

GI-Edition



**Lecture Notes
in Informatics**

**Zeynep Tuncer, Rüdiger Breitschwerdt,
Helge Nuhn, Michael Fuchs, Vera Meister,
Martin Wolf, Doris Weißels, Birte Malzahn
(Hrsg.)**

3. Wissenschaftsforum: Digitale Transformation (WiFo21)

**5. November 2021
Darmstadt, Germany**

Proceedings

GESELLSCHAFT
FÜR INFORMATIK



Zeynep Tuncer, Rüdiger Breitschwerdt,
Helge Nuhn, Michael Fuchs, Vera Meister,
Martin Wolf, Doris Weßels, Birte Malzahn (Hrsg.)

3. Wissenschaftsforum: Digitale Transformation (WiFo21)



**Eine Tagung des GI-Arbeitskreises
Wirtschaftsinformatik an Hochschulen (AKWI)**

AKWI

**05.11.2021
Darmstadt, Deutschland (virtuell)**

Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)

Lecture Notes in Informatics (LNI) - Proceedings

Series of the Gesellschaft für Informatik (GI)

Volume P-319

ISBN 978-3-88579-713-5

ISSN 1617-5468

Volume Editors

Prof. Dr. Rüdiger Breitschwerdt | Prof. Dr.-Ing. Michael Fuchs | Prof. Dr. Helge Nuhn |

Prof. Dr. Zeynep Tuncer

Wilhelm Büchner Hochschule

Hilpertstr. 31, 64295 Darmstadt, Germany

vorname.nachname@wb-fernstudium.de

Prof. Dr. Birte Malzahn

Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin

Treskowallee 8, 10318 Berlin, Germany

birte.malzahn@htw-berlin.de

Prof. Dr. Vera Meister

Technische Hochschule Brandenburg,

Magdeburger Straße 50, 14770 Brandenburg an der Havel, Germany

vera.meister@th-brandenburg.de

Prof. Dr. Doris Weßels

Fachhochschule Kiel

Sokratesplatz 1, 24149 Kiel, Germany

doris.wessels@fh-kiel.de

Prof. Dr.-Ing. Martin Wolf

Fachhochschule Aachen

Eupener Str. 70, 52066 Aachen, Germany

m.wolf@fh-aachen.de

Series Editorial Board

Andreas Oberweis, KIT Karlsruhe, Germany

(Chairman, andreas.oberweis@kit.edu)

Torsten Brinda, Universität Duisburg-Essen, Germany

Dieter Fellner, Technische Universität Darmstadt, Germany

Ulrich Flegel, Infineon, Germany

Ulrich Frank, Universität Duisburg-Essen, Germany

Michael Goedicke, Universität Duisburg-Essen, Germany

Ralf Hofestädt, Universität Bielefeld, Germany

Wolfgang Karl, KIT Karlsruhe, Germany

Michael Koch, Universität der Bundeswehr München, Germany

Peter Sanders, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Germany

Andreas Thor, HFT Leipzig, Germany

Ingo Timm, Universität Trier, Germany

Karin Vosseberg, Hochschule Bremerhaven, Germany

Maria Wimmer, Universität Koblenz-Landau, Germany

Dissertations

Steffen Hölldobler, Technische Universität Dresden, Germany

Thematics

Agnes Koschmider, Universität Kiel, Germany

Seminars

Judith Michael, RWTH Aachen, Germany

© Gesellschaft für Informatik, Bonn 2022

printed by Köllen Druck+Verlag GmbH, Bonn



This book is licensed under a Creative Commons BY-SA 4.0 licence.

Grußwort

Digitale Transformation – ein Begriff, der in den letzten Jahren eine weite Verbreitung erfahren hat. Damit verbunden sind digitale Technologien, die sich rasant entwickelt haben und die in ganz unterschiedlichen Bereichen Anwendung finden. Dazu zählen Apps, digitale Plattformen, die Vernetzung von Akteuren entlang der Wertschöpfungskette, genauso wie die Digitalisierung von Prozessen in allen Organisationsbereichen und virtuelle Formen der Arbeit. Digitale Transformation breitet sich dabei in ganz unterschiedlichen Organisationen aus, sie vollzieht sich gleichermaßen in privatwirtschaftlichen Unternehmen und im öffentlichen Sektor wie z.B. in kommunalen Einrichtungen. Die Prozesse innerhalb und zwischen Unternehmen unterliegen gravierenden Änderungen, die die digitale Transformation kennzeichnen. Smarte Lebensmittel, die Digitalisierung des Gesundheitssektors, Blockchain und elektronische Logistik sind nur einige wenige Beispiele dafür.

