Abb. 5.	Kontinuierlicher Verbesserungszyklus mithilfe des KI-Reifegradmodells	19
Abb. 6.	Grundlegende Struktur von AI-PWAs.....	20
Abb. 7.	Nachhaltige Mehrwerte von AI-PWAs in den Bereichen Ökonomie, Ökologie und Soziales.....	20
Abb. 8.	Anforderungen an die Anonymisierung durch SPH-Algorithmen.....	21
Abb. 9.	Evaluationsergebnisse in Bezug auf die Privatsphäre und den Nutzen	22
Abb. 10.	Transparenzbezogene Anforderungen zum Einsatz von KI in der Wirtschaftsprüfung	22
Abb. 11.	Direkt oder indirekt mit KI-Systemen interagierende Rollen (a) im Allgemeinen und (b) in der Wirtschaftsprüfung.....	23
Abb. 12.	Cross-Innovation-Vorgehensmodell zum Einsatz von KI in der Wirtschaftsprüfung	24
Abb. 13.	Anwendungsfälle für den wertschöpfenden Einsatz KI-basierter Informationssysteme....	24
Abb. 14.	Ergebnisse aus der Evaluation der KI-gestützten Anwendungsfälle	25
Abb. 15.	Receiver-Operating-Characteristic-Kurven als Evaluationsergebnisse der ML-Modelle	26
Abb. 16.	Zusammenfassende Darstellung der SHAP-Werte eines eXtreme-Gradient-Boosting-Modells	26

Tabellenverzeichnis

Tab. 1.	Überblick über die publizierten Forschungsbeiträge.....	14
Tab. 2.	Factsheet Beitrag 1.....	37
Tab. 3.	Factsheet Beitrag 2.....	38
Tab. 4.	Factsheet Beitrag 3.....	39
Tab. 5.	Factsheet Beitrag 4.....	40
Tab. 6.	Factsheet Beitrag 5.....	41
Tab. 7.	Factsheet Beitrag 6.....	42
Tab. 8.	Factsheet Beitrag 7.....	43

Teil A – Dachbeitrag

1 Ausgangslage

Künstliche Intelligenz (KI) ist in den letzten Jahren zu einem wichtigen und viel diskutierten Thema in Wissenschaft und Praxis geworden (Zhang et al. 2022). Die Fähigkeit von Informationssystemen, menschenähnliche Aufgaben wie das Verarbeiten von Sprache, das Erkennen von Bildern und das Lernen aus Daten durchzuführen, bietet ein großes Potenzial für viele Unternehmen (Benbya et al. 2020; Kreutzer, Sirrenberg 2020, S. 41–54). Zusätzlich profitieren KI-basierte Informationssysteme von inzwischen einfach und jederzeit verfügbaren Rechenkapazitäten sowie wachsenden Datenmengen, die durch bereits etablierte Technologien wie dem Cloud Computing ermöglicht werden (Kreutzer, Sirrenberg 2020, S. 59–83). Laut einer Studie von Deloitte haben 94 Prozent der Führungskräfte dieses Potenzial erkannt und geben an, dass KI für den Erfolg ihrer Unternehmen in den nächsten fünf Jahren entscheidend ist (Mittal et al. 2022, S. 5). Doch während Unternehmen immer mehr KI-Technologien einsetzen, scheinen die dadurch realisierten Mehrwerte hinter den Erwartungen zurückzubleiben (Mittal et al. 2022, S. 6).

Dabei geht der Ursprung der KI-Forschung bereits auf die Mitte des 20. Jahrhunderts zurück. Als einer der Ausgangspunkte wird die Arbeit von Turing (1950) in seinem Aufsatz „Computing Machinery and Intelligence“ genannt (Russell, Norvig 2020, S. 17). In diesem Aufsatz erwähnt Turing (1950) die Möglichkeit, denkende Maschinen zu schaffen. Der eigentliche Terminus und somit auch das Forschungsgebiet der KI wurde erstmals 1956 von John McCarthy bei einem Workshop auf dem Campus des Dartmouth College erwähnt (McCorduck 2004, S. 111–112; Russell, Norvig 2020, S. 17). Seit diesem Zeitpunkt wurde der Terminus KI auf viele verschiedene Arten definiert und bis heute gibt es keine einheitliche Definition. Dies ist unter anderem auf die vielen Disziplinen, die an der Erforschung und Entwicklung von KI beteiligt sind (Russell, Norvig 2020, S. 5–16), auf die Verschiebung des allgemeinen Verständnisses von KI (McCorduck 2004, S. 204), auf die Schwierigkeiten, den Begriff Intelligenz selbst zu definieren (Legg, Hutter 2007) und auf die unterschiedliche Auslegung von KI (Pennachin, Goertzel 2007, S. 1–14) zurückzuführen. In dieser Dissertation wird KI als ein Oberbegriff verstanden, der eng mit dem von Kurzweil (2005) eingeführten Konzept „Narrow Artificial Intelligence“¹ verbunden ist. Das Ziel von KI liegt dabei in der Lösung einer klar abgegrenzten und vordefinierten Aufgabe durch menschenähnliche Fähigkeiten, anstatt in der Nachbildung des kompletten menschlichen Verstandes (Pennachin, Goertzel 2007, S. 1–6). Beispielsweise sind Sprachassistenten oder Empfehlungssysteme diesem Verständnis von KI zuzuordnen (Brenner et al. 2021, S. 1–5). Insgesamt umfasst KI verschiedene technische Teilgebiete wie Machine Learning (ML) (Bishop 2006), Natural Language Processing (Jurafsky, Martin 2009), Computer Vision (Forsyth, Ponce 2012), Knowledge Representation (Minsky 1980) oder Robotics (Thrun 2003).

Während diese Teilbereiche in wissenschaftlichen Disziplinen wie der Informatik oder der Kognitionswissenschaft bereits seit den 1950er-Jahren intensiv erforscht werden (Russell, Norvig 2020, S. 17–28), stehen Unternehmen immer noch vor großen Herausforderungen bei der Integration von KI-Technologien in ihre Geschäftsprozesse (Berente et al. 2021). Laut einer Erhebung des Statistischen Amtes der Europäischen Union nutzen nur acht Prozent der Unternehmen mit mehr als zehn Beschäftigten in der Europäischen Union (EU) KI-Anwendungen (Eurostat 2022). Darüber hinaus leistet KI laut einer Studie von MMC Ventures nur in 60 Prozent der Start-up-Unternehmen, die sich auf die Entwicklung und

¹ Häufig wird als Synonym für „Narrow Artificial Intelligence“ auch der Terminus „Weak Artificial Intelligence“ verwendet.

Anwendung KI-basierter Informationssysteme spezialisiert haben, einen wesentlichen Beitrag zum Wertversprechen des Unternehmens (Kelnar 2019, S. 99). Diese Diskrepanz zwischen fortgeschrittener technischer Grundlagenforschung und fehlendem Einsatz von KI in Unternehmen spannt ein Forschungsfeld auf, das auf die Generierung von Wissen über das Management von KI-Technologien in Organisationen abzielt (Berente et al. 2021).

2 Motivation und Zielsetzung

Für den erfolgreichen Einsatz digitaler Technologien in Unternehmen müssen die entsprechenden Konzepte in Produkte, Dienstleistungen, Prozesse oder Geschäftsmodelle überführt werden (Wiesböck, Hess 2020). Für KI müssen dementsprechend nicht nur neue Konzepte und Prototypen entwickelt werden (Fokus der bisherigen Forschung), sondern die entwickelten Prototypen müssen mit geeigneten Anwendungsszenarien in operativ nutzbare Informationssysteme transformiert werden, die produktiv betrieben und kontinuierlich weiterentwickelt werden können (Brenner et al. 2021, S. XI–XII). Nur wenn KI-basierte Informationssysteme produktiv genutzt werden, können sie beispielsweise zur Kostensenkung durch Automatisierung oder zur Generierung zusätzlicher Umsätze durch neue Produkte, Dienstleistungen oder Geschäftsmodelle eingesetzt werden (Benbya et al. 2020). Dabei zeigen erfolgreiche Projekte, dass KI in Unternehmen zu drei- bis viermal so hohen Erträgen im Vergleich zu den ursprünglichen Investitionen führen kann (Atsmon et al. 2021).

Unternehmen stehen vor verschiedenen Herausforderungen, um das Potenzial von KI durch produktive Anwendungen realisieren zu können (Benbya et al. 2020). Eine Studie des Ericsson IndustryLab (2020, S. 7) hat gezeigt, dass 99 Prozent der Unternehmen während der Entwicklung oder Anwendung von KI-basierten Informationssystemen mit technologischen, organisatorischen oder sozialen bzw. kulturellen Fragestellungen konfrontiert sind. Bemerkenswerterweise stehen die meisten Unternehmen vor mehr Herausforderungen im Zusammenhang mit sozialen bzw. kulturellen Fragestellungen als vor technologischen Herausforderungen (Ericsson IndustryLab 2020, S. 8). Andere Forschungsarbeiten, die soziotechnische Faktoren für den erfolgreichen Einsatz von KI-basierten Informationssystemen identifiziert haben, stützen diese Studienergebnisse (Asatiani et al. 2021). Beispielsweise erfordert die Integration von KI-Technologien in Geschäftsprozesse qualitativ hochwertige und ausgewogene Datensätze (Fukas et al. 2022a), rollenspezifische Erklärungsansätze (Oh et al. 2020) und die Einhaltung ethischer Grundsätze (Teodorescu et al. 2021; Kortum et al. 2022). Erfolgt kein adäquates Management dieser soziotechnischen Faktoren, können KI-Projekte in verschiedenen Phasen scheitern. Laut einer Studie von Gartner (2020) schaffen nur 53 Prozent der KI-Projekte, die erfolgreich einen Proof of Concept entwickeln, auch den Übergang vom Prototypen zum KI-basierten Informationssystem.

Zur Erfüllung der betrieblichen Erwartungen an KI ist somit eine aktive Steuerung verschiedener Aktivitäten notwendig. Beispielsweise müssen Unternehmen den Ressourceneinsatz sowie die zu erzielende Wertschöpfung durch neue Produkte, Dienstleistungen, Prozesse oder Geschäftsmodelle, die durch und mit KI verändert werden, systematisch planen (Wiesböck, Hess 2020). Die bisherige Forschung konzentriert sich jedoch meist auf eine reaktive Analyse soziotechnischer Einflussfaktoren und lässt eine übergreifende Managementperspektive vermissen. Dabei fragen sich viele Führungskräfte, wie KI nutzenstiftend angewendet werden kann und was die nächsten Schritte sind (Brenner et al. 2021, S. 48). Dementsprechend ist ein in der Praxis anwendbarer Managementrahmen zu entwickeln, der verschiedene soziotechnische Handlungsfelder für den Einsatz von KI abdeckt.

Das Ziel dieser Dissertation ist es, einen Managementansatz zu gestalten, um die Entwicklung und Anwendung KI-basierter Informationssysteme systematisch in Unternehmen

steuern zu können. Dazu werden verschiedene Handlungsfelder mit exemplarischen Maßnahmen definiert und mit einem übergreifenden Verbesserungsprozess kombiniert. Der KI-Managementansatz soll dabei einen anwendbaren Handlungsrahmen für Führungskräfte liefern, um relevante Aktivitäten für die Entwicklung und Anwendung KI-basierter Informationssysteme in Unternehmen koordinieren und sowohl den benötigten Ressourceneinsatz als auch geeignete Wertschöpfungsmöglichkeiten besser steuern zu können.

3 Einordnung

Die zentralen Untersuchungsgegenstände der vorliegenden Dissertation sind Informationssysteme, die in ihrer Technikkomponente einen Schwerpunkt im Bereich der KI bilden. Darüber hinaus werden insbesondere soziotechnische Faktoren im Unternehmenskontext betrachtet, die mit der Entwicklung und Anwendung KI-basierter Informationssysteme verbunden sind. KI-basierte Informationssysteme funktionieren anders als herkömmliche Informationssysteme und bedürfen teilweise neuer Herangehensweisen, die über das bisherige Informationstechnologiemanagement (IT-Management)² von Unternehmen hinausgehen (Berente et al. 2021; Brenner et al. 2021, S. VII–IX). Diese wirtschaftswissenschaftliche Sicht auf die Entwicklung und Anwendung von KI-Technologien ist erst in den letzten Jahren aufgekommen und kann unter dem Terminus KI-Management subsumiert werden (Holmström, Hällgren 2021; Mock et al. 2021). KI-Management umfasst Systeme, Modelle und Methoden zur systematischen Steuerung von KI in Unternehmen (Berente et al. 2021). Es erkennt das Potenzial von KI für unternehmerische Herausforderungen, entwirft produktive Lösungen, betreibt und entwickelt sie kontinuierlich weiter (Brenner et al. 2021, S. XI–XII). Dabei konzentriert sich das KI-Management nicht nur auf die Entwicklung neuer Algorithmen, sondern stellt sicher, dass KI in Unternehmen produktiv eingesetzt werden kann und ein echter Wertbeitrag erzielt wird (Benbya et al. 2020). Das Management von KI erfordert ein tiefes Verständnis der jeweiligen Algorithmen und die Spezifika der KI-Methoden benötigen neue Prozesse, neue Strukturen und neue Kompetenzen, um den professionellen Umgang mit KI sicherzustellen (Benbya et al. 2020; Berente et al. 2021). Dabei ist das KI-Management nicht als eigenständige Disziplin zu verstehen, sondern es erweitert die herkömmliche Disziplin des Informationsmanagements² (Brenner et al. 2021, S. VII–IX).

Die Generierung von Erkenntnissen über das Informationsmanagement² sowie über die Entwicklung und Anwendung von Informationssystemen ist ein übergeordnetes Ziel der anwendungsorientierten Wissenschaftsdisziplin der Wirtschaftsinformatik (Österle et al. 2010). Dabei ist die Wirtschaftsinformatik an der Schnittstelle zwischen der Betriebswirtschaftslehre und der Informatik zu verorten (Thomas 2006, S. 10). Als Erkenntnisstrategie zur Untersuchung von Informationssystemen hat sich in der Wirtschaftsinformatik ein Methodenpluralismus gebildet (Loos et al. 2013). Diese methodenpluralistische Erkenntnisstrategie ist im angloamerikanischen „Information Systems Research“ eher verhaltensorientiert ausgerichtet (Wilde, Hess 2007). Das bedeutet, dass vor allem informationssystembezogene Phänomene untersucht werden, um Ursache-Wirkung-Zusammenhänge zu entdecken (Österle et al. 2010). Dadurch wird vorwiegend deskriptives Wissen generiert, das

² Während sich der oftmals als Synonym verwendete Terminus Informationsmanagement eher in der Wissenschaft etabliert hat, ist in der Praxis der Terminus IT-Management gebräuchlicher (Goeken, Walser 2011). Das IT-Management umfasst alle Aktivitäten in einem Unternehmen, die sich mit dem Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologie beschäftigen (Brenner et al. 2021). Der Terminus Informationsmanagement stellt dazu im Rahmen dieser Dissertation das inhaltliche Pendant aus wissenschaftlicher Sicht dar.

auf Beobachtung, Klassifizierung, Messung und Katalogisierung sowie auf den daraus resultierenden Naturgesetzen, Regelmäßigkeiten, Gesetzmäßigkeiten, Schemata oder Theorien basiert (Gregor, Hevner 2013). In der deutschen Wirtschaftsinformatik finden sich hingegen vor allem gestaltungsorientierte Forschungsansätze wieder (Wilde, Hess 2007). Sie zielen darauf ab, vorwiegend präskriptives Wissen zu generieren, in dem Artefakte wie Konstrukte (Konzepte, Symbole), Modelle (Repräsentationen, Semantik/Syntax), Methoden (Algorithmen, Techniken), Handlungsanleitungen (normative und praktisch anwendbare Aussagen), Prozesse oder instanziierte Softwaresysteme gestaltet werden (Österle et al. 2010; Gregor, Hevner 2013). In den vergangenen Jahren finden allerdings gestaltungsorientierte Forschungsansätze auch im internationalen Kontext unter dem Begriff des „Design Science Research“ (DSR) immer mehr Anwendung (Hevner et al. 2004; Österle et al. 2010).

Diese Dissertation lässt sich der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik zuordnen und nutzt vorwiegend deduktive Verfahren zur Generierung von präskriptivem Wissen. Dabei sollen neue Erkenntnisse für das junge Forschungsfeld des KI-Managements erzielt werden, um zukünftig die erfolgreiche Entwicklung und Anwendung KI-basierter Informationssysteme für Unternehmen sicherzustellen. Zur Herleitung dieser Erkenntnisse werden gestaltungsorientierte Methoden angewendet, die sich überwiegend auf die methodologischen Grundlagen des DSR stützen (Hevner et al. 2004; Peffers et al. 2007).

4 Methodik

4.1 Forschungsfragen und Erkenntnisinteresse

Die forschungsleitende Fragestellung wird nach Eberhard (1999, S. 16) durch den Terminus des Erkenntnisinteresses beschrieben. Dabei wird zwischen drei Arten des Erkenntnisinteresses unterschieden (Eberhard 1999, S. 16). Das phänomenale Erkenntnisinteresse adressiert faktische Gegebenheiten, ihre Eigenschaften und Merkmale sowie Erscheinungen und ihre Beschreibungen („Was ist los?“). Das kausale Erkenntnisinteresse fragt einerseits nach den Ursachen von Phänomenen (rückwärtsgerichtetes „Warum?“) und andererseits auch nach dem Zweck (vorwärtsgerichtetes „Warum?“). Das aktionale Erkenntnisinteresse fragt schließlich nach Möglichkeiten des Handelns, der Praxis sowie nach der strategischen Beeinflussung und Beeinflussbarkeit von Phänomen („Was ist zu tun?“).

