

**Sozioökonomische Implikationen der
Digitalisierung im Kontext von Industrie 4.0:
Eine multiperspektivische Analyse aus Sicht der
Akteure der Bauindustrie**

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

vorgelegt von
Thuy Duong Oesterreich

Osnabrück, Mai 2019

Dekanin

Prof. Dr. Valeriya Dinger

Referenten

Prof. Dr. Frank Teuteberg

Prof. Dr. Oliver Thomas

Datum der Disputation

09.05.2019

Vorwort

Die vorliegende kumulative Dissertation entstand im Rahmen meiner dreijährigen externen Promotion am Fachgebiet Unternehmensrechnung und Wirtschaftsinformatik des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften an der Universität Osnabrück. Die Fertigstellung der Dissertation markiert zugleich den Abschluss eines sehr arbeitsintensiven, aber auch äußerst erkenntnisreichen, spannenden und bereichernden Abschnitts meines Lebens. Nachfolgend möchte ich die Gelegenheit nutzen, all denen meinen Dank auszusprechen, die mich während dieser Zeit fachlich oder persönlich begleitet haben und damit zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

An erster Stelle gilt mein Dank meinem Doktorvater Herrn Professor Dr. Frank Teutenberg für seine hervorragende wissenschaftliche, fachliche und methodische Unterstützung während der gesamten Bearbeitungsphase meiner Dissertation. Insbesondere das zeitnahe und konstruktive Feedback, die freundliche, offene Kommunikation sowie die wertvollen fachlichen wie persönlichen Ratschläge haben maßgeblich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen. Dank dieser intensiven und individuellen Betreuung konnte ich alle fachlichen Hürden, die ein solches Promotionsvorhaben mit sich bringt, jederzeit erfolgreich überwinden.

Herrn Professor Dr. Oliver Thomas gilt mein Dank für seine freundliche Bereitschaft zur Übernahme des Korreferats. Frau Marita Imhorst danke ich ganz herzlich für die Übernahme der zahlreichen Lektorate, die erheblich zur sprachlichen Verbesserung der Forschungsbeiträge beigetragen haben. Weiterhin gilt mein Dank dem gesamten Team des Fachgebiets Unternehmensrechnung und Wirtschaftsinformatik für die Unterstützung in administrativen Angelegenheiten.

Darüber hinaus möchte ich Frau Sabine Mehlmann vom Zentrum für Promovierende und Postdocs (ZePrOs) der Universität Osnabrück danken, die mich vor allem in der Abschlussphase meines Promotionsvorhabens mit persönlichen Ratschlägen unterstützt und mir durch ihre unermüdliche moralische Aufbauarbeit über diese schwierige Phase hinweggeholfen hat. Ich möchte an dieser Stelle auch der Zentralen Kommission für Gleichstellung (ZKfG) der Universität Osnabrück danken, die mich mit einem Abschlussstipendium aus dem Pool Frauenförderung unterstützt und damit den erfolgreichen Abschluss dieser Arbeit maßgeblich gefördert hat.

Mein ganz besonderer Dank gilt letztlich meiner Familie, insbesondere meinem Ehemann Sascha Oesterreich und meinen beiden Kindern Finian und Tim, die in den besonders arbeitsintensiven Phasen meines Promotionsvorhabens meine oftmalige Abwesenheit mit Verständnis und Geduld toleriert und mir den notwendigen familiären Rückhalt zur Durchführung dieser Arbeit gegeben haben. Meinen Eltern danke ich dafür, dass sie mich auf meinem privaten wie beruflichen Lebensweg mit kontinuierlichem, unnachgiebigem Druck zur Zielerreichung verholfen haben und damit erst die Voraussetzungen für diese Dissertation schufen.

Georgsmarienhütte, Mai 2019
Thuy Duong Oesterreich

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	7
Abkürzungsverzeichnis	8
Teil A – Dachbeitrag.....	9
1 Einleitung	10
1.1 Ausgangssituation.....	10
1.2 Motivation und Zielsetzung.....	11
1.3 Aufbau der Arbeit.....	12
2 Einordnung der Beiträge	13
2.1 Fachliche Positionierung	13
2.2 Forschungsprozess und Forschungsplan.....	14
2.3 Spektrum der angewandten Methoden und Theorien.....	17
2.4 Überblick der Publikationen	20
3 Zusammenfassung der Ergebnisse.....	22
3.1 Implikationen der Digitalisierung im Kontext von Industrie 4.0 in der Bauindustrie: Status Quo, Forschungsagenda und Anwendungsszenarien ...	22
3.2 Kosten- und Nutzen-Quantifizierung von Investitionen in innovative IT und IS aus der Sicht nutzender Unternehmen am Beispiel der Technologien Augmented Reality und BIM.....	26
3.3 Auswirkungen der Digitalisierung auf die Kompetenzanforderungen der Mitarbeiter am Beispiel des Controller Berufsbildes	32
3.4 Metaanalyse der sozio-technischen Adoptionsbarrieren von BIM und mögliche Erklärungs- und Lösungsansätze aus der IS Forschung	35
4 Diskussion.....	37
4.1 Implikationen für die Wissenschaft	37
4.2 Implikationen für die Praxis	40
4.3 Limitationen und zukünftiger Forschungsbedarf.....	41
5 Fazit	43
Anhang: Weitere relevante Beiträge.....	45
Literaturverzeichnis	46

Teil B – Einzelbeiträge	55
1 Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry	56
2 Industrie 4.0 in der Wertschöpfungskette Bau – Ferne Vision oder greifbare Realität?.....	57
3 Evaluating Augmented Reality Applications in Construction – A Cost-Benefit Assessment Framework based on VOFL.....	58
4 Why one big picture is worth a thousand numbers: measuring intangible benefits of investments in augmented reality based assistive technology using utility effect chains and system dynamics.....	59
5 Looking at the big picture of IS investment appraisal through the lens of systems theory: A System Dynamics approach for understanding the economic impact of BIM	60
6 The role of business analytics in the controllers and management accountants’ competence profiles: An exploratory study on individual-level data	61
7 Behind the scenes: Understanding the socio-technical barriers to BIM adoption through the theoretical lens of information systems research.....	63

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Fachlicher Bezug der kumulativen Dissertation.....	14
Abb. 2: Iterativer Forschungsprozess (Nunamaker u. a., 1990, S. 92).....	14
Abb. 3: Logischer Zusammenhang der Forschungsfragen.....	17
Abb. 4: Ordnungsrahmen der Forschungsbeiträge.....	18
Abb. 5: Übersicht Konzeptmatrix Industrie 4.0 (Oesterreich und Teuteberg, 2017a)....	23
Abb. 6: Industrie 4.0 Charakteristika in der Bauindustrie (Oesterreich und Teuteberg, 2017a).....	24
Abb. 7: Vorgehensmodell zur Kosten-Nutzen-Quantifizierung (Oesterreich und Teuteberg, 2017b, 2018a).....	27
Abb. 8: Vorgehensmodell zur Quantifizierung intangibler Nutzen (Oesterreich und Teuteberg, 2018a).....	28
Abb. 9: Exemplarische Nutzeffektkette (Oesterreich und Teuteberg, 2018a).....	29
Abb. 10: Causal-Loop Diagramm der Nutzeffekte (Oesterreich und Teuteberg, 2018a).....	30
Abb. 11: BIM als Teil eines Systems (Oesterreich und Teuteberg, 2018b).....	31
Abb. 12: Stock-Flow Diagramm des „customer and market“ Teilmodells (Oesterreich und Teuteberg, 2018b).....	32
Abb. 13: Erklärungsmodell für die Entstehung der Kompetenzlücke (Oesterreich und Teuteberg, 2019a).....	34
Abb. 14: RII und absolute Häufigkeit der genannten Hemmnisse nach Wirkungsebenen der Socio-Technical Systems Theory (Oesterreich und Teuteberg, 2019b).....	36
Abb. 15: Absolute Häufigkeit der genannten Hemmnisse nach Ursache-Ebenen der Socio-Technical Systems Theory (Oesterreich und Teuteberg, 2019b).....	36

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Forschungsplan inkl. Forschungsfragen.....	15
Tab. 2: Übersicht der Einzelbeiträge.	21
Tab. 3: Nutzen der Digitalisierung (Oesterreich und Teuteberg, 2016a).	25
Tab. 4: Herausforderungen der Digitalisierung (Oesterreich und Teuteberg, 2016a). ...	25
Tab. 5: Einordnung der Beiträge in Gregor's (2006) Taxonomie der Theorietypen.	38

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AR	Augmented Reality
bspw.	beispielsweise
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
BI	Business Intelligence
BIM	Building Information Modelling
BWL	Betriebswirtschaftslehre
CPS	Cyber-Physical Systems
CSE	Computer Self-Efficacy
DAX	Deutscher Aktienindex
ECIS	European Conference on Information Systems
evt.	eventuell
FF	Forschungsfrage
inkl.	inklusive
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IS	Information Systems/ Informationssystem
IT	Informationstechnologie
JIF	Journal Impact Factor
KMU	Kleine und mittelständische Unternehmen
MR	Mixed Reality
NPV	Net Present Value
QDA	Qualitative Datenanalyse
RFID	Radio-Frequency Identification
RII	Relative Importance Index
SD	System Dynamics
SJR	Scientific Journal Rankings
SCT	Social Cognitive Theory
Tab.	Tabelle
TAM	Technology Acceptance Model
u.a.	unter anderem
USA	United States of America
vgl.	vergleiche
VHB	Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft
VOFI	Vollständiger Finanzplan / Visualization of Financial Implications
VR	Virtual Reality
WI	Wirtschaftsinformatik
WKWI	Wissenschaftliche Kommission Wirtschaftsinformatik

Teil A – Dachbeitrag

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation

In allen Wirtschaftsbereichen gewinnt das Thema Digitalisierung in den vergangenen Jahren zunehmend an Bedeutung (Matt et al., 2015). Mit dem Einsatz digitaler Technologien werden vor allem zahlreiche wirtschaftliche Vorteile verbunden, die sich positiv auf die Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen auswirken können (Böhm et al., 2018; Matt et al., 2015). Auf globaler und nationaler Ebene existiert inzwischen eine Vielzahl an Initiativen und Förderprogrammen, die darauf ausgerichtet sind, Unternehmen für die Digitalisierung zu sensibilisieren und damit den digitalen Wandel zu beschleunigen (Böhm et al., 2018).

In Deutschland wird der Digitalisierungstrend in der Industrie seit einiger Zeit von der Bundesregierung vor allem im Kontext von „Industrie 4.0“ propagiert, um die internationale Wettbewerbsfähigkeit des Wirtschaftsstandortes Deutschland zu sichern.¹ Ähnliche Initiativen existieren auch in anderen Ländern, u.a. das Programm „Industrie du Future“ aus Frankreich (European Commission, 2017), das „Industrial Internet Consortium“ aus den USA (O’Halloran et al., 2015) oder die „Industrial Value Chain“ Initiative aus Japan (Heilmann et al., 2016, S. 35), nur um einige Beispiele zu nennen. Aktuelle Analysen zufolge kann durch die konsequente Nutzung digitaler Technologien im Kontext von Industrie 4.0 allein in Deutschland bis zum Jahr 2025 ein zusätzliches kumuliertes Wertschöpfungspotenzial von 425 Milliarden Euro und eine Produktivitätssteigerung von bis zu 30 Prozent realisiert werden (BMW i, 2016, S. 41).

Im Kern des Industrie 4.0 Konzeptes steht eine Vielzahl von Basistechnologien wie z.B. Cloud Computing, Big Data oder 3D-Druck, die per Definition als „transformationale IT“ bezeichnet werden können. Der Begriff der transformationalen IT beschreibt innovative Technologien, die das Potenzial besitzen, bestehende Prozesse, Geschäftsmodelle und Märkte radikal und nachhaltig zu verändern (Lucas et al., 2013). Trotz der politischen Bemühungen und der wirtschaftlichen Potenziale, die mit der Nutzung dieser Technologien verbunden werden, verhalten sich vor allem kleine und mittelständische Unternehmen (KMUs²) bei deren Einführung weiterhin zurückhaltend (Böhm et al., 2018; Schöpfer et al., 2018). Aktuelle Studienergebnisse deuten darauf hin, dass größere Unternehmen einen höheren Digitalisierungsgrad aufweisen als kleinere Unternehmen (techconsult, 2017, S. 7). Im Branchenvergleich bestehen darüber hinaus große Unterschiede zwischen den Digitalisierungsgraden einzelner Wirtschaftszweige. So weisen bspw. Banken und Versicherungen sowie IKT-Unternehmen die höchsten Digitalisierungsgrade auf (BMW i, 2018, S. 9; techconsult, 2017, S. 6), während Unternehmen aus dem Baugewerbe sich unter den Schlusslichtern befinden (techconsult, 2017, S. 6).

¹ Das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 wurde im Jahre 2011 von der deutschen Bundesregierung im Rahmen ihrer Hightech-Strategie vorgestellt (BMBF, 2018). Zuletzt ist Industrie 4.0 auch zentraler Bestandteil der Digitalen Strategie 2025 (BMW i, 2016).

² Eine gültige Definition für kleine und mittelständische Unternehmen wird in der „EU recommendation 2003/361“ beschrieben (European Commission, 2018).

Diese Erkenntnisse sind angesichts der zentralen Rolle der Bauindustrie als eine der wirtschaftlich bedeutendsten Schlüsselbranchen in nahezu allen Ländern dieser Welt stark verwunderlich (Oesterreich und Teuteberg, 2016a). Mit einem Beitrag von 4,8% zur gesamtwirtschaftlichen Bruttowertschöpfung liegt die deutsche Baubranche im Jahre 2016 bspw. noch vor anderen wichtigen Industriebereichen wie dem Fahrzeugbau, dem Maschinenbau oder der Chemischen Industrie (Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V., 2017). Dabei birgt die Nutzung digitaler Technologien im Kontext von Industrie 4.0 auch für die Unternehmen der Bauindustrie weitreichende Potenziale zur Reduktion der Komplexität und Unsicherheit innerhalb der Wertschöpfungskette, zur Verbesserung der Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten sowie zur Qualitäts- und Produktivitätssteigerung (Oesterreich und Teuteberg, 2016a).

Trotz der zunehmenden Popularität des Industrie 4.0 Konzeptes sind die Forschung und Praxis in diesem Bereich aus heutiger Sicht in einem frühen Stadium. Aktuellen Studien zufolge befinden sich viele technische Anwendungen in einer frühen Planungs- oder Entwicklungsstufe oder sind reine Pilotprojekte (bitkom, 2016, S. 12). Die anhaltende Zurückhaltung der Unternehmen ist darüber hinaus der Tatsache geschuldet, dass die mit der Anwendung von Industrie 4.0 Technologien verbundenen ökonomischen und sozialen Implikationen noch weitgehend unbekannt sind. So werden neben technischen Hemmnissen wie fehlende Normen und Standards sowie mangelnde Datensicherheit vor allem ökonomische und soziale Hemmnisse wie hohe Kosten, Unklarheit über den wirtschaftlichen Nutzen, fehlende Akzeptanz und der Mangel an Fachkräften als wesentliche Gründe für die Zurückhaltung genannt (bitkom, 2017, S. 28; BMWi, 2018, S. 53; Lichtblau et al., 2015, S. 57). Diese Bandbreite an bestehenden Hemmnissen verdeutlicht, dass neben den technischen Bedenken vor allem auch soziale und ökonomische Faktoren eine zentrale Rolle bei der Nutzung digitaler Technologien spielen.

1.2 Motivation und Zielsetzung

Vor dem Hintergrund der beschriebenen Ausgangssituation wird deutlich, dass Industrie 4.0 in vielen Anwendungsbereichen ein weiterhin unklarer Begriff darstellt (Hofmann und Rüscher, 2017; Lasi et al., 2014). Der Fokus in der Forschung und Praxis richtete sich bisher hauptsächlich auf die technischen Fragestellungen, während ökonomische oder soziale Aspekte weitgehend unerforscht geblieben sind (Oesterreich und Teuteberg, 2016a).

In der IS Forschung sind bspw. Ansätze zur Kosten-Nutzen-Bewertung, welche die ökonomischen Auswirkungen einer Investition in digitale Technologien und vor allem ihre intangiblen Nutzen im Rahmen einer Entscheidungsfindung transparent aufzeigen, weiterhin unterrepräsentiert und problembehaftet (Oesterreich und Teuteberg, 2018a; Schryen, 2010). Trotz der zentralen Bedeutung der sozialen, menschlichen Faktoren für eine erfolgreiche Implementierung und Nutzung digitaler Technologien sind Analysen rar, die sich mit den sozialen Adoptionsbarrieren auseinandersetzen (Hirsch-Kreinsen, 2014, S. 37; Rizzuto und Reeves, 2007). Des Weiteren ist es weiterhin unklar, inwiefern die Nutzung digitaler Technologien die Kompetenzanforderungen der Mitarbeiter verän-

dern (Buhr, 2015, S. 13; Hirsch-Kreinsen, 2014, S. 36). Eine umfassendere Betrachtungsweise des Industrie 4.0 Konzeptes aus einer sozio-technischen System-Perspektive ist erforderlich, um das komplexe Zusammenspiel von Technologien und Menschen und die daraus resultierenden Implikationen zu verstehen (Hirsch-Kreinsen, 2014, S. 9), wie z.B. die ökonomischen Auswirkungen im Sinne eines möglichen Wertbeitrags der Technologie oder die veränderten Kompetenzanforderungen der Mitarbeiter.

Ausgehend von dieser Forschungslücke liegt der Fokus der vorliegenden kumulativen Dissertation auf der Erforschung der sozioökonomischen³ Implikationen der Digitalisierung im Kontext von Industrie 4.0 im Allgemeinen und für die Akteure der Bauindustrie im Speziellen. Das primäre Ziel dabei ist es, mithilfe von qualitativen und quantitativen Analysen, Methoden, Frameworks sowie Vorgehens-, Simulations- und Erklärungsmodellen zu einem besseren Verständnis der sozioökonomischen Auswirkungen der Nutzung digitaler Technologien beizutragen, um darauf basierend Handlungsempfehlungen ableiten zu können. Der Fokus auf die Akteure der Bauindustrie verfolgt dabei den Zweck, einen branchenspezifischen Anwendungsbezug zu erhalten. Der im Branchenvergleich auffällig niedrige Digitalisierungsgrad der Bauindustrie impliziert, dass eine vertiefte Untersuchung gerade in dieser Branche zweckdienlich sein kann, um die Auswirkungen der Digitalisierung in einem spezifischen Kontext besser zu verstehen.

1.3 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in insgesamt fünf Kapitel. Im Anschluss an diese Einleitung, in der die Ausgangssituation und die darauf basierende Motivation und Zielsetzung der Arbeit erläutert wird, folgt im zweiten Kapitel eine Einordnung der eingebrachten Einzelbeiträge. Darin wird u.a. eine fachliche Positionierung dieser Arbeit vorgenommen, der Forschungsprozess und Forschungsplan inkl. der zugrunde liegenden Methoden und Theorien erläutert sowie ein Überblick der eingebrachten Publikationen präsentiert. In Kapitel 3 werden die zentralen Erkenntnisse der Einzelbeiträge in vier Themenblöcken vorgestellt und in den Gesamtzusammenhang gebracht. Eine beitragsübergreifende Diskussion und Synthese der Forschungsergebnisse in Form von Implikationen für Wissenschaft und Praxis sowie Limitationen als Ausgangspunkt für zukünftigen Forschungsbedarf erfolgt in Kapitel 4. Die Arbeit schließt mit einem zusammenfassenden Fazit in Kapitel 5 ab.

³ Der in dieser Arbeit verwendete Begriff der sozioökonomischen Implikationen betrachtet die Rolle von Technik als Einflussfaktor des sozioökonomischen und institutionellen Wandels (Dolata und Werle, 2007, S. 16). Die gesellschaftliche Wirkungsweise von Technik kann dabei entweder auf der Akteurs- (Mikro-), Struktur- (Meso-) oder Institutionsebene (Makroebene) betrachtet werden (Dolata und Werle, 2007, S. 17–18). Da es sich hierbei um ein sehr breites Forschungsfeld handelt, ist der in dieser Arbeit gewählte Ansatz auf die Analyse der sozioökonomischen Implikationen von Technik auf der Akteurs- bzw. Mikroebene beschränkt.

2 Einordnung der Beiträge

2.1 Fachliche Positionierung

Der gewählte Branchenfokus auf die Bauindustrie sowie der sozioökonomische Themenschwerpunkt und die damit verbundene Interdisziplinarität des Forschungsansatzes stellt gleichzeitig eine besondere Herausforderung an die wissenschaftlichen Beiträge dar. Die National Academy of Sciences (2004, S. 2) definiert interdisziplinäre Forschung als:

“Interdisciplinary research (IDR) is a mode of research by teams or individuals that integrates information, data, techniques, tools, perspectives, concepts, and/or theories from two or more disciplines or bodies of specialized knowledge to advance fundamental understanding or to solve problems whose solutions are beyond the scope of a single discipline or area of research practice.”

Interdisziplinäre Forschung verbindet somit Wissen und Methoden aus zwei oder mehr Forschungsgebieten, um Probleme zu lösen und Fragen zu beantworten, die nicht innerhalb einer einzelnen Disziplin beantwortet werden können.

Der primäre fachliche Bezug der vorliegenden Arbeit liegt in der Wirtschaftsinformatik (WI) und ihrer Schwesterdisziplin Information Systems (IS). Zentrales Ziel dieser Disziplin ist der Erkenntnisgewinn, mithilfe dessen technologiebasierte Lösungen für relevante Probleme aus der Praxis entwickelt werden können (Hevner et al., 2004). Der behavioristische Forschungsansatz der IS ist auf die Beobachtung von Eigenschaften von Informationssystemen und Nutzerverhalten fokussiert, um Theorien für die beobachteten Phänomene zu entwickeln und zu begründen. Der gestaltungsorientierte Forschungsansatz der WI zielt dagegen auf die Gestaltung von Informationssystemen durch die Entwicklung und Evaluierung innovativer Artefakte wie Konstrukte, Modelle, Methoden oder Instanzen ab, um praktische Probleme zu lösen (Frank, 2006, S. 1; Hevner et al., 2004; Österle et al., 2010; Wilde und Hess, 2007). In den Einzelbeiträgen dieser Arbeit wird überwiegend der gestaltungsorientierte Ansatz verfolgt, aber auch die Erkenntnisse und Methoden aus der verhaltensorientierten IS fließen zwecks einer soliden theoretischen und methodischen Fundierung der Forschungsergebnisse in die Beiträge ein.