In allen Fällen entfaltet die digitale Transformation dabei eine große Wirkung auf Strukturen, Prozesse, aber auch auf die Organisationskultur und das Handeln aller Beteiligten. Die Erwartungshaltung von Zulieferern und Kunden an Unternehmen stellt diese in der Regel vor größere Herausforderungen, denen sie sich angesichts des vielfach hohen Wettbewerbsdruck nicht entziehen können. Unternehmen verändern dabei ihre Geschäftsstrukturen und beschleunigen ihre Prozesse, nicht zuletzt, um im Zuge der digitalen Transformation auch neue Produkte und Dienstleistungen anzubieten.

Erfolgreiche digitale Transformation ist mit einem hohen Grad an Innovationsfreudigkeit verbunden. Unternehmen müssen sich ständig an der „Best Practice“ von Mitbewerbern orientieren, um nicht den Anschluss zu verlieren. Dieses Maß dient gleichsam als Triebkraft der digitalen Transformation durch Innovationen. Es gilt, das Potenzial zu entdecken, dass mit der Digitalisierung von betrieblichen Abläufen und der Verbesserung des Kundenangebots verbunden ist. Die digitale Transformation bietet daher neben Herausforderungen vor allem vielfältige Chancen, die durch innovative Ansätze wahrgenommen werden können. Für die Umstellung der Prozesse innerhalb von Organisationen gibt es kein Standardrezept. Für jedes Unternehmen und für jede Organisation muss die digitale Transformation die individuellen Gegebenheiten berücksichtigen.

Die Wilhelm Büchner Hochschule freut sich, dass sie gemeinsam mit dem Arbeitskreis Wirtschaftsinformatik an Hochschulen (AKWI) der Gesellschaft für Informatik auf dem Wissenschaftsforum 2021 den Fokus auf die Chancen, Herausforderungen sowie die innovativen Ansätze legen konnte, die mit der digitalen Transformation verbunden sind. Dabei sind erfreulicherweise eine Reihe von Forschungsarbeiten vorgestellt worden, die eindrucksvoll die Vielfalt der Anwendungsfelder von Digitaler Transformation aufzeigen. Sie machen auch deutlich, dass oftmals auch kleinere Maßnahmen und Projekte zur digitalen Transformation beitragen.

Die Keynote von Prof. Klaus-Michael Ahrend von der HEAG Holding AG beleuchtet das besondere Erfordernis der Transparenz, der Teilhabe und Mitgestaltung aller Beteiligten, in diesem Fall der Bürger:innen bei der Entwicklung von Städten hin zu einer „Smart City“. In einer weiteren Keynote stellt Dr. Wolfgang Stille von hessian.AI die Frage, ob

wir schon bereit sind für die dritte Welle der Künstlichen Intelligenz und akzeptieren können, dass Maschinen mehr sind als nur nützliche Werkzeuge bei der Unterstützung von Prozessaktivitäten. Er plädiert daher für einen Paradigmenwechsel.

Als positives Fazit des Wissenschaftsforums ist festzuhalten, dass das Thema einerseits viele Interessierte angezogen hat, die sich mit digitaler Transformation befassen und auf der Veranstaltung viele neue Impulse erhalten haben. Andererseits hat das Forum zu zahlreichen Einreichungen von wissenschaftlichen Artikeln geführt, die wiederum den vorliegenden Tagungsband mit hochwertigen Beiträgen hervorgebracht haben.

Allen Beitragenden, dem Programmkomitee und dem Organisationsteam sei herzlich gedankt für ihren Beitrag zu einem gelungenen Wissenschaftsforum 2021.

Darmstadt, im November 2021

Prof. Dr. Stefan Kayser

Präsident der Wilhelm Büchner Hochschule und Gastgeber des Wissenschaftsforums

Digitale Transformation – Chancen, Herausforderungen und innovative Ansätze (Vorwort)

Digitalisierung ist dieser Tage ein viel bemühter Begriff. Dabei ist er nicht klar definiert und seinem Verständnis nach selbst Gegenstand einer Entwicklung [BHB18]. Zwar herrscht weitgehend Einigkeit, dass Digitalisierung auf der Grundlage der elektronischen Datenverwaltung aufbaut. Die zugehörigen Wirkmechanismen jedoch sind vielfältig und vor allem dynamischen Veränderungen unterworfen. Die Auswirkungen sind langfristig und mitunter sehr umfassend sowie grundlegend. Umso mehr kann ein mangelhaftes Verständnis dessen, was Digitalisierung ist, zu scheiternden Versuchen führen, sie zu gestalten [He17].

Als Beispiel lässt sich anführen, dass die Digitalisierung den beruflichen wie privaten Bereich hinsichtlich Information und Kommunikation ubiquitär beeinflusst hat. Sowohl die Verfügbarkeit von Informationen als auch die Leichtigkeit der Verteilung derselben hat sich enorm gesteigert. Zudem haben sich Möglichkeiten entwickelt, Informationen dezentral unmittelbar dort verarbeiten zu können, wo sie entstehen. Diese Trends haben zugenommen, nachdem die rein technische Basis bereits längere Zeit besteht. Die Entwicklungen zeigen jedoch in eine Richtung, die uns permanent mehr, technisch ausgefeiltere und komfortablere Möglichkeiten zur digitalen Informationsverarbeitung und -verteilung zur Verfügung stellt.