Diese Dissertation strukturiert und adressiert die aufgeführten Erkenntnisinteressen mithilfe einer übergeordneten Forschungsleitfrage und drei spezifischen Forschungsfragen (FF). Dabei wird gemäß dem in dieser Arbeit vorherrschenden gestaltungsorientierten Forschungsparadigma und der beschriebenen Ausgangslage vor allem das phänomenale und das aktionale Erkenntnisinteresse in den Vordergrund gestellt. Der Hauptforschungsgegenstand der Arbeit ist die Gestaltung eines KI-Managementansatzes, um die Entwicklung und Anwendung KI-basierter Informationssysteme in Unternehmen systematisch steuern zu können. Daraus resultiert die folgende übergeordnete Forschungsleitfrage:

FF: *Wie kann das KI-Management von Unternehmen gestaltet werden, um die Entwicklung und Anwendung KI-basierter Informationssysteme systematisch zu steuern?*

Dabei ist die Entwicklung und Anwendung von KI-basierten Informationssystemen für Unternehmen von einer hohen Komplexität gekennzeichnet, die verschiedene soziotechnische Faktoren umfassen (Asatiani et al. 2021; Berente et al. 2021). Aus diesem Grund sind zu Beginn des Forschungsprozesses im Rahmen des phänomenalen Erkenntnisinteresses die relevanten Handlungsfelder zu identifizieren, die eine Entwicklung und Anwendung KI-

basierter Informationssysteme sicherstellen können. Die erste Forschungsfrage zielt darauf ab, diese Handlungsfelder zu identifizieren und textuell zu definieren:

FF1: Welche Handlungsfelder sind für das KI-Management in Unternehmen relevant, um die Entwicklung und Anwendung KI-basierter Informationssysteme systematisch zu steuern?

Darüber hinaus ist die Schaffung eines zentralen Vorgehens zur kontinuierlichen Verbesserung des Betrachtungsgegenstandes ein zentraler Bestandteil von Managementsystemen für Unternehmen (ISO 2018, S. 78–81; Reimann 2022, S. 217–232). Aus diesem Grund zielt die zweite Forschungsfrage auf die systematische Weiterentwicklung von Unternehmen auf Basis der definierten Handlungsfelder ab, sodass sich Unternehmen kontinuierlich in Bezug auf die praktische Entwicklung und Anwendung von KI-basierten Informationssystemen verbessern können:

FF2: Wie können sich Unternehmen in diesen Handlungsfeldern systematisch weiterentwickeln, um die Entwicklung und Anwendung KI-basierter Informationssysteme unternehmensweit zu verbessern?

Schließlich werden aufbauend auf den definierten Handlungsfeldern und dem gestalteten Verbesserungsansatz konkrete Maßnahmen zur Steuerung der Entwicklung und Anwendung KI-basierter Informationssysteme erarbeitet, um die Handlungsfelder einerseits gemäß des kausalen Erkenntnisinteresses weiterführend zu begründen und andererseits gemäß des aktionalen Erkenntnisinteresses verschiedene Handlungsoptionen für ein übergreifendes KI-Management aufzuzeigen und zu evaluieren. Daraus leitet sich die folgende dritte Forschungsfrage ab:

FF3: Wie können in den einzelnen Handlungsfeldern konkrete Maßnahmen zur Steuerung der Entwicklung und Anwendung KI-basierter Informationssysteme exemplarisch gestaltet werden?

Im Gegensatz zu FF1 und FF2, für die eher der gesamte KI-Managementansatz mit allen Handlungsfeldern im Vordergrund des Erkenntnisinteresses steht, betrachtet FF3 konkrete Maßnahmen für die einzelnen Handlungsfelder. Aus diesem Grund wird FF3 im Forschungsplan (vgl. Kapitel 4.3) in mehrere Teilprobleme analog zu den betrachteten Handlungsfeldern aufgeteilt. Insgesamt werden zur Beantwortung der Forschungsfragen und der Teilprobleme anerkannte Methoden der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik angewendet, die im folgenden Kapitel näher erläutert werden.

4.2 Methodenspektrum

Als zentrale Erkenntnisstrategie hat sich in der Wirtschaftsinformatik ein Methodenpluralismus gebildet, der sowohl sozial- und wirtschaftswissenschaftliche als auch ingenieurwissenschaftliche Methoden umfasst (Loos et al. 2013). Bei gestaltungsorientierten Forschungsarbeiten, die sich auf internationaler Ebene überwiegend an dem DSR-Paradigma nach Hevner et al. (2004) orientieren, liegt der Methodenfokus auf der Gestaltung von Modellen, Methoden oder instanziierten Systemen und den Implikationen, die sich daraus ableiten lassen. Dementsprechend wurden in dieser Dissertation vorwiegend gestaltungsorientierte Methoden zur Erkenntnisgewinnung angewendet, die im Folgenden erläutert und bei der Beschreibung der individuellen Beiträge näher ausgeführt werden:

- *Systematische Literaturrecherche:* Literaturrecherchen dienen der Analyse der aktuellen Wissensbasis, die sich durch bereits veröffentlichte Erkenntnisse in (wissenschaftlichen)

Publikationen bildet. Um alle verfügbaren Forschungsarbeiten, die für eine bestimmte Forschungsfrage oder ein bestimmtes Themengebiet relevant sind, identifizieren zu können und um wissenschaftliche Gütekriterien zu erfüllen, sind Literaturrecherchen mit einer Systematik durchzuführen und zu dokumentieren (Kitchenham, Charters 2007). Dementsprechend wurden systematisch mit aufeinander aufbauenden Schritten der Umfang der Recherche festgelegt, das Thema konzeptualisiert, verschiedene wissenschaftliche Datenbanken mit Suchstrings durchsucht, die Suchergebnisse im Hinblick auf die Relevanz zum Forschungsgegenstand gefiltert und abschließend hinsichtlich relevanter Konzepte analysiert (Webster, Watson 2002; vom Brocke et al. 2009). In dieser Dissertation werden systematische Literaturrecherchen in den Beiträgen B1, B2, B3, B4; B5 und B7 sowohl zur Analyse der aktuellen Wissensbasis als auch als Grundlage von Modell- und Prototypenentwicklungen und somit zur Herleitung von Gestaltungswissen genutzt.

- *Logisch-deduktives Schließen:* Das logisch-deduktive Schließen ist eine der verbreitetsten Forschungsmethoden der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik und wird in Form einer formal-, konzeptionell- oder argumentativ-deduktive Analyse zur Herleitung neuer Artefakte und Erkenntnisse verwendet (Wilde, Hess 2007). In dieser Dissertation werden in den Beiträgen B1, B2, B4, B5 und B6 konzeptionell- und argumentativ-deduktive Analysen zur Entwicklung von Einzelkonzepten und Modellbestandteilen durchgeführt.
- *Modellierung:* Ein Modell ist „eine durch einen Konstruktionsprozess gestaltete, zweckrelevante Repräsentation eines Objekts“ (Thomas 2006, S. 63). Dabei stellen Modelle nach dem in dieser Dissertation verfolgten DSR-Paradigma Artefakte dar, die organisatorische Probleme lösen sollen (Hevner et al. 2004). Dementsprechend kann die Modellierung als ein wesentlicher Bestandteil der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik gesehen werden (March, Smith 1995). In dieser Dissertation werden in Beitrag B1 ein Reifegradmodell nach dem Entwicklungsvorgehen von Becker et al. (2009) sowie in den Beiträgen B4 und B5 ein Rollenmodell und ein Cross-Innovation-Vorgehensmodell nach dem DSR-Vorgehen von Peffers et al. (2007) zur Entwicklung und Anwendung von KI in Wirtschaftsprüfungsgesellschaften entwickelt.
- *Prototypische Implementierung:* Die prototypische Implementierung beschreibt die Entwicklung und Evaluation der Vorabversion eines Anwendungssystems, das nicht zwangsläufig alle Eigenschaften des umzusetzenden Informationssystems erfüllen muss (Thomas 2006; Wilde, Hess 2007). Dabei stellen Prototypen nach dem DSR-Paradigma ebenfalls Artefakte dar, die organisatorische Probleme lösen sollen (Hevner et al. 2004). Durch die Entwicklung und Evaluation von Prototypen können neue Erkenntnisse und präskriptives Wissen generiert werden (Gregor, Hevner 2013). In dieser Dissertation wurde in Beitrag B3 ein Ansatz zur Anonymisierung von Trainingsdaten nach dem DSR-Vorgehen von Peffers et al. (2007) entwickelt. Darüber hinaus wurde in Beitrag B7 ein Erklärungsansatz für ML-Algorithmen nach dem Vorgehen des Cross Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) prototypisch implementiert (Chapman et al. 2000).
- *Fokusgruppe:* Fokusgruppen werden im Zuge von DSR als qualitative Forschungsmethode zur Evaluation des Forschungsgegenstands eingesetzt (Sonnenberg, vom Brocke 2012). Zentraler Bestandteil von Fokusgruppen sind moderierte Diskussionen innerhalb einer Gruppe von selektierten Teilnehmenden, in der Gruppeninteraktionen explizit gewünscht und bewusst gefördert werden (Myers 2011, S. 125). Dabei kann diese Methode insbesondere für komplexe Fragestellungen, die interdisziplinäre Sichtweisen erfordern,

eingesetzt und mit Methoden wie einer schriftlichen Befragung unter den Teilnehmern kombiniert werden (Sutton, Arnold 2013). In dieser Dissertation werden Fokusgruppen in Kombination mit mobilen Fragebögen zur praktischen Evaluation der entwickelten Artefakte in den Beiträgen B1, B4 und B6 eingesetzt.

- *Experteninterview:* Experteninterviews stellen eine spezielle Form der qualitativen Datenerhebung dar, bei der Individuen zur Explikation von implizit bestehendem Expertenwissen befragt werden (Bogner et al. 2014, S. 9–15). Dabei ist das Expertenwissen das implizite Wissen über Sachverhalte, das von Individuen beispielsweise aufgrund ihrer Ausbildung, ihrer Tätigkeit oder ihren Erfahrungen erlangt wurde (Gläser, Laudel 2010, S. 117–119). Im Gegensatz zu Fokusgruppengesprächen werden bei der Durchführung von Experteninterviews Interaktionen vermieden, die eine objektive Äußerung des Expertenwissens gefährden würden. Innerhalb der qualitativen Sozialforschung stellen Experteninterviews die weitverbreitetste Methode zur Datenerhebung dar (Myers 2011, S. 8). Die vorliegende Dissertation erhebt in den Beiträgen B1 und B4 Expertenwissen durch leitfadengestützte Interviews (Gläser, Laudel 2010, S. 111–115), um einerseits Gestaltungsziele zu definieren und andererseits die jeweiligen entwickelten Artefakte zu evaluieren.
- *Qualitative Inhaltsanalyse:* Die qualitative Inhaltsanalyse ist eine Methode zur regelgeleiteten, objektiv nachvollziehbaren Analyse und Auswertung von natürlichsprachlichen Texten (Mayring 2015, S. 65–69). Mithilfe einer induktiven oder deduktiven Kategorienbildung werden natürlichsprachliche Texte in eine Informationsbasis umgewandelt, die anschließend zur Beantwortung der Forschungsfragen analysiert werden kann (Gläser, Laudel 2010, S. 197–199; Mayring 2015, S. 69–89, 97–114). Im Rahmen dieser Dissertation wurde die qualitative Inhaltsanalyse zur Auswertung und Analyse der Rohdaten aus den durchgeführten Experteninterviews in den Beiträgen B1 und B4 angewendet.
- *Fallstudien:* Fallstudien untersuchen als qualitativ-empirische Methode komplexe Sachverhalte in einem natürlichen Kontext (Yin 1981). Dadurch können Phänomene anhand realer Szenarien analysiert und neue Erkenntnisse aus einer praktischen Umgebung generiert werden (Wilde, Hess 2007; Recker 2013, S. 95–98). In dieser Dissertation wird in Beitrag B6 eine Fallstudie zur Evaluation des in Beitrag B5 entwickelten Cross-Innovation-Vorgehensmodells und zur Entwicklung von Anwendungsfällen für den wertschöpfenden Einsatz KI-basierter Informationssysteme durchgeführt.

4.3 Forschungsplan

Die in Kapitel 4.1 definierten Forschungsfragen sowie die in Kapitel 4.2 aufgeführten Methoden ergeben logisch kombiniert den Forschungsplan (vgl. Abb. 1). Der Forschungsplan bildet die Struktur des Forschungsprozesses mit der übergeordneten Forschungsleitfrage und den drei spezifischen Forschungsfragen ab. Für FF3 wurden dabei sechs Teilprobleme formuliert, die sich aus den im Zuge von FF1 erarbeiteten Handlungsfeldern des KI-Managements ableiten lassen. Die zur Beantwortung der Forschungsfragen durchgeführten Methoden sind der FF1 und der FF2 bzw. den jeweiligen Teilproblemen der FF3 direkt zugeordnet und stellen somit den individuellen Erkenntnisprozess zur Beantwortung der jeweiligen Fragestellung dar.

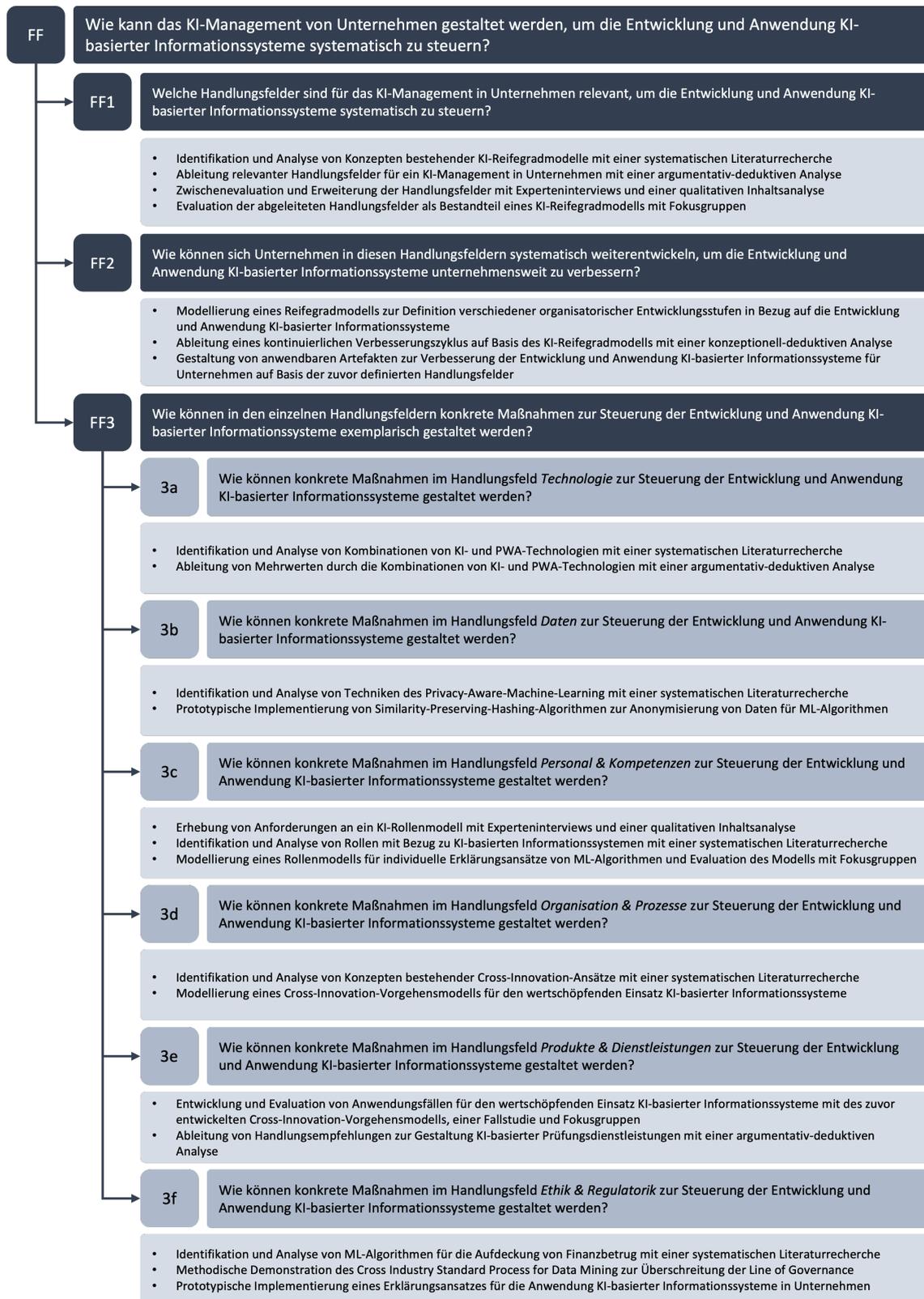


Abb. 1. Forschungsplan der Dissertation

5 Ergebnisse

5.1 Überblick

Diese Dissertation umfasst 16 publizierte Forschungsbeiträge (vgl. Tab. 1). Von diesen 16 Forschungsbeiträgen werden die Beiträge B1 bis B7 thematisch und inhaltlich in die Dissertation eingebracht. Die Beiträge B8 bis B11 sowie B14 bis B16 können dem Forschungsplan (vgl. Abb. 1) und den Forschungsfragen subsidiär zugewiesen werden. Lediglich die mit einem X gekennzeichneten Beiträge B12 und B13 sind nicht direkt in den Forschungsplan eingeordnet. Im Folgenden werden in Tab. 1 zu jedem Beitrag das Publikationsorgan, das Medium, die bibliographischen Informationen, die Zuordnung zum Forschungsplan (Forschungsfrage) sowie die Einordnung in die für die Wirtschaftsinformatik maßgeblichen wissenschaftlichen Rankings des Verbandes der Hochschullehrerinnen und Hochschullehrer für Betriebswirtschaft (VHB) und der Wissenschaftlichen Kommission der Wirtschaftsinformatik (WKWI) aufgeführt.