Per Definition kann die WI und ihre Schwesterdisziplin IS an sich bereits als ein interdisziplinäres Fach mit Schnittmengen zwischen der Informatik, Betriebswirtschaftslehre und Technik bezeichnet werden (Mertens et al., 2012, S. 6; Stahlknecht und Hasenkamp, 2013, S. 8). Wilde und Hess (2007, S. 280) definieren die Wirtschaftsinformatik darüber hinaus als eine „*Wissenschaft mit einer methodenpluralistischen Erkenntnisstrategie, die sich Instrumenten aus Real-, Formal- und Ingenieurwissenschaften bedient*“. Diese Auffassung der WI und der IS als ein angewandtes Fach, welches auf anderen Referenzdisziplinen basiert, wird jedoch zunehmend revidiert. So argumentieren Baskerville und Myers (2002), dass die IS Disziplin aufgrund der zunehmenden Relevanz von IT und IS in der heutigen Wirtschaft und Gesellschaft ihre eigene Daseinsberechtigung als eine ausgereifte Disziplin mit einer eigenen Forschungstradition, Perspektive und Kommunikationsnetzwerk entwickelt habe. Die vorliegende Arbeit folgt dieser Auffassung und betrachtet die WI als eine eigene Referenzdisziplin, welche sich im Diskurs mit den anderen

Referenzdisziplinen befindet (Baskerville und Myers, 2002, S. 8). Wie aus Abb. 1 ersichtlich, liegen weitere fachliche Bezüge dieser Arbeit in den Gebieten Accounting/ Finance, Bauingenieurwesen, Baubetriebswirtschaft und Management Science. Die Erforschung innovativer Technologien im Baubereich wie z.B. BIM war bisher primärer Gegenstand der Forschung im Bereich Bauingenieurwesen, Bauinformatik oder Baubetriebswirtschaft, während diese Themen in der WI kaum Beachtung fanden (Merschbrock und Munkvold, 2012).

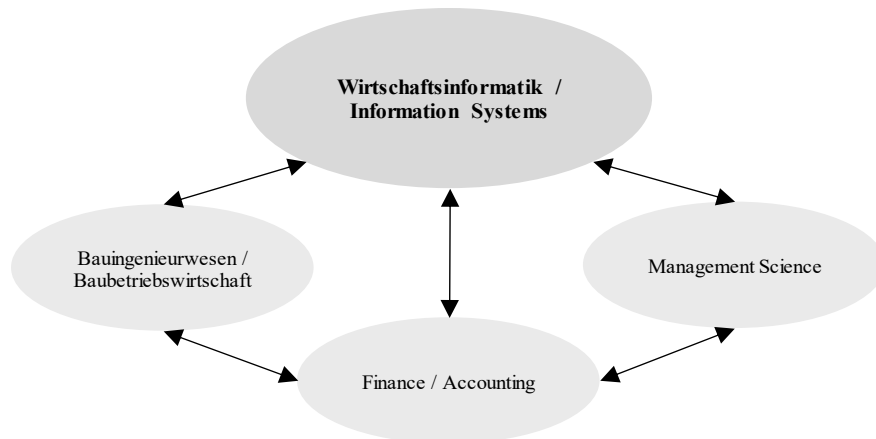


Abb. 1: Fachlicher Bezug der kumulativen Dissertation.

Ein weiteres Ziel dieser Arbeit ist es daher, den fundierten Wissensbestand und das Methodenspektrum aus den unterschiedlichen Forschungsgebieten kombinatorisch zum Zwecke des Erkenntnisgewinns einzusetzen und damit den Wissensbestand in allen angrenzenden Disziplinen anzureichern.

2.2 Forschungsprozess und Forschungsplan

Alle in diese Arbeit eingebrachten Einzelbeiträge unterliegen einem iterativen Forschungsprozess, in dem der Wissensbestand und das Methodenspektrum der unterschiedlichen Forschungsbereiche unter Berücksichtigung der Kriterien Relevanz und Rigorosität zum Zwecke des Erkenntnisgewinns eingesetzt werden (vgl. Abb. 2).

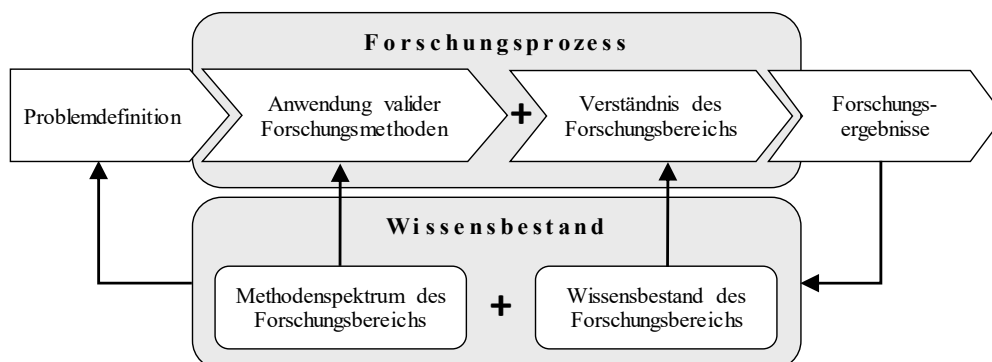


Abb. 2: Iterativer Forschungsprozess (Nunamaker et al., 1990, S. 92).

Der iterative Forschungsprozess folgt dabei dem Muster von „Problemdefinition, (Hypothese), Analyse und Argument“, mit dem übergeordneten Ziel, durch den Erkenntnisgewinn den Wissensbestand des Forschungsbereichs zu erweitern (Nunamaker et al., 1990, S. 91). Forschung beginnt mit einem zu lösenden Problem oder Forschungsfragen, die von hoher Relevanz für Wissenschaft und Praxis sind (Gregor, 2006). Wie bereits in der Einleitung dargelegt, besteht die übergeordnete Leitfrage dieser Arbeit darin zu eruieren, welche sozioökonomischen Implikationen mit der Digitalisierung im Kontext von Industrie 4.0 für die Akteure der Bauindustrie verbunden sind (vgl. Tab. 1).

Forschungsplan (Dimension Problemdefinition)		
Leitfrage	Welche sozioökonomischen Implikationen sind mit der Digitalisierung im Kontext von Industrie 4.0 für die Akteure der Bauindustrie verbunden?	Beitrag
FF1	Was ist der Status Quo von Industrie 4.0 in der Bauindustrie und welche möglichen Implikationen hat der digitale Wandel für die beteiligten Akteure?	1 - 2
FF1.1	Wie ist der aktuelle Stand der Forschung, der Technik und der Praxis in Bezug auf die Digitalisierung im Kontext von Industrie 4.0 in der Bauindustrie?	1
FF1.2	Welche Herausforderungen, Chancen und Risiken werden damit für die Unternehmen der Bauindustrie verbunden?	1
FF1.3	Was sind offene Forschungsfragen, die im Rahmen einer weiteren Forschungsagenda zu beantworten sind?	1
FF1.4	Was sind mögliche Industrie 4.0 Anwendungsszenarien für die Baupraxis?	2
FF2	Wie können die Kosten und Nutzen von innovativen Technologien im Baubereich zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von Investitionen quantifiziert werden?	3 - 5
FF2.1	Was sind die Kosten und Nutzen eines Augmented Reality (AR)-basierten Assistenzsystems und wie lassen sie sich quantifizieren?	3
FF2.2	Wie können intangible Nutzen eines AR-basierten Assistenzsystems messbar gemacht und in eine Kosten-Nutzen-Analyse integriert werden?	4
FF2.3	Warum sollte bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer innovativen Technologie wie BIM ein ganzheitlicher Ansatz zur Kosten-Nutzen-Bewertung auf allen Wirkungsebenen verfolgt werden und wie lässt sich dieser umsetzen?	5
FF3	Welche Implikationen hat die Digitalisierung im Kontext von Industrie 4.0 auf die Kompetenzanforderungen der Mitarbeiter und was sind mögliche Erklärungsansätze dafür?	6
FF3.1	Welche veränderten Kompetenzanforderungen sind im Zuge des digitalen Wandels für das Berufsbild des Controllers entstanden?	6
FF3.2	Inwiefern sind die Mitarbeiter auf diese neuen Kompetenzanforderungen vorbereitet? Lassen sich die erwarteten Kompetenzen bereits heute in den Kompetenzprofilen von Controllern wiederfinden?	6
FF4	Wie kann ein besseres Verständnis für die sozio-technischen Adoptionsbarrieren von BIM erreicht werden und wie können mögliche Lösungsansätze zur Beseitigung dieser Barrieren aus der IS Forschung abgeleitet werden?	7
FF4.1	Welche Adoptionsbarrieren gegenüber der Technologie BIM können mittels der Methode der Metaanalyse identifiziert werden und wie lassen sie sich sinnvollerweise kategorisieren??	7
FF4.2	Was sind die wahren Ursachen dieser Barrieren und wie lassen sie sich mittels etablierter Ansätze und Theorien aus der WI erklären?	7

Tab. 1: Forschungsplan inkl. Forschungsfragen.

Aufgrund der Komplexität und Multidimensionalität dieser Fragestellung muss jedoch eine Präzisierung und Zerlegung der Leitfrage in Teilfragen erfolgen, bevor eine angemessene Untersuchung erfolgen kann (Schöneck und Voß, 2015, S. 19–20). Ausgehend

von der Leitfrage können in dieser Arbeit vier zentrale Teilbereiche (FF1-FF4) abgeleitet werden, welche jeweils eigene Themenschwerpunkte darstellen, aber dennoch insgesamt zur Beantwortung der übergeordneten Leitfrage beitragen. Innerhalb der Themenblöcke sind wiederum Unterbereiche mit jeweils zwei bis vier Teilforschungsfragen definiert, die im Fokus der Einzelbeiträge stehen. Wie in Tab. 1 dargestellt, ergeben sich durch den beschriebenen Zerlegungsprozess insgesamt 11 Forschungsfragen, die in sieben Einzelbeiträgen beantwortet werden.

Im ersten Teilbereich der Forschungsfragen (FF1) wird der Status Quo in Bezug auf die Digitalisierung im Kontext von Industrie 4.0 in der Bauindustrie untersucht (FF1.1) und analysiert, welche möglichen Implikationen der digitale Wandel für die beteiligten Akteure bereithält (FF1.2). Dabei geht es nicht nur darum, die Bandbreite an Herausforderungen, Chancen und Risiken der Digitalisierung zusammenzufassen, sondern auch offene Forschungsfragen im Sinne einer Forschungsagenda zu formulieren (FF1.3). Des Weiteren sollen mögliche Anwendungsszenarien für die Baupraxis skizziert werden, um einen konkreten Anwendungsbezug für Industrie 4.0 in der Bauindustrie aufzuzeigen (FF1.4). Die Beantwortung der FF1.1 bis FF1.3 erfolgt in Beitrag 1, während Beitrag 2 FF1.4 thematisiert. Beide Beiträge bilden die Grundlage für den weiteren Gesamtforschungsprozess und können daher als Ausgangspunkt der nachfolgenden Forschungsfragen betrachtet werden. Der logische Zusammenhang der Forschungsfragen werden im Causal-Loop Diagramm in Abb. 3 visualisiert, um den inhaltlichen „roten Faden“ der kumulativen Dissertation zu verdeutlichen⁴.

Ausgehend von den offenen Forschungsfragen, die als Ergebnis aus der Beantwortung von FF1.3 hervorgehen, werden zunächst im zweiten Teilbereich der Gesamtuntersuchung (FF2) die ökonomischen Implikationen der Digitalisierung untersucht. Ein zentraler Aspekt, den es hier zu adressieren gilt, betrifft die unklaren Kosten-Nutzen-Implikationen der Nutzung digitaler Technologien, für die ein Ansatz zur Kosten-Nutzen-Bewertung am Beispiel der AR-Technologie entwickelt werden sollte (FF2.1, Beitrag 3). Dabei werden die Quantifizierung intangibler Nutzen sowie die Linearität der bestehenden Kosten-Nutzen-Ansätze als weitere Problemfelder identifiziert. Mit einer weitergehenden Analyse und Entwicklung von Modellen und Methoden zur Quantifizierung intangibler Nutzen innovativer IT und IS mittels Nutzeffektketten (FF2.2, Beitrag 4), sowie der ganzheitlichen Betrachtung der Kosten und Nutzen von BIM auf allen Wirkungsebenen eines Unternehmens (FF2.3, Beitrag 5) werden diesen Problemfeldern Rechnung getragen.

Der dritte Teilbereich der Forschungsfragen betrifft die sozialen Implikationen, die von der Nutzung digitaler Technologien ausgehen. Eine der wesentlichen Implikationen stellen die veränderten Kompetenzanforderungen dar, die in der Literatur bisher nur unzureichend thematisiert wurden (Hirsch-Kreinsen, 2014, S. 2). Am Beispiel des Controller-Berufsbildes wird daher exemplarisch aufgezeigt, inwiefern sich die Kompetenzanforderungen verändert haben und ob sich diese neuen Anforderungen in der Arbeitswelt mit den Kompetenzprofilen von Mitarbeitern decken (FF3.1 und FF3.2, Beitrag 6). Das

⁴ Die rot umrandeten Boxen in Abb. 3 stellen jeweils die Ursache bzw. der Auslöser (im Sinne eines Ursache-Wirkungs-Zusammenhangs) für die Formulierung einer der darauffolgenden Forschungsfragen dar.

Controller-Berufsbild wird gewählt, da der Controller als unternehmensinterner Informationslieferant mit einer Vielzahl an datenintensiven Aufgaben in besonderem Maße von der zunehmenden Digitalisierung betroffen ist (Brands und Holtzblatt, 2015).

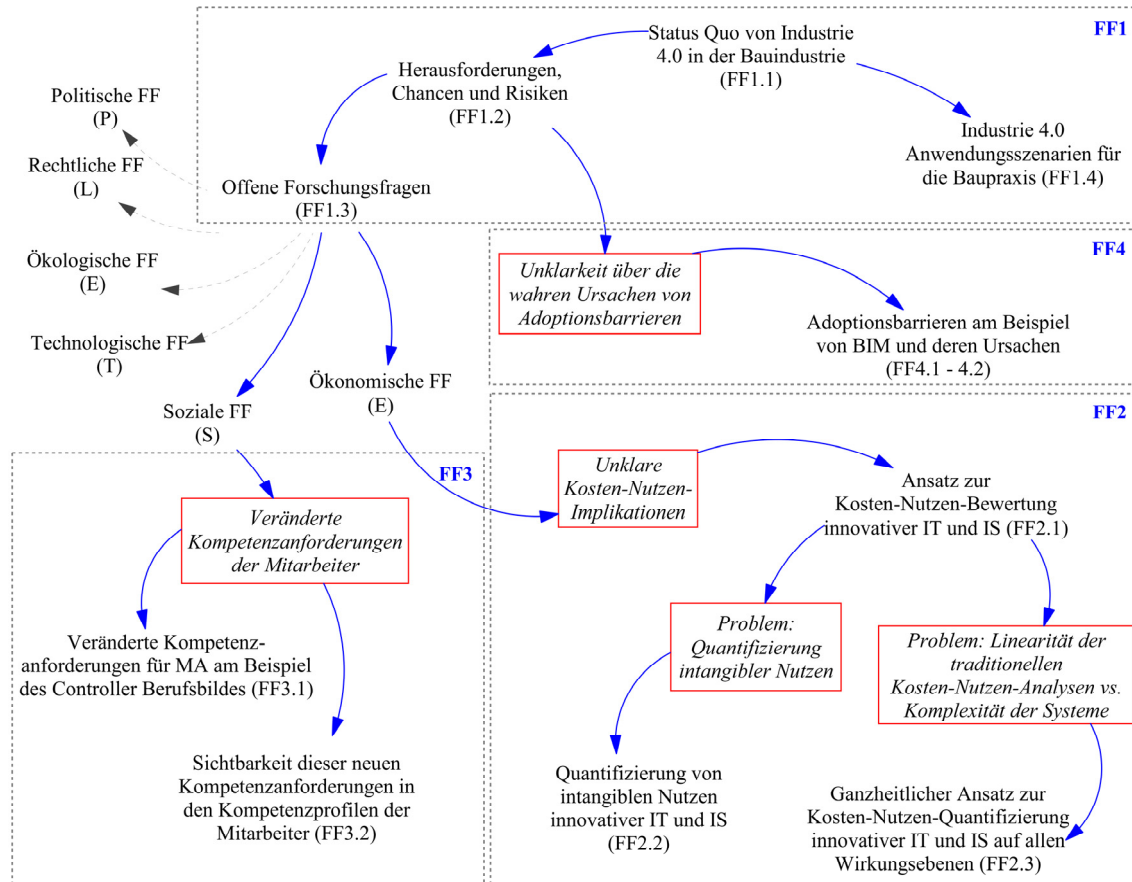


Abb. 3: Logischer Zusammenhang der Forschungsfragen.

Im vierten und letzten Teilbereich der Forschungsfragen (FF4) wird am Beispiel der Referenztechnologie BIM der Frage nachgegangen, welche Barrieren für die langsame Diffusion der Technologie verantwortlich sind und welche Ursachen dahinterstehen (FF4.1–FF4.2, Beitrag 7). Bei dieser Untersuchung wird die Methode Metaanalyse eingesetzt, um die Ergebnisse empirischer Studien quantitativ zusammenzufassen. Dabei wird das Potenzial der Metaanalyse als Forschungsmethode aufgezeigt.

2.3 Spektrum der angewandten Methoden und Theorien

Im Vergleich zu anderen etablierten Disziplinen ist die WI und ihre Schwesterdisziplin IS ein relativ junges Forschungsgebiet (Palvia et al., 2015; Paré et al., 2015). Dennoch können WI und IS Forscher bereits heute auf ein breites Methodenspektrum zurückgreifen (Venkatesh et al., 2013; Wilde und Hess, 2007). Im Rahmen des iterativen Forschungsprozesses (vgl. Abb. 2) wird in dieser Arbeit auf dieses breite Methodenspektrum der WI und dem Wissensbestand mehrerer Disziplinen (s. Kapitel 2.1) zurückgegriffen,

um eine methodische und theoretische Fundierung der Forschungsergebnisse sicherzustellen. Eine Übersicht der im vorigen Kapitel erläuterten Forschungsfragen und die korrespondierenden Beiträge, ihre methodische und theoretische Fundierung sowie die zentralen Forschungsergebnisse in Form von Artefakten werden in Abb. 4 zusammengefasst.

Problemdefinition	Methodische und theoretische Fundierung		Forschungsergebnisse	
Forschungsfragen	Forschungsmethoden	Theorien / Frameworks / Modelle	Artefakte	Beitrag
FF1.1 - 1.3	Literatur-Review, qualitative und quantitative Inhaltsanalyse, Fallstudie, Datentriangulation	PESTEL Framework	Status Quo von Industrie 4.0 in der Bauindustrie, Übersicht der Herausforderungen, Chancen und Risiken, Forschungsagenda	1
FF1.4	Literatur-Review, Szenariotechnik	Nutzeffektketten	Industrie 4.0 Anwendungsszenarien für die Baupraxis	2
FF2.1	Design Science Research, Literatur-Review, Simulation, Experten-Interviews	-	Kosten-Nutzen-Framework und VOFI Simulationsmodell zur Kosten-Nutzen-Quantifizierung von AR basierten Assistenzsystemen	3
FF2.2	Design Science Research, Literatur-Review, Simulation (System Dynamics), Fallstudie	IT Business Value Model, Nutzeffektketten	Vorgehens- und Simulationsmodell zur Quantifizierung von intangiblen Nutzen AR basierter Assistenzsysteme mittels Nutzeffektketten	4
FF2.3	Design Science Research, Literatur-Review, Simulation (System Dynamics), Fallstudie	Systems Theory, Nutzeffektketten	Kosten-Nutzen-Framework und Simulationsmodell zur ganzheitlichen Kosten-Nutzen-Quantifizierung von BIM	5
FF3.1 - 3.2	Literatur-Review, qualitative und quantitative Inhaltsanalyse, Big Data Text Analytics	Resource-based View of the Firm, Organization Theory, Social Cognitive Theory	Business Analytics Kompetenzprofil des Controller Berufsbildes aus Sicht der Mitarbeiter, Erklärungsmodell zur Identifizierung der Kompetenzlücke	6
FF4.1 - 4.2	Literatur-Review, Metaanalyse, Vertiefungsmodell	Socio-Technical Theory	Erklärungsmodell der Adoptionsbarrieren von BIM und deren Ursachen	7

Abb. 4: Ordnungsrahmen der Forschungsbeiträge.

Wie aus Abb. 4 ersichtlich ist, wird die Methode des Literatur-Reviews in allen Einzelbeiträgen eingesetzt, um den Stand der Forschung, der Praxis sowie verwandte Arbeiten im jeweiligen Themengebiet zu identifizieren und darauf basierend Forschungslücken aufzuzeigen (vom Brocke et al., 2009; Levy und Ellis, 2006; Webster und Watson, 2002). Mit der Anwendung dieser Methode wird somit ein fundierter Literaturbezug in allen Forschungsbeiträgen sichergestellt. In Beitrag 2 wird darüber hinaus die Szenariotechnik (Götze, 2013) angewendet, um ein positives Extremszenario für die Industrie 4.0 Anwendung in der Bauindustrie zu entwickeln.

Des Weiteren werden in den Beiträgen 1 und 6 die qualitative und quantitative Inhaltsanalyse als Textanalysemethode eingesetzt, um die Stärken der kategorienbasierten Textinterpretation nach Mayring (2010) mit denen der statistikbasierten Textinterpretation einer Frequenzanalyse (Berelson, 1952) zu kombinieren. Das primäre Ziel, welches mit der Anwendung dieser Methode verfolgt wird, ist die Identifizierung und Zusammenfas-

sung relevanter Muster innerhalb der untersuchten Texte. In Beitrag 6 werden zur Analyse einer großen Menge von semi-strukturierten Texten in Form von Mitgliederprofilen aus dem Social Media Bereich Big Data Text Analytics Techniken in einem dafür vorgesehenen Tool zu Hilfe genommen (Zhu et al., 2014).

Ein weiterer integraler Bestandteil der methodischen Vorgehensweise stellt die Design Science Methode zur Entwicklung und Evaluierung von Konstrukten, Modellen, Methoden und Instanzen dar (Gregor und Hevner, 2013; Hevner et al., 2004; March und Storey, 2008), welche in den Beiträgen 3 bis 5 angewendet wird. Mithilfe dieser Methode werden die Simulations- und Vorgehensmodelle zur Kosten-Nutzen-Quantifizierung entwickelt. Die Simulation wird in den Beiträgen 3 bis 5 als Methode zur Entwicklung, Validierung und Evaluierung der Artefakte eingesetzt (Cleven et al., 2009; Law und Kelton, 1991, S. 107; Pries-Heje et al., 2008; Sonnenberg und vom Brocke, 2011). Die Modelle in den Beiträgen 4-5 werden mit der Methode System Dynamics konstruiert, welche sich zur Untersuchung des dynamischen Verhaltens komplexer Systeme eignet (Forrester, 1997, S. 1039; Sterman, 2000, S. 4). Die Simulation wird darüber hinaus in allen genannten Beiträgen anhand einer Fallstudie (Benbasat et al., 1987; Dubé und Paré, 2003) durchgeführt, um die inhaltliche und technische Funktionalität der Modelle im Rahmen der Evaluierung zu überprüfen. Als weitere Methode der Evaluierung werden Experten-Interviews in Beitrag 3 durchgeführt (Bogner et al., 2009).