Die Digitalisierung führt so durch größere Informationsverfügbarkeit und zu mehr und schnelleren Entscheidungen – besseren wie schlechteren [Ne18]. Die Folgen sind jedoch in unterschiedlichen Perspektiven sehr umfangreich und bedeutsam: Soziales, Technik und Gesellschaft – kein Bereich entzieht sich den Auswirkungen.

Auf einer soziodynamischen Perspektive beispielsweise erhöht sich die Sichtbarkeit, die jeder Einzelne in einer digital zusammengefassten Gruppe für sich erfährt [LT20]. Dies wiederum beeinflusst Meinungen und Meinungsbildungsprozesse, Gruppenbildung etc. Und dies geschieht gewerblich wie privat; vieles davon kann man in der aktuellen Zeit sehr eindringlich sowohl in den konventionellen als auch in den neuen Medien beobachten.

Aus einer technischen Betrachtung beispielsweise werden innovative Lösungen, Methoden und Techniken durch die Digitalisierung nicht nur ermöglicht, sondern ihre Entwicklung wird kontinuierlich weiter beschleunigt. Berufe, Berufsbilder und ganze Branchen verändern sich in rapider Geschwindigkeit, weil technische Lösungen viele nutzenstiftende Prozesse entweder radikal vereinfachen oder obsolet machen [Da18; Bo20].

Kaum einem Zweig der institutionalisierten Bildung in unserer Gesellschaft stellt sich nicht die Frage nach der Bedeutung der vielen Facetten der Digitalisierung für das eigene Fachgebiet. Grundsätzlich gilt: Wissensarbeit wird durch die digitale Transformation immer bedeutender [Gö19]. Durch effizientere Kollaboration entstehen innovative Ansätze

für Problemstellungen in immer schnellerer Folge. Umso schwieriger wird es, einen Überblick zu behalten und sich adäquat auszubilden, um eine relevante Rolle im Rahmen der Digitalisierung zu spielen.

Wir erkennen daran, dass Digitale Transformation tatsächlich nachhaltig und grundlegend die Art verändert, wie wir mit unserer analogen und digitalen Umwelt interagieren. Als Menschen möchten wir diese Veränderungen gerne greifbar machen, übersichtlich gestalten, um zumindest das Gefühl einer Kontrolle über den Prozess zu haben.

Wo Transformationen stattfinden, ob bewusst gesteuert oder emergent-selbstorganisiert, besteht die Möglichkeit, zu gestalten. Chancen und Risiken ergeben sich und können von allen Akteuren wahrgenommen, analysiert und als Grundlage für bewusste Impulse genutzt werden, um das vermeintlich Beste aus der Digitalisierung zu machen. Der hohe Grad von Abhängigkeiten ist jedoch auch gleichzeitig die Chance des Einen und das Risiko des Anderen. Diese Zusammenhänge sind nicht auf einzelne Bereiche unseres Lebens beschränkt, sondern hüllen uns als Menschen unabhängig von Branche, Beruf oder Lebensumständen jederzeit und überall ein. Publikationen zu den Themen Digitalisierung und Digitale Transformation existieren bereits in hoher Anzahl und vermutlich in praktisch allen Fachgebieten. Ihre Veröffentlichungskanäle verbleiben in den vergangenen Jahren interessanterweise dieselben. Die Entstehung von dezidierten hochwertigen wissenschaftlichen Formaten die fachübergreifend auf das Phänomen Digitale Transformation schauen, bleibt zunächst noch aus. Als Professores einer stark technisch orientierten Hochschule mit einem breiten Spektrum von Angeboten in Wissenschaft und Forschung, auch außerhalb typischer Fachgebiete, wollten wir mit der Wilhelm Büchner Hochschule an dieser Stelle einen Beitrag leisten.

Mit unserem Wissenschaftsforum luden wir zu Erarbeitung und Präsentation spannender Beiträge zum Thema Digitale Transformation ein. Die aufgerufenen Beiträge konnten sowohl konzeptioneller als auch theoretischer Natur sein oder Ergebnisse empirischer Untersuchungen ohne Einschränkung auf bestimmte Methoden. Einreichungen waren vor allem nicht auf bestimmte Fachbereichszugehörigkeiten beschränkt und übergreifende Beiträge ermutigten wir ausdrücklich.

Schließlich gingen 22 Beiträge ein (einer wurde zurückgezogen), von denen nach doppelt blinder Begutachtung durch mindestens zwei Personen aus Institutionen, die keine Überschneidung mit denen der Urhebenden hatten, neun zu einer Überarbeitung und Erörterung aufgefordert wurden und diesen sogenannten Rebuttal letztlich mit Annahmebescheid überstanden. Das entspricht einer Annahmequote von unter 41%. Wenn wir an dieser Stelle