Tab. 1. Überblick über die publizierten Forschungsbeiträge

#	Publikationsorgan	Medium	Ranking ³		Bibliographische Informationen	FF
			WK WI	VHB JQ3		
B1	European Conference on Information Systems (ECIS) 2021	Tagung	A	B	Fukas, P. ; Rebstadt, J.; Remark, F.; Thomas, O. (2021): <i>Developing an Artificial Intelligence Maturity Model for Auditing</i> . In: ECIS 2021 Research Papers. Marrakesch (online), 133.	1,2
B2	INFORMATIK 2021	Tagung	B	C	Fukas, P. ; Thomas, O. (2021): <i>Innovation by Information Technology Recombination: How Artificial Intelligence Progressive Web Apps Foster Sustainable Development</i> . In: Gesellschaft für Informatik (Hrsg.): INFORMATIK 2021. Bonn, Gesellschaft für Informatik, 1369-1382.	3
B3	INFORMATIK 2022	Tagung	B	C	Eleks, M.; Rebstadt, J.; Fukas, P. ; Thomas, O. (2022): <i>Learning without Looking: Similarity Preserving Hashing and Its Potential for Machine Learning in Privacy Critical Domains</i> . In: Demmler, D., Krupka, D.; Federrath, H. (Hrsg.): INFORMATIK 2022. Bonn, Gesellschaft für Informatik, 162-177.	2,3
B4	International Conference on Wirtschaftsinformatik (WI) 2022	Tagung	A	C	Rebstadt, J.; Remark, F.; Fukas, P. ; Meier, P.; Thomas, O. (2022): <i>Towards Personalized Explanations for AI Systems: Designing a Role Model for Explainable AI in Auditing</i> . In: Wirtschaftsinformatik 2022 Proceedings. Nürnberg (online), 2.	2,3
B5	Die Wirtschaftsprüfung (WPg)	Journal	-	C	Remark, F.; Fukas, P. ; Langhein, J.; Thomas, O.; Sack, M.; Pöhlmann, A. (2022): <i>Cross-Innovation-Vorgehensmodell zum Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der Wirtschaftsprüfung</i> . Die Wirtschaftsprüfung (WPg) 20(75):1144-1152.	2,3
B6	Die Wirtschaftsprüfung (WPg)	Journal	-	C	Fukas, P. ; Remark, F.; Thomas, O.; Sack, M.; Pöhlmann, A. (2022): <i>Entwicklung und Evaluation von Cross-Innovationen für den Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der Wirtschaftsprüfung</i> . Die Wirtschaftsprüfung (WPg) 22(75):1257-1265.	3
B7	International Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE) 2022	Tagung	A	C	Fukas, P. ; Rebstadt, J.; Menzel, L.; Thomas, O. (2022): <i>Towards Explainable Artificial Intelligence in Financial Fraud Detection: Using Shapley Additive Explanations to Explore Feature Importance</i> . In: Franch, X.; Poels, G.; Gailly, F.; Snoeck, M. (Hrsg.): Advanced Information Systems Engineering. Cham, Springer, 109-126.	2,3
B8	International Conference on Wirtschaftsinformatik (WI) 2022	Tagung	A	C	Fukas, P. ; Menzel, L.; Thomas, O. (2022): <i>Augmenting Data with Generative Adversarial Networks to Improve Machine Learning-Based Fraud Detection</i> . In: Wirtschaftsinformatik 2022 Proceedings. Nürnberg (online), 4.	3

³ 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-Journal 3 ermittelt.

#	Publikationsorgan	Medium	Ranking ³		Bibliographische Informationen	FF
			WK WI	VHB JQ3		
B9	International Conference on Wirtschaftsinformatik (WI) 2022	Tagung	A	C	Kortum, H.; Fukas, P. ; Rebstadt, J.; Eleks, M.; Nobakht Galehpardsari, M.; Thomas, O. (2022): <i>Proposing a Roadmap for Designing Non-Discriminatory ML Services: Preliminary Results from a Design Science Research Project</i> . In: Wirtschaftsinformatik 2022 Proceedings. Nürnberg (online), 3.	3
B10	International Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE) Doctoral Consortium 2022	Tagung	-	-	Fukas, P. (2022): <i>The Management of Artificial Intelligence: Developing a Framework Based on the Artificial Intelligence Maturity Principle</i> . In: Van Loy, A.; Weber, B.; Rosemann, M. (Hrsg.): Proceedings of the Doctoral Consortium Papers Presented at the 34th International Conference on Advanced Information Systems Engineering. Löwen, 19-27.	1,2
B11	Wirtschaftsprüfung im Wandel: Relevanz von Nachhaltigkeit, Digitalisierung und Regulierung für die geprüfte Finanzberichterstattung	Buchband	-	-	Thomas, O.; Fukas, P. ; Siegl, V.; Langhein, J. (2022): <i>Die Wirtschaftsprüfung im Jahre 2030</i> . In: Freiberg, J.; Otte, N.; Yadav, K. (Hrsg.): Wirtschaftsprüfung im Wandel, Schäffer-Poeschel, Stuttgart, 23-36.	3
B12	Praxis-Guide für Nachhaltigkeit in der Eventbranche: Konzepte und Beispiele für Veranstaltungen mit ökologischer und ökonomischer Ausrichtung	Buchband	-	-	Fukas, P. ; Vogel, J.; Klimek, M.; Thomas, O. (2022): <i>Die Digitalisierung von Events – Die Chance für eine nachhaltige Zukunft</i> . In: Knoll, T.; Luppold, S. (Hrsg.): Praxis-Guide für Nachhaltigkeit in der Eventbranche, Springer Gabler, Wiesbaden, 29-50.	X
B13	Praxis-Guide für Nachhaltigkeit in der Eventbranche: Konzepte und Beispiele für Veranstaltungen mit ökologischer und ökonomischer Ausrichtung	Buchband	-	-	Fukas, P. ; Thomas, O.; Bozkurt, A.; Luppold, S. (2022): <i>Konzeption einer offenen Wissensmanagement- und Lernplattform zur Förderung von digitalen und nachhaltigen Veranstaltungen</i> . In: Knoll, T.; Luppold, S. (Hrsg.): Praxis-Guide für Nachhaltigkeit in der Eventbranche, Springer Gabler, Wiesbaden, 51-59.	X
B14	Die Wirtschaftsprüfung (WPg)	Journal	-	C	Rebstadt, J.; Fukas, P. ; Remark, F.; Thomas, O.; Sack, M.; Pöhlmann, A. (2023): <i>Vertrauenswürdigkeit und Transparenz als kritische Erfolgsfaktoren für den Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der Jahresabschlussprüfung</i> . Die Wirtschaftsprüfung (WPg) 12(76):665-673.	3
B15	European Conference on Information Systems (ECIS) 2023	Tagung	A	B	Fukas, P. , Thomas, O. (2023): <i>Developing a Reference Model for Artificial Intelligence Management</i> . In: ECIS 2023 Research-in-Progress Papers. Kristiansand, 89.	1
B16	International Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE) Workshops 2023	Tagung	B	C	Fukas, P. , Bozkurt, A.; Lenz, N.; Thomas, O. (2023): <i>Developing a Maturity Assessment Tool to Enable the Management of Artificial Intelligence for Organizations</i> . In: Ruiz, M., Soffer, P. (Hrsg.): Advanced Information Systems Engineering Workshops. Cham, Springer, 43-49.	2,3

Die Forschungsbeiträge dieser Dissertation sind der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik zuzuordnen und richten sich demnach nach dem idealtypischen Erkenntnisprozess der gestaltungsorientierten Forschung von Österle et al. (2010). Dieser Erkenntnisprozess ist in die vier Kernphasen Analyse, Entwurf, Evaluation und Diffusion untergliedert. Jeder Forschungsbeitrag dieser Dissertation lässt sich in diesen Erkenntnisprozess einordnen (vgl. Abb. 2). In der Analysephase werden mit den Beiträgen B1, B2, B3, B4, B5 und B7 die jeweiligen Problemstellungen sowie bereits bestehende Problemlösungsansätze in Wissenschaft und Praxis erhoben und beschrieben. Darauf aufbauend werden in der Entwurfsphase mit den Beiträgen B1, B3, B4, B5 und B7 Artefakte zur Problemlösung anhand anerkannter Methoden hergeleitet. Anschließend werden diese Artefakte in der Evaluationsphase mit den Beiträgen B1, B3, B4, B6 und B7 sowohl mittels der im Forschungsplan gewählten Methoden als auch durch Begutachtungsverfahren für wissenschaftliche Publikationen evaluiert. Alle Ergebnisse wurden abschließend in der Diffusionsphase über die jeweiligen Publikationsorgane sowie durch diese Dissertation, unterschiedliche Förderanträge und die Anwendung in Unternehmen bzw. Spin-offs diffundiert. Dabei beantworten die jeweiligen Forschungsbeiträge im Rahmen der Diffusion die verschiedenen Forschungsfragen und Teilprobleme, die im Forschungsplan (vgl. Kapitel 4.3) aufgeführt werden.

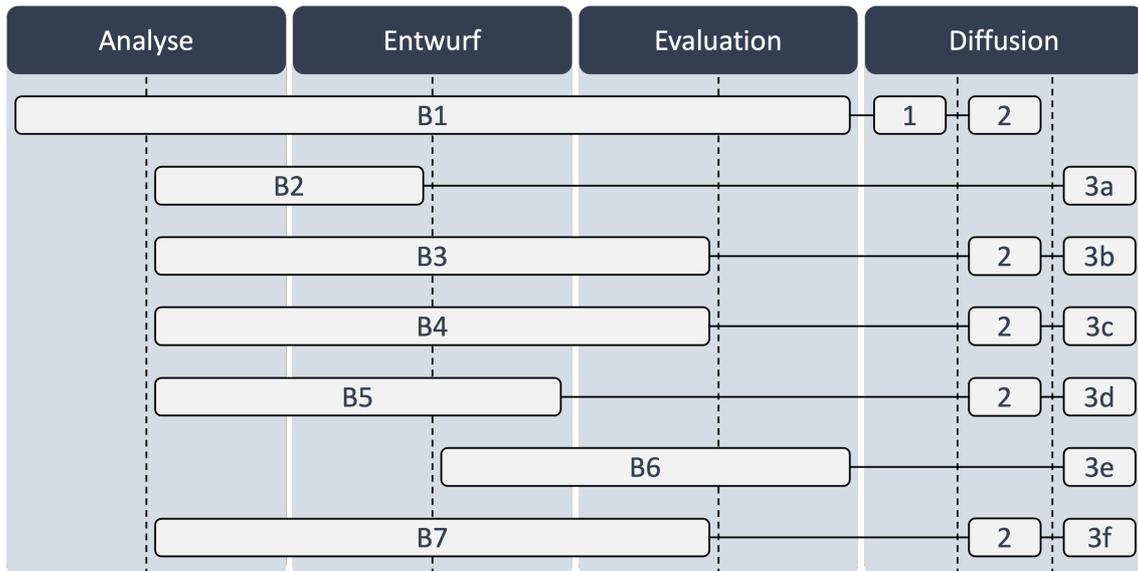


Abb. 2. Einordnung der Forschungsbeiträge dieser Dissertation in den Erkenntnisprozess nach Österle et al. (2010) und in die Diffusion gemäß des Forschungsplans

Die zentralen Forschungsziele der Wirtschaftsinformatik lassen sich in Erkenntnisziele und Gestaltungsziele unterteilen (Becker et al. 2004). Erkenntnisziele adressieren analog zum phänomenalen Erkenntnisinteresse die Analyse bestehender Sachverhalte und zielen somit auf das Verständnis von Phänomenen ab. Gestaltungsziele verfolgen hingegen analog zum aktionalen Erkenntnisinteresse die Gestaltung neuer Sachverhalte. Neben diesen Forschungszielen differenzieren Becker et al. (2004) zudem zwischen zwei verschiedenen Aufträgen. Der methodische Auftrag beinhaltet das Entwickeln und Verstehen von Techniken und Methoden zur Beschreibung, Entwicklung, Einführung und Anwendung von Informationssystemen. Im Gegensatz dazu zielt der inhaltlich-funktionale Auftrag auf die Gestaltung konkreter Informationssysteme und dem daraus erzielten Verständnis ab.

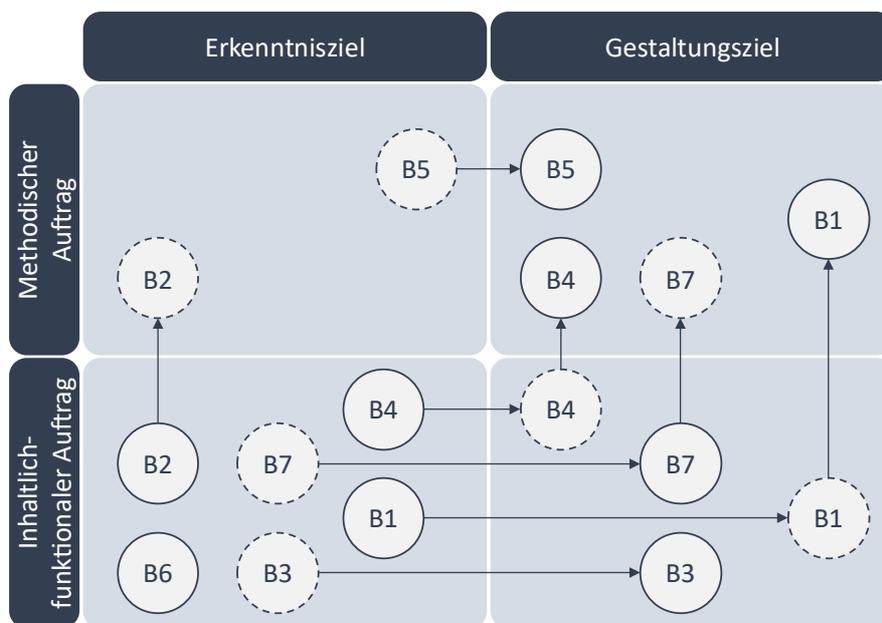


Abb. 3. Einordnung der Beiträge dieser Dissertation in Abhängigkeit von Ziel und Auftrag nach Becker et al. (2004)

Die einzelnen Forschungsbeiträge dieser Dissertation erfüllen jeweils unterschiedliche Forschungsziele und Aufträge. Dementsprechend ist die Zuordnung der einzelnen Forschungsbeiträge zu den jeweiligen Forschungszielen und Aufträgen mit einer Vier-Felder-Matrix in Abb. 3 visualisiert. Die Primärzuordnung der einzelnen Beiträge ist mit einem durchgezogenen Kreis dargestellt. Liegen durch die Ergebnisse und Erkenntnisse eines Forschungsbeitrages zusätzliche Sekundärzuordnungen vor, sind diese mit einem gestrichelten Kreis und einer Verknüpfung zur Primärzuordnung abgebildet.

- (1) In Beitrag B1 wurden Konzepte bestehender KI-Reifegradmodelle mit einer systematischen Literaturrecherche identifiziert und analysiert (Erkenntnisziel und inhaltlich-funktionaler Auftrag). Darauf aufbauend wurden relevante Handlungsfelder für ein KI-Management in Unternehmen mit einer argumentativ-deduktiven Analyse abgeleitet und durch eine Zwischenevaluation mit Experteninterviews und einer qualitativen Inhaltsanalyse erweitert (Gestaltungsziel und inhaltlich-funktionaler Auftrag). Mit diesen Erkenntnissen wurde ein KI-Reifegradmodell als zentrales Artefakt des KI-Managements modelliert, das abschließend mit Fokusgruppen evaluiert wurde (Gestaltungsziel und methodischer Auftrag).
- (2) Für das Handlungsfeld *Technologie* wurden in Beitrag B2 Kombinationen von KI- und Progressive Web App (PWA)-Technologien mit einer systematischen Literaturrecherche identifiziert und analysiert (Erkenntnisziel und inhaltlich-funktionaler Auftrag). Darauf aufbauend wurden *Artificial Intelligence Progressive Web Apps (AI-PWAs)* textuell und graphisch definiert und Mehrwerte durch Kombinationen von KI- und PWA-Technologien mit einer argumentativ-deduktiven Analyse abgeleitet (Erkenntnisziel und methodischer Auftrag).
- (3) Für das Handlungsfeld *Daten* wurden in Beitrag B3 Techniken des Privacy Aware Machine Learning (PAML) mit einer systematischen Literaturrecherche identifiziert und analysiert (Erkenntnisziel und inhaltlich-funktionaler Auftrag). Darauf aufbauend wurde der als vielversprechend identifizierte Ansatz des Similarity Preserving Hashing (SPH) zur Anonymisierung von Daten für ML-Algorithmen prototypisch implementiert, um die Anwendung von KI-basierten Informationssystemen auf sensiblen Daten ermöglichen zu können (Gestaltungsziel und inhaltlich-funktionaler Auftrag).
- (4) Für das Handlungsfeld *Personal & Kompetenzen* wurden in Beitrag B4 Anforderungen an den Einsatz von KI-basierten Informationssystemen mit Experteninterviews und einer qualitativen Inhaltsanalyse erhoben (Erkenntnisziel und inhaltlich-funktionaler Auftrag). Zusätzlich wurden Rollen mit einer systematischen Literaturrecherche identifiziert und analysiert. Aufbauend auf den mit diesen Methoden gewonnenen Erkenntnissen wurde ein Rollenmodell für individuelle Erklärungsansätze von ML-Algorithmen modelliert, das abschließend mit Fokusgruppen evaluiert wurde (Gestaltungsziel und inhaltlich-funktionaler sowie methodischer Auftrag).
- (5) Für das Handlungsfeld *Organisation & Prozesse* wurden in Beitrag B5 Konzepte bestehender Cross-Innovation-Ansätze mit einer systematischen Literaturrecherche identifiziert und analysiert (Erkenntnisziel und methodischer Auftrag). Darauf aufbauend wurde ein Cross-Innovation-Vorgehensmodell für den Einsatz KI-basierter Informationssysteme modelliert (Gestaltungsziel und methodischer Auftrag).
- (6) Für das Handlungsfeld *Produkte & Dienstleistungen* wurden in Beitrag B6 Anwendungsfälle für den wertschöpfenden Einsatz KI-basierter Informationssysteme mit

einer Fallstudie und des zuvor entwickelten Cross-Innovation-Vorgehensmodells entwickelt und evaluiert. Darauf aufbauend wurden Handlungsempfehlungen zur Gestaltung KI-basierter Prüfungsdienstleistungen mit einer argumentativ-deduktiven Analyse abgeleitet (Erkenntnisziel und inhaltlich-funktionaler Auftrag).

- (7) In Beitrag B7 wurden ML-Algorithmen für die automatisierte Aufdeckung von Finanzbetrug identifiziert und analysiert (Erkenntnisziel und inhaltlich-funktionaler Auftrag). Darauf aufbauend wurde ein Erklärungsansatz für die Anwendung KI-basierter Informationssysteme in Unternehmen prototypisch implementiert und technisch evaluiert (Gestaltungsziel und inhaltlich-funktionaler Auftrag). Das gesamte Entwicklungsvorgehen stellt dabei eine methodische Demonstration des CRISP-DM (Chapman et al. 2000) zur Überschreitung der *Line of Governance*⁴ dar (Gestaltungsziel und methodischer Auftrag).