In Beitrag 7 wird das Vertiefungsmodell als multimethodisches Vorgehen gewählt (Langdridge und Hagger-Johnson, 2009, S. 480; Mayring, 2001). Hierfür wird zunächst eine Metaanalyse (Glass, 1976; Hunter und Schmidt, 2004) durchgeführt und basierend auf den quantitativen Ergebnissen ein Literatur-Review direkt angeschlossen. Ein weiteres methodisches Kombinationsmodell wird auch in Beitrag 1 angewendet, indem Erkenntnisse aus einer Literaturanalyse mit denen aus der Fallstudienbetrachtung trianguliert werden, um konsistente Ergebnisse zu erhalten (Mayring, 2001).

Neben der konsequenten methodischen Umsetzung des Forschungsprozesses in allen Beiträgen findet in einer Vielzahl der Beiträge auch eine theoretische Fundierung der Ergebnisse anhand etablierter Theorien, Frameworks und Modellen aus den Bereichen WI, BWL, Accounting, Finance und Management Science statt. So wird bspw. in Beitrag 1 das PESTEL-Framework⁵ aus dem Bereich des Strategischen Managements verwendet, um die Ergebnisse des Literatur-Reviews in sechs unterschiedliche Dimensionen zu kategorisieren (Kaplan und Norton, 2008, S. 48) und damit die Multidimensionalität der Implikationen aufzuzeigen. Der Ansatz der Nutzeffektketten (Anselstetter, 1984; Schumann und Linß, 1993) und das IT business value Modell (Melville et al., 2004) aus der WI werden in den Beiträgen 2, 4 bzw. 5 zu Grunde gelegt, um eine ganzheitliche Betrachtung von Kosten und Nutzen sicherzustellen. Ergänzend werden in Beitrag 5 die Prinzipien der Systemtheorie (Bertalanffy, 1968, S. 38) bei der Modellentwicklung berücksichtigt, um der Komplexität natürlicher Systeme (wie die einer Unternehmung) in Gänze berücksichtigen zu können (Mora et al., 2003, S. 18; Nolan und Wetherbe, 1980).

⁵ Die Buchstaben repräsentieren jeweils eine bestimmte Perspektive: political (P), economic (E), social (S), technological (T), environmental (E), legal (L).

Eine theoretische Fundierung wird auch in Beitrag 7 vorgenommen, indem die Perspektive der Socio-Technical Systems Theory (Bostrom und Heinen, 1977; Lyytinen und Newman, 2008) eingenommen wird, um die Ursache- und Wirkungsebenen von Adoptionsbarrieren zu untersuchen. Das in Beitrag 6 entwickelte Erklärungsmodell kombiniert empirisch validierte Erkenntnisse aus der Resource-based View of the Firm (Barney, 2001; Wernerfelt, 1984), Organizational Theory (Mintzberg, 1990) und Social Cognitive Theory (Bandura, 1977) mit den Erkenntnissen aus der Untersuchung, um die beobachteten Phänomene zu erklären. Die Einbettung der Forschungsergebnisse in einen theoretischen Rahmen trägt insgesamt zur Erhöhung der Qualität der Forschungsbeiträge bei.

2.4 Überblick der Publikationen

In die vorliegende kumulative Dissertation werden sieben wissenschaftliche Beiträge eingebracht, welche im Rahmen des Publikationsprozesses ein mehrstufiges, Double-Blind Peer Review Verfahren durchliefen. In diesem Rahmen wurde jeder Beitrag von mindestens zwei bis vier unabhängigen Gutachtern und in einer bis zwei Revisionsrunden bewertet, im Anschluss überarbeitet und wieder eingereicht, bis sie angenommen wurden. Insgesamt trugen die Rückmeldungen der Gutachter und die anschließenden Überarbeitungen somit dazu bei, die Qualität der Beiträge entscheidend zu verbessern. Eine Übersicht aller eingebrachten Publikationen, von denen sechs Beiträge in hoch gerankten Journals und ein Beitrag im Tagungsband einer renommierten Konferenz veröffentlicht sind, wird in Tab. 2 gezeigt.

Ergänzend zu den allgemeinen Informationen wie Titel, Referenz, Publikationsmedium und Publikationsorgan werden auch, sofern vorhanden, die geltenden Rankings sowie der Journal Impact Factor 2017 (JIF) aus dem Scimago Journal & Country Rank (SJR, 2017) genannt. Bei den Rankings wird das VHB-JOURQUAL3 als ein anerkanntes Ranking des Verbandes der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft e.V. (VHB, 2015) sowie die WI-Orientierungslisten der Wissenschaftlichen Kommission Wirtschaftsinformatik (WKWI, 2008) zu Grunde gelegt. Aufgrund der höheren Sichtbarkeit wurden die Einzelbeiträge fast ausschließlich in englischer Sprache verfasst und überwiegend in renommierten, internationalen Journals zur Veröffentlichung eingereicht. Drei der insgesamt sieben Beiträge konnten in B-gerankten Journals und Konferenzen und drei weitere Beiträge in C-gerankten Journals platziert werden (nach VHB JQ3).

Wie aus Tab. 2 ersichtlich wird, hat die Verfasserin dieser Dissertation bei allen Publikationen als Erstautorin mitgewirkt und somit den Hauptteil der Forschungsleistung erbracht. Zweiter Co-Autor ist bei allen Beiträgen Herr Prof. Dr. Frank Teuteberg, der im Laufe des Forschungsprozesses mit kritischer Reflexion, konstruktivem Feedback und neuen Ideen zur inhaltlichen und methodischen Verbesserung der Forschungsergebnisse beigetragen hat. Bei dem überwiegenden Teil der englischsprachigen Beiträge hat Frau Marita Imhorst mit einem abschließenden Lektorat zur sprachlichen Verbesserung der Inhalte beigetragen.

# Titel	Referenz	Medium	Publikationsorgan	Ranking		
				WKWI	VHB JQ3	JIF
1 Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry ⁶	Oesterreich und Teuteberg (2016a)	Journal	Computers in Industry	-	C	2.850
2 Industrie 4.0 in der Wertschöpfungskette Bau – Ferne Vision oder greifbare Realität?	Oesterreich und Teuteberg (2017a)	Journal	HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik	B	D	-
3 Evaluating Augmented Reality Applications in Construction – A Cost-Benefit Assessment Framework based on VOFI	Oesterreich und Teuteberg (2017b)	Konferenz	European Conference on Information Systems (ECIS)	A	B	-
4 Why one big picture is worth a thousand numbers: measuring intangible benefits of investments in augmented reality based assistive technology using utility effect chains and system dynamics	Oesterreich und Teuteberg (2018a)	Journal	Information Systems and e-Business Management	B	C	1.032
5 Looking at the big picture of IS investment appraisal through the lens of systems theory: A System Dynamics approach for understanding the economic impact of BIM	Oesterreich und Teuteberg (2018b)	Journal	Computers in Industry	-	C	2.850
6 The role of business analytics in the controllers and management accountants' competence profiles: An exploratory study on individual-level data ⁷	Oesterreich und Teuteberg (2019a)	Journal	Journal of Accounting & Organizational Change	-	B	-
7 Behind the scenes: Understanding the socio-technical barriers to BIM adoption through the theoretical lens of information systems research	Oesterreich und Teuteberg (2019b)	Journal	Technological Forecasting and Social Change	-	B	3.129

Tab. 2: Übersicht der Einzelbeiträge.

Neben den hier aufgeführten Publikationen existiert ein weiterer Beitrag, der aufgrund inhaltlicher Überschneidungen mit den vorliegenden Publikationen nicht in die Dissertation eingebracht wird (Oesterreich und Teuteberg, 2016b). Dennoch bildet dieser Beitrag die Grundlage für einige Forschungsbeiträge und wird daher an entsprechender Stelle zitiert. Des Weiteren befinden sich zwei weitere Einzelbeiträge bei Fachzeitschriften in Begutachtung. Obwohl diese Beiträge relevante Fragestellungen aus dem Themenbereich dieses Promotionsvorhabens adressieren, werden sie aufgrund der schwebenden Begutachtungsverfahren nicht in diese Dissertation eingebracht.⁸

⁶ Dieser Beitrag gehört zu den am meisten heruntergeladenen Beiträgen der letzten 90 Tage sowie zu den am meisten zitierten Beiträgen seit 2014 des Journals Computers in Industry (Stand: März 2019). Laut GoogleScholar sowie Harzing's Publish or Perish gehört der Beitrag zudem zur Top 30 der am meisten zitierten Beiträge im Bereich Industrie 4.0 (mehr als 157 Zitierungen seit 2016 sowie mehr als 50 Zitierungen pro Jahr; Stand: März 2019).

⁷ Die Datenextraktion der Mitgliederprofile aus dem sozialen Netzwerk XING für Beitrag 6 wurde im Zeitraum Juli bis August 2018 von Frau Anabelle Thies durchgeführt, die als wissenschaftliche Hilfskraft am Fachgebiet tätig war.

⁸ Ein Gesamtüberblick aller weiteren relevanten, aber nicht in diese Dissertation eingebrachten Beiträge können dem Anhang entnommen werden.

3 Zusammenfassung der Ergebnisse

In den nachfolgenden Kapiteln werden die zentralen Erkenntnisse der Forschungsbeiträge vorgestellt. Dabei wird jedoch nicht beitragsweise vorgegangen, sondern eine Zusammenfassung der beitragsübergreifenden Erkenntnisse nach den in Kapitel 3 erläuterten Themenschwerpunkten (FF1 bis FF4) in einer logischen Reihenfolge angestrebt. Durch diese Vorgehensweise sollen zum einen inhaltliche Überschneidungen vermieden und zum anderen eine effektive Synthese der Erkenntnisse ermöglicht werden. Wenn praktikabel, werden die Inhalte von Tabellen und Abbildungen aus den Originalbeiträgen ins Deutsche übersetzt. In einzelnen Fällen wird darauf verzichtet, um die Besonderheiten und den Sinnzusammenhang spezifischer Terminologien beizubehalten.

Ergänzend ist hinzuzufügen, dass in den nachfolgenden Abschnitten zur Vermeidung weiterer Redundanzen auf eine detaillierte Erläuterung der Methoden, Theorien und Forschungsergebnisse verzichtet wird und der Fokus stattdessen auf eine Zusammenfassung der Erkenntnisse gerichtet ist. Für ausführlichere inhaltliche Darstellungen wird auf die Einzelbeiträge im Teil B dieser Arbeit sowie die angegebenen Referenzen verwiesen.

3.1 Implikationen der Digitalisierung im Kontext von Industrie 4.0 in der Bauindustrie: Status Quo, Forschungsagenda und Anwendungsszenarien

Wie bereits in der Einleitung dargelegt, wirft das Industrie 4.0 Konzept seit der Einführung aufgrund der konzeptionellen Unschärfe viele Fragen hinsichtlich seiner genauen Definition und der weiteren Implikationen für Wirtschaft und Gesellschaft auf (Hofmann und Rüscher, 2017; Lasi et al., 2014). Diese Fragen werden in diesem Themenbereich analytisch aufgegriffen, indem eine detaillierte Begriffsdefinition formuliert und der Stand der Forschung, der Technik und der Praxis auf Literaturbasis und anhand realer sowie fiktiver Anwendungsfälle skizziert wird, bevor darauf basierend die Nutzen und Herausforderungen zusammengefasst sowie die offenen Fragen formuliert werden können.

Zur Herleitung einer bauspezifischen Definition des Industrie 4.0 Begriffs wird zunächst in Beitrag 1 (Oesterreich und Teuteberg, 2016a) eine Literaturanalyse nach dem Vorgehensschema von Webster und Watson (2002) durchgeführt. Basierend auf 40 Publikationen aus dem Bauumfeld sowie den Top 10 der meist zitierten Industrie 4.0 Publikationen erfolgt eine kombinierte Anwendung der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2010) und der einfachen Frequenzanalyse (Berelson, 1952) mit der Software QDA Miner (Provalis Research, 2011) sowie dem integrierten Textanalysemodul WordStat (Provalis Research, 2014). Aus dieser Analyse geht eine Liste von 15 Technologien und Konzepten hervor, die den Industrie 4.0 Begriff im Baubereich prägen.

Um den aktuellen Stand der Technik, der Forschung und der Praxis dieser Technologien aufzuzeigen, wird ein weiteres systematisches Literatur-Review durchgeführt, in welchem nach Publikationen und realen Fallstudien für die 15 identifizierten Technologien und Konzepte gesucht wird. Anschließend dienen 149 wissenschaftliche, 119 praktische Publikationen sowie neun reale Anwendungsfälle als Grundlage für eine weitere Analyse. Die in Beitrag 2 (Oesterreich und Teuteberg, 2017a) erstellte Konzeptmatrix in

Abb. 5 zeigt, wie die Technologien und Konzepte zur Erreichung der Ziele beitragen, die in den Charakteristika von Industrie 4.0 formuliert sind (Kagermann et al., 2013).

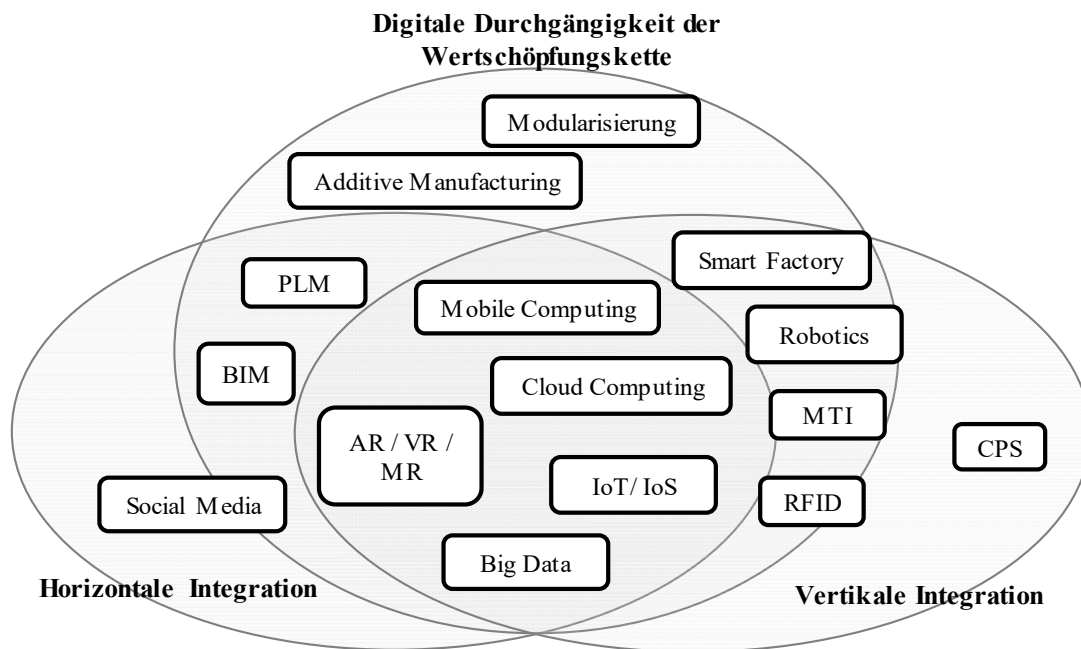


Abb. 5: Übersicht Konzeptmatrix Industrie 4.0 (Oesterreich und Teuteberg, 2017a).

Eine *horizontale Integration über Wertschöpfungsnetzwerke* wird bspw. durch eine enge Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten wie Bauherr, Lieferanten und Nachunternehmer durch die Nutzung einer gemeinsamen Datenbasis mittels BIM, Cloud Computing, Mobile Computing, Social Media etc. ermöglicht. Bei der Schaffung einer *digitalen Durchgängigkeit der Wertschöpfungskette* kann zudem der Einsatz von autonomen Robotern und Drohnen oder die Nutzung des 3D Druck und der Modularisierung als Teil des Fertigungskonzeptes zu einer Optimierung der Bauproduktion im Sinne einer Smart Factory beitragen. Mobile Assistenzsysteme basierend auf Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR) und Mixed Reality (MR) Technologie dienen dabei als wichtiges Hilfsmittel zur Verbesserung der Arbeitssicherheit und der Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten. Weitere wichtige Konzepte sind das Product-Lifecycle-Management (PLM) und die Mensch-Technik-Interaktion (MTI).

Die vertikale Integration und Vernetzung der Produktionssysteme ist durch die Nutzung von RFID Technik zur Lokalisierung und intelligenten Vernetzung von Gegenständen, Baumaschinen und Personen innerhalb eines Internet der Dinge sowie der Einsatz von Big Data Lösungen zum effizienten Datenmanagement und zur Datennutzung (z.B. für Predictive Maintenance) möglich. Auch erste Ansätze von Cyber-Physischen Systemen (CPS) werden in der Literatur beschrieben. Zur weiteren Verdeutlichung der Anwendungspotenziale von Industrie 4.0 Technologien wird in Beitrag 2 unter dem Einsatz der Szenariotechnik (Götze, 2013) ein Industrie 4.0 Anwendungsszenario im Sinne eines positiven Extremszenarios skizziert. Darin wird u.a. aufgezeigt, wie die Ziele der Indust-

rie 4.0 Charakteristika durch die konkrete Nutzung von Industrie 4.0 Technologien erreicht werden können. Des Weiteren wird das folgende bauspezifische Industrie 4.0 Gesamtkonzept visualisiert (vgl. Abb. 6), welches aus technischer Sicht einer integrierten IT-Struktur gleicht.

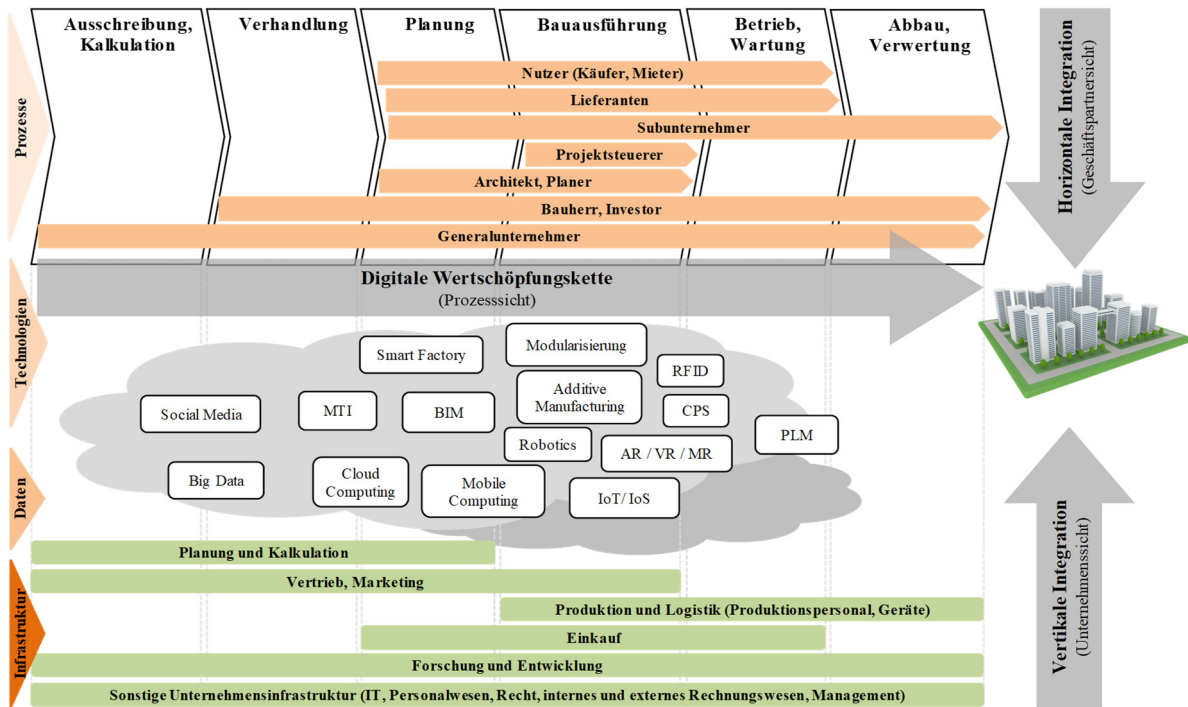


Abb. 6: Industrie 4.0 Charakteristika in der Bauindustrie
(Oesterreich und Teuteberg, 2017a).

In dem gleichen Zuge wird deutlich, dass eine Umsetzung des Gesamtkonzeptes aufgrund der Vielzahl der entlang der Wertschöpfungskette involvierten Akteure eine große Herausforderung darstellt und zahlreiche Implikationen bereithält.

In den Beiträgen 1 und 2 wird das PESTEL-Framework⁹ aus dem Bereich des Strategischen Managements verwendet, um die in der Literatur genannten Nutzen sowie Herausforderungen der Digitalisierung im Kontext von Industrie 4.0 in sechs unterschiedliche Dimensionen zu kategorisieren (Kaplan und Norton, 2008, S. 48). Eine Übersicht der Nutzen wird in Tab. 3 wiedergegeben. Ökonomische Vorteile ergeben sich durch eine Erhöhung der Kosten- und Terminalsicherheit aufgrund von Kosteneinsparungen und eine Verkürzung der Bauzeit durch die Beschleunigung von Arbeitsprozessen. Die Vermeidung von Planungs- und Ausführungsfehlern, z.B. durch den Einsatz von BIM führt zu Qualitätsverbesserungen. Die interdisziplinäre und unternehmensübergreifende Zusammenarbeit mit allen Projektbeteiligten wird durch die Vernetzung verbessert. Die enge Einbindung des Kunden in den Planungs- und Bauprozess führt zu mehr Kundenzufrie-

⁹ Die Buchstaben repräsentieren jeweils eine bestimmte Perspektive: political (P), economic (E), social (S), technological (T), environmental (E), legal (L).

denheit und nicht zuletzt kann die Nutzung digitaler Technologien auch neue Geschäftsmodelle hervorbringen. Insgesamt resultieren die ökonomischen Vorteile in einer Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit.

Nutzen	Perspektive					
	P	E	S	T	E	L
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kosteneinsparungen ▪ Zeiteinsparungen ▪ Erhöhung der Kosten- und Terminalsicherheit ▪ Qualitätsverbesserungen ▪ Verbesserung der Zusammenarbeit ▪ Verbesserung der Kundenbeziehung und Kundenzufriedenheit ▪ Schaffung neuer innovativer Geschäftsmodelle ▪ Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit 		X				
		X				
		X				
		X				
		X				
		X				
		X				
		X				
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erhöhung der Arbeitssicherheit ▪ Steigerung der Arbeitgeberattraktivität ▪ Verbesserung des Branchenimages der Bauindustrie 			X			
			X			
			X			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verbesserung von Energieeffizienz und Nachhaltigkeit 					X	

Tab. 3: Nutzen der Digitalisierung (Oesterreich und Teuteberg, 2016a).