5.2 Zentrale Ergebnisse der Beiträge

Im Rahmen dieser Dissertation wurden verschiedene Forschungsbeiträge verfasst, die jeweils eine Forschungsfrage oder ein Teilproblem gemäß des in Kapitel 4.3 aufgestellten Forschungsplans adressieren. Im Folgenden werden die zentralen Erkenntnisse der sieben eingebrachten Beiträge und die daraus resultierenden Implikationen erläutert.

5.2.1 Gestaltung eines Reifegradmodells als zentrales Artefakt für das Management KI-basierter Informationssysteme in Unternehmen

Im IT-Management sind Reifegradmodelle anerkannte Artefakte zur Koordinierung und Steuerung verschiedener Handlungsfelder in Bezug auf die Entwicklung und Anwendung von Informationssystemen (Becker et al. 2009). Sie werden als strategische Komponente für organisatorische Weiterentwicklungen in verschiedenen Evolutionsstufen und als Methode zur kontinuierlichen Bewertung und Verbesserung der organisatorischen Fähigkeiten verwendet (Becker et al. 2009; Wendler 2012).

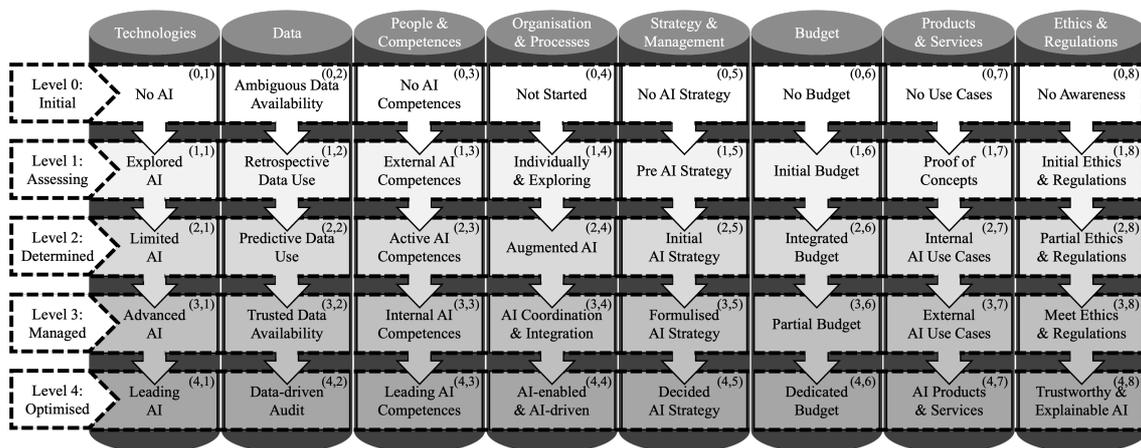


Abb. 4. Reifegradmodell für das Management KI-basierter Informationssysteme (Fukas et al. 2021)

⁴ Die *Line of Governance* ist eine für die operative Nutzung von KI-basierten Informationssystemen zu überschreitende Schwelle im Entwicklungsprozess (Thomas et al. 2021; Fukas et al. 2022b).

Analog dazu können Reifegradmodelle zur initialen Definition von Handlungsfeldern des KI-Managements und zur Steuerung von unternehmerischen Aktivitäten eingesetzt werden (Lichtenthaler 2020). Aus diesem Grund wurde in Beitrag B1 ein KI-Reifegradmodell am Beispiel von Wirtschaftsprüfungsgesellschaften entwickelt. Die während des mehrstufigen Entwicklungsprozesses gewonnen Erkenntnisse beantworten dabei FF1 und FF2. Mithilfe einer systematischen Literaturrecherche wurden relevante Konzepte für das KI-Management identifiziert und analysiert. Diese Konzepte wurden als Antwort auf FF1 mithilfe von Experteninterviews und einer qualitativen Inhaltsanalyse zu acht verschiedenen Handlungsfeldern erweitert. Anschließend wurde auf Basis der erhobenen Daten aus Literatur und Praxis das *Auditing Artificial Intelligence Maturity Model (A-AIMM)* entwickelt, das in den definierten Handlungsfeldern organisatorische Weiterentwicklungsmöglichkeiten in fünf verschiedenen Evolutionsstufen beschreibt (vgl. Abb. 4).

Aus den durch das Reifegradmodell aufgezeigten Weiterentwicklungsmöglichkeiten ergibt sich als Antwort auf FF2 ein Ansatz zur kontinuierlichen Verbesserung bezüglich des KI-Managements von Unternehmen. Neben den für die Erreichung einer Evolutionsstufe definierten Kriterien kann dieser Verbesserungsansatz weiterführend mit einem Zyklus aus sechs Phasen definiert werden (vgl. Abb. 5). Nachdem mithilfe des KI-Reifegradmodells ein KI-Management im Unternehmen initialisiert werden konnte (*Initialise*), kann die aktuelle Evolutionsstufe des Unternehmens in den definierten acht Handlungsfeldern festgestellt werden (*Assess*). Auf Basis der festgestellten Evolutionsstufe kann analysiert werden, mit welchen Maßnahmen sich das Unternehmen bezüglich der Entwicklung und Anwendung KI-basierter Informationssysteme verbessern und wie es in dem jeweiligen Handlungsfeld die nächste Evolutionsstufe erreichen kann (*Analyse*). Anschließend wird die Umsetzung der identifizierten Maßnahmen geplant (*Plan*) und ausgeführt (*Act*). Zum Start des nächsten Verbesserungszyklus wird dann erneut die aktuelle Evolutionsstufe mit dem KI-Reifegradmodell ermittelt (*Assess*). Durch diesen kontinuierlichen Verbesserungszyklus auf Basis des KI-Reifegradmodells können sich Unternehmen unabhängig ihrer bisherigen Evolutionsstufe in Bezug auf die Entwicklung und Anwendung KI-basierter Informationssysteme verbessern und zu KI-getriebenen Organisationen entwickeln.

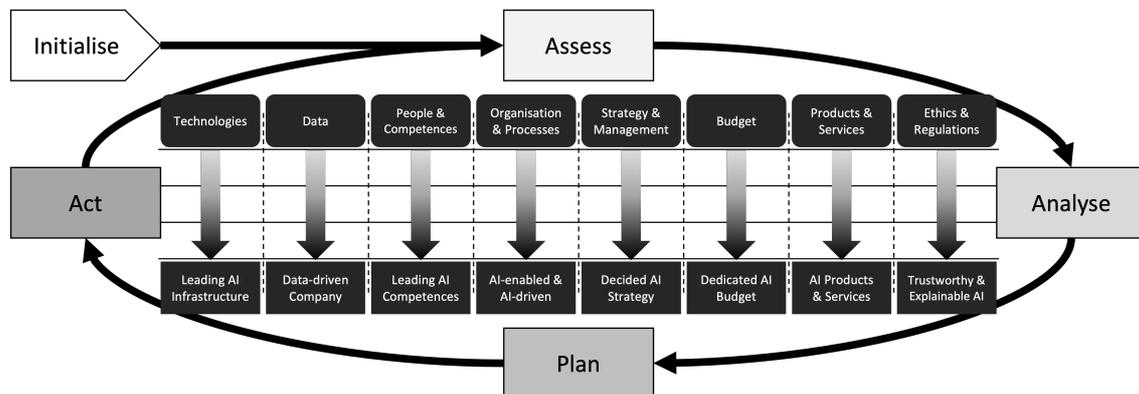


Abb. 5. Kontinuierlicher Verbesserungszyklus mithilfe des KI-Reifegradmodells (Fukas 2022)

Das in Beitrag B1 entwickelte Reifegradmodell für das Management KI-basierter Informationssysteme stellt das zentrale Artefakt dieser Dissertation dar, nach welchem sich der weitere Forschungsplan (vgl. Kapitel 4.3) und damit auch alle weiteren Forschungsbeiträge richten. Durch die weiteren Forschungsbeiträge werden beispielhafte Maßnahmen für sechs Handlungsfelder beschrieben, die jeweils als eigenständige Forschungsleistungen im Rahmen dieser Dissertation gestaltet wurden.

5.2.2 Analyse über Mehrwerte durch eine Kombination von KI-Technologien mit PWAs für das Handlungsfeld Technologie

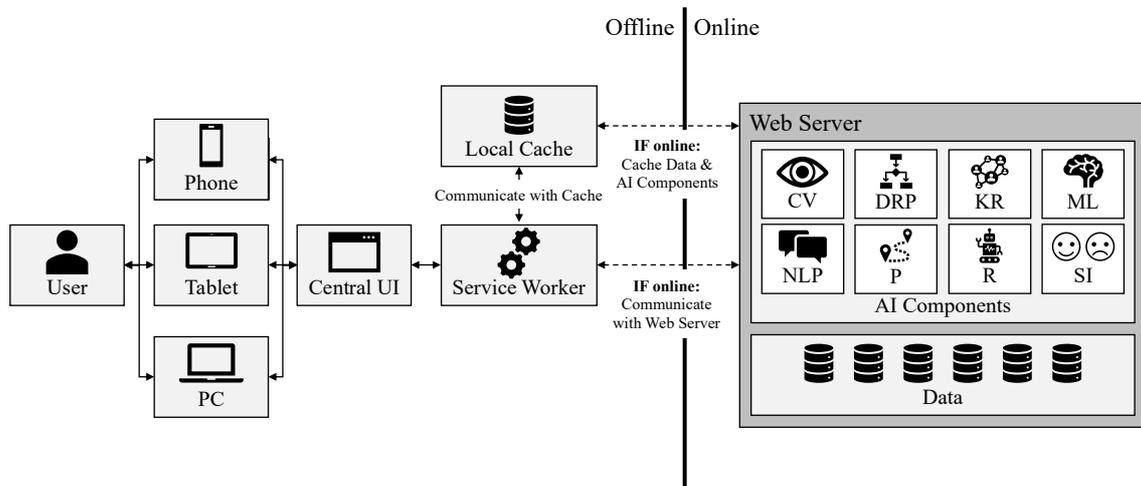


Abb. 6. Grundlegende Struktur von AI-PWAs (Fukas, Thomas 2021)

Das Handlungsfeld *Technologie* beschreibt alle Maßnahmen, die sich mit der Entwicklung und Anwendung von Technologien und Infrastrukturen für KI-basierte Informationssysteme beschäftigen. Dabei können KI-Technologien in der Regel nicht isoliert, sondern nur in Kombination mit anderen Technologien und Infrastrukturen betrieben werden, um einen wertschöpfenden Mehrwert für Unternehmen zu erzielen (Lee et al. 2018). Um exemplarisch Mehrwerte durch Technologiekombinationen aufzuzeigen, analysiert der Beitrag B2 Kombinationen von KI- und PWA-Technologien mit einer systematischen Literaturrecherche. Darauf aufbauend wurden AI-PWAs textuell und graphisch definiert (vgl. Abb. 6).

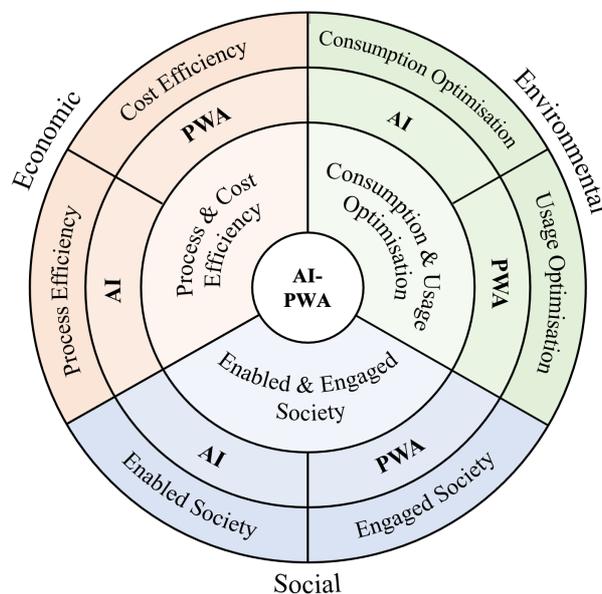


Abb. 7. Nachhaltige Mehrwerte von AI-PWAs in den Bereichen Ökonomie, Ökologie und Soziales (Fukas, Thomas 2021)

Weiterführend wurden mit einer argumentativ-deduktiven Analyse Mehrwerte für die ökonomische, ökologische und soziale Nachhaltigkeit durch Kombinationen von KI- und

PWA-Technologien wie beispielsweise eine kostengünstigere Implementierung (*Cost Efficiency*) oder ein energiesparenderer Betrieb (*Usage Optimisation*) abgeleitet (vgl. Abb. 7). Die durch diesen Forschungsbeitrag identifizierten Mehrwerte zeigen als Antwort von Teilproblem 3a exemplarisch auf, dass die Kombination von KI-Technologien mit anderen Technologien die wertschöpfende Anwendung von KI-basierten Informationssystemen sicherstellen kann.

5.2.3 Entwicklung eines Similarity-Preserving-Hashing-Ansatzes zur Anwendung von KI-basierten Informationssystemen auf sensiblen Daten für das Handlungsfeld Daten

Das Handlungsfeld *Daten* umfasst alle Inhalte des Datenmanagements und soll die effektive und effiziente, aber auch sichere Verarbeitung von Daten für den Einsatz KI-basierter Informationssysteme steuern. Dabei existiert ein Spannungsfeld zwischen der Notwendigkeit von Daten zum Training von ML-Algorithmen und hohen Datenschutzerfordernungen in Bezug auf sensible Daten (Mivule, Turner 2013). In Beitrag B3 wurde dementsprechend ein technischer Ansatz entwickelt, der die Anwendung von KI-basierten Informationssystemen auf sensiblen Daten ermöglicht. Dazu wurden zuerst Techniken aus dem Forschungsfeld des PAML mit einer systematischen Literaturrecherche identifiziert und analysiert (vgl. Abb. 8).

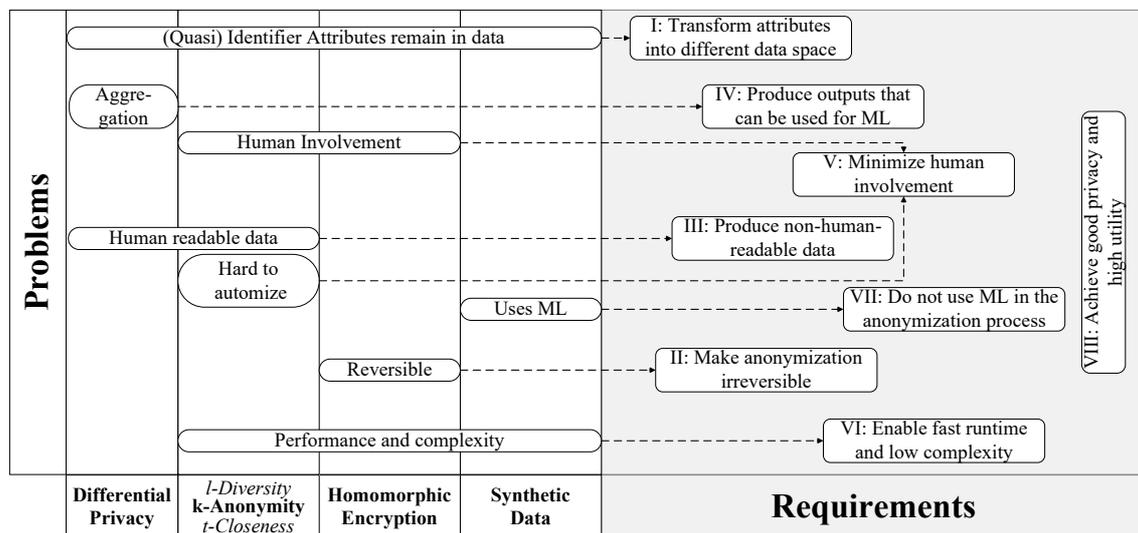


Abb. 8. Anforderungen an die Anonymisierung durch SPH-Algorithmen (Eleks et al. 2022)

Als vielversprechendster Lösungsansatz wurde SPH identifiziert, da es trotz eines Hashing-Ansatzes relevante Ähnlichkeiten für das Training von ML-Algorithmen erhält. Dementsprechend wurden drei verschiedene SPH-Ansätze prototypisch implementiert. Anschließend wurden diese drei Ansätze im Hinblick auf den erzielten Nutzen und die erreichte Privatsphäre technisch mit anderen Ansätzen (k-Anonymity, Datensynthese und keine Anonymisierung) verglichen, indem die unterschiedlich aufbereiteten Datensätze jeweils zum Training eines künstlichen neuronalen Netzes und eines Random Forest verwendet wurden (vgl. Abb. 9). Zur Messung der Privatsphäre wurde die Mutual Information und zur Evaluation des erzielten Nutzens der F1-Score verwendet. Die Zielsetzung ist dabei, einen möglichst hohen F1-Score bei gleichbleibender kleiner Mutual Information zu erreichen. Die prototypische Implementierung von SPH-Algorithmen stellt somit als Antwort auf Teilproblem 3b eine exemplarische Maßnahme dar, wie KI-basierte Informationssysteme mit sensiblen Daten verwendet werden können.

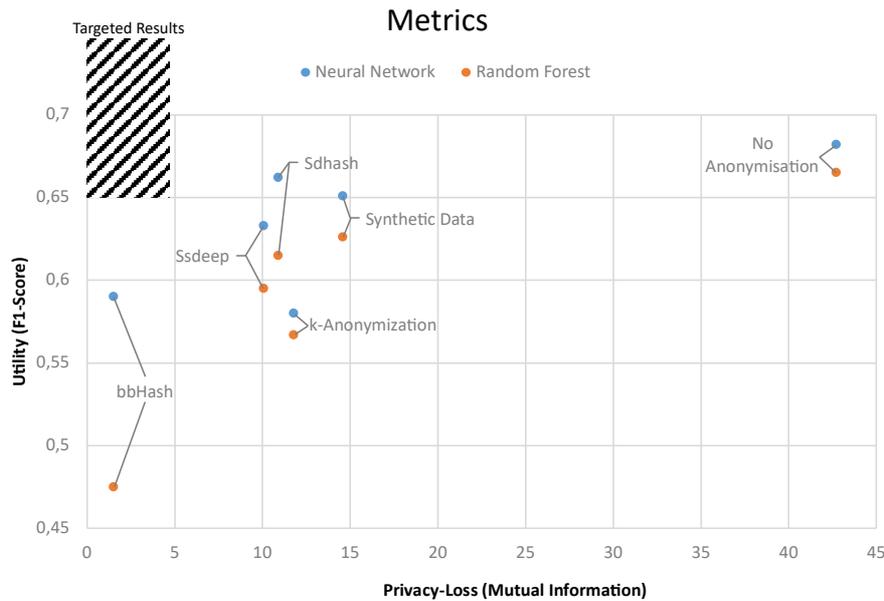


Abb. 9. Evaluationsergebnisse in Bezug auf die Privatsphäre und den Nutzen in Anlehnung an Eleks et al. (2022)

5.2.4 Gestaltung eines Rollenmodells zur Bestimmung von Kompetenzen zur Anwendung KI-basierter Informationssysteme für das Handlungsfeld Personal & Kompetenzen

Das Handlungsfeld *Personal & Kompetenzen* beinhaltet unter anderem die Bestimmung der individuellen Kompetenzen, die Mitarbeitende besitzen müssen, um KI-basierte Informationssysteme zu entwickeln, anzuwenden und zu verbessern. Weiterführend sind mit diesem Handlungsfeld die kontinuierliche Ausbildung sowie die zielführende Einstellung von Mitarbeitenden mit diesen Kompetenzen verbunden (Benbya et al. 2020). In Beitrag B5 wurden deshalb mithilfe von Experteninterviews zunächst rollenspezifische Anforderungen an die Anwendung KI-basierter Informationssysteme exemplarisch für die Wirtschaftsprüfung erhoben und mit einer qualitative Inhaltsanalyse vor allem in Hinblick auf die Transparenz der Entscheidungsfindung kategorisiert (vgl. Abb. 10).

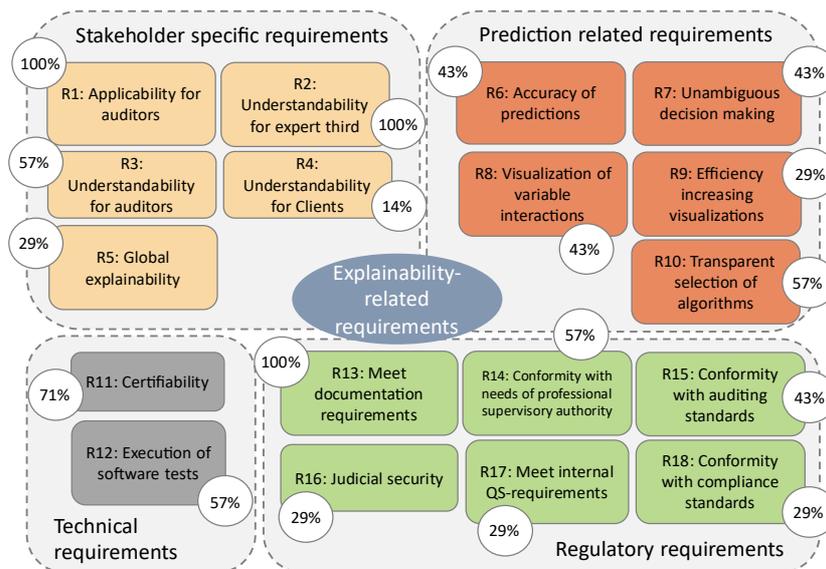


Abb. 10. Transparenzbezogene Anforderungen zum Einsatz von KI in der Wirtschaftsprüfung (Rebstadt et al. 2022)

Bei der Ausgestaltung der Erklärungsansätze ergaben sich dabei rollenspezifische Diskrepanzen, die sowohl auf unterschiedliche Zielsetzungen bei der Nutzung von KI-basierten Informationssystemen als auch auf unterschiedliche technische und fachliche Kompetenzen zurückzuführen sind. Aus diesem Grund wurden Rollen, die in einem direkten oder indirekten Bezug zu der Entwicklung und Anwendung KI-basierter Informationssysteme stehen, mit einer systematischen Literaturrecherche analysiert und in ein kompetenzspezifisches Rollenmodell überführt (vgl. Abb. 11). Abschließend wurde dieses Rollenmodell mit drei Fokusgruppen evaluiert und exemplarisch für die Wirtschaftsprüfung instanziiert. Als Antwort auf Teilproblem 3c stellt das KI-Rollenmodell somit ein neues Artefakt in Bezug auf das KI-Management dar, um verschiedene Kompetenzprofile initial anhand der entsprechenden Rolle im Unternehmen bestimmen zu können.

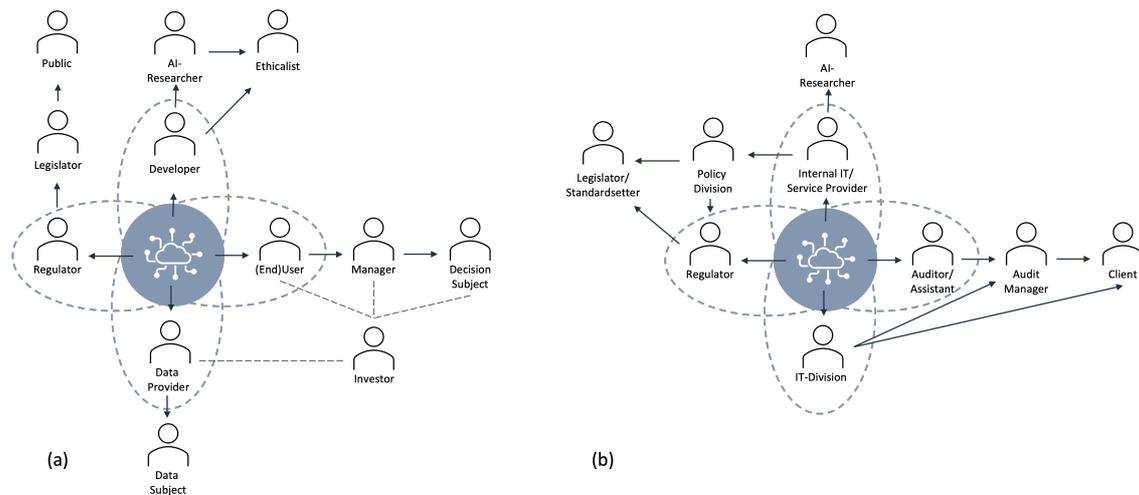


Abb. 11. Direkt oder indirekt mit KI-Systemen interagierende Rollen (a) im Allgemeinen und (b) in der Wirtschaftsprüfung (Rebstadt et al. 2022)

5.2.5 Gestaltung eines Cross-Innovation-Vorgehensmodells zur Entwicklung KI-basierter Informationssysteme für das Handlungsfeld Prozesse & Organisation

Das Handlungsfeld *Prozesse & Organisation* umfasst die aktive Gestaltung von Geschäftsprozessen und Unternehmensstrukturen, um die Entwicklung und Anwendung KI-basierter Informationssysteme für Unternehmen ermöglichen zu können. Dazu gehört auch die Instanziierung von Innovationsprozessen, die die Identifikation von betriebswirtschaftlich relevanten Anwendungsfällen und weiterführend die erfolgreiche Realisierung von digitalen Innovationen auf der Grundlage von KI-basierten Informationssystemen garantieren können (Benbya et al. 2020; Wiesböck, Hess 2020). Aus diesem Grund wurden in Beitrag B6 Konzepte bestehender Cross-Innovation-Ansätze mit einer systematischen Literaturrecherche identifiziert und bezüglich einer Anwendung für KI-basierte Informationssysteme analysiert. Darauf aufbauend wurde ein Cross-Innovation-Vorgehensmodell für den wertschöpfenden Einsatz KI-basierter Informationssysteme modelliert (vgl. Abb. 12).

Während des in vier Hauptphasen gegliederten Innovationsprozesses werden unterschiedliche Organisationen und Unternehmensabteilungen eingebunden. Dieses Vorgehen unterstreicht die gemeinsame Betrachtung von Geschäftsprozessen und Unternehmensstrukturen in einem einzelnen Handlungsfeld. Als Antwort von Teilproblem 3d stellt das Cross-Innovation-Vorgehensmodell somit ein weiteres Artefakt in Bezug auf das KI-Management dar, um exemplarisch Prozesse und Unternehmensstrukturen auf die Entwicklung von KI-basierten Informationssystemen auszurichten.

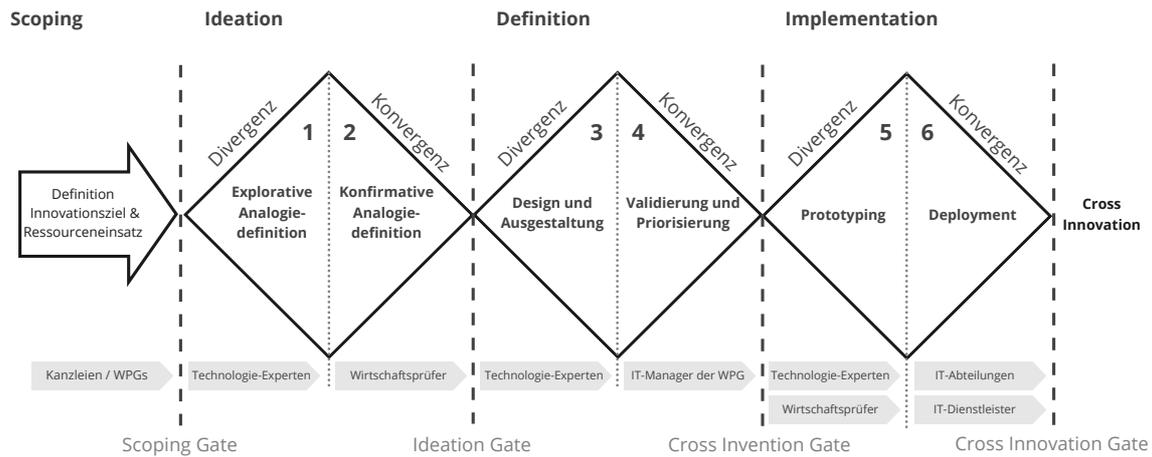


Abb. 12. Cross-Innovation-Vorgehensmodell zum Einsatz von KI in der Wirtschaftsprüfung in Anlehnung an Remark et al. (2022)

5.2.6 Entwicklung und Evaluation von Anwendungsfällen KI-basierter Informationssysteme für das Handlungsfeld Produkte & Dienstleistungen

Das Handlungsfeld *Produkte & Dienstleistungen* umfasst die Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen, in denen die Anwendung KI-basierter Informationssysteme zu einem wertschöpfenden Mehrwert für das Unternehmen führen. Dazu müssen zuerst geeignete Anwendungsfälle entwickelt und im Hinblick auf ihre Praxistauglichkeit evaluiert werden (Brenner et al. 2021, S. 32–35). Basierend auf dem zuvor entwickelten Cross-Innovation-Vorgehensmodell werden in Beitrag B6 mithilfe einer Fallstudie Anwendungsfälle für den wertschöpfenden Einsatz KI-basierter Informationssysteme entwickelt (vgl. Abb. 13)

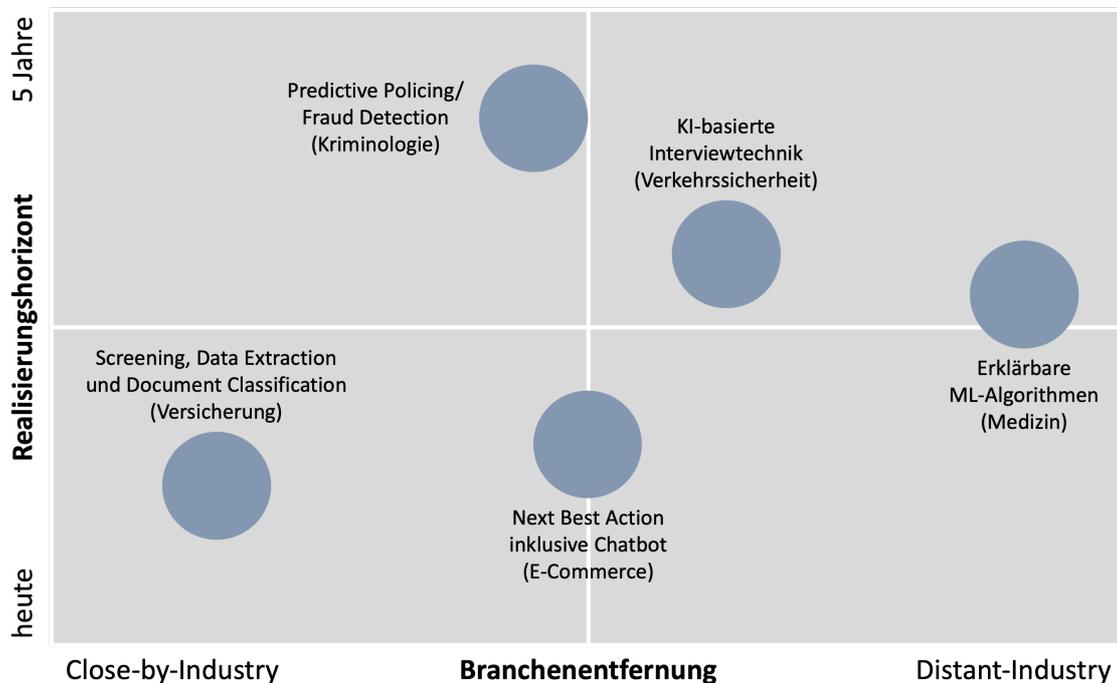


Abb. 13. Anwendungsfälle für den wertschöpfenden Einsatz KI-basierter Informationssysteme in Anlehnung an Fukas et al. (2022c)

Diese Anwendungsfälle wurden im Rahmen der Fallstudie mit einer Fokusgruppe evaluiert. Dabei sind die Anwendungsfälle von den Teilnehmenden individuell bezüglich ihrer Relevanz für die Wirtschaftsprüfung eingeordnet und in verschiedenen Dimensionen bewertet worden. In Abb. 14 sind die gemittelten Rankings und die Mittelwerte über alle Bewertungsdimensionen zusammenfassend dargestellt (eine hohe Relevanz entspricht hundert Prozent, eine niedrige Relevanz entspricht null Prozent). Auf Basis der Evaluationsergebnisse wurden Handlungsempfehlungen für die Gestaltung KI-basierter Prüfungsdienstleistungen mit einer argumentativ-deduktiven Analyse abgeleitet. Die Entwicklung von geeigneten Anwendungsfällen für den Einsatz von KI-basierten Informationssystemen stellt damit eine Maßnahme des Handlungsfeldes *Produkte & Dienstleistungen* dar und beantwortet somit das Teilproblem 3e.

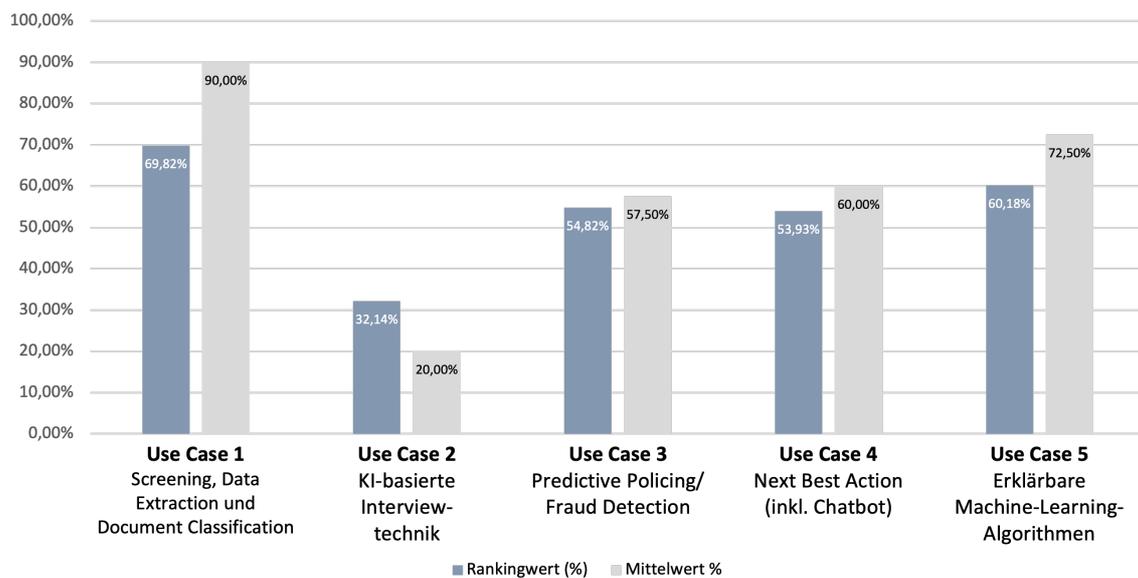


Abb. 14. Ergebnisse aus der Evaluation der KI-gestützten Anwendungsfälle in Anlehnung an Fukas et al. (2022c)

5.2.7 Entwicklung eines Erklärbarkeitsansatzes zur transparenten Anwendung von KI-basierten Informationssystemen für das Handlungsfeld Ethik & Regulatorik

Das Handlungsfeld *Ethik & Regulatorik* befasst sich mit der Festlegung ethischer Werte und Standards im Zusammenhang mit der Entwicklung und Anwendung KI-basierter Informationssysteme in Unternehmen. Beispielsweise müssen KI-basierte Informationssysteme die Gründe für die von ihnen autonom getroffenen Entscheidungen für gewisse ethische und regulatorische Fragestellungen offenlegen können (Rudin 2019; Teodorescu et al. 2021). In stark regulierten Branchen wie beispielsweise der Wirtschaftsprüfung stellt somit die Transparenz der Entscheidung eine entscheidende Voraussetzung dar, um KI-basierte Informationssysteme anwenden zu können (Munoko et al. 2020; Thomas et al. 2021). Dementsprechend wurde in Beitrag B7 ein Erklärungsansatz für die Anwendung KI-basierter Informationssysteme in Unternehmen prototypisch implementiert. Das Entwicklungsvorgehen basiert auf dem CRISP-DM und beinhaltete als ersten Schritt eine systematische Literaturrecherche, mit der KI-Ansätze für die Erkennung von Finanzbetrug identifiziert und analysiert wurden. Darauf aufbauend wurden insgesamt sechs verschiedene Varianten von drei verschiedenen KI-Ansätzen mit Rohdaten sowie aggregierten Finanzkennzahlen trainiert und mit anerkannten Metriken evaluiert (vgl. Abb. 15).