Darüber hinaus werden auch soziale und ökologische Nutzen genannt. Durch Vermeidung von Gefahren und Minimierung der Arbeitsunfälle kann die Arbeitssicherheit erhöht werden. In Zeiten des Fachkräftemangels kann zudem die Arbeitgeberattraktivität ein ausschlaggebender Erfolgsfaktor bei Rekrutierungsmaßnahmen sein und das Image der Bauindustrie verbessern. Im ökologischen Bereich liegen die Vorteile in einer Verbesserung von Energieeffizienz und Nachhaltigkeit durch CO²-Reduktion und Energieeinsparung. Neben diesen zahlreichen Nutzen existiert jedoch auch eine Vielzahl an Herausforderungen, die als große Hemmnisse einer verbreiteten Nutzung betrachtet werden (vgl. Tab. 4).

Herausforderungen	Perspektive					
	P	E	S	T	E	L
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abwartende Haltung der Unternehmen 	X					
		X				
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hohe Investitionskosten ▪ Notwendigkeit von Änderungen interner Strukturen und Prozesse 		X				
		X				
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Veränderung der Qualifikations- und Kompetenzanforderungen ▪ Mangelndes Wissensmanagement ▪ Konservative Branchenkultur und geringe Bereitschaft für Veränderungen 			X			
			X			
			X			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fehlende Kompatibilität und Standardisierung ▪ Erhöhte Anforderungen an Hardwareausstattung ▪ Erhöhte Anforderungen an Datensicherheit und Datenschutz ▪ Verbesserung der Breitbandinfrastruktur 				X		
				X		
				X		
				X		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strikte Vorgaben bzgl. Datensicherheit und Datenschutz ▪ Vertragliche und rechtliche Unsicherheiten 						X
						X

Tab. 4: Herausforderungen der Digitalisierung (Oesterreich und Teuteberg, 2016a).

So ist zum einen die abwartende Haltung der Unternehmen zu nennen, die aufgrund hoher Investitionskosten (u.a. für technische Ausstattung, Fortbildung, Beratung sowie strukturelle Anpassungen) und unklarer Vorteile sich vor der Einführung scheuen. Diese Herausforderung ist politischer Natur, da von der öffentlichen Hand Mechanismen zur Anreizsetzung erwartet werden. Weitere Herausforderungen ergeben sich u.a. aus der Veränderung von Qualifikations- und Kompetenzanforderungen, die mit der Nutzung digitaler Technologien einhergehen. Die konservative Branchenkultur der Bauindustrie und die damit verbundene geringe Bereitschaft für Veränderungen resultiert zudem in einer geringen Akzeptanz gegenüber neuen Technologien.

Technologisch bedingte Herausforderungen bestehen in der fehlenden Kompatibilität bei vielen Technologien wie z.B. bei BIM oder bei RFID und in einer erhöhten Anforderung an die Hardwareausstattung aufgrund der Vielzahl der einwirkenden externen Einflüsse (z.B. Witterung, Lage, Verkehr). Des Weiteren sind der Ausbau der Breitbandinfrastruktur zur Verbesserung der Vernetzung von Projektbeteiligten und Baustellen sowie die Themen Datensicherheit und Datenschutz weitere wichtige Herausforderungen. Nicht zuletzt existieren auch rechtliche Bedenken aufgrund strikter Vorgaben im Bereich Datenspeicherung und Datenaustausch, oder vertragliche und rechtliche Unsicherheiten aufgrund fehlender Regularien, Vorschriften und Normen.

Ausgehend von den Ergebnissen der Beiträge 1 und 2 kann subsumiert werden, dass die untersuchten Technologien und Konzepte unterschiedliche Reife- und Verbreitungsgrade aufweisen. Während eine Vielzahl ausgereifter Lösungen im Bereich BIM, Cloud Computing, RFID, Modularisierung etc. auf dem Markt existieren und bereits in Anwendung sind, befinden sich erste Ansätze für autonome Robotics, AR-/VR-/MR-Lösungen, CPS oder 3D-Druck noch in den Anfängen ihrer Diffusion oder in der Pilot- und Entwicklungsphase. Des Weiteren richtet sich der Fokus in Forschung und Praxis primär auf die technischen Fragestellungen, während ökonomische, rechtliche und soziale Aspekte weitgehend außer Acht gelassen wurden (Oesterreich und Teuteberg, 2016a, 2017a).

3.2 Kosten- und Nutzen-Quantifizierung von Investitionen in innovative IT und IS aus der Sicht nutzender Unternehmen am Beispiel der Technologien Augmented Reality und BIM

Trotz der Vielzahl der im vorigen Kapitel genannten Vorteile, die mit der Nutzung digitaler Technologien im Kontext von Industrie 4.0 verbunden werden, besteht weiterhin eine große Zurückhaltung hinsichtlich ihrer Nutzung (Bauer et al., 2016). Die vorangegangene Analyse hat gezeigt, dass ökonomische Bedenken zu den Hauptgründen dieser abwartenden Haltung zählen, wie z.B. hohe Investitionskosten bei unklaren Kosten-Nutzen-Implicationen sowie die Notwendigkeit von Änderungen interner Strukturen und Prozesse (vgl. Tab. 4). Ausgehend von diesem Problem sollen in diesem Kapitel die Erkenntnisse aus den Beiträgen 3 bis 5 zusammengefasst werden. In diesen Beiträgen wird demonstriert, wie Ansätze zur Kosten-Nutzen-Quantifizierung dazu beitragen können, die ökonomischen Auswirkungen digitaler Technologien am Beispiel der Industrie 4.0 Technologien AR und BIM transparent aufzuzeigen.

In allen Beiträgen dieses Themenbereichs wird eine gestaltungsorientierte Vorgehensweise unter Anwendung des Design Science Research Ansatzes (Hevner et al., 2004) zur Beantwortung der Forschungsfragen gewählt. Die Beiträge 3 und 4 weisen inhaltliche Schnittmengen auf, adressieren aber jeweils einen anderen thematischen Schwerpunkt. Zur genauen inhaltlichen Abgrenzung soll die folgende Abb. 7 dienen, welche zugleich das Vorgehensmodell darstellt, das in Beitrag 3 zur Kosten-Nutzen-Quantifizierung herangezogen wird. Dieses Vorgehensmodell repräsentiert alle notwendigen Phasen im Rahmen einer Kosten-Nutzen-Quantifizierung. Während Beitrag 3 (Oesterreich und Teuteberg, 2017b) alle Phasen dieses Vorgehensmodell als Ganzes beispielhaft demonstriert, ist Beitrag 4 (Oesterreich und Teuteberg, 2018a) darauf fokussiert, die Problematik der Identifizierung und Quantifizierung der intangiblen Nutzen aufzugreifen, ohne jedoch die letzte Phase der Entscheidungsfindung zu adressieren.

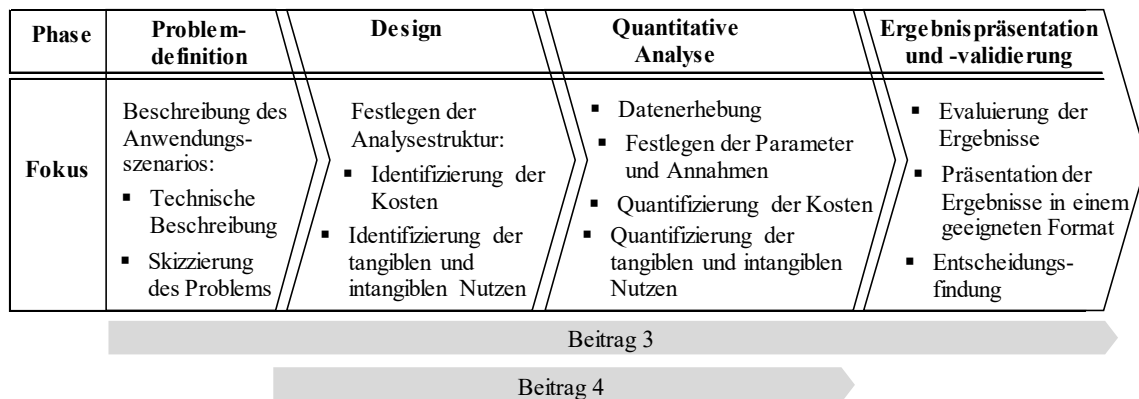


Abb. 7: Vorgehensmodell zur Kosten-Nutzen-Quantifizierung (Oesterreich und Teuteberg, 2017b, 2018a).

Nach der ersten Phase der Problemdefinition wird in Beitrag 3 zunächst ein Literatur-Review (Webster und Watson, 2002) durchgeführt, um die Kosten und Nutzen einer Anwendung von AR und Smart Glasses basierten Assistenzsystemen abzuleiten. Zu den Kosten zählen u.a. technologiebezogene Kosten wie z.B. einmalige Investitionskosten für Hardware und Software, Installation, Beratung und Infrastruktur sowie laufende Kosten für Wartung, Schulung, Anwenderbetreuung, Lizenzen und Updates. Ein weiterer großer Kostenblock sind die internen Personalkosten für die Beschaffung, Inbetriebnahme, Schulung, Anwendungsentwicklung und operative Nutzung sowie die mit der Veränderung der Kompetenzerfordernissen einhergehende Veränderung der Gehaltsstruktur. Ebenfalls wesentlich sind die Kosten für die notwendigen Umstrukturierungen, Change-Management, evt. auftretende Stillstandskosten und weitere Gemeinkosten.

Zu den Nutzen zählen operative Nutzen wie Komplexitätsreduktion, Effizienzerhöhung und Papierreduktion, taktische Nutzen wie Qualitätsverbesserung, Verbesserung der Arbeitssicherheit und der Kundenbeziehung und strategische Nutzen wie die Verbesserung der Wettbewerbsposition und des Unternehmensimages. Ausgehend von diesem Kosten-Nutzen-Framework werden im Rahmen der dritten und vierten Phase des Vorgehensmodells aus Abb. 7 Cashflows definiert und mithilfe des VoFI Ansatzes (Grob, 1989)

in einem selbst entwickelten Excel Tool quantifiziert und visualisiert. Die VoFI Methode bietet viele Vorteile gegenüber den klassischen Ansätzen wie z.B. dem NPV Ansatz, da sie mehrere, sowohl interne als auch externe Finanzierungsquellen mit unterschiedlichen Konditionen sowie Steuereffekte berücksichtigen kann (Götze et al., 2015; Grob, 1989; Schuster, 2011).

An dieser Stelle wird deutlich, dass viele der in Beitrag 3 genannten Nutzen, wie z.B. die Verbesserung der Arbeitssicherheit oder des Unternehmensimages, von intangibler Natur sind. Die Bewertung von intangiblen Nutzen digitaler Technologien wird in der Literatur als problembehaftet angesehen (Murphy und Simon, 2002; Schryen, 2010). An diese Problematik knüpft Beitrag 4 an, in dem der Prozess der Identifizierung und Quantifizierung der intangiblen Nutzen mithilfe eines Vorgehensmodells vereinfacht werden soll (vgl. Abb. 8).

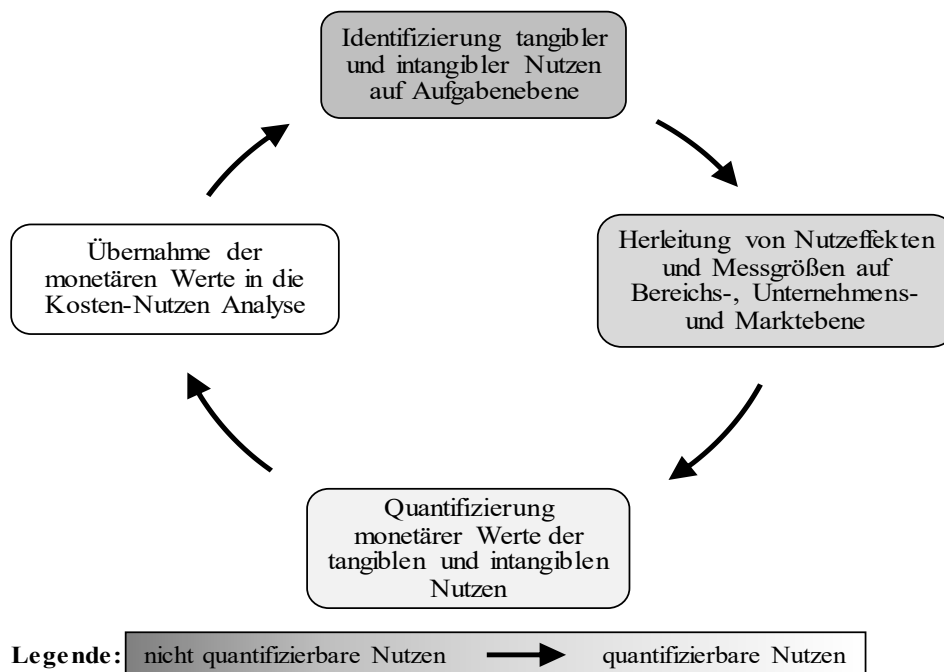


Abb. 8: Vorgehensmodell zur Quantifizierung intangibler Nutzen (Oesterreich und Teuteberg, 2018a).

In Anlehnung an das Konzept der Nutzeffektketten (Anselstetter, 1984; Schumann und Linß, 1993) werden die Effekte der intangiblen Nutzen auf Aufgaben-, Bereichs-, Unternehmensebene in messbare Größen überführt, bis sie schließlich quantifizierbar sind. Die ressourcenbasierte Sicht auf die unterschiedlichen Sphären der Unternehmung entspricht dabei dem Grundkonzept des IT business value model (Melville et al., 2004). Eine beispielhafte Anwendung des Nutzeffektketten-Ansatzes wird in Abb. 9 gezeigt.

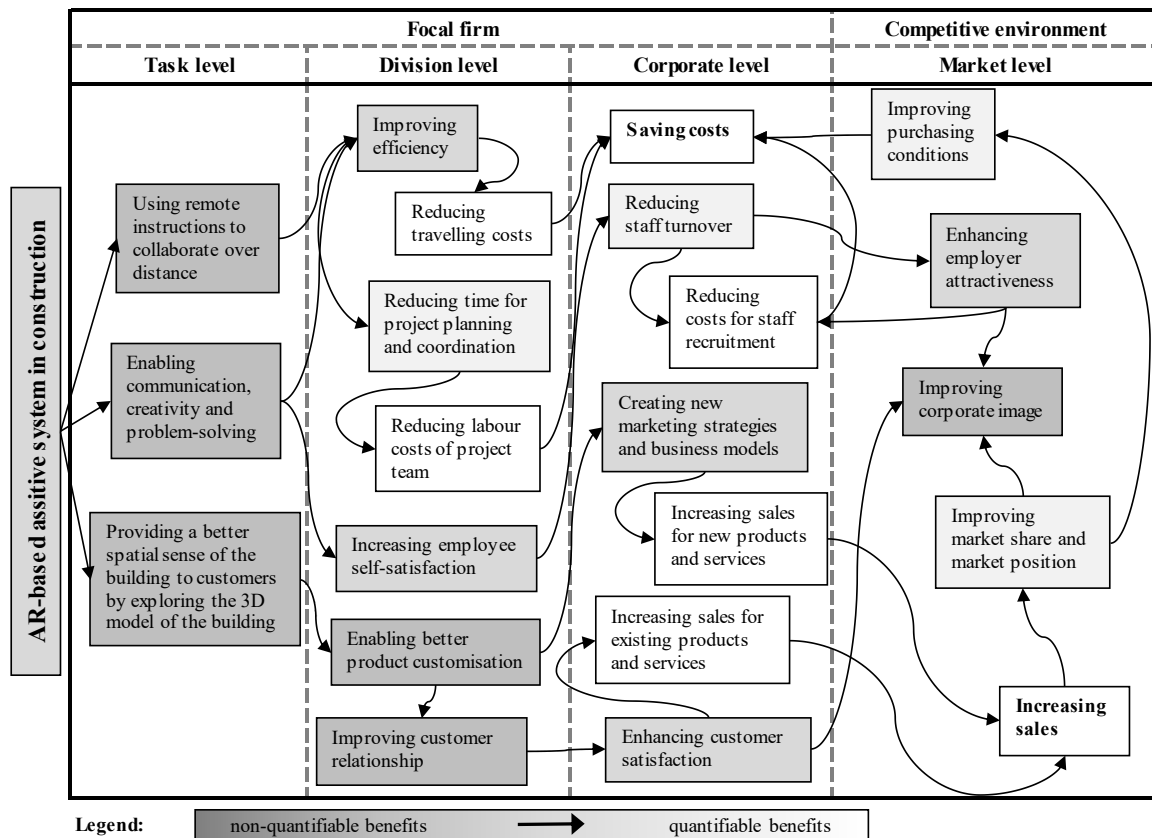


Abb. 9: Exemplarische Nutzeffektkette (Oesterreich und Teuteberg, 2018a).

Ausgehend von der Aufgabenebene werden drei Nutzenbeispiele in Nutzeffektketten überführt und messbar gemacht. Die Nutzung von AR und Smart Glasses basierten Assistenzsystemen ermöglicht bspw. eine distanzübergreifende Kommunikation, schnelle Problemlösung und ist kreativitätsfördernd. Auf der einen Seite wird dadurch die Effizienz erhöht, da Probleme schneller gelöst werden können, aber auch die Mitarbeiterzufriedenheit steigt und sorgt dauerhaft für eine niedrigere Fluktuation und geringere Kosten für Personalbeschaffungsmaßnahmen.

Nach dieser Methode werden in Beitrag 4 basierend auf einem Nutzen-Framework, welcher aus fünf Nutzen-Kategorien besteht, insgesamt 20 Nutzen in solche Nutzeffektketten überführt. Basierend auf den Nutzeffektketten wird anschließend ein Simulationsmodell mittels Systems Dynamics in Vensim Software (Ventana Systems, Inc., 2017) konstruiert, um die monetären Auswirkungen der Gesamtnutzen quantifizieren zu können. Hierzu werden sowohl ein Causal-Loop Diagramm (vgl. Abb. 10) als auch ein Stock-Flow Diagramm erstellt. Eine Fallstudie, für die bestimmte Annahmen und Parameter festgelegt werden, dient anschließend zur Evaluierung des Simulationsmodells.

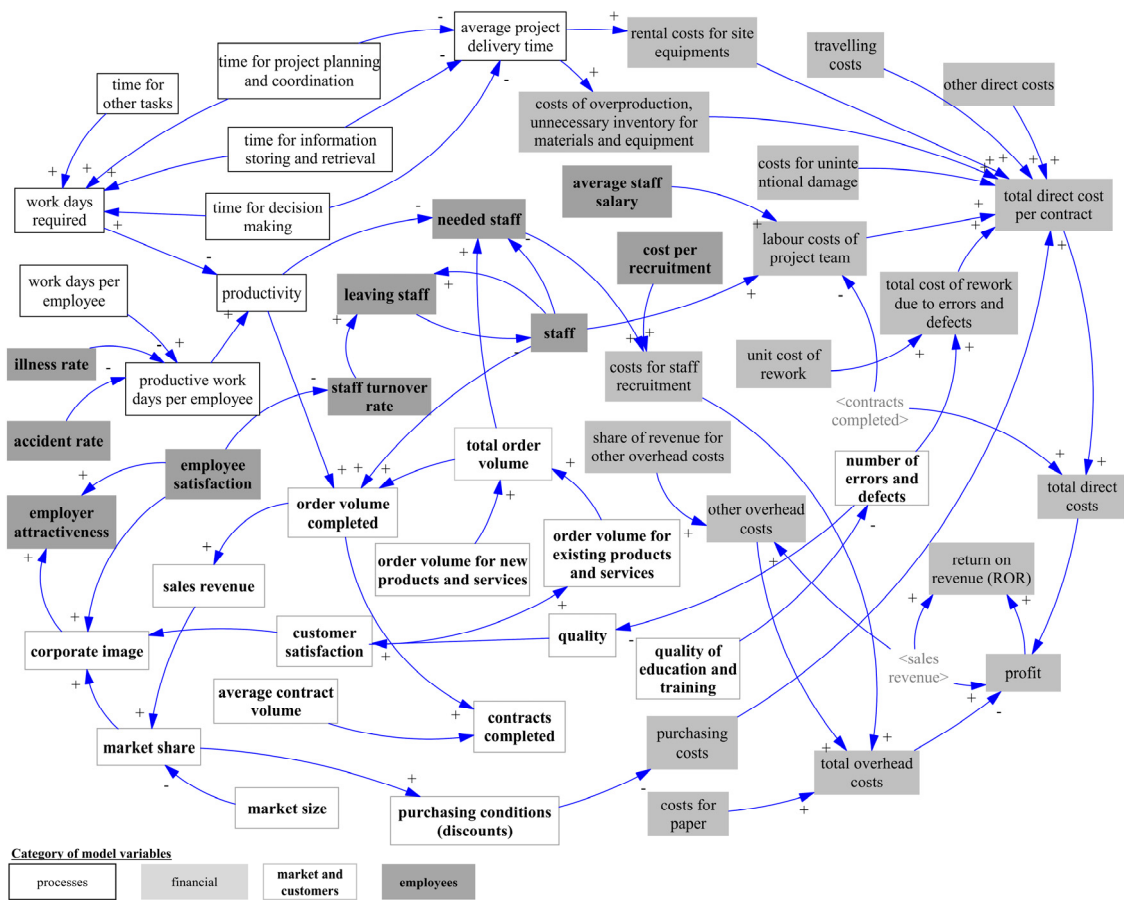


Abb. 10: Causal-Loop Diagramm der Nutzeffekte (Oesterreich und Teuteberg, 2018a).

Die Relevanz einer ganzheitlichen Betrachtung der ökonomischen Auswirkungen von IT und IS Investitionen auf das Gesamtsystem der Unternehmung im Sinne der Systemtheorie (Nolan und Wetherbe, 1980) wird in Beitrag 5 demonstriert. Klassische Ansätze zur Kosten-Nutzen-Betrachtung neigen dazu, die finanziellen Auswirkungen einer Investition mittels linearer Kalkulationen zu quantifizieren (Oesterreich und Teuteberg, 2018b). Anhand der Referenztechnologie BIM wird in diesem Beitrag aufgezeigt, dass in bestimmten Fällen eine ganzheitliche Betrachtung der finanziellen Auswirkungen in einem Gesamtkontext sinnvoller ist, um der Komplexität in realen Unternehmenssystemen Rechnung zu tragen (Wolstenholme et al., 1992). BIM wird dabei als ein Subsystem der Unternehmung betrachtet, welches Einfluss auf andere Subsysteme und somit auch auf die Outputs des Gesamtsystems nimmt, aber auch ständig Feedback-Schleifen unterliegt. Dieses Grundprinzip der Systemtheorie wird in Abb. 11 visualisiert.