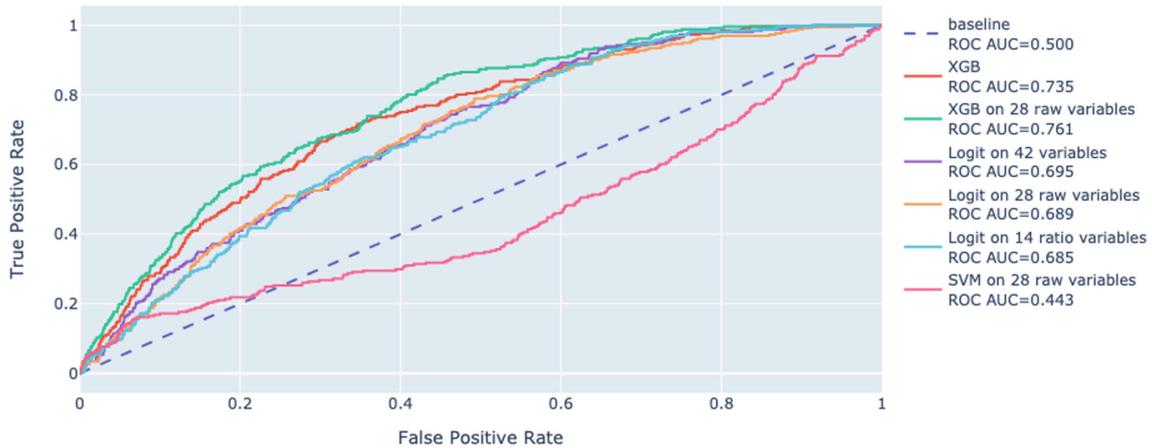


Abb. 15. Receiver-Operating-Characteristic-Kurven als Evaluationsergebnisse der ML-Modelle (Fukas et al. 2022b)

Für eine transparente Entscheidungsfindung der trainierten KI-Algorithmen wurden anschließend *SHapley Additive exPlanations* (SHAP) als modellagnostisches Verfahren berechnet und analysiert (Lundberg, Lee 2017). Durch SHAP können die allgemeine Relevanz von Merkmalen im Datensatz und der Einfluss auf die autonome Entscheidung des KI-Algorithmus abgeschätzt werden. Die Ergebnisse der SHAP-Analyse sind in Abb. 16 visualisiert.

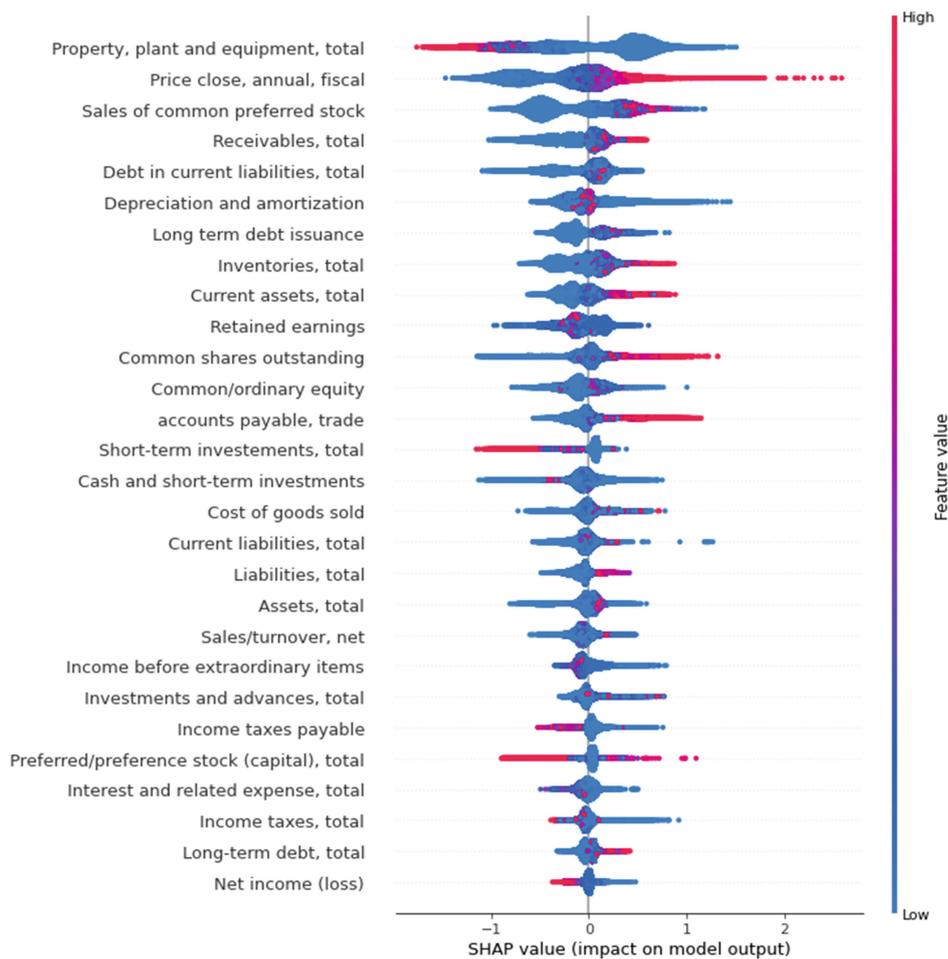


Abb. 16. Zusammenfassende Darstellung der SHAP-Werte eines eXtreme-Gradient-Boosting-Modells (Fukas et al. 2022b)

Zur Beantwortung von Teilproblem 3f wurden verschiedene KI-Modelle für die automatische Erkennung von Bilanzbetrug prototypisch implementiert und mit einer SHAP-Analyse erklärbar gemacht. Die Anwendung eines Erklärbarkeitsansatzes kann zur Erfüllung ethischer und regulatorischer Anforderungen beitragen und stellt somit eine Maßnahme zur Sicherstellung des wertschöpfenden Einsatzes KI-basierter Informationssysteme dar.

5.3 Theoretische Implikationen

Auf Basis des in dieser Dissertation entwickelten Ansatzes zur Etablierung eines übergreifenden KI-Managements in Unternehmen ergeben sich verschiedene theoretische Implikationen. Die Handlungsfelder, die mit der Entwicklung des KI-Reifegradmodells in Beitrag B1 als Antwort auf FF1 definiert wurden, stellen eine aggregierte Form soziotechnischer Aktivitäten dar, die durch zukünftige Forschungsarbeiten in Bezug auf das KI-Management weiter zu untersuchen sind (Benbya et al. 2020; Berente et al. 2021; Brenner et al. 2021, S. 14–15). Dabei strukturieren die Handlungsfelder das Forschungsfeld, das durch die Diskrepanz zwischen fortgeschrittener technischer Grundlagenforschung und dem fehlenden Einsatz von KI in Unternehmen aufgespannt wird (Holmström, Hällgren 2021; Mock et al. 2021). Diese Struktur hilft dabei, nachfolgende Forschungsarbeiten in das Forschungsfeld des KI-Managements einzuordnen und in Zukunft weitere konkrete Forschungslücken aufzuzeigen (Berente et al. 2021). Die in den Beiträgen B2 bis B7 gewonnenen methodischen Erkenntnisse können dabei anderen Forschenden als eine Orientierung dienen, wie Erkenntnisse in Bezug auf die Handlungsfelder des KI-Managements gewonnen werden können (Benbya et al. 2020). Darüber hinaus ergeben sich aus den einzelnen Beiträgen, die primär zur Beantwortung der Teilprobleme von FF3 verfasst wurden, weitere theoretische Implikationen.

Die Analyse aus Beitrag B2 zeigt, dass sich Mehrwerte durch die systematische Kombination von KI- und PWA-Technologien realisieren lassen. Diese Erkenntnisse können zum Anlass genommen werden, weitere Technologiekombinationen, wie bspw. die durch den Terminus „Hyperautomation“ beschriebene Kombination von Robotic Process Automation (RPA) und KI (Jiménez-Ramírez 2021), zu erforschen oder konkrete Anwendungsfälle durch AI-PWAs umzusetzen (Mohammed et al. 2022). In Beitrag B3 wurde mit SPH ein bisher nur aus dem Bereich der Datenforensik bekannter Ansatz auf das Training und die Anwendung von ML übertragen, implementiert und evaluiert (Gayoso Martínez et al. 2014). Dadurch wurden neue Erkenntnisse über die vielversprechende Anwendung von SPH zur Nutzung von sensiblen Daten in KI-basierten Informationssystemen gewonnen, sodass der Ansatz in anderen Forschungsarbeiten verwendet und weiterentwickelt werden kann (Mivule, Turner 2013). Das in Beitrag B4 gestaltete Rollenmodell für den Einsatz von KI in Unternehmen stellt ein neues Artefakt dar, welches als theoretische Grundlage zur Entwicklung und Anwendung von KI-basierten Informationssystemen in Bezug auf unterschiedliche Kompetenzen dient (Benbya et al. 2020). Aufsetzend auf den Erkenntnissen von Tintarev et al. (2016) und Oh et al. (2020) schließt die domänenspezifische Instanziierung des aus der wissenschaftlichen Literatur abgeleiteten generischen Rollenmodells darüber hinaus eine konkrete Forschungslücke für die Wirtschaftsprüfung (Sellhorn 2020; Thomas et al. 2021). Durch Beitrag B5 wurde ebenfalls ein neues Artefakt geschaffen, das theoretisches Gestaltungswissen über Innovationsprozesse zur Entwicklung KI-basierter Informationssysteme expliziert. Das entwickelte Cross-Innovation-Vorgehensmodell kann dabei als Methode in anderen Forschungsarbeiten direkt verwendet und weiterentwickelt werden (Brenner et al. 2021, S. 32–35). So wurde das Modell beispielsweise direkt in Beitrag B6 angewendet, um geeignete Anwendungsfälle für KI-basierte Informationssysteme in der Wirtschaftsprüfung zu entwickeln. Die prototypische Implementierung von Beitrag B7 trägt

als erste Anwendung von SHAP als modellagnostisches Verfahren für die Erkennung von Bilanzbetrug dazu bei, Erklärungsansätze für ursprünglich intransparente ML-Algorithmen und ihre betriebswirtschaftliche Relevanz besser zu verstehen (Rudin 2019). Der resultierende Erklärungsansatz erweitert dabei die Erkenntnisse ähnlicher Studien (Cecchini et al. 2010; Dechow et al. 2011; Bao et al. 2020) und schafft ein erstes Verständnis über die di-rektionalen Auswirkungen der betrachteten Variablen auf die Vorhersage von Bilanzbetrug.

5.4 Praktische Implikationen

In dieser Dissertation wurde primär präskriptives Wissen generiert, das verschiedene Implikationen für die unternehmerische Praxis beinhaltet. Die mit der Entwicklung des KI-Reifegradmodells in B1 und als Antwort auf FF1 definierten Handlungsfelder stellen einen initialen Leitfaden für Unternehmen dar, welche Unternehmensbereiche für die Entwicklung und Anwendung KI-basierter Informationssysteme relevant sind. Dadurch kann initial ein KI-Management im Unternehmen aufgebaut und in Form von verschiedenen Reifegradstufen gemessen werden. Anschließend wurde mit dem KI-Reifegradmodell aus Beitrag B1 sowie ergänzend mit den entwickelten Artefakten aus den Beiträgen B3, B4, B5, und B7 ein Ansatz entwickelt, wie sich Unternehmen in den verschiedenen Handlungsfeldern systematisch weiterentwickeln können, um sich bei der Entwicklung und Anwendung KI-basierter Informationssysteme kontinuierlich zu verbessern. Dieser Ansatz kann genutzt werden, um ein (zertifizierbares) KI-Managementsystem (Mock et al. 2021; ISO 2022) in Unternehmen aufzubauen. Mithilfe dieses KI-Managementsystems können Unternehmen ihren aktuellen Stand kontinuierlich messen, Maßnahmen planen, Maßnahmen ausführen und anschließend überwachen (Reimann 2022). Im Vergleich zur unstrukturierten Durchführung von KI-Projekten können so Fehlinvestitionen vermieden und eine gesamtunternehmerische Steuerung sowie KI-Ausrichtung erzielt werden (Benbya et al. 2020). Während aus Beitrag B1 eher praktische Implikationen bezüglich eines gesamtheitlichen KI-Managementansatzes für Unternehmen resultieren, beinhalten die Beiträge B2 bis B7 im Rahmen der Beantwortung von FF3 hingegen praktische Implikationen für einzelne Handlungsfelder.

Beitrag B2 zeigt für das Handlungsfeld *Technologie* auf, dass KI-Technologien mit anderen bekannten Technologien im Unternehmen kombiniert werden können, um sich im Markt differenzieren und neue Geschäftsmodelle erschließen zu können (Lee et al. 2018). Darüber hinaus führt der Forschungsbeitrag verschiedene AI-PWAs auf, die KI-Technologien für Unternehmen erst praktisch anwendbar machen. Durch die in Beitrag B3 implementierten SPH-Algorithmen werden neue Möglichkeiten für die praktische Nutzung von KI-basierten Informationssystemen auf sensiblen Daten aufgezeigt. Da ein Großteil der unternehmensinternen Daten hochsensibel ist, wurde hiermit ein Ansatz geschaffen, KI-basierte Informationssysteme flächendeckend auf verschiedenste Daten im Unternehmen anzuwenden zu können. Mit dem Rollenmodell in Beitrag B4 wurde ein neues KI-Management-Artefakt für das Handlungsfeld *Personal & Kompetenzen* entwickelt, um verschiedene Kompetenzprofile in Bezug auf KI-basierte Informationssysteme initial anhand der entsprechenden Rolle im Unternehmen bestimmen zu können. Auf Basis dieser Kompetenzprofile können anschließend Mitarbeiter entsprechend ausgebildet oder eingestellt werden (Benbya et al. 2020). Das in Beitrag B5 entwickelte Cross-Innovation-Vorgehensmodell stellt ein Artefakt dar, das direkt von Unternehmen angewendet werden kann, um ihren Innovationsprozess auf die Entwicklung KI-basierter Informationssysteme auszurichten. Die direkte Anwendbarkeit und der praktische Nutzen des Modells wurden durch die Fallstudie in Beitrag B6 verifiziert. Darüber hinaus wurden in Beitrag B6 geeignete Anwendungsfälle exemplarisch für die Wirtschaftsprüfung entwickelt und evaluiert. Daraus ergeben sich direkte

Implikationen für die Entwicklung und Anwendung KI-basierter Informationssysteme für die Praxis von Wirtschaftsprüfungsgesellschaften (Sellhorn 2020). Abschließend haben sich durch die prototypische Implementierung eines Erklärbarkeitsansatzes für die KI-basierte Erkennung von Bilanzbetrug sowohl fachliche Implikationen bei der Auswahl der relevanten Variablen zur Erkennung von Bilanzbetrug als auch technische Implikationen zur Ausgestaltung von transparenten KI-Systemen ergeben. Zusätzlich hat sich die Erklärbarkeit von KI-basierten Informationssystemen als zentraler Bestandteil zur Überschreitung der *Line of Governance* herausgestellt, was die Wichtigkeit des Handlungsfeldes *Ethik & Regulatorik* für das KI-Management von Unternehmen unterstreicht (Thomas et al. 2021).

5.5 Limitationen

Die in dieser Dissertation erzielten Forschungsergebnisse (vgl. Kapitel 5) richten sich nach dem idealtypischen Erkenntnisprozess der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik und wurden mit anerkannten Forschungsmethoden hergeleitet (vgl. Kapitel 4.2). Die dabei entstandenen Beiträge wurden im Hinblick auf ihre wissenschaftliche Qualität von unabhängigen Dritten begutachtet und in von dem VHB und der WKWI explizit ausgewiesenen wissenschaftlichen Publikationsorganen veröffentlicht. Der zentrale Beitrag B1 dieser Dissertation wurde dabei auf der hochrangigsten Wirtschaftsinformatikkonferenz Europas, der European Conference on Information Systems (ECIS), publiziert, die im VHB-Ranking mit der Kategorie B und im WKWI-Ranking mit der Kategorie A eingeordnet wird. Die Publikationsorgane aller weiteren Beiträge werden nach dem VHB-Ranking mindestens mit dem Gütekriterium C bewertet, was die durchgängige herausragende wissenschaftliche Qualität der Beiträge unterstreicht. Zusätzlich sind die Beiträge B1, B4 und B7 besonders hervorzuheben, da sie gemäß dem WKWI-Ranking auf hochrangigen Konferenzen der Kategorie A mit einer Annahmequote von unter 30 Prozent publiziert wurden.

Trotz dieser bereits erfolgten wissenschaftlichen Qualitätssicherung unterliegen die gewonnen Erkenntnisse verschiedenen Limitationen. Durch die Anwendung und Kombination von überwiegend gestaltungsorientierten Methoden zur Erkenntnisgewinnung wurde zwar ein hinreichend fundiertes präskriptives Wissen generiert, allerdings ist noch kein vollständig repräsentativer oder formaler Beweis der Anwendbarkeit und Nützlichkeit dieses Wissens erfolgt (Sonnenberg, vom Brocke 2012). Die durchgeführten Evaluationen beschränken sich in den Beiträgen B1, B4 und B6 auf qualitative Methoden wie Experteninterviews und Fokusgruppen und in den Beiträgen B3 und B7 auf anerkannte technische Metriken. Die qualitativen Evaluierungsmethoden weisen in der Anzahl und in der Auswahl der teilnehmenden Experten dabei zu einem gewissen Grad limitierende Elemente wie beispielsweise den anteiligen Fokus auf die Wirtschaftsprüfungsbranche auf und können kein vollständig repräsentatives Ergebnis über alle potenziell relevanten Anspruchsgruppen liefern. Sie stellen einen initialen Nachweis über die Anwendbarkeit und Nützlichkeit der entwickelten Artefakte dar, aber zur Erlangung von vollständig repräsentativen Ergebnissen sind zusätzliche Methoden der quantitativen Sozialforschung wie Umfragen oder Beobachtungen mit großer Stichprobenzahl notwendig. Die technischen Evaluierungsmethoden schließen hingegen bewusst die Interaktion von potenziellen Nutzenden mit den prototypischen Implementierungen aus, um eine höhere Generalisierbarkeit der Ergebnisse zu erreichen. Dadurch kann allerdings formal nur ein Beweis der Anwendbarkeit und kein Beweis der Nützlichkeit geliefert werden (Sonnenberg, vom Brocke 2012). Weiterhin konnte der Quellcode der prototypischen Implementierungen nicht vollständig publiziert werden, da dadurch teilweise Unternehmensgeheimnisse von Praxispartnern gefährdet wären. Dementsprechend weisen die Beiträge B3 und B7 anteilige Limitationen in Bezug auf die

Nachvollziehbarkeit und Reproduzierbarkeit auf, die durch eine Verwendung öffentlicher und gut dokumentierter Programmbibliotheken teilweise verringert werden konnten.