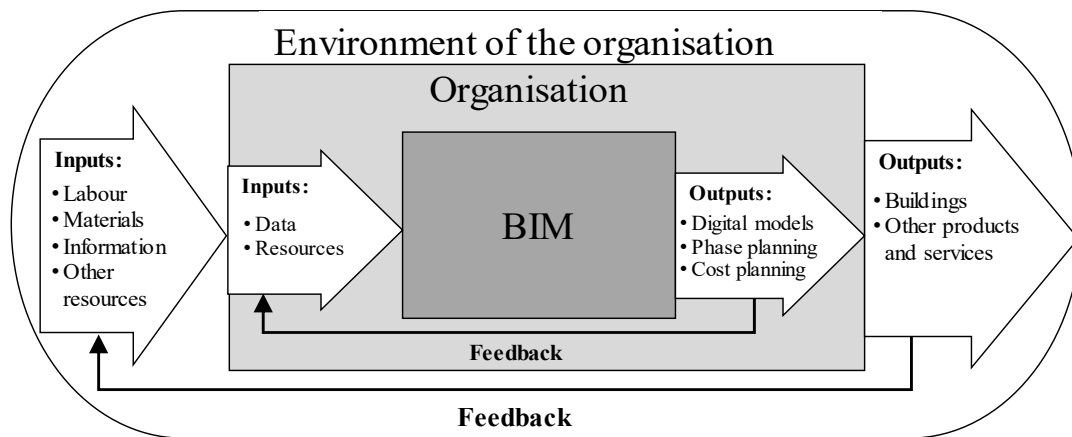


Abb. 11: BIM als Teil eines Systems (Oesterreich und Teuteberg, 2018b).

In Anlehnung an das Vorgehensmodell in Abb. 7 wird in Beitrag 5 zunächst auf Literaturbasis ein Kosten-Nutzen-Framework für die Technologie BIM aus der Sicht eines nutzenden Unternehmens entwickelt. Mithilfe des Nutzeffektketten-Ansatzes aus Beitrag 4 werden die identifizierten Nutzen der Aufgaben-, Bereichs- und Unternehmensebene zugeordnet und quantifizierbare Messgrößen dafür abgeleitet. Anschließend wird ein Simulationsmodell zur Quantifizierung der ökonomischen Auswirkungen von BIM mit System Dynamics entwickelt.

Im Simulationsmodell werden im ersten Schritt die Grundstrukturen und Funktionsmechanismen einer Bauunternehmung aus der mikroökonomischen Theorie (Clark und Augustine, 1992; Schwarz und Schoeneborn, 2002) nachgebildet, um die Organisation als ein ganzheitliches System zu betrachten. Im zweiten Schritt werden die Kosten und Nutzen als exogene Inputgrößen modelliert, um ihre Auswirkung auf das gesamte System der Unternehmung zu untersuchen. Der Übersichtlichkeit halber wird das komplexe Simulationsmodell in insgesamt vier Teilmodelle (Personnel and labour, customer and market, finance and accounting sowie finance and accounting (cashflow)) zerlegt und die Interdependenzen zwischen den Teilmodellen mit Schattenvariablen dargestellt.

Ein Ausschnitt aus dem Gesamtmodell wird in Abb. 12 gezeigt. Darin werden die Auswirkungen von BIM auf das Kunden- und Marktsubsystem der Unternehmung aufgezeigt, indem z.B. konkrete Nutzen wie „error reduction rate“ im Rahmen von Ursache-Wirkungs-Beziehungen Einfluss auf andere Variablen wie z.B. „output quality“ nehmen, die wiederum Auswirkungen auf andere Variablen haben. Die Evaluierung des Simulationsmodells erfolgt anschließend anhand einer Fallstudie, in die sowohl realistische Annahmen als auch Unternehmensdaten einfließen.

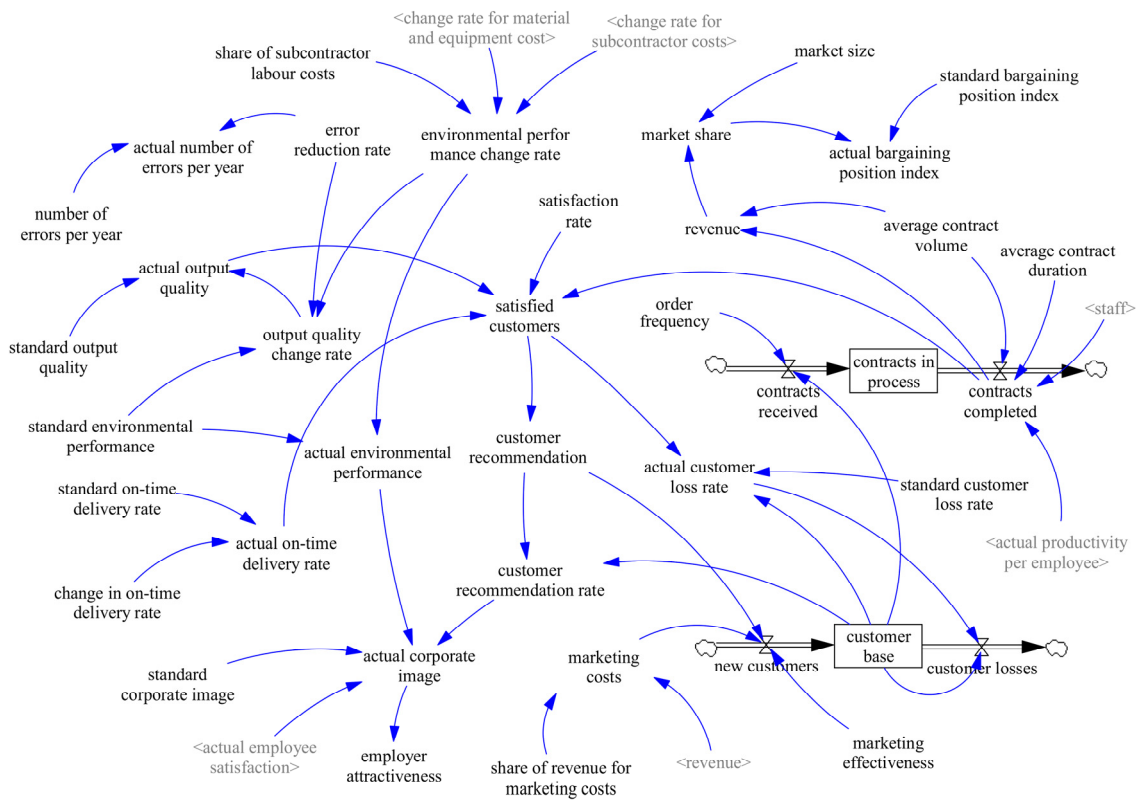


Abb. 12: Stock-Flow Diagramm des „customer and market“ Teilmodells (Oesterreich und Teuteberg, 2018b).

Im Rahmen der Evaluierung wird die Unternehmensentwicklung über einen Zeitraum von 20 Jahren simuliert. Die Ergebnisse zeigen, dass die Nutzung von BIM aufgrund der hohen Investitionskosten in Form gebundener finanzieller und personeller Ressourcen in den ersten Jahren nach der Implementierung zunächst zu einer Verschlechterung der Performance-Indikatoren führt. Unter den getroffenen Annahmen kann jedoch in den Folgejahren eine signifikante Verbesserung der ökonomischen Situation des Unternehmens erzielt werden. Im Rahmen einer ergänzenden Risikobetrachtung wird eine Monte-Carlo-Simulation mittels 10.000 Simulationsläufen durchgeführt, um die Robustheit des Modells sowie die Variabilität der Ergebnisse zu überprüfen.

Insgesamt kann konstatiert werden, dass der systemtheoretische Ansatz der Kosten-Nutzen-Betrachtung nicht nur eine konsequenter und vollständiger Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von IT und IS Investitionen darstellt, sondern auch zu einem besseren Verständnis der ökonomischen Auswirkungen von BIM auf das Unternehmen als Ganzes beiträgt.

3.3 Auswirkungen der Digitalisierung auf die Kompetenzanforderungen der Mitarbeiter am Beispiel des Controller Berufsbildes

Die Analyse des Status Quo in Kapitel 3.1 hat gezeigt, dass die Veränderung der Qualifikations- und Kompetenzanforderungen der Mitarbeiter zu den zentralen Herausforderungen der Nutzung digitaler Technologien zählt (Oesterreich und Teuteberg, 2016a). Die

zunehmend digitalisierte Arbeitsumgebung stellt in manchen Berufsbildern völlig neue Anforderungen an das Kompetenzprofil der Mitarbeiter. Unabhängig von der genutzten Technologie wird allgemein vorausgesagt, dass die Nachfrage nach Arbeitskapazitäten für einfache und repetitive Tätigkeiten reduziert wird, während die Nachfrage nach höher qualifizierten Kompetenzprofilen steigen wird und somit die Anforderungen neu definiert werden müssen (Spiezia et al., 2016).

Vor diesem Hintergrund ist es das primäre Ziel dieses Themenbereichs, ein besseres Verständnis für die Veränderung der Kompetenzanforderungen im Zuge der zunehmenden Digitalisierung der Arbeitswelt zu erreichen. Der Veränderungsprozess wird dabei exemplarisch anhand des Controller-Berufsbildes aufgezeigt. Die bewusste Auswahl dieses Berufsbildes erfolgt aus zwei wesentlichen Gründen. Zum einen wurde in der Literatur bisher der Fokus hauptsächlich auf die Kompetenzveränderungen des Produktionspersonals gerichtet, da diese Berufsgruppen direkt von den Digitalisierungsprozessen im Kontext von Industrie 4.0 betroffen sind (Buhr, 2015; Hirsch-Kreinsen, 2014). Dass auch Mitarbeiter aus den dispositiven Bereichen mit Leitungs-, Planungs-, Organisations- und Verwaltungsaufgaben gleichermaßen am Veränderungsprozess beteiligt sind, wurde bisher nicht ausreichend gewürdigt. Ein anderer Grund für die Auswahl des Controller-Berufsbildes ist die Tatsache, dass der Controller als unternehmensinterner Informationslieferant mit einer Vielzahl von datenintensiven Aufgaben in hohem Maße von der zunehmenden Digitalisierung betroffen ist (Brands und Holtzblatt, 2015). Um ein möglichst umfassendes Bild des Veränderungsprozesses dieses Berufsbildes zu erhalten, wird im Rahmen der Untersuchung auf jegliche Brancheneingrenzungen verzichtet.

In Beitrag 6 (Oesterreich und Teuteberg, 2019a) wird zunächst untersucht, welche veränderten Kompetenzanforderungen im Zuge der zunehmenden Digitalisierung für das Berufsbild des Controllers entstanden sind. Neben allgemeinen IT-Kenntnissen umfassen die neuen Kompetenzanforderungen u.a. Programmierung-, Modellierung- und Statistikkenntnisse, die den Controller dazu befähigen sollen, Analysen und Auswertungen mittels Business Analytics durchzuführen. Darüber hinaus geht es in Beitrag 6 auch um die Beantwortung der Frage, inwiefern die Controller in der Unternehmenspraxis die von ihnen erwarteten Kompetenzanforderungen erfüllen können, ob in dieser Hinsicht eine Kompetenzlücke existiert und welche Erklärungen dafür ursächlich sind. Zu diesem Zweck werden aus dem sozialen Netzwerk XING im Zeitraum von Juli bis August 2018 eine hohe Anzahl an Mitgliederprofilen von Controllern aus 141 verschiedenen Unternehmen extrahiert. Nach einem umfassenden Datenaufbereitungsverfahren können 2.331 Mitgliederprofile für die weitere Untersuchung bereitgestellt werden. Die Inhaltsanalyse der Mitgliederprofile erfolgt mittels eines Text Analytics Verfahrens im IBM Watson Explorer Content Analytics, welches aktuell als eines der führenden Big Data Text Analytics Tools gilt (Evelson, 2016). Die Anwendung dieses Tools ermöglicht eine effiziente Untersuchung der semi-strukturierten Daten auf mögliche Muster und Zusammenhänge (Zhu et al., 2014, S. 3).

Anhand der Ergebnisse kann belegt werden, dass nur 14% der untersuchten Mitgliederprofile die für Business Analytics erforderlichen Kompetenzen wie z.B. BI-, Data Analytics-, Statistik-, Modellierung-, Programmierungskennntnisse aufweisen und somit

eine große Lücke zwischen Wunsch und Realität besteht. Des Weiteren können mögliche Moderationseffekte hinsichtlich der Merkmale Geschlecht, Unternehmensgröße, Alter oder Berufserfahrung beobachtet werden. In Bezug auf das Merkmal Unternehmensgröße kann festgestellt werden, dass Controller in größeren Unternehmen in geringerem Maße die für Business Analytics erforderlichen Kompetenzen aufweisen. In Bezug auf das Merkmal Geschlecht kann nachgewiesen werden, dass weibliche Controller auffällig weniger häufig Business Analytics Kompetenzen angeben als ihre männlichen Kollegen.

Die Erkenntnisse aus dieser Untersuchung werden anschließend in ein theoretisch fundiertes Erklärungsmodell (vgl. Abb. 13) überführt, um die Ergebnisse in einen Gesamtzusammenhang zu bringen und plausible Erklärungen für die scheinbare Kompetenzlücke ableiten zu können.

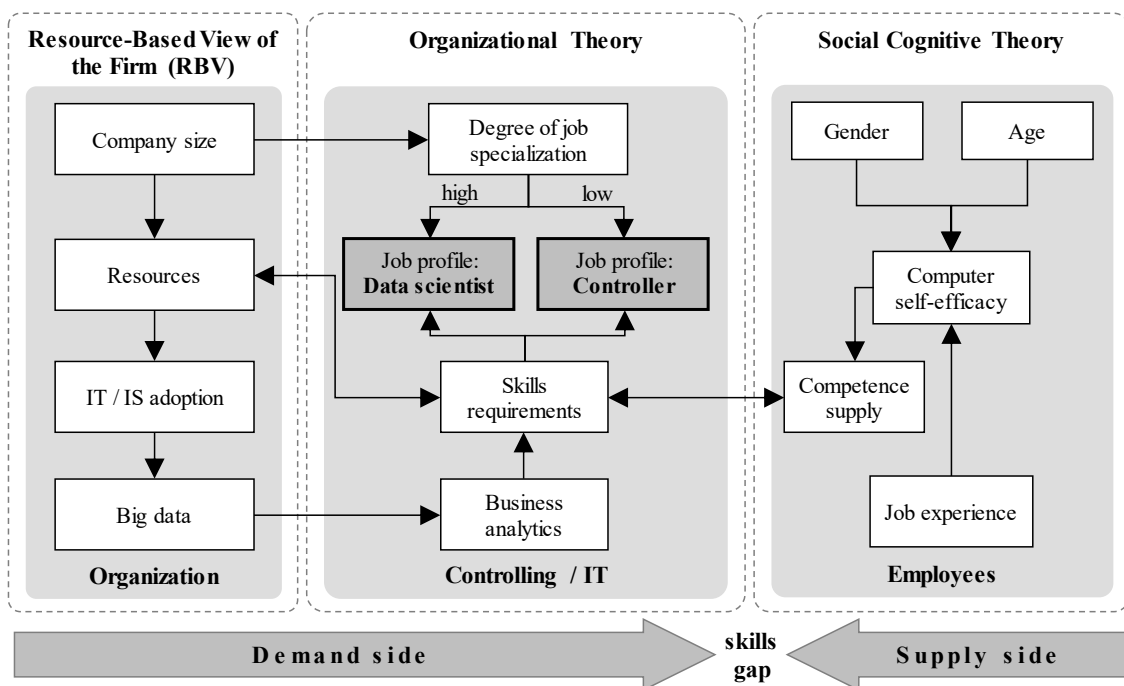


Abb. 13: Erklärungsmodell für die Entstehung der Kompetenzlücke (Oesterreich und Teuteberg, 2019a).

Als Teil des Gesamtmodells dient die Resource-Based View of the Firm (Barney, 2001; Wernerfelt, 1984) zur Bestimmung des Zusammenhanges zwischen der Unternehmensgröße und dem Ausmaß der Technologieadoption als einer der wesentlichen Treiber für die Notwendigkeit von Business Analytics Kompetenzen. Die Notwendigkeit der neuen Kompetenzen ist allerdings nicht automatisch gegeben, wenn ein Unternehmen Big Data Technologien implementiert hat. Vielmehr bestimmt sie sich gemäß der Gestaltungsprinzipien der Organisationstheorie (Mintzberg, 1990, S. 67) durch den Grad der Arbeitsspezialisierung innerhalb des jeweiligen Unternehmens. Hiernach weisen Unternehmen mit zunehmender Unternehmensgröße einen höheren Spezialisierungsgrad auf, sodass die beobachteten niedrigen Business Analytics Kompetenzen damit erklärt werden können, dass diese in größeren Unternehmen nicht dem Aufgabenfeld des Controllers angehören. Die Vermutung liegt in diesen Fällen nahe, dass große Unternehmen dazu tendieren, diese

Aufgaben im Kompetenzprofil des Data Scientist zu verankern. Die demographisch bedingten Moderationseffekte wie Geschlecht, Alter und Berufserfahrung können in einem dritten Teilmodell anhand der Mechanismen aus der Social Cognitive Theory (Bandura, 1977) erklärt werden. Als Teilkonstrukt der Social Cognitive Theory (SCT) impliziert die Computer Self-efficacy (CSE) die beobachteten Unterschiede.

Anhand der in diesem Erklärungsmodell beschriebenen Zusammenhänge wird deutlich, dass die grundsätzliche Frage nach der Notwendigkeit der neuen Kompetenzanforderungen für das Controller Berufsbild nicht einfach mit einem Ja oder Nein beantwortet werden kann. Die Antwort auf diese Frage orientiert sich stattdessen nach dem Grad der Arbeitsspezialisierung einerseits sowie dem Ausmaß der Technologieadoption andererseits und muss daher im jeweiligen spezifischen Unternehmenskontext abgeleitet werden. Das vorgeschlagene Erklärungsmodell kann dabei helfen, diese Antwort systematisch abzuleiten und ein besseres Verständnis für die Gründe der Kompetenzlücke zu vermitteln.

3.4 Metaanalyse der sozio-technischen Adoptionsbarrieren von BIM und mögliche Erklärungs- und Lösungsansätze aus der IS Forschung

In diesem Themenbereich, der von Beitrag 7 repräsentiert wird, werden zwei wesentliche Zielsetzungen verfolgt. Zum einen wird das Potenzial der Metaanalyse als eine wertvolle Methode zur Zusammenfassung und Synthese empirischer Erkenntnisse aus einem bestimmten Forschungsgebiet aufgezeigt. Trotz der zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten ist die Metaanalyse noch nicht als Forschungsmethode in der WI verbreitet und nur selten in der methodischen Vorgehensweise der WI-Forschung verankert (Hwang, 1996; King und He, 2005). In anderen Disziplinen wie z.B. der Medizin, Psychologie, Biologie oder in den Sozialwissenschaften stellt sie dagegen eine etablierte und häufig angewendete Forschungsmethode dar.

In Beitrag 7 (Oesterreich und Teuteberg, 2019b) wird aufgezeigt, wie die Metaanalyse einen interdisziplinären Erkenntnisbeitrag im Forschungsfeld der WI mit einem spezifischen Bezug zur Bauindustrie leisten kann. Das primäre Ziel dieses Beitrags ist es, die wesentlichen Adoptionsbarrieren von BIM zu identifizieren und mögliche Erklärungsansätze hierfür zu finden. Im Rahmen eines multimethodischen Vorgehens wird das Vertiefungsmodell als Untersuchungsrahmen gewählt (Langdridge und Hagger-Johnson, 2009, S. 480; Mayring, 2001), indem die quantitativen Ergebnisse aus einer Metaanalyse (Glass, 1976; Hunter und Schmidt, 2004) mit den qualitativen Ergebnissen aus einer vertiefenden Literaturanalyse kombiniert werden.

Im Rahmen eines Literatur-Reviews werden zunächst 21 empirische Studien zu den Barrieren und Hemmnissen der Adoption von BIM selektiert und quantitativ zusammengefasst. Die Ergebnisse werden mithilfe der vier Dimensionen aus der Socio-Technical Systems Theory (Bostrom und Heinen, 1977) klassifiziert, um ihre Wirkungsebenen zu verdeutlichen. Die Ergebnisse in Abb. 14 vermitteln den Eindruck, dass die strukturell bedingten und menschlich bedingten Barrieren als Teil des sozialen Subsystems von BIM

im Vergleich zu den technologischen und aufgabenbezogenen Barrieren als Teil des technischen Subsystems ein ausgewogenes Bild ergeben. Des Weiteren geht aus den Ergebnissen hervor, dass den menschlich bedingten Barrieren, gemessen am Relative Importance Index (RII), eine hohe Relevanz beigemessen wird, während den technologisch bedingten Barrieren nur eine untergeordnete Rolle zugewiesen werden.

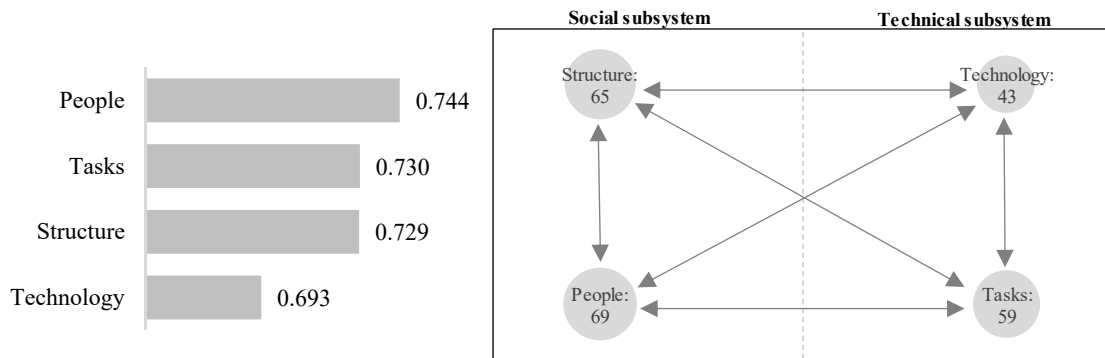


Abb. 14: RII und absolute Häufigkeit der genannten Hemmnisse nach Wirkungsebenen der Socio-Technical Systems Theory (Oesterreich und Teuteberg, 2019b).

Um die Ursachen der Adoptionsbarrieren zu identifizieren und mögliche Lösungen dafür zu finden, wird in einem weiteren Schritt ein Literatur-Review zu den Barrieren selbst durchgeführt. Anschließend werden die qualitativen Erkenntnisse zusammengefasst und die Barrieren einer Ursachen-Ebene zugeordnet sowie die damit verbundene theoretische Fundierung hervorgehoben. Eine erneute Cluster-Analyse der Barrieren nach der Ursachenebene mithilfe der Dimensionen der Socio-Technical Systems Theory (vgl. Abb. 15) ergibt ein vollkommen anderes Bild als das in Abb. 14 dargestellte Gleichgewicht.