Schließlich hat die bisherige Historie gezeigt, dass technische und fachliche Entwicklungen in Bezug auf KI-Technologien sehr dynamisch sind (Russell, Norvig 2020, S. 16–29; Berente et al. 2021). Technische Ansätze, die initial vielversprechend waren, werden innerhalb kürzester Zeit von neuen Ansätzen abgelöst und fachliche Gegebenheiten passen sich kontinuierlich an wirtschaftliche, rechtliche und gesellschaftliche Phänomene und Rahmenbedingungen an (Russell, Norvig 2020, S. 16–29; Zhang et al. 2022). Dementsprechend sind die Erkenntnisse dieser Dissertation zwingend aus der zeitlichen Perspektive zu betrachten, in denen sie gewonnen und dokumentiert wurden. Darüber hinaus ist das KI-Management ein komplexes, umfangreiches und noch nicht ausreichend erforschtes Feld und im Rahmen dieser Dissertation ist es deshalb nicht möglich, alle relevanten Aspekte des KI-Managements vollumfänglich zu betrachten (Brenner et al. 2021, S. 14–15). So wurden lediglich Erkenntnisse über exemplarische Maßnahmen in sechs von den initial acht definierten Handlungsfeldern gewonnen und es wurden insgesamt nur einzelne Teilbereiche der Handlungsfelder adressiert. Durch die initiale Strukturierung des KI-Managements im Rahmen dieser Dissertation können sich allerdings weitere Forschungsarbeiten stärker auf einzelne Handlungsfelder oder Teilbereiche fokussieren, sodass eine systematische Erschließung des Forschungsfeldes in Zukunft möglich ist.

6 Zusammenfassung

Diese Dissertation umfasst einen gestaltungsorientierten Ansatz zur Etablierung eines übergreifenden KI-Managements in Unternehmen. Zu Beginn des Erkenntnisprozesses wurden als Antwort auf FF1 zentrale Handlungsfelder des KI-Managements definiert. Durch einen Ansatz zur kontinuierlichen Verbesserung, der sich aus dem in Beitrag B1 entwickelten KI-Reifegradmodell ergibt und durch die in den Beiträgen B3, B4, B5 und B7 entwickelten Artefakte erweitert wird, wird FF2 beantwortet. Weiterführend müssen in den initial definierten Handlungsfeldern verschiedene Maßnahmen ergriffen werden, um die Entwicklung und Anwendung von KI-basierten Informationssystemen für Unternehmen sicherzustellen. Aus diesem Grund wurde FF3 in verschiedene Teilprobleme aufgeteilt, die sich analog aus den zuvor definierten Handlungsfeldern ergeben. Jedes Teilproblem wurde jeweils mit einem Forschungsbeitrag, der in diese kumulative Dissertation eingebracht wurde, adressiert und mit der Gestaltung von exemplarischen Maßnahmen beantwortet.

Mit dieser Dissertation wurde eine Grundlage für die weitere Forschung im Bereich des KI-Managements gelegt. Der entwickelte Ansatz sowie die daraus gewonnen Erkenntnisse strukturieren und erweitern das bisherige Wissen über KI-Management. Dabei können sich zukünftige Forschungsarbeiten an den einzelnen Beiträgen orientieren, um weitere Forschungslücken in den verschiedenen Handlungsfeldern zu schließen. Unternehmen können hingegen die Ergebnisse dieser Dissertation nutzen, um ein internes KI-Managementsystem aufzubauen, das in Zukunft durch ISO/IEC 42001 zertifiziert werden kann (ISO 2022). KI-basierte Informationssysteme stellen ein großes wirtschaftliches Potenzial dar und mithilfe des entwickelten KI-Managementansatzes kann dieses Potenzial systematisch realisiert werden. Durch eine bessere Steuerung und Koordination der benötigten Ressourcen und Aktivitäten können Fehlinvestitionen in KI vermieden und Kosteneinsparungen erzielt werden. Gleichzeitig können Unternehmen ihre Wertschöpfung steigern, indem sie ihre Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle mit KI neu ausrichten. So kann langfristig die erfolgreiche Entwicklung und Anwendung KI-basierter Informationssysteme erfolgen und Unternehmen können sich zu KI-getriebenen Organisationen weiterentwickeln.

7 Literatur

- Asatiani, A.; Malo, P.; Nagbøl, P.R.; Penttinen, E.; Rinta-Kahila, T.; Salovaara, A. (2021): *Sociotechnical Envelopment of Artificial Intelligence: An Approach to Organizational Deployment of Inscrutable Artificial Intelligence Systems*. Journal of the Association for Information Systems 2(22):325–352.
- Atsmon, Y.; Saleh, T.; Nair, S.; Jain, P.; Kishore, S.; McCarthy, B.; Baroudy, K. (2021): *Tipping the Scales in AI: How Leaders Capture Exponential Returns*. McKinsey. <https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/tipping-the-scales-in-ai#>. Abruf am 20.1.2023.
- Bao, Y.; Ke, B.; Li, B.; Yu, Y.J.; Zhang, J. (2020): *Detecting Accounting Fraud in Publicly Traded U.S. Firms Using a Machine Learning Approach*. Journal of Accounting Research 1(58):199–235.
- 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, 335–336.
- Becker, J.; Knackstedt, R.; Pöppelbuß, J. (2009): *Developing Maturity Models for IT Management*. Business & Information Systems Engineering 3(1):213–222.
- Benbya, H.; Davenport, T.H.; Pachidi, S. (2020): *Special Issue Editorial. Artificial Intelligence in Organizations: Current State and Future Opportunities*. MIS Quarterly Executive 4(19):4.
- Berente, N.; Gu, B.; Recker, J.; Santhanam, R. (2021): *Special Issue Editor's Comments: Managing Artificial Intelligence*. MIS Quarterly 3(45):1433–1450.
- Bishop, C.M. (2006): *Pattern Recognition and Machine Learning*. New York, Springer.
- Bogner, A.; Littig, B.; Menz, W. (2014): *Interviews mit Experten*. Wiesbaden, Springer.
- Brenner, W.; van Giffen, B.; Koehler, J.; Fahse, T.; Sagodi, A. (2021): *Bausteine eines Managements Künstlicher Intelligenz*. Wiesbaden, Springer.
- vom Brocke, J.; Niehaves, B.; Simons, A.; Riemer, K. (2009): *Reconstructing the Giant: On the Importance of Rigour in Documenting the Literature Search Process*. In: ECIS 2009 Proceedings. Verona, 161.
- Cecchini, M.; Aytug, H.; Koehler, G.J.; Pathak, P. (2010): *Detecting Management Fraud in Public Companies*. Management Science 7(56):1146–1160.
- Chapman, P.; Clinton, J.; Kerber, R.; Khabaza, T.; Reinartz, T.; Shearer, C.; Wirth, R. (2000): *CRISP-DM 1.0: Step-by-step data mining guide*.
- Dechow, P.M.; Ge, W.; Larson, C.R.; Sloan, R.G. (2011): *Predicting Material Accounting Misstatements*. Contemporary Accounting Research 1(28):17–82.
- Eberhard, K. (1999): *Einführung in die Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie: Geschichte und Praxis der konkurrierenden Erkenntniswege*. 2. Auflage. Stuttgart, Kohlhammer.
- Eleks, M.; Rebstadt, J.; Fukas, P.; Thomas, O. (2022): *Learning without Looking: Similarity Preserving Hashing and Its Potential for Machine Learning in Privacy Critical Domains*. In: Demmler, D.; Krupka, D.; Federrath, H. (Hrsg.): *INFORMATIK 2022*. Bonn, Gesellschaft für Informatik, 161–177.
- Ericsson IndustryLab (2020): *Adopting AI in organizations: The journey towards constant change*. <https://www.ericsson.com/4ab2b3/assets/local/reports-papers/industrylab/doc/adopting-ai-report.pdf>. Abruf am 20.1.2023.
- Eurostat (2022): *Use of artificial intelligence in enterprises*. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Use_of_artificial_intelligence_in_enterprises. Abruf am 20.1.2023.

- Forsyth, D.; Ponce, J. (2012): *Computer Vision: A Modern Approach*. 2. Auflage. Upper Saddle River, Prentice Hall.
- Fukas, P. (2022): *The Management of Artificial Intelligence: Developing a Framework Based on the Artificial Intelligence Maturity Principle*. In: Van Looy, A.; Weber, B.; Rosemann, M. (Hrsg.): *Proceedings of the Doctoral Consortium Papers Presented at the 34th International Conference on Advanced Information Systems Engineering*. Löwen, 19–27.
- Fukas, P.; Menzel, L.; Thomas, O. (2022a): *Augmenting Data with Generative Adversarial Networks to Improve Machine Learning-Based Fraud Detection*. In: *Wirtschaftsinformatik 2022 Proceedings*. Nürnberg (online), 4.
- Fukas, P.; Rebstadt, J.; Menzel, L.; Thomas, O. (2022b): *Towards Explainable Artificial Intelligence in Financial Fraud Detection: Using Shapley Additive Explanations to Explore Feature Importance*. In: Franch, X.; Poels, G.; Gailly, F.; Snoeck, M. (Hrsg.): *Advanced Information Systems Engineering*. Cham, Springer, 109–126.
- Fukas, P.; Rebstadt, J.; Remark, F.; Thomas, O. (2021): *Developing an Artificial Intelligence Maturity Model for Auditing*. In: *ECIS 2021 Research Papers*. Marrakesch (online), 133.
- Fukas, P.; Remark, F.; Thomas, O.; Sack, M.; Pöhlmann, A. (2022c): *Entwicklung und Evaluation von Cross-Innovationen für den Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der Wirtschaftsprüfung*. *Die Wirtschaftsprüfung (WPg)* 22(75):1257–1265.
- Fukas, P.; Thomas, O. (2021): *Innovation by Information Technology Recombination: How Artificial Intelligence Progressive Web Apps Foster Sustainable Development*. In: *Gesellschaft für Informatik (Hrsg.): INFORMATIK 2021*. Bonn, Gesellschaft für Informatik, 1369–1382.
- Gartner (2020): *Gartner Identifies the Top Strategic Technology Trends for 2021*. <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2020-10-19-gartner-identifies-the-top-strategic-technology-trends-for-2021>. Abruf am 20.1.2023.
- Gayoso Martínez, V.; Hernández Álvarez, F.; Hernández Encinas, L. (2014): *State of the Art in Similarity Preserving Hashing Functions*. In: *The 2014 International Conference on Security and Management (SAM'14)*. Las Vegas, Digital CSIC, 139–145.
- Gläser, J.; Laudel, G. (2010): *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse*. 4. Auflage. Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Goeken, M.; Walser, K. (2011): *Strategisches Informationsmanagement*. In: Heiß, H.-U.; Pepper, P.; Schlingloff, H.; Schneider, J. (Hrsg.): *INFORMATIK 2011 – Informatik schafft Communities*. Bonn, Gesellschaft für Informatik e.V., 81.
- Gregor, S.; Hevner, A.R. (2013): *Positioning and Presenting Design Science Research for Maximum Impact*. *MIS Quarterly* 2(37):337–355.
- Hevner, A.R.; March, S.T.; Park, J.; Ram, S. (2004): *Design Science in Information Systems Research*. *MIS Quarterly* 1(28):75–105.
- Holmström, J.; Hällgren, M. (2021): *AI management beyond the hype: exploring the co-constitution of AI and organizational context*. *AI and Society* 4(37):1575–1585.
- ISO (2018): *The Integrated Use of Management System Standards (IUMSS)*. <https://www.iso.org/publication/PUB100435.html>. Abruf am 20.1.2023.
- ISO (2022): *ISO/IEC DIS 42001 Information technology — Artificial intelligence — Management system*. <https://www.iso.org/standard/81230.html>. Abruf am 20.1.2023.
- Jiménez-Ramírez, A. (2021): *Humans, Processes and Robots: A Journey to Hyperautomation*. In: González Enríquez, J.; Debois, S.; Fettke, P.; Plebani, P.; van de Weerd, I.; Weber, I. (Hrsg.): *Business Process Management: Blockchain and Robotic Process Automation Forum (BPM 2021)*. Cham, Springer, 3–6.
- Jurafsky, D.; Martin, J. (2009): *Speech and Language Processing*. 2. Auflage. Upper Saddle River, Prentice Hall.

- Kelnar, D. (2019): *The State of AI: Divergence*. MMC Ventures Research. <https://www.stateofai2019.com/>. Abruf am 20.1.2023.
- Kitchenham, B.A.; Charters, S.M. (2007): *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*. Technical Report EBSE 2007-001, Keele University and Durham University.
- Kortum, H.; Fukas, P.; Rebstadt, J.; Eleks, M.; Nobakht Galehpardsari, M.; Thomas, O. (2022): *Proposing a Roadmap for Designing Non-Discriminatory ML Services: Preliminary Results from a Design Science Research Project*. In: *Wirtschaftsinformatik 2022 Proceedings*. Nürnberg (online), 3.
- Kreutzer, R.T.; Sirrenberg, M. (2020): *Understanding Artificial Intelligence: Fundamentals, Use Cases and Methods for a Corporate AI Journey*. Cham, Springer.
- Kurzweil, R. (2005): *The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology*. New York, Viking.
- Lee, M.H.; Yun, J.H.J.; Pyka, A.; Won, D.K.; Kodama, F.; Schiuma, G.; Park, H.S.; Jeon, J.; Park, K.B.; Jung, K.H.; Yan, M.R.; Lee, S.Y.; Zhao, X. (2018): *How to Respond to the Fourth Industrial Revolution, or the Second Information Technology Revolution? Dynamic New Combinations between Technology, Market, and Society through Open Innovation*. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity* 3(4):21.
- Legg, S.; Hutter, M. (2007): *A Collection of Definitions of Intelligence*. In: Wang, P.; Goertzel, B. (Hrsg.): *Proceedings of the 2007 Conference on Advances in Artificial General Intelligence: Concepts, Architectures and Algorithms: Proceedings of the AGI Workshop 2006*. Amsterdam, IOS Press, 17–24.
- Lichtenthaler, U. (2020): *Five Maturity Levels of Managing AI: From Isolated Ignorance to Integrated Intelligence*. *Journal of Innovation Management* 1(8):39–50.
- Loos, P.; Mettler, T.; Winter, R.; Goeken, M.; Frank, U.; Winter, A. (2013): *Methodenpluralismus in der Wirtschaftsinformatik?* *Wirtschaftsinformatik* 6(55):457–464.
- Lundberg, S.M.; Lee, S.-I. (2017): *A unified approach to interpreting model predictions*. In: Von Luxburg, U.; Guyon, I.; Bengio, S.; Wallach, H.; Fergus, R.; Vishwanathan, S.; Garnett, R. (Hrsg.): *Advances in Neural Information Processing Systems 30 (NIPS 2017)*. Red Hook, Curran Associates Inc., 4766–4775.
- March, S.T.; Smith, G.F. (1995): *Design and natural science research on information technology*. *Decision Support Systems* 4(15):251–266.
- Mayring, P. (2015): *Qualitative Inhaltsanalyse*. 12. Auflage. Weinheim, Beltz.
- McCorduck, P. (2004): *Machines Who Think*. 2. Auflage. Natick, A K Peters.
- Minsky, M. (1980): *Jokes and the Logic of the Cognitive Unconscious*. In: Vaina, L.; Hintikka, J. (Hrsg.): *Cognitive Constraints on Communication*. Dordrecht, Springer, 175–200.
- Mittal, N.; Saif, I.; Ammanath, B. (2022): *Fueling the AI transformation: Four key actions powering widespread value from AI, right now*. 5th Edition Report. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/deloitte-analytics/us-ai-institute-state-of-ai-fifth-edition.pdf>. Abruf am 20.1.2023.
- Mivule, K.; Turner, C. (2013): *A Comparative Analysis of Data Privacy and Utility Parameter Adjustment, Using Machine Learning Classification as a Gauge*. *Procedia Computer Science* (20):414–419.
- Mock, M.; Schmitz, A.; Adlova, L.; Becker, D.; Cremers, A.B.; Poretschnkin, M. (2021): *Management System Support for Trustworthy Artificial Intelligence*. Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS. www.iais.fraunhofer.de/ai-management-study. Abruf am 20.1.2023.
- Mohammed, N.I.; Jarde, A.; Mackenzie, G.; D'Alessandro, U.; Jeffries, D. (2022): *Deploying Machine Learning Models Using Progressive Web Applications: Implementation Using a*

- Neural Network Prediction Model for Pneumonia Related Child Mortality in The Gambia.* *Frontiers in Public Health* (9):772620.
- Munoko, I.; Brown-Libur, H.L.; Vasarhelyi, M. (2020): *The Ethical Implications of Using Artificial Intelligence in Auditing.* *Journal of Business Ethics* (167):209–234.
- Myers, M.D. (2011): *Qualitative Research in Business & Management.* London, SAGE Publications.
- Oh, C.; Kim, S.; Choi, J.; Eun, J.; Kim, S.; Kim, J.; Lee, J.; Suh, B. (2020): *Understanding How People Reason about Aesthetic Evaluations of Artificial Intelligence.* In: Wakkary, R.; Andersen, K. (Hrsg.): *DIS '20: Proceedings of the 2020 ACM Designing Interactive Systems Conference.* New York, Association for Computing Machinery, 1169–1181.
- 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.* *Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung* 6(62):664–672.
- Peppers, K.; Tuunanen, T.; Rothenberger, M.A.; Chatterjee, S. (2007): *A Design Science Research Methodology for Information Systems Research.* *Journal of Management Information Systems* 3(24):45–77.
- Pennachin, C.; Goertzel, B. (2007): *Contemporary Approaches to Artificial General Intelligence.* In: Pennachin, C.; Goertzel, B. (Hrsg.): *Artificial General Intelligence.* Berlin, Springer, 1–30.
- Rebstadt, J.; Remark, F.; Fukas, P.; Meier, P.; Thomas, O. (2022): *Towards Personalized Explanations for AI Systems: Designing a Role Model for Explainable AI in Auditing.* In: *Wirtschaftsinformatik 2022 Proceedings.* Nürnberg (online), 2.
- Recker, J. (2013): *Scientific Research in Information Systems: A Beginner's Guide.* Berlin, Springer.
- Reimann, G. (2022): *Erfolgreich Managementsysteme integrieren: Lösungen zur praktischen Umsetzung.* Berlin, Beuth.
- Remark, F.; Fukas, P.; Thomas, O.; Sack, M.; Pöhlmann, A. (2022): *Cross-Innovation-Vorgehensmodell zum Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der Wirtschaftsprüfung.* *Die Wirtschaftsprüfung (WPg)* 20(75):1144–1152.
- Rudin, C. (2019): *Stop explaining black box machine learning models for high stakes decisions and use interpretable models instead.* *Nature Machine Intelligence* 5(1):206–215.
- Russell, S.J.; Norvig, P. (2020): *Artificial Intelligence: A Modern Approach.* 4. Auflage. Upper Saddle River, Pearson Education.
- Sellhorn, T. (2020): *Machine Learning und empirische Rechnungslegungsforschung: Einige Erkenntnisse und offene Fragen.* *Schmalenbachs Zeitschrift für Betriebswirtschaftliche Forschung* (72):49–69.
- Sonnenberg, C.; vom Brocke, J. (2012): *Evaluations in the Science of the Artificial – Reconsidering the Build-Evaluate Pattern in Design Science Research.* In: Peppers, K.; Rothenberger, M.; Kuechler, B. (Hrsg.): *Design Science Research in Information Systems: Advances in Theory and Practice (DESRIST 2012).* Berlin, Springer, 381–397.
- Sutton, S.G.; Arnold, V. (2013): *Focus group methods: Using interactive and nominal groups to explore emerging technology-driven phenomena in accounting and information systems.* *International Journal of Accounting Information Systems* 2(14):81–88.
- Teodorescu, M.H.M.; Morse, L.; Awwad, Y.; Kane, G.C. (2021): *Failures of Fairness in Automation Require a Deeper Understanding of Human-ML Augmentation.* *MIS Quarterly* 3(45):1483–1499.
- Thomas, O. (2006): *Management von Referenzmodellen: Entwurf und Realisierung eines Informationssystems zur Entwicklung und Anwendung von Referenzmodellen.* Berlin,

Logos.