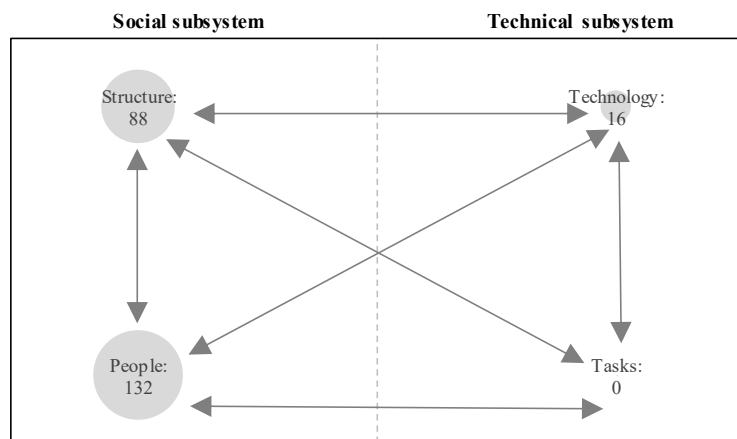


Abb. 15: Absolute Häufigkeit der genannten Hemmnisse nach Ursache-Ebenen der Socio-Technical Systems Theory (Oesterreich und Teuteberg, 2019b).

Vielmehr wird nun deutlich, dass die Ursachen für die Adoptionsbarrieren eher struktureller und menschlicher Natur sind und ein verstärkter Fokus auf diese beiden Dimensionen in Forschung und Praxis dazu beitragen kann, adäquate Lösungen dafür zu finden. Als Adoptionsbarrieren, deren Ursachen in der strukturellen Dimension zu finden sind,

können bspw. die fehlenden Standards und Interoperabilität von BIM genannt werden. Obwohl es sich hierbei um eine technologisch bedingte Barriere handelt, sind die Ursachen für die Entstehung dieser Barriere nicht die Technologie selbst, sondern strukturell bedingte Gründe. Mögliche Erklärungsansätze hierfür können aus der Theory of collective action (Olson, 1971) abgeleitet werden.

Bei der Entwicklung von Standards wird primär der Zweck verfolgt, Interoperabilität zwischen Informationssystemen zu gewährleisten und damit einen organisationsübergreifenden Datenaustausch zu ermöglichen (Markus et al., 2006). Nach der Theory of collective action handelt es sich bei der Entwicklung von Standards um ein kollektives Gut, welches im Rahmen der Zusammenarbeit zwischen allen beteiligten Akteuren entstehen soll. Die Problematik dabei ist allerdings, dass Unternehmen nicht dazu bereit sind, die Kosten für die Entwicklung der Standards zu tragen, wenn anschließend die Gemeinschaft davon gleichermaßen profitiert. Stattdessen wird von den Akteuren eine abwartende Haltung eingenommen, um die Kosten nicht tragen zu müssen, aber später von den Nutzen profitieren zu können (Trittbrettfahrerproblematik).

Auf eine ähnliche Weise lassen sich auch die Ursachen für menschlich bedingte Barrieren wie z.B. die fehlende Bereitschaft für Veränderungen, hohe Kosten, oder fehlende Zusammenarbeit und Vertrauen theoretisch fundiert erklären. Die zentralen Erkenntnisse aus Beitrag 7 werden abschließend in einem Katalog von zehn verschiedenen „Propositions“ zusammengefasst. Zusammenfassend kann konstatiert werden, dass die Anwendung der Metaanalyse dazu beitragen kann, vorhandenes Wissen innerhalb eines Themenbereichs systematisch und quantitativ zusammenzufassen und in einen neuen Zusammenhang zu bringen. Vor allem in einzelnen Themenbereichen von Industrie 4.0 wie z.B. BIM, Cloud Computing, Mobile Computing oder Big Data, in denen sich die Forschung mittlerweile in einem fortgeschrittenen Stadium befindet, bieten sich zahlreiche Möglichkeiten zur Anwendung der Metaanalyse als eine quantitative systematische Methode.

4 Diskussion

4.1 Implikationen für die Wissenschaft

Auf übergeordneter Ebene kann für die vorliegende kumulative Dissertation eine Vielzahl zentraler Implikationen für die Wissenschaft abgeleitet werden. Im Folgenden werden die Einzelbeiträge nach den Forschungsergebnissen bzw. Output klassifiziert, um ihren Erkenntnisbeitrag zu verdeutlichen. Ausgehend von den Zielen der Forschungsergebnisse schlägt Gregor (2006) eine Taxonomie vor, die fünf unterschiedliche Typen von Theorien im Sinne von Aussagen, Modellen, Frameworks oder Wissen beschreibt¹⁰. Die Einordnung der Einzelbeiträge in diese Taxonomie erfolgt in Tab. 5.

¹⁰ Gregor's Taxonomie basiert auf der folgenden, sehr breiten Definition von Theorie „[...] theories as abstract entities that aim to describe, explain, and enhance understanding of the world and, in some cases, to provide predictions of what will happen in the future and to give a basis for intervention and action”

		Beiträge und Forschungsfragen						
		FF1		FF2			FF3	FF4
Theorietyyp / Erkenntnisziel	Fokus	1	2	3	4	5	6	7
I. Analyse	Was ist?	X	X					
II. Erklärung	Was ist, wie, warum, wann, wo?						X	X
III. Vorhersage	Was ist und was wird sein?							
IV. Erklärung und Vorhersage	Was ist, wie, warum, wann, wo und was wird sein?							
V. Design und Handeln	Wie wird etwas gemacht?			X	X	X		

Tab. 5: Einordnung der Beiträge in Gregor's (2006) Taxonomie der Theorietypen.

Im Kern einer Analyse geht es um die Beantwortung der Frage: „*Was ist?*“ (Gregor, 2006). Diese Fragen werden primär in den Beiträgen 1 und 2 beantwortet, in denen ein umfangreiches bauspezifisches Branchenporträt des Industrie 4.0 Konzeptes im Sinne eines Status Quo gezeichnet, offene Forschungsfragen aufgezeigt und weiterer Forschungsbedarf in Form einer Forschungsagenda vorgeschlagen werden. In erklärenden Beiträgen richtet sich der Fokus auf die Frage „*Was ist, wie, warum, wann, wo?*“ mit dem primären Ziel, plausible Erklärungen für beobachtete Phänomene zu finden. Solche Erklärungsansätze werden in den Beiträgen 6 und 7 in Form eines Erklärungsmodells vorgeschlagen, um zu einem besseren Verständnis der sozio-technischen Auswirkungen der Nutzung digitaler Technologien beizutragen.

Drei der in diese kumulative Dissertation eingebrachten Beiträge (Beiträge 3-5) sind von gestaltungsorientierter Natur und fokussieren das Ziel des Designs und Handelns. Im Kern dieser Beiträge steht die Beantwortung der Frage „*Wie wird etwas gemacht?*“, wie z.B. die Frage nach praktischen Ansätzen zur Kosten-Nutzen-Bewertung von IT und IS (Beiträge 3-5). In den Beiträgen 3 bis 5 werden in diesem Sinne Artefakte in Form von Frameworks, Vorgehensmodellen, Simulationsmodellen etc. entwickelt, aber auch weitere Forschungslücken und offene Fragen für die Wissenschaft aufgezeigt.

Zwei weitere Theorietypen werden von Gregor (2006) genannt, die auf eine Vorhersage (Typ III) sowie Erklärung und Vorhersage (Typ IV) von Phänomenen abzielen. Dabei handelt es sich um klassische IS Theorien wie z.B. Moore's Law (1965), Systemtheorie (Bertalanffy, 1968), das Technology Acceptance Model (TAM) (Davis, 1989) oder DeLone und McLeans's IS success model (1992, 2003), in denen die allgemeingültige Definition von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen im Vordergrund steht (Gregor,

(Gregor, 2006, S. 616) und „*Thus, the word theory will be used here rather broadly to encompass what might be termed elsewhere conjectures, models, frameworks, or body of knowledge*“ (Gregor, 2006, S. 614).

2006). Aufgrund der hohen Gestaltungsorientierung des vorliegenden Forschungsansatzes dieser Arbeit werden diese beiden Theorietypen nicht bedient.

Neben dieser ergebnisorientierten Sicht können weitere übergeordnete Implikationen für die Wissenschaft genannt werden. Bedingt durch die Interdisziplinarität des Themas besteht eine zentrale theoretische Implikation dieser Arbeit in der Verknüpfung des Wissens unterschiedlicher Forschungsbereiche zu neuen Erkenntnissen. Alle Einzelbeiträge dieser Arbeit weisen einen Bezug zu mindestens zwei Forschungsbereichen auf und verknüpfen deren Theorien, Modelle, Methoden und Erkenntnisse aus unterschiedlichen Blickwinkeln. Diese Tatsache spiegelt sich auch in den Publikationsorganen wider, welche einen Bezug zu den Disziplinen WI (Beiträge 2-4), Computer Science (Beiträge 1 und 5), Technologie, Innovation und Entrepreneurship (Beitrag 7) sowie Accounting und Finance (Beitrag 6) aufweisen. Interdisziplinäre Forschung kann auch in anderen Themengebieten mit Schnittpunkten zwischen mehreren Disziplinen zu vielversprechenden Ergebnissen führen und einen wertvollen Erkenntnisbeitrag leisten. So kann z.B. in Beitrag 7 demonstriert werden, dass vorhandene Erklärungsansätze aus der WI dabei helfen können, die Probleme in Bezug auf die Adoptionsbarrieren von BIM zu lösen.

Eine weitere übergeordnete Implikation dieser Arbeit besteht in der exemplarischen Demonstration, wie das Industrie 4.0 Konzept aus einem branchenspezifischen Blickwinkel mittels anerkannter Theorien und methodischer Fundierung untersucht werden kann, ohne dass dabei der Anwendungsbezug verloren geht. Vor allem die iterative, problemorientierte Vorgehensweise des Forschungsansatzes, bei dem das Aufzeigen von Forschungslücken und Forschungsbedarf zu neuen Fragestellungen führt, trägt zu einem besseren Verständnis der komplexen Zusammenhänge des Themenbereichs bei. Dieses exemplarische Vorgehen kann in anderen Forschungsbereichen übernommen werden, um ähnliche Themen in einem anderen Branchenkontext zu untersuchen.

Eine weitere theoretische Implikation betrifft die umfassende Betrachtungsweise des Industrie 4.0 Konzeptes aus einer sozio-technischen System-Perspektive, welches in dem eher technisch-anwendungsorientierten Industrie 4.0 Themengebiet bisher nicht häufig vorzufinden war. Angesichts der Tatsache, dass soziale und menschliche Probleme für das Scheitern der meisten IT-Projekte verantwortlich sind (Chang et al., 2008; Rizzuto und Reeves, 2007), ist ein Fokus auf die sozialen Aspekte der Technologieadoption erfolgskritisch. Der soziale Themenschwerpunkt ergibt sich zum einen durch das Thema dieser kumulativen Dissertation selbst, aber auch durch die vorgenommene Fokussierung in den Einzelbeiträgen. In den Beiträgen 6 und 7 werden bspw. hauptsächlich der Faktor Mensch als Teil des sozio-technischen Systems betrachtet. Während es in Beitrag 6 primär um die IT-induzierten Kompetenzveränderungen geht, liegt der Fokus in Beitrag 7 auf der Relevanz struktureller und menschlicher Faktoren bei der Betrachtung der Adoptionsbarrieren. In einigen Beiträgen dieser Arbeit wird exemplarisch aufgezeigt, dass es in bestimmten Fällen sinnvoll sein kann, aktuelle praktische Probleme und Phänomene durch die fundierte Brille anerkannter Theorien zu untersuchen. In Beitrag 5 wird, konträr zu den bisherigen Kosten-Nutzen-Ansätzen aus der Literatur, ein systemtheoretischer Ansatz zur Kosten-Nutzen-Quantifizierung gewählt und demonstriert, dass ein Perspekti-

venwechsel erforderlich ist, um den komplexen ökonomischen Auswirkungen der Nutzung digitaler Technologien gerecht zu werden. Auf ähnliche Weise hat die Socio-Technical Systems Theory in Beitrag 7 dazu beigetragen, die wahren Ursachen für die Adoptionsbarrieren aufzudecken.

Eine weitere wissenschaftliche Implikation dieser Arbeit ergibt sich aus der exemplarischen Anwendung von innovativen Methoden. In Beitrag 6 wird ein Big Data Text Analytics Ansatz als Text Mining Methode gewählt, um eine explorative Untersuchung der Fragestellung zu ermöglichen. Nicht nur für die Praxis, sondern auch für die Wissenschaft bietet die Nutzung innovativer Technologien wie Big Data Analytics neue Potenziale zur effizienteren und präziseren Beantwortung von Forschungsfragen auf Basis einer größeren Menge von Daten, deren Zugang vor einiger Zeit noch nicht möglich gewesen wäre (George et al., 2016). Allein aus der Forschungsdisziplin der WI heraus müsste sich die Motivation für ihre Forscher ergeben, selbst innovative, technologie- und IT getriebene Forschungsmethoden anzuwenden.

4.2 Implikationen für die Praxis

Die Implikationen für die Praxis ergeben sich zunächst durch den anwendungsorientierten Themenbezug dieser Arbeit zum Industrie 4.0 Konzept sowie den direkten Branchenbezug zur Bauindustrie. In allen Beiträgen dieser kumulativen Dissertation wird darauf Wert gelegt, die zentralen Implikationen für die Praxis in Form von offenen Fragen, Handlungsempfehlungen, anwendungsorientierten Vorgehensmodellen, Frameworks und anderen Artefakten zu präsentieren, die auch für Praktiker einen Bezug zur Unternehmenspraxis haben. Diese sollen ihnen dabei helfen, reale Problemstellungen in der Unternehmenspraxis zu lösen, z.B. im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung digitaler Technologien, oder auch um ein besseres Verständnis für die sozialen Verhaltensweisen in der Unternehmenspraxis zu entwickeln, z.B. bei der Einführung neuer Technologien. Der theoretisch fundierte Blick auf viele Themen kann Praktikern dabei helfen, plausible Erklärungen für beobachtete Phänomene zu finden und sich auf diese Weise einem komplexen Themenfeld zu nähern. Ein verbessertes Verständnis gegenüber realen Phänomenen kann dabei helfen, die Vorbehalte gegenüber der Nutzung digitaler Technologien zu reduzieren und die Hemmnisse zu überwinden.

Der Kreis der Adressaten, für die die vorliegende Arbeit relevant ist, umfasst Entscheidungsträger aus Unternehmen, Mitarbeiter auf allen Ebenen sowie alle anderen Stakeholder und Akteure, die von dem digitalen Wandel betroffen sind. Eine kritische Auseinandersetzung mit den veränderten Kompetenzanforderungen, wie in Beitrag 6 erfolgt, ermöglicht eine differenzierte Betrachtung der tatsächlichen Notwendigkeiten zur Anpassung der Qualifikationen und Kompetenzen des Personals im jeweiligen spezifischen Unternehmenskontext. Sowohl aus der Sicht der Entscheidungsträger als auch aus Mitarbeitersicht ergeben sich dadurch unterschiedliche Handlungsbedarfe. So können Entscheidungsträger aus Unternehmen auf Basis des verbesserten Verständnisses der Kompetenz-

veränderungen rechtzeitig die notwendigen Maßnahmen zur Weiterbildung ihrer Mitarbeiter treffen. Mitarbeiter können ihre eigenen Kompetenzen kritisch reflektieren und ein besseres Verständnis für die zukünftig nachgefragten Kompetenzen entwickeln.

Darüber hinaus können die in dieser Arbeit vermittelten Erkenntnisse auch eine hohe Relevanz für Entscheidungsträger außerhalb der Wirtschaft wie z.B. aus der Politik und Wissenschaft haben. Die Erkenntnisse aus Beitrag 7 können politischen Entscheidungsträgern dabei helfen, ihre Aufgaben zur Anreizsetzung und Schaffung förderlicher Bedingungen zur Überwindung der ökonomischen und sozialen Barrieren wahrzunehmen. Hinsichtlich der Fragestellung nach den Kompetenzveränderungen können Entscheidungsträger die Lehrinhalte im Rahmen der Aus- und Weiterbildung entsprechend anpassen. Insgesamt muss bekräftigt werden, dass Manager, Entscheider, Unternehmensberater sowie alle betroffenen Stakeholder bei komplexen IT-Projekten und IT-induzierten Restrukturierungsprojekten den sozialen und strukturellen Aspekten mehr Bedeutung beimessen sollten, da diese als kritische Erfolgsfaktoren für das Gelingen solcher Vorhaben angesehen werden (Chang et al., 2008; Rizzuto und Reeves, 2007).

4.3 Limitationen und zukünftiger Forschungsbedarf

Durch die Veröffentlichung aller Einzelbeiträge der vorliegenden kumulativen Dissertation in renommierten Publikationsorganen wurde bereits deren wissenschaftliche Qualität und Relevanz bescheinigt. Dennoch existieren Limitationen, die zugleich Ansatzpunkte für weiteren Forschungsbedarf aufzeigen. Die beitragsübergreifenden Limitationen betreffen sowohl die Datengrundlage als auch die angewandten Methoden und lassen sich nach den zentralen Ansprüchen der Validität, Generalisierbarkeit sowie Reliabilität und Reproduzierbarkeit strukturieren (Shipman, 2014).

Bei der inhaltlichen Validität geht es zunächst um die Glaubwürdigkeit und Überzeugungskraft der Forschungsergebnisse. Somit muss hier die Frage nach der Glaubwürdigkeit der zu Grunde liegenden Daten gestellt werden. Die Frage nach der Validität muss in erster Linie bei den Beiträgen gestellt werden, in denen vorhandenes Wissen aus einem Forschungsbereich auf eine ähnliche Fragestellung in einem anderen Kontext übertragen wird. Dies trifft bspw. auf Beitrag 7 zu, in dem etablierte Theorien und Modelle aus der WI mit Bezug auf andere IT und IS zur Erklärung der Adoptionsbarrieren von BIM herangezogen werden. Zukünftige Forschungsanstrengungen in diesem Bereich können dabei helfen, die Erklärungsansätze im spezifischen Branchen- und Technologiekontext (Bauindustrie und BIM) empirisch zu validieren. Eine weitere Limitation der Validität betrifft die in den Simulations- und Erklärungsmodellen (z.B. Beiträge 4-5) implizierten Ursache-Wirkungs-Beziehungen, welche zwar theoretisch fundiert sind, aber dennoch eine empirische Validierung im spezifischen Kontext erfordern.

Die meisten Limitationen aus den Einzelbeiträgen betreffen die Generalisierbarkeit der Forschungsergebnisse. Durch die vorgenommene Schwerpunktsetzung und Themeneingrenzung ergeben sich hierdurch bereits Limitationen, die zu einer eingeschränkten Generalisierbarkeit der Ergebnisse führen. Wie eingangs im Kapitel 1.2 erwähnt, richtet sich

der Fokus der Untersuchung in dieser Arbeit auf die mikro-ökonomische Ebene der sozio-ökonomischen Implikationen der Digitalisierung. Eine Betrachtung der Auswirkungen auf der Meso- oder Makroebene im Rahmen zukünftiger Forschungsaktivitäten könnte zu einem umfangreicheren Verständnis der sozioökonomischen Implikationen beitragen. Des Weiteren wird bei den Kosten-Nutzen-Ansätzen unterstellt, dass die Unternehmen das übergeordnete Ziel des ökonomischen Prinzips im Sinne einer Profitmaximierung verfolgen (Beiträge 3 bis 5). Somit werden Non-Profit Organisationen oder Unternehmen, denen andere Ziele und Prinzipien wichtiger sind, ausgeklammert. Auch hier bietet die Forschung weitere Ansätze zur Erweiterung des Erkenntnishorizonts. Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Kosten-Nutzen-Betrachtung umfasst die unbeabsichtigten Nebeneffekte der Nutzung neuer Technologien, so genannte Rebound-Effekte. Bei der Nutzenbetrachtung in den Beiträgen 3-5 wird implizit angenommen, dass die Nutzeffekte stets zu Effizienzsteigerungen führen. Dass diese Annahme nicht immer zutrifft, wurde bereits mehrfach in der Literatur adressiert (Gossart, 2015; Hilty et al., 2006). Die Integration von Rebound-Effekten in die Simulationsmodelle zur Betrachtung der ökonomischen Auswirkung der Technologien auf Meso- und Makroebene kann dazu beitragen, den gesamtwirtschaftlichen Wertbeitrag digitaler Technologien besser einzuschätzen.

Der Branchenbezug zur Bauindustrie stellt eine weitere Eingrenzung dar. Dies ermöglicht zwar einen Fokus auf den spezifischen Branchenkontext, erlaubt aber keine globale Generalisierung der Ergebnisse. Weitere Limitationen ergeben sich aus dem Fokus auf das Controller Berufsbild bei der Untersuchung der Kompetenzveränderungen (Beitrag 6) oder der Fokus auf bestimmte Referenztechnologien wie AR und BIM (Beiträge 3-5 und 7). Die hier verfolgten Ansätze können auch auf andere Berufsbilder oder Referenztechnologien übertragen werden, um die Generalisierbarkeit der Ergebnisse zu überprüfen. Des Weiteren ist zu erwähnen, dass in Beitrag 6, bedingt durch den Fokus auf das Controller Berufsbild, ausschließlich Daten von Unternehmen und Mitarbeitern aus dem deutschsprachigen Raum erhoben werden. Aufgrund der einfacheren Zugänglichkeit werden hauptsächlich Daten von großen bzw. großen börsennotierten Unternehmen zu Grunde gelegt. Somit sind die Ergebnisse in diesen Beiträgen nicht repräsentativ für alle Unternehmen. Weiterer Forschungsbedarf ergibt sich daher aus der Erweiterung der Datengrundlage auf kleine und mittelständische sowie internationale Unternehmen. Bei den extrahierten Mitgliederprofilen für Beitrag 6 handelt es sich nur um eine „Momentaufnahme“ aus Juli und August 2018. Aufgrund dieser zeitlichen Limitationen können Aussagen über eine Langzeitentwicklung nicht getroffen werden.

Weitere Limitationen hinsichtlich der Generalisierbarkeit der Ergebnisse betreffen alle Einzelbeiträge, in denen im Rahmen des Literatur-Reviews (alle Beiträge) oder der Metaanalyse (Beitrag 7) eine Einschränkung der Literatursuche auf bestimmte Sprachen wie Deutsch oder Englisch vorgenommen werden. In einigen Beiträgen werden zur Evaluierung der Artefakte Einzelfallstudien herangezogen (u.a. Beiträge 4-5). Aufgrund der eingeschränkten Generalisierbarkeit von Ergebnissen aus Einzelfallstudien (Eisenhardt, 1989) sollte zukünftig eine ergänzende Evaluierung mittels anderer Methoden folgen.

Eine dritte zentrale Kategorie von Limitationen betrifft die Reliabilität und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse, welche durch eine adäquate Auswahl und Transparenz der

methodischen Vorgehensweise sichergestellt werden. Dabei ist auch die Frage zu beantworten, ob die Anwendung anderer Methoden zu ähnlichen Ergebnissen führen würden. In diesem Kontext müssen die allgemein bekannten Limitationen erwähnt werden, die mit der suchmaschinen-basierten Literatursuche in Literatur-Reviews einhergehen. Eine Limitation betrifft dabei die Auswahl bestimmter Literaturdatenbanken mit einem limitierten Quellenbestand sowie die Anwendung ausgewählter Suchwörter. Aufgrund dieser Einschränkung kann trotz einer umfangreichen Vorwärts- und Rückwärtssuche nicht dafür garantiert werden, dass relevante Literatur vollumfänglich identifiziert wurde. Eine weitere bekannte Problematik bei der offenen Suche mittels allgemeiner Suchmaschinen wie Google besteht in der fehlenden Suchneutralität. Aufgrund der durch viele Suchbrowser vorgenommenen Personalisierung der Inhalte kann nicht immer dafür garantiert werden, dass dieselbe Suchmaschine zu denselben Rechercheergebnissen führt, wenn sie von unterschiedlichen Personen bedient wird. Des Weiteren obliegt der Auswahl- und Analyseprozess der Literatur einem gewissen Subjektivitätsbias, welchem in den Einzelbeiträgen mit einem hohen Grad an Dokumentation, Begründung und eine damit verbundene Transparenz der methodischen Vorgehensweise Einhalt geboten wird.

5 Fazit

In der vorliegenden kumulativen Dissertation werden die sozioökonomischen Auswirkungen der Digitalisierung für die Bauindustrie im Kontext von Industrie 4.0 aus einer mikro-ökonomischen Perspektive adressiert. Vereint in sieben Forschungsbeiträgen und vier zentralen Themenbereichen werden 11 Forschungsfragen mittels Analysen sowie Erklärungs- und Gestaltungsansätzen beantwortet. Ausgehend von der Analyse des Status Quo wird zunächst eine branchenspezifische Begriffsdefinition von Industrie 4.0 abgeleitet, die Nutzen und Herausforderungen benannt und weitere Forschungslücken aufgezeigt. Die bauspezifische Definition impliziert, dass es sich bei Industrie 4.0 um ein Konzept handelt, welches im Kern eine kombinierte Nutzung innovativer Technologien zur Digitalisierung der internen Prozesse, der Wertschöpfungskette sowie der unternehmensübergreifenden Kooperation und Zusammenarbeit darstellt.

Bedingt durch die fragmentierte Wertschöpfungskette, die Vielzahl der beteiligten Akteure sowie die strukturellen Besonderheiten der Branche stellt die Nutzung digitaler Technologien insbesondere in der Bauindustrie eine große Herausforderung dar. Dazu zählen die ökonomischen und sozialen Hemmnisse in Form von fehlenden Kosten-Nutzen-Ansätzen bei hohen Investitionskosten sowie die Veränderungen der Kompetenzanforderungen an die Mitarbeiter. Mit einer ausgewogenen Balance zwischen Praxisnähe und theoretischer Fundierung werden diese beiden Aspekte in dieser Arbeit beleuchtet. Insbesondere wird großer Wert auf das Aufzeigen konkreter Handlungsempfehlungen, die Entwicklung von Artefakten zur Anwendung in der Unternehmenspraxis sowie die Vermittlung von Erklärungsansätzen zur Verbesserung des Verständnisses realer Probleme gelegt. Neben der konsequent hohen Praxisorientierung wird auch ein multimethodisches, interdisziplinäres Vorgehen gewählt, bei dem etablierte Methoden, Theorien und

Konzepte aus mehreren Disziplinen zur Beantwortung der Forschungsfragen herangezogen werden. An der Schnittstelle zwischen den Disziplinen WI, Accounting, Management Science und dem Bauwesen soll die vorliegende Arbeit eine Lücke schließen, der bisher aufgrund ihrer Interdisziplinarität nicht genügend Aufmerksamkeit gewidmet wurde.

Trotz der Vielzahl der in dieser Arbeit gewährten Einblicke in das Themengebiet muss an dieser Stelle betont werden, dass gerade im Bereich der sozioökonomischen Auswirkungen der Digitalisierung weiterhin immenser Forschungsbedarf besteht. Diese wurden im vorigen Kapitel aufgezeigt und sollen dazu beitragen, die bestehenden Hemmnisse auf dem Weg zu einer digitalen Wirtschaft und Gesellschaft zu beseitigen.

Anhang: Weitere relevante Beiträge

# Titel (Status)	Referenz/ Autoren	Medium	Publikations- organ	Ranking		
				WKWI	VHB JQ3	JIF
1 Chancen und Risiken der Digitalisierung in der Bauindustrie im Kontext von Industrie 4.0 - Situationsanalyse im Zuge einer Technikfolgenabschätzung <i>(publiziert)</i>	Oesterreich und Teuteberg (2016b)	Konferenz	INFORMATIK 2016, Lecture Notes in Informatics (LNI)	C	C	-
2 Integrating System Dynamics and VoFI for the dynamic visualization of financial implications arising from IT and IS investments <i>(zur Publikation angenommen)</i>	Oesterreich und Teuteberg (2019c)	Journal	Journal of Modelling in Management	-	C*	-
3 The controlling profession in the digital age: Understanding the impact of digitisation on the controller's job roles, skills and competences <i>(unter Auflagen angenommen in zweiter Revisionsrunde)</i>	Oesterreich et al. (2019)	Journal	International Journal of Accounting Information Systems	-	C	0.969

*nach VHB JQ2

Literaturverzeichnis

- Anselstetter, D.R. (1984), „Allgemeine Nutzeffekte betrieblicher DV-Systeme“, Betriebswirtschaftliche Nutzeffekte der Datenverarbeitung, Springer Berlin Heidelberg, S. 25–41.
- Bandura, A. (1977), „Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change.“, Psychological review, Vol. 84 No. 2, S. 191.
- Barney, J.B. (2001), „Is the Resource-Based “View” a Useful Perspective for Strategic Management Research? Yes“, Academy of Management Review, Vol. 26 No. 1, S. 41–56.
- Baskerville, R.L. und Myers, M.D. (2002), „Information Systems as a Reference Discipline“, MIS Quarterly, Vol. 26 No. 1, S. 1–14.
- Bauer, H., Baur, C., Mohr, D., Tschiesner, A., Weskamp, T., Aliche, K. und Wee, D. (2016), „Industry 4.0 after the initial hype—Where manufacturers are finding value and how they can best capture it“, McKinsey Digital.
- Benbasat, I., Goldstein, D.K. und Mead, M. (1987), „The Case Research Strategy in Studies of Information Systems“, MIS Quarterly, Vol. 11 No. 3, S. 369–386.
- Berelson, B. (1952), „Content analysis in communication research.“
- Bertalanffy, L.V. (1968), General System Theory: Foundations, Development, Applications, First Edition edition., George Braziller.
- bitkom. (2016), Industrie 4.0 - Status und Perspektiven, Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V., verfügbar unter: https://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/studie-marktsegmentierung-i40.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (zugegriffen 12 Oktober 2018).
- bitkom. (2017), Industrie 4.0: Status Quo und Perspektiven, Ernst & Young GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, verfügbar unter: [https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-industrie-4-0-status-quo-und-perspektiven/\\$FILE/ey-industrie-4-0-status-quo-und-perspektiven.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-industrie-4-0-status-quo-und-perspektiven/$FILE/ey-industrie-4-0-status-quo-und-perspektiven.pdf) (zugegriffen 13 Oktober 2018).
- BMBF. (2018), „Industrie 4.0“, Bundesministerium für Bildung und Forschung - BMBF, verfügbar unter: <https://www.bmbf.de/de/zukunftsprojekt-industrie-4-0-848.html> (zugegriffen 12 Oktober 2018).
- BMWi. (2016), Digitale Strategie 2025, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Berlin, verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/digitale-strategie-2025.pdf?__blob=publicationFile&v=8 (zugegriffen 12 Oktober 2018).
- BMWi. (2018), Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2018, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Berlin, verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/monitoring-report-wirtschaft-digital-2018-langfassung.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (zugegriffen 13 Oktober 2018).

- Bogner, A., Littig, B. und Menz, W. (Hrsg.). (2009), *Interviewing Experts*, Palgrave Macmillan UK, London, verfügbar unter: <http://link.springer.com/10.1057/9780230244276> (zugegriffen 25 Juli 2016).
- Böhm, M., Müller, S., Krcmar, H. und Welp, I. (2018), „Digitale Transformation in ausgewählten Ländern im Vergleich“, in Oswald, G. und Krcmar, H. (Hrsg.), *Digitale Transformation: Fallbeispiele und Branchenanalysen*, Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, S. 73–85.
- Bostrom, R.P. und Heinen, J.S. (1977), „MIS Problems and Failures: A Socio-Technical Perspective. Part I: The Causes“, *MIS Quarterly*, Vol. 1 No. 3, S. 17–32.
- Brands, K. und Holtzblatt, M. (2015), „Business Analytics: Transforming the Role of Management Accountants“, *Management Accounting Quarterly*, Vol. 16 No. 3, S. 1.
- vom Brocke, J., Simons, A., Niehaves, B., Niehaves, B., Reimer, K., Plattfaut, R. und Cleven, A. (2009), „RECONSTRUCTING THE GIANT: ON THE IMPORTANCE OF RIGOUR IN DOCUMENTING THE LITERATURE SEARCH PROCESS“, *ECIS 2009 Proceedings*, verfügbar unter: <http://aisel.aisnet.org/ecis2009/161>.
- Buhr, D. (2015), *Social Innovation Policy for Industry 4.0*, Friedrich Ebert Stiftung, Bonn, verfügbar unter: <https://library.fes.de/pdf-files/wiso/11479.pdf> (zugegriffen 26 November 2015).
- Chang, M.-K., Cheung, W., Cheng, C.-H. und Yeung, J.H.Y. (2008), „Understanding ERP system adoption from the user’s perspective“, *International Journal of Production Economics*, Vol. 113 No. 2, S. 928–942.
- Clark, T.D. und Augustine, F.K. (1992), „Using system dynamics to measure the value of information in a business firm“, *System Dynamics Review*, Vol. 8 No. 2, S. 149–173.
- Cleven, A., Gubler, P. und Hüner, K.M. (2009), „Design Alternatives for the Evaluation of Design Science Research Artifacts“, *Proceedings of the 4th International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology*, ACM, New York, NY, USA, S. 19:1–19:8.
- Davis, F.D. (1989), „Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology“, *MIS Quarterly*, Vol. 13 No. 3, S. 319–340.
- Delone, W.H. und McLean, E.R. (1992), „Information Systems Success: The Quest for the Dependent Variable“, *Information Systems Research*, Vol. 3 No. 1, S. 60–95.
- Delone, W.H. und McLean, E.R. (2003), „The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update“, *Journal of Management Information Systems*, Vol. 19 No. 4, S. 9–30.
- Dolata, U. und Werle, R. (2007), „Bringing Technology Back In‘: Technik als Einflussfaktor sozioökonomischen und institutionellen Wandels“, *Gesellschaft und die Macht der Technik: Sozioökonomischer und institutioneller Wandel durch Technisierung*, Campus Verlag, S. 15–43.

- Dubé, L. und Paré, G. (2003), „Rigor in Information Systems Positivist Case Research: Current Practices, Trends, and Recommendations“, *MIS Quarterly*, Vol. 27 No. 4, S. 597–635.
- Eisenhardt, K.M. (1989), „Building Theories from Case Study Research“, *Academy of Management Review*, Vol. 14 No. 4, S. 532–550.
- European Commission. (2017), France: Industrie du Futur, verfügbar unter: https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/DTM_Industrie%20du%20Futur%20v1.pdf (zugegriffen 12 Oktober 2018).
- European Commission. (2018), „What is an SME? - Growth - European Commission“, Growth, verfügbar unter: https://ec.europa.eu/growth/smes/business-friendly-environment/sme-definition_en (zugegriffen 12 September 2018).
- Evelson, B. (2016), The Forrester Wave™: Big Data Text Analytics Platforms, Q2 2016, Forrester Wave, verfügbar unter: <https://www-01.ibm.com/common/ssi/cgi-bin/ssialias?htmlfid=IML14505USEN> (zugegriffen 5 September 2018).
- Forrester, J.W. (1997), „Industrial Dynamics“, *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 48 No. 10, S. 1037–1041.
- Frank, U. (2006), Towards a pluralistic conception of research methods in information systems research, ICB-research report.
- George, G., Osinga, E.C., Lavie, D. und Scott, B.A. (2016), „Big Data and Data Science Methods for Management Research“, *Academy of Management Journal*, Vol. 59 No. 5, S. 1493–1507.
- Glass, G.V. (1976), „Primary, secondary, and meta-analysis of research“, *Educational researcher*, Vol. 5 No. 10, S. 3–8.
- Gossart, C. (2015), „Rebound effects and ICT: a review of the literature“, *ICT innovations for sustainability*, Springer, S. 435–448.
- Götze, U. (2013), Szenario-Technik in der strategischen Unternehmensplanung, Springer-Verlag.
- Götze, U., Northcott, D. und Schuster, P. (2015), *Investment Appraisal: Methods and Models*, Springer.
- Gregor, S. (2006), „The Nature of Theory in Information Systems“, *MIS Quarterly*, Vol. 30 No. 3, S. 611–642.
- Gregor, S. und Hevner, A.R. (2013), „Positioning and Presenting Design Science Research for Maximum Impact“, *MIS Quarterly*, Vol. 37 No. 2, S. 337-A6.
- Grob, H.L. (1989), *Investitionsrechnung mit vollständigen Finanzplänen*, 1. Aufl., Vahlen, München.
- Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V. (2017), Bedeutung der Bauwirtschaft - Die Deutsche Bauindustrie, Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V., verfügbar unter: https://www.bauindustrie.de/media/documents/BW_Zahlenbild_2017_final.pdf (zugegriffen 12 Oktober 2018).

- Heilmann, D., Eickemeyer, L. und Kleibrink, J. (2016), INDUSTRIE 4.0 IM INTERNATIONALEN VERGLEICH: VERGLEICH DER INDUSTRIE 4.0 - WETTBEWERBSFÄHIGKEIT CHINAS, DEUTSCHLANDS, JAPANS UND DER USA, Handelsblatt RESEARCH INSTITUTE, verfügbar unter: http://www.huawei-studie.de/downloads/handelblattsresearchinstitute_Huawei_Studie_Industrie4_0_im_internationalen_Vergleich.pdf (zugegriffen 12 Oktober 2018).
- Hevner, A.R., March, S.T., Park, J. und Ram, S. (2004), „Design Science in Information Systems Research“, MIS Q., Vol. 28 No. 1, S. 75–105.
- Hilty, L.M., Köhler, A., Von Schéele, F., Zah, R. und Ruddy, T. (2006), „Rebound effects of progress in information technology“, Poiesis & Praxis, Vol. 4 No. 1, S. 19–38.
- Hirsch-Kreinsen, H. (2014), Wandel von Produktionsarbeit – „Industrie 4.0“, Arbeitspapier, Dortmund, S. 47.
- Hofmann, E. und Rüscher, M. (2017), „Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics“, Computers in Industry, Vol. 89, S. 23–34.
- Hunter, J.E. und Schmidt, F.L. (2004), Methods of Meta-Analysis: Correcting Error and Bias in Research Findings, 00002 Aufl., Sage Publications, Inc, Thousand Oaks, Calif.
- Hwang, M.I. (1996), „The Use of Meta-analysis in MIS Research: Promises and Problems“, SIGMIS Database, Vol. 27 No. 3, S. 35–48.
- Kagermann, H., Helbig, J., Hellinger, A. und Wahlster, W. (2013), Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0: Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern; Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Forschungsunion.
- Kaplan, R.S. und Norton, D.P. (2008), The Execution Premium: Linking Strategy to Operations for Competitive Advantage, 1st edition., Harvard Business Review Press, Boston, Mass, verfügbar unter: https://books.google.de/books?hl=en&lr=&id=SJCbjFDGFSUC&oi=fnd&pg=PR7&ots=AiQWurW1Dg&sig=498-msJKAU81Ov7cdjD1QQHwrKw&redir_esc=y#v=onepage&q=pestel&f=false.
- King, W.R. und He, J. (2005), „Understanding the Role and Methods of Meta-Analysis in IS Research“, Communications of the Association for Information Systems, Vol. 16 No. 1, verfügbar unter: <http://aisel.aisnet.org/cais/vol16/iss1/32>.
- Langdridge, D. und Hagger-Johnson, G. (2009), Introduction to Research Methods and Data Analysis in Psychology, Illustrated edition., Prentice Hall, Harlow, England ; New York.
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H.-G., Feld, T. und Hoffmann, M. (2014), „Industry 4.0“, Business & Information Systems Engineering, Vol. 6 No. 4, S. 239–242.
- Law, A.M. und Kelton, W.D. (1991), Simulation modeling and analysis, Bd. 2, McGraw-Hill New York.

- Levy, Y. und Ellis, T.J. (2006), „A systems approach to conduct an effective literature review in support of information systems research“, *Informing Science*, Vol. 9, S. 181–211.
- Lichtblau, K., Stich, V., Bertenrath, R., Blum, M., Bleider, M., Millack, A., Schmitt, K., et al. (2015), *IMPULS-Industrie 4.0-Readiness*, Impuls-Stiftung des VDMA, Aachen-Köln, verfügbar unter: <http://pks.vdma.org/documents/4214230/5356229/Industrie%204.0%20Readiness%20Studie%20Deutsch.pdf/ccb128d7-1b69-42b7-85bb-b0b20917cc02>.
- Lucas, H.C.Jr., Agarwal, R., Clemons, E.K., El Sawy, O.A. und Weber, B. (2013), „Impactful Research on Transformational Information Technology: An Opportunity to Inform New Audiences“, *MIS Quarterly*, Vol. 37 No. 2, S. 371–382.
- Lyytinen, K. und Newman, M. (2008), „Explaining information systems change: a punctuated socio-technical change model“, *European Journal of Information Systems*, Vol. 17 No. 6, S. 589–613.
- March, S.T. und Storey, V.C. (2008), „Design Science in the Information Systems Discipline: An Introduction to the Special Issue on Design Science Research“, *MIS Quarterly*, Vol. 32 No. 4, S. 725–730.
- Markus, M.L., Steinfield, C.W. und Wigand, R.T. (2006), „Industry-Wide Information Systems Standardization as Collective Action: The Case of the U.S. Residential Mortgage Industry“, *MIS Quarterly*, Vol. 30, S. 439–465.
- Matt, C., Hess, T. und Benlian, A. (2015), „Digital transformation strategies“, *Business & Information Systems Engineering*, Vol. 57 No. 5, S. 339–343.
- Mayring, P. (2001), „Combination and Integration of Qualitative and Quantitative Analysis“, *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, Vol. 2 No. 1, verfügbar unter: <http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/967> (zugegriffen 4 Dezember 2017).
- Mayring, P. (2010), „Qualitative Inhaltsanalyse“, in Mey, G. und Mruck, K. (Hrsg.), *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie*, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, S. 601–613.
- Melville, N., Kraemer, K. und Gurbaxani, V. (2004), „Review: Information Technology and Organizational Performance: An Integrative Model of IT Business Value“, *MIS Quarterly*, Vol. 28 No. 2, S. 283–322.
- Merschbrock, C. und Munkvold, B.E. (2012), „A Research Review on Building Information Modeling in Construction—An Area Ripe for IS Research“, *Communications of the Association for Information Systems*, Vol. 31, verfügbar unter: <https://aisel.aisnet.org/cais/vol31/iss1/10/> (zugegriffen 10 Januar 2017).
- Mertens, P., Bodendorf, F., König, W., Picot, A., Schumann, M. und Hess, T. (2012), *Grundzüge der Wirtschaftsinformatik*, Springer-Verlag.
- Mintzberg, H. (1990), *Structuring of Organizations*, Prentice-Hall, London.