- Thomas, O.; Bruckner, A.; Leimkühler, M.; Remark, F.; Thomas, K. (2021): *Konzeption, Implementierung und Einführung von KI-Systemen in der Wirtschaftsprüfung*. Die Wirtschaftsprüfung (WPg) 9(74):551–567.
- Thrun, S. (2003): *Robotic Mapping: A Survey*. In: Lakemeyer, G.; Nebel, B. (Hrsg.): *Exploring Artificial Intelligence in the New Millennium*. San Francisco, Morgan Kaufmann, 1–35.
- Tintarev, N.; O'Donovan, J.; Felfernig, A. (2016): *Introduction to the Special Issue on Human Interaction with Artificial Advice Givers*. ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems 4(6):1–12.
- Turing, A.M. (1950): *Computing Machinery and Intelligence*. Mind 236(LIX):433–460.
- Webster, J.; Watson, R.T. (2002): *Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review*. MIS Quarterly 2(26):xiii–xxiii.
- Wendler, R. (2012): *The maturity of maturity model research: A systematic mapping study*. Information and Software Technology 12(54):1317–1339.
- Wiesböck, F.; Hess, T. (2020): *Digital innovations: Embedding in organizations*. Electronic Markets 1(30):75–86.
- Wilde, T.; Hess, T. (2007): *Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik*. Wirtschaftsinformatik 4(49):280–287.
- Yin, R.K. (1981): *The Case Study as a Serious Research Strategy*. Knowledge: Creation, Diffusion, Utilization 1(3):97–114.
- Zhang, D.; Maslej, N.; Brynjolfsson, E.; Etchemendy, J.; Lyons, T.; Manyika, J.; Ngo, H.; Niebles, J.C.; Sellitto, M.; Sakhaee, E.; Shoham, Y., & Clark, J.; Perrault, R. (2022): *The AI Index 2022 Annual Report*. AI Index Steering Committee, Stanford Institute for Human-Centered AI, Stanford University.

Teil B – Einzelbeiträge

Beitrag 1: Developing an Artificial Intelligence Maturity Model for Auditing

Titel	Developing an Artificial Intelligence Maturity Model for Auditing
Autoren	Philipp Fukas , Jonas Rebstadt, Florian Remark, Oliver Thomas
Publikationsorgan	European Conference on Information Systems (ECIS) 2021
Ranking	WKWI: A / VHB JQ3: B
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	Fukas, P. ; Rebstadt, J.; Remark, F.; Thomas, O. (2021): <i>Developing an Artificial Intelligence Maturity Model for Auditing</i> . In: ECIS 2021 Research Papers. Marrakesch (online), 133.
Zusammenfassung	Artificial Intelligence (AI) is increasingly being used in various domains including highly regulated areas such as auditing. Although the use of AI in auditing may seem promising at the first glance, there are a number of implications that have so far prevented its broad application. By proposing the first Auditing Artificial Intelligence Maturity Model (A-AIMM), we assess the adoption and diffusion of AI in auditing by considering audit specific requirements. The resulting model contains eight different dimensions and five different maturity levels that foster audit firms in becoming AI-enabled organisations by providing recommendations for the further use of AI with their current capabilities. The development procedure represents a Design Science Research approach including a systematic literature review, a qualitative survey with audit experts and an iterative development process.
Identifikation	ISBN: 978-1-7336325-6-0
Link	https://aisel.aisnet.org/ecis2021_rp/133
Copyright	Copyright is retained by the authors.

Tab. 2. Factsheet Beitrag 1

Beitrag 2: Innovation by Information Technology Recombination: How Artificial Intelligence Progressive Web Apps Foster Sustainable Development

Titel	Innovation by Information Technology Recombination: How Artificial Intelligence Progressive Web Apps Foster Sustainable Development
Autoren	Philipp Fukas , Oliver Thomas
Publikationsorgan	Informatik 2021
Ranking	WKWI: B / VHB JQ3: C
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	Fukas, P. ; Thomas, O. (2021): Innovation by Information Technology Recombination: How Artificial Intelligence Progressive Web Apps Foster Sustainable Development. In: Gesellschaft für Informatik (Hrsg.): INFORMATIK 2021. Bonn, Gesellschaft für Informatik, 1369-1382.
Zusammenfassung	Artificial Intelligence (AI) and Progressive Web Apps (PWAs) represent two major trends in today's development of modern information systems. AI aims to automate intelligent behaviour whereas PWAs aim to provide fast, reliable, and engaging applications. The influence of these two key technologies on organisations and sustainable development on their own has already been explored. However, there is no research that merges these technologies in terms of recombinant innovation to show their joint potential. By conducting a systematic literature review this article reveals the positive impact of "Artificial Intelligence Progressive Web Apps" (AI-PWAs) on sustainability. It is shown that AI-PWAs can realise economic, environmental and social benefits and thus can support the achievement of the United Nations' Sustainable Development Goals.
Identifikation	DOI: 10.18420/informatik2021-114
Link	https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/37619
Copyright	Copyright is retained by the authors.

Tab. 3. Factsheet Beitrag 2

Beitrag 3: Learning without Looking: Similarity Preserving Hashing and Its Potential for Machine Learning in Privacy Critical Domains

Titel	Learning without Looking: Similarity Preserving Hashing and Its Potential for Machine Learning in Privacy Critical Domains
Autoren	Marian Eleks, Jonas Rebstadt, Philipp Fukas , Oliver Thomas
Publikationsorgan	Informatik 2022
Ranking	WKWI: B / VHB JQ3: C
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	Eleks, M.; Rebstadt, J.; Fukas, P. ; Thomas, O. (2022): <i>Learning without Looking: Similarity Preserving Hashing and Its Potential for Machine Learning in Privacy Critical Domains</i> . In: Demmler, D., Krupka, D.; Federrath, H. (Hrsg.): INFORMATIK 2022. Bonn, Gesellschaft für Informatik, 162-177.
Zusammenfassung	Machine Learning is frequently ranked as one of the most promising technologies in several application domains but falls short when the data necessary for training is privacy-sensitive and can thus not be used. We address this problem by extending the field of Privacy Aware Machine Learning with the application of Similarity Preserving Hashing algorithms to the task of data anonymization in a Design Science Research approach. In this endeavor, novel anonymization algorithms made to enable Machine Learning on anonymized data are designed, implemented, and evaluated. Throughout the Design Science Research process, we present a collection of issues and requirements for Privacy Aware Machine Learning algorithms along with three Similarity Preserving Hashing-based algorithms to fulfil them. A metric-based comparison of established and novel algorithms as well as new arising opportunities for Machine Learning on sensitive data are also added to the current knowledge base of Information Systems research.
Identifikation	DOI: 10.18420/inf2022_16
Link	https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/39513
Copyright	Copyright is retained by the authors.

Tab. 4. Factsheet Beitrag 3

Beitrag 4: Towards Personalized Explanations for AI Systems: Designing a Role Model for Explainable AI in Auditing

Titel	Towards Personalized Explanations for AI Systems: Designing a Role Model for Explainable AI in Auditing
Autoren	Jonas Rebstadt, Florian Remark, Philipp Fukas , Pascal Meier, Oliver Thomas
Publikationsorgan	Wirtschaftsinformatik (WI) 2022
Ranking	WKWI: A / VHB JQ3: C
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	Rebstadt, J.; Remark, F.; Fukas, P. ; Meier, P.; Thomas, O. (2022): <i>Towards Personalized Explanations for AI Systems: Designing a Role Model for Explainable AI in Auditing</i> . In: <i>Wirtschaftsinformatik 2022 Proceedings</i> . Nürnberg (online), 2.
Zusammenfassung	Due to a continuously growing repertoire of available methods and applications, Artificial Intelligence (AI) is becoming an innovation driver for most industries. In the auditing domain, initial approaches of AI have already been discussed in scientific discourse, but practical application is still lagging behind. Caused by a highly regulated environment, the explainability of AI is of particular relevance. Using semi-structured expert interviews, we identified stakeholder specific requirements regarding explainable AI (XAI) in auditing. To address the needs of all involved stakeholders a theoretical role model for AI systems has been designed based on a systematic literature review. The role model has been instantiated and evaluated in the domain of financial statement auditing using focus groups of domain experts. The resulting model offers a foundation for the development of AI systems with personalized explanations and an optimized usage of existing XAI methods.
Identifikation	AIS-eLibrary: https://aisel.aisnet.org/wi2022/ai/ai/2
Link	https://aisel.aisnet.org/wi2022/ai/ai/2
Copyright	Copyright is retained by the authors.

Tab. 5. Factsheet Beitrag 4

Beitrag 5: Cross-Innovation-Vorgehensmodell zum Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der Wirtschaftsprüfung

Titel	Cross-Innovation-Vorgehensmodell zum Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der Wirtschaftsprüfung
Autoren	Florian Remark, Philipp Fukas , Johannes Langhein, Oliver Thomas, Melanie Sack, Andreas Pöhlmann
Publikationsorgan	Die Wirtschaftsprüfung (WPg)
Ranking	WKWI: - / VHB JQ3: C
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	Remark, F.; Fukas, P. ; Langhein, J.; Thomas, O.; Sack, M.; Pöhlmann, A. (2022): <i>Cross-Innovation-Vorgehensmodell zum Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der Wirtschaftsprüfung</i> . Die Wirtschaftsprüfung (WPg) 20(75):1144–1152.
Zusammenfassung	Der stetig wachsende Wettbewerbsdruck sowie die voranschreitende digitale Transformation ganzer Branchen stellen den Berufsstand der Wirtschaftsprüfer auf unterschiedlichen Ebenen vor große Herausforderungen. Bei der Optimierung von Prüfungsprozessen spielen vor allem Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) eine wichtige Rolle. Nur wer sich ständig hinterfragt, neue Geschäftsfelder geschickt mit seinen Kernkompetenzen vereint und dadurch sein Geschäftsmodell zukunftssicher gestaltet, wird sich langfristig mit Erfolg am Markt positionieren können. Um die damit einhergehenden Innovationsprozesse systematisch und erfolgreich auszugestalten, lohnt sich der sprichwörtliche „Blick über den Tellerrand“. Was in anderen Branchen bereits erfolgreich umgesetzt wurde, kann als sogenannte Cross Innovation nach zumeist nur kleinen Anpassungen auch im Prüfungswesen zu erfolgsversprechenden Lösungsansätzen führen. Vor allem für die initiale Anwendung neuartiger Technologien wie Künstlicher Intelligenz ermöglicht ein branchenspezifischer und strukturierter Cross-Innovation-Prozess ein schnelles und effizientes Heben von Innovationspotenzialen. Um dem Berufsstand der Wirtschaftsprüfer zu helfen, technologische Innovationen frühzeitig und mit kalkulierbarem Ressourcenaufwand für sich gewinnbringend zu initiieren, wird im vorliegenden Beitrag das Konzept der Cross Innovation am Beispiel neuer Einsatzmöglichkeiten von KI in der Abschlussprüfung zunächst erläutert und schließlich durch die Entwicklung eines für die Abschlussprüfung spezifizierten Vorgehensmodells weiterentwickelt. Die identifizierten Anwendungsmöglichkeiten sind Gegenstand eines weiteren Beitrages in einer der nächsten Ausgaben der WPg.
Identifikation	ISSN 0340-9031
Link	https://shop.idw-verlag.de/WPg-Die-Wirtschaftspruefung-20-2022/62220
Copyright	© 2022 IDW Verlag GmbH

Tab. 6. Factsheet Beitrag 5

Beitrag 6: Entwicklung und Evaluation von Cross-Innovationen für den Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der Wirtschaftsprüfung

Titel	Entwicklung und Evaluation von Cross-Innovationen für den Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der Wirtschaftsprüfung
Autoren	Philipp Fukas , Florian Remark, Oliver Thomas, Melanie Sack, Andreas Pöhlmann
Publikationsorgan	Die Wirtschaftsprüfung (WPg)
Ranking	WKWI: - / VHB JQ3: C
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	Fukas, P. ; Remark, F.; Thomas, O.; Sack, M.; Pöhlmann, A. (2022): <i>Entwicklung und Evaluation von Cross-Innovationen für den Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der Wirtschaftsprüfung</i> . Die Wirtschaftsprüfung (WPg) 22(75):1257–1265.
Zusammenfassung	Der Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der Abschlussprüfung ist einer der zentralen Innovationsstreiber im Berufsstand der Wirtschaftsprüfer. Nach der Umsetzung erster erfolgreicher Anwendungsfälle dieser Technologie in anderen Branchen steht auch die Wirtschaftsprüfung vor einem Einsatz von Prüfungssoftware, die mindestens in Teilen auf Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) basiert. Während die Big-Four- und einige der Next-Ten-Gesellschaften nach eigenen Angaben bereits erste KI-Anwendungen einsetzen oder erproben, erschließen nach und nach auch kleinere Wirtschaftsprüfungsgesellschaften diese Technologie. Um Wirtschaftsprüfungsgesellschaften zu unterstützen und unabhängig von ihrer Größe den Einsatz von KI zu ermöglichen, wird im vorliegenden Artikel das Konzept der Cross Innovation anhand von Fallbeispielen für den Einsatz von KI in der Abschlussprüfung dargestellt. Zudem werden Handlungsempfehlungen für erfolgversprechende Cross-Innovationen hergeleitet, die zu einer weitreichenden Adoption und Diffusion von KI in Wirtschaftsprüfungsgesellschaften führen können.
Identifikation	ISSN 0340-9031
Link	https://shop.idw-verlag.de/WPg-Die-Wirtschaftspruefung-22-2022/62222
Copyright	© 2022 IDW Verlag GmbH

Tab. 7. Factsheet Beitrag 6

Beitrag 7: Towards Explainable Artificial Intelligence in Financial Fraud Detection: Using Shapley Additive Explanations to Explore Feature Importance

Titel	Towards Explainable Artificial Intelligence in Financial Fraud Detection: Using Shapley Additive Explanations to Explore Feature Importance
Autoren	Philipp Fukas , Jonas Rebstadt, Lukas Menzel, Oliver Thomas
Publikationsorgan	International Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE) 2022
Ranking	WKWI: A / VHB JQ3: C
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	Fukas, P. ; Rebstadt, J.; Menzel, L.; Thomas, O. (2022): <i>Towards Explainable Artificial Intelligence in Financial Fraud Detection: Using Shapley Additive Explanations to Explore Feature Importance</i> . In: Franch, X.; Poels, G.; Gailly, F.; Snoeck, M. (Hrsg.): <i>Advanced Information Systems Engineering</i> , Springer, Cham, 109-126.
Zusammenfassung	As the number of organizations and their complexity have increased, a tremendous amount of manual effort has to be invested to detect financial fraud. Therefore, powerful machine learning methods have become a critical factor to reduce the workload of financial auditors. However, as most machine learning models have become increasingly complex over the years, a significant need for transparency of artificial intelligence systems in the accounting domain has emerged. In this paper, we propose a novel approach using Shapley additive explanations to improve the transparency of models in the field of financial fraud detection. Our information systems engineering procedure follows the cross industry standard process for data mining including a systematic literature review of machine learning methods in fraud detection, a systematic development process and an explainable artificial intelligence analysis. By training a downstream Logistic Regression, Support Vector Machine and eXtreme Gradient Boosting classifier on a dataset of publicly traded companies convicted of financial statement fraud by the United States Securities and Exchange Commission, we show how the key items for financial statement fraud detection and their directionality can be identified using Shapley additive explanations. Finally, we contribute to the current state of research with this work by increasing model transparency and by generating insights on important financial statement fraud detection variables.
Identifikation	DOI: 10.1007/978-3-031-07472-1_7
Link	https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-07472-1_7
Copyright	Copyright is retained by the authors.

Tab. 8. Factsheet Beitrag 7