- Moore, G.E. (1965), „Cramming more components onto integrated circuits“, *Electronics*, Vol. 8 No. 39.
- Mora, M., Gelman, O., Cervantes, F., Mejía, M. und Weitzenfeld, A. (2003), „Critical Reflections on Information Systems“, in Cano, J.J. (Hrsg.), , IGI Global, Hershey, PA, USA, S. 1–29.
- Murphy, K.E. und Simon, S.J. (2002), „Intangible benefits valuation in ERP projects“, *Information Systems Journal*, Vol. 12 No. 4, S. 301–320.
- National Academy of Sciences, National Academy of Engineering und and Institute of Medicine. (2004), *Facilitating Interdisciplinary Research*, verfügbar unter: <https://doi.org/10.17226/11153>.
- Nolan, R.L. und Wetherbe, J.C. (1980), „Toward a Comprehensive Framework for MIS Research“, *MIS Quarterly*, Vol. 4 No. 2, S. 1–19.
- Nunamaker, J.F.Jr., Chen, M. und Purdin, T.D.M. (1990), „Systems Development in Information Systems Research“, *Journal of Management Information Systems*, Vol. 7 No. 3, S. 89–106.
- Oesterreich, T.D. und Teuteberg, F. (2016a), „Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry“, *Computers in Industry*, Vol. 83, S. 121–139.
- Oesterreich, T.D. und Teuteberg, F. (2016b), „Chancen und Risiken der Digitalisierung in der Bauindustrie im Kontext von Industrie 4.0 - Situationsanalyse im Zuge einer Technikfolgenabschätzung“, Bd. P-259, *INFORMATIK 2016*, 46. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), Klagenfurt, S. 1429–1443.
- Oesterreich, T.D. und Teuteberg, F. (2017a), „Industrie 4.0 in der Wertschöpfungskette Bau – Ferne Vision oder greifbare Realität?“, *Industrie 4.0*, Springer Vieweg, Wiesbaden, S. 71–89.
- Oesterreich, T.D. und Teuteberg, F. (2017b), „Evaluating Augmented Reality Applications in Construction - A Cost-Benefit Assessment Framework based on VoFI“, *ECIS 2017 Proceedings, Twenty-Fifth European Conference on Information Systems (ECIS)*, Guimarães, Portugal, verfügbar unter: <https://doi.org/10.18151/7217258>.
- Oesterreich, T.D. und Teuteberg, F. (2018a), „Why one big picture is worth a thousand numbers: measuring intangible benefits of investments in augmented reality based assistive technology using utility effect chains and system dynamics“, *Information Systems and E-Business Management*, Vol. 16 No. 2, S. 407–441.
- Oesterreich, T.D. und Teuteberg, F. (2018b), „Looking at the big picture of IS investment appraisal through the lens of systems theory: A System Dynamics approach for understanding the economic impact of BIM“, *Computers in Industry*, Vol. 99, S. 262–281.
- Oesterreich, T.D. und Teuteberg, F. (2019a), „The role of business analytics in the controllers and management accountants’ competence profiles: An exploratory study on

- individual-level data“, *Journal of Accounting & Organizational Change*, Vol. 15 No. 2, S. 330–356.
- Oesterreich, T.D. und Teuteberg, F. (2019b), „Behind the scenes: Understanding the socio-technical barriers to BIM adoption through the theoretical lens of information systems research“, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 146, S. 413–431.
- Oesterreich, T.D. und Teuteberg, F. (2019c), „Integrating System Dynamics and VoFI for the dynamic visualization of financial implications arising from IT and IS investments“, *Journal of Modelling in Management* (zur Publikation angenommen).
- Oesterreich, T.D., Teuteberg, F., Bensberg, F. und Buscher, G. (2019), „The controlling profession in the digital age: Understanding the impact of digitisation on the controller’s job roles, skills and competences“, *International Journal of Accounting Information Systems* (unter Auflagen angenommen in zweiter Revisionsrunde).
- O’Halloran, D., Kvochko, E., Daugherty, P., Reilly, M., Banerjee, P., Liogosari, E., Wan, D., et al. (2015), *Industrial Internet of Things: Unleashing the Potential of Connected Products and Services*, Report, World Economic Forum, verfügbar unter: https://www.accenture.com/t20150527T205433_w_us-en_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Global/PDF/Dualpub_8/Accenture-Industrial-Internet-of-Things-WEF-Report-2015.pdf (zugegriffen 10 Mai 2016).
- Olson, M. (1971), *The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups*, Harvard University Press.
- Österle, H., Becker, J., Frank, U., Hess, T., Karagiannis, D., Krcmar, H., Loos, P., et al. (2010), „Memorandum zur gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik“, *Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung*, Vol. 62 No. 6, S. 664–672.
- Palvia, P., Kakhki, M.D., Ghoshal, T., Uppala, V. und Wang, W. (2015), „Methodological and Topic Trends in Information Systems Research: A Meta-Analysis of IS Journals.“, *CAIS*, Vol. 37, S. 30.
- Paré, G., Trudel, M.-C., Jaana, M. und Kitsiou, S. (2015), „Synthesizing information systems knowledge: A typology of literature reviews“, *Information & Management*, Vol. 52 No. 2, S. 183–199.
- Pries-Heje, J., Baskerville, R. und Venable, J. (2008), „Strategies for Design Science Research Evaluation“, *ECIS 2008 Proceedings*, verfügbar unter: <http://aisel.aisnet.org/ecis2008/87>.
- Provalis Research. (2011), „QDA Miner 4“, verfügbar unter: <http://provalisresearch.com/Documents/QDAMiner40.pdf> (zugegriffen 14 Mai 2016).
- Provalis Research. (2014), „WordStat 7“, verfügbar unter: <http://provalisresearch.com/Documents/WordStat7.pdf> (zugegriffen 14 Mai 2016).
- Rizzuto, T.E. und Reeves, J. (2007), „A Multidisciplinary Meta-Analysis of Human Barriers to Technology Implementation“, *Consulting Psychology Journal: Practice & Research*, Vol. 59 No. 3, S. 226–240.

- Schöneck, N.M. und Voß, W. (2015), *Das Forschungsprojekt: Planung, Durchführung und Auswertung einer quantitativen Studie*, Springer-Verlag.
- Schöpfer, H., Lodemann, S., Dörries, F., Kersten, W. und Hamburg, T.U. (2018), „Digitalisierung deutscher KMU im Branchenvergleich“, *Industrie 4.0 Management* 34 (2018) 2, Vol. 34 No. 2, verfügbar unter: https://doi.org/10.30844/I40M18-2_38-42.
- Schryen, G. (2010), „Preserving Knowledge on IS Business Value“, *Business & Information Systems Engineering*, Vol. 2 No. 4, S. 233–244.
- Schumann, M. und Linß, H. (1993), „Wirtschaftlichkeitsbeurteilung von DV-Projekten“, *Informationsmanagement*, Gabler Verlag, Wiesbaden, S. 69–92.
- Schuster, P. (2011), „Investment Appraisal At Imperfect Capital Markets“, *International Business & Economics Research Journal (IBER)*, Vol. 6 No. 9.
- Schwarz, R. und Schoeneborn, F. (2002), „An elementary dynamic model of a small start-up firm“, *Proceedings of the 20th International Conference of the System Dynamics Society*. Palermo, verfügbar unter: http://professor-schwarz.de/Controlling/forschung/sd/beitrag_palermo.pdf (zugegriffen 7 April 2017).
- Shipman, M.D. (2014), *The Limitations of Social Research*, Routledge.
- SJR. (2017), „SJR : Scientific Journal Rankings“, verfügbar unter: <https://www.scimagojr.com/journalrank.php> (zugegriffen 16 Oktober 2018).
- Sonnenberg, C. und vom Brocke, J. (2011), „Evaluation Patterns for Design Science Research Artefacts“, in Helfert, M. und Donnellan, B. (Hrsg.), *Practical Aspects of Design Science*, Springer Berlin Heidelberg, S. 71–83.
- Spiezia, V., Koksal-Oudot, E. und Montagnier, P. (2016), *New Skills for the Digital Economy - Measuring the Demand and Supply of ICT Skills at Work*, No. 258, OECD, verfügbar unter: https://www.researchgate.net/publication/308617037_New_Skills_for_the_Digital_Economy (zugegriffen 14 Januar 2018).
- Stahlknecht, P. und Hasenkamp, U. (2013), *Einführung in die Wirtschaftsinformatik*, Springer-Verlag.
- Sterman, J.D. (2000), *Business Dynamics. Inklusiv CD: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*, Har/Cdr., Mcgraw-Hill Education Ltd, Boston.
- techconsult. (2017), *DIGITALISIERUNGSINDEX MITTELSTAND: DER DIGITALE STATUS QUO DES DEUTSCHEN MITTELSTANDS*, techconsult GmbH, verfügbar unter: <https://www.digitalisierungsindex.de/studie/gesamtbericht> (zugegriffen 12 Oktober 2018).
- Venkatesh, V., Brown, S.A. und Bala, H. (2013), „Bridging the Qualitative-Quantitative Divide: Guidelines for Conducting Mixed Methods Research in Information Systems“, *MIS Quarterly*, Vol. 37 No. 1, S. 21–54.
- Ventana Systems, Inc. (2017), „Vensim® PLE Plus | Vensim“, verfügbar unter: <http://vensim.com/vensim-ple-plus/> (zugegriffen 11 April 2017).

-
- VHB. (2015), „Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft e.V.: VHB-JOURQUAL 3“, verfügbar unter: <https://vhbonline.org/vhb4you/jourqual/vhb-jourqual-3/> (zugegriffen 16 Oktober 2018).
- Webster, J. und Watson, R.T. (2002), „Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review“, MIS Quarterly, Vol. 26 No. 2, S. xiii–xxiii.
- Wernerfelt, B. (1984), „A resource-based view of the firm“, Strategic Management Journal, Vol. 5 No. 2, S. 171–180.
- Wilde, T. und Hess, T. (2007), „Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik“, WIRTSCHAFTSINFORMATIK, Vol. 49 No. 4, S. 280–287.
- WKWI. (2008), „WI-Orientierungslisten“, WIRTSCHAFTSINFORMATIK, Vol. 50 No. 2, S. 155–163.
- Wolstenholme, E.F., Gavine, A., Watts, K.M. und Henderson, S. (1992), „The design, application and evaluation of a system dynamics based methodology for the assessment of computerised information systems“, European Journal of Information Systems, Vol. 1 No. 5, S. 341–350.
- Zhu, W.-D. (Jackie), Foyle, B., Gagné, D., Gupta, V., Magdalen, J., Mundi, A.S., Nasukawa, T., et al. (2014), IBM Watson Content Analytics: Discovering Actionable Insight from Your Content, IBM Redbooks.

Teil B – Einzelbeiträge

1 Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry

Beitrag 1	
Titel	Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry
Autoren	Thuy Duong Oesterreich; Frank Teuteberg
Publikationsmedium	Journal
Publikationsorgan	Computers in Industry
Jahr der Veröffentlichung	2016
Ranking	WKWI: - VHB JQ3: C JIF: 2.850
Bibliographische Information	Oesterreich, T.D. und Teuteberg, F. (2016), „Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry“, <i>Computers in Industry</i> , Vol. 83, S. 121–139.
Identifikation	DOI: 10.1016/j.compind.2016.09.006 ISSN: 0166-3615
Link	http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361516301944
Abstract	In recent years, Industry 4.0 has been introduced as a popular term to describe the trend towards digitisation and automation of the manufacturing environment. Despite its potential benefits in terms of improvements in productivity and quality, this concept has not gained much attention in the construction industry. This development is founded in the fact that the far-reaching implications of the increasingly digitised and automated manufacturing environment are still widely unknown. Against this backdrop, the primary objective of this paper is to explore the state of the art as well as the state of practice of Industry 4.0 relating technologies in the construction industry by pointing out the political, economic, social, technological, environmental and legal implications of its adoption. In this context, we present the results of our triangulation approach, which consists of a comprehensive systematic literature review and case study research, by illustrating a PESTEL framework and a value chain model. Additionally, we provide recommendations for further research within a research agenda.

2 Industrie 4.0 in der Wertschöpfungskette Bau – Ferne Vision oder greifbare Realität?

Beitrag 2	
Titel	Industrie 4.0 in der Wertschöpfungskette Bau – Ferne Vision oder greifbare Realität?
Autoren	Thuy Duong Oesterreich; Frank Teuteberg
Publikationsmedium	Journal
Publikationsorgan	HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik
Jahr der Veröffentlichung	2017
Ranking	WKWI: B VHB JQ3: D JIF: -
Bibliographische Information	Oesterreich, T.D., Teuteberg, F., 2017. Industrie 4.0 in der Wertschöpfungskette Bau – Ferne Vision oder greifbare Realität?, in: Industrie 4.0, Edition HMD. Springer Vieweg, Wiesbaden, pp. 71–89.
Identifikation	DOI: 10.1007/978-3-658-18165-9_6 ISBN: 978-3-658-18164-2 978-3-658-18165-9
Link	https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-658-18165-9_6
Abstract	<p>Trotz des anhaltenden Digitalisierungs- und Automatisierungstrends, der derzeit in vielen Wirtschaftsbereichen Einzug hält, ist das Produktionsumfeld der Bauindustrie bis heute in hohem Maße von manuellen Tätigkeiten, papierbasierten Prozessen und zahlreichen Schnittstellen geprägt. Die Umsetzung des Industrie 4.0 Konzeptes bietet zahlreiche Ansätze, um diese Defizite zu beseitigen und die Prozesse innerhalb der Wertschöpfungskette Bau für alle Projektbeteiligten effizienter zu gestalten. Trotz der hohen Nutzererwartungen, der vorliegenden Marktreife vieler Industrie 4.0 Basistechnologien sowie deren vielfältigen Einsatzmöglichkeiten innerhalb der Wertschöpfungskette Bau ist dennoch eine große Zurückhaltung seitens der Unternehmen der Bauindustrie bei der Umsetzung spürbar. Dieser Umstand ist der Tatsache geschuldet, dass die mit der Anwendung dieses Konzeptes verbundenen Implikationen noch weitgehend unbekannt sind. Zudem existieren weiterhin offene Fragen ökonomischer, sozialer, technologischer und rechtlicher Natur, die im Rahmen weiterer Forschungsanstrengungen beantwortet werden müssen. In Anbetracht der zahlreichen ungeklärten Fragen ist es nicht weiter verwunderlich, dass eine breite Anwendung von Industrie 4.0 Technologien in der Bauindustrie noch nicht vorzufinden ist. Vor diesem Hintergrund ist es das primäre Ziel dieses Beitrags, auf Basis einer branchenspezifischen Begriffsdefinition ein mögliches Industrie 4.0 Anwendungsszenario in der Bauindustrie unter Berücksichtigung des aktuellen Stands der Wissenschaft, der Praxis und der Technik zu skizzieren und zu ergründen, warum ein solches Anwendungsszenario in der Realität noch nicht vorzufinden ist. Des Weiteren untersuchen wir, welche Anforderungen erfüllt werden müssen, damit ein solches Anwendungsszenario realisiert werden kann.</p>

3 Evaluating Augmented Reality Applications in Construction – A Cost-Benefit Assessment Framework based on VOFI

Beitrag 3	
Titel	Evaluating Augmented Reality Applications in Construction – A Cost-Benefit Assessment Framework based on VOFI
Autoren	Thuy Duong Oesterreich; Frank Teuteberg
Publikationsmedium	Konferenzband
Publikationsorgan	25th European Conference on Information Systems (ECIS)
Jahr der Veröffentlichung	2017
Ranking	WKWI: A VHB JQ3: B JIF: -
Bibliographische Information	Oesterreich, T.D. und Teuteberg, F. (2017b), „Evaluating Augmented Reality Applications in Construction - A Cost-Benefit Assessment Framework based on VoFI“, <i>ECIS 2017 Proceedings</i> , Twenty-Fifth European Conference on Information Systems (ECIS), Guimarães, Portugal.
Identifikation	ISBN: 978-989-207655
Link	https://aisel.aisnet.org/ecis2017_rp/23/
Abstract	Industry 4.0 application scenarios, based on the use of Augmented Reality (AR) in combination with wearable devices like Smart Glasses or Head-Mounted Displays (HMD), offer construction companies several opportunities to better deal with the complexity of the construction environment. Despite the given maturity of AR technology, tools or methods to estimate the costs and benefits associated with its adoption have not been provided to date. In general, high implementation costs and unclear benefits of this technology are considered as barriers to its widespread adoption. Therefore, the primary aim of this paper is to develop an assessment framework for evaluating costs and benefits of information systems (IS) investments based on an AR-based application scenario in the construction domain. By the same token, we intend to demonstrate how a traditional cost-benefit analysis (CBA) can be applied more effectively to assist in the decision-making process. The assessment framework is developed by means of a systematic literature review and evaluated by means of expert interviews as well as a simulation using the appraisal method Visualisation of Financial Implications (VoFI). Additionally, risk considerations are made by conducting a sensitivity analysis and a probability risk analysis.

4 Why one big picture is worth a thousand numbers: measuring intangible benefits of investments in augmented reality based assistive technology using utility effect chains and system dynamics

Beitrag 4	
Titel	Why one big picture is worth a thousand numbers: measuring intangible benefits of investments in augmented reality based assistive technology using utility effect chains and system dynamics
Autoren	Thuy Duong Oesterreich; Frank Teuteberg
Publikationsmedium	Journal
Publikationsorgan	Information Systems and e-Business Management
Jahr der Veröffentlichung	2018
Ranking	WKWI: B VHB JQ3: C JIF: 1.032
Bibliographische Information	Oesterreich, T.D. und Teuteberg, F. (2018a), „Why one big picture is worth a thousand numbers: measuring intangible benefits of investments in augmented reality based assistive technology using utility effect chains and system dynamics“, <i>Information Systems and E-Business Management</i> , Vol. 16 No. 2, S. 407–441.
Identifikation	DOI: 10.1007/s10257-017-0367-6 ISSN: 1617-9854
Link	https://link.springer.com/article/10.1007/s10257-017-0367-6
Abstract	The body of literature in the area of IT/IS investment evaluation proposes a variety of methods and techniques for the ex-ante assessment of IT/IS investments. However, the financial evaluation of intangible benefits associated with IT/IS investments in general and investments in innovative IT/IS in particular still remains a problem area of high relevance to decision makers. As a consequence, investment decisions are still taken by practitioners as an “act of faith”. With this in mind, it is our primary aim to develop a quantification model for the financial assessment of intangible benefits concerning investments in innovative IT/IS. Based on an augmented reality and smart glasses application scenario from the construction domain, we demonstrate how intangible benefits of innovative IT/IS investments can be visualised and measured more effectively by means of utility effect chains and system dynamics prior to their incorporation into a cost–benefit analysis. Based on design science research, the quantification model is developed by means of a systematic literature review and evaluated using the augmented reality application scenario in construction. The model can serve as an aid to the managerial decision making process by providing an enhanced understanding of the various tangible and intangible benefits associated with the investment.

5 Looking at the big picture of IS investment appraisal through the lens of systems theory: A System Dynamics approach for understanding the economic impact of BIM

Beitrag 5	
Titel	Looking at the big picture of IS investment appraisal through the lens of systems theory: A System Dynamics approach for understanding the economic impact of BIM
Autoren	Thuy Duong Oesterreich; Frank Teuteberg
Publikationsmedium	Journal
Publikationsorgan	Computers in Industry
Jahr der Veröffentlichung	2018
Ranking	WKWI: - VHB JQ3: C JIF: 2.850
Bibliographische Information	Oesterreich, T.D. und Teuteberg, F. (2018b), „Looking at the big picture of IS investment appraisal through the lens of systems theory: A System Dynamics approach for understanding the economic impact of BIM“, <i>Computers in Industry</i> , Vol. 99, S. 262–281.
Identifikation	DOI: 10.1016/j.compind.2018.03.029 ISSN: 0166-3615
Link	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361517306474
Abstract	Despite the fact that Building Information Modelling (BIM) is one of the most promising technological developments for the architecture, engineering and construction (AEC) industry, the body of literature addressing its financial implications on corporate level is still limited. Therefore, we propose a quantification model that is based on design science research and provides an enhanced understanding of cost and benefit implications arising from BIM investments from a systems theory perspective. The quantification model developed in System Dynamics (SD) is based on a literature review as well as a case study, whereby the socio-technical nature of BIM, its various tangible and intangible benefits as well as its multiple impact levels on the corporate system are taken into account. The results of our simulation experiments within the scope of the case study reveal that the interplay of costs and benefits of BIM with the subsystems of the organisation is manifold, which results in a long-term improvement of the company's economic performance. Through the lens of systems theory, the financial impacts of the BIM investment can be examined by integrating all costs and benefits into the subsystems of the organisation and by investigating their interplay on system level rather than treating them as isolated system elements.

6 The role of business analytics in the controllers and management accountants' competence profiles: An exploratory study on individual-level data

Beitrag 6	
Titel	The role of business analytics in the controllers and management accountants' competence profiles: An exploratory study on individual-level data
Autoren	Thuy Duong Oesterreich; Frank Teuteberg
Publikationsmedium	Journal
Publikationsorgan	Journal of Accounting & Organizational Change
Jahr der Veröffentlichung	2019
Ranking	WKWI: - VHB JQ3: B JIF: -
Bibliographische Information	Oesterreich, T.D. and Teuteberg, F. (2019a), "The role of business analytics in the controllers and management accountants' competence profiles: An exploratory study on individual-level data", <i>Journal of Accounting & Organizational Change</i> , Vol. 15 No. 2, pp. 330–356.
Identifikation	DOI: 10.1108/JAOC-10-2018-0097 ISSN: 1832-5912
Link	https://doi.org/10.1108/JAOC-10-2018-0097
Structured Abstract	<p>Purpose</p> <p>In recent years, the rise of big data has led to an obvious shift in the competence profile expected from the controller and management accountant (MA). Among others, business analytics competences and information technology skills are considered a "must have" capability for the controlling and MA profession. As it still remains unclear if these requirements can be fulfilled by today's employees, the purpose of this study is to examine the supply of business analytics competences in the current competence profiles of controlling professionals in an attempt to answer the question whether or not a skills gap exists.</p> <p>Design/methodology/approach</p> <p>Based on a set of 2,331 member profiles of German controlling professionals extracted from the business social network XING, a text analytics approach is conducted to discover patterns out of the semi-structured data. In doing so, the second purpose of this study is to encourage researchers and practitioners to integrate and advance big data analytics as a method of inquiry into their research process.</p> <p>Findings</p> <p>Apart from the mediating role of gender, company size and other variables, the results indicate that the current competence profiles of the controller do not comply with the recent requirements towards business analytics competences. However, the answer to the question whether a skills gap exist must be made cautiously by taking into account the specific organizational context such as level of IT adoption or the degree of job specialization.</p>

Research limitations/implications

Guided by the resource-based view of the firm, organizational theory and social cognitive theory, an explanatory model is developed that helps to explain the apparent skills gap, and thus, to enhance the understanding towards the rationales behind the observed findings. One major limitation to be mentioned is that the data sample integrated into this study is restricted to member profiles of German controlling professionals from foremost large companies.

Originality/value

The insights provided in this study extend the ongoing debate in accounting literature and business media on the skills changes of the controlling and MA profession in the big data era. The originality of this study lies in its explicit attempt to integrate recent advances in data analytics to explore the self-reported competence supplies of controlling professionals based on a comprehensive set of semi-structured data. A theoretically founded explanatory model is proposed that integrates empirically validated findings from extant research across various disciplines.

7 Behind the scenes: Understanding the socio-technical barriers to BIM adoption through the theoretical lens of information systems research

Beitrag 7	
Titel	Behind the scenes: Understanding the socio-technical barriers to BIM adoption through the theoretical lens of information systems research
Autoren	Thuy Duong Oesterreich; Frank Teuteberg
Publikationsmedium	Journal
Publikationsorgan	Technological Forecasting and Social Change
Jahr der Veröffentlichung	2019
Ranking	WKWI: - VHB JQ3: B JIF: 2.850
Bibliographische Information	Oesterreich, T.D. und Teuteberg, F. (2019), “Behind the scenes: Understanding the socio-technical barriers to BIM adoption through the theoretical lens of information systems research”, <i>Technological Forecasting and Social Change</i> , Vol. 146, pp. 413–431.
Identifikation	DOI: 10.1016/j.techfore.2019.01.003 ISSN: 0040-1625
Link	http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162518304852
Abstract	Notwithstanding the high relevance of Building Information Modelling (BIM) as one of the most promising technological developments for the Architecture, Engineering and Construction (AEC) industry as well as the various benefits associated with its adoption, many companies are still reluctant to adopt this technology. Although a plethora of social and technical barriers have been identified through previous studies, little has been done to explain the causes for these barriers based on theoretical foundations. Motivated by this research gap, we aim to examine the most commonly reported barriers to a widespread adoption of BIM within the global AEC industry based on a cross-country meta-analysis. Drawing on socio-technical theory (STT) as well as the body of knowledge from the information systems (IS) research field, we further aim to provide explanations for the causes of the barriers as well as an enhanced understanding towards possible solutions. Consistent with the empirical evidence suggested by previous research from the IS and BIM literature, the findings indicate that social factors relating to the “people” and the “structure” dimension of the BIM socio-technical system are the most important barriers to a widespread adoption of BIM. Given this backdrop, it is vital for research and practice to focus more on the social rather than the technical barriers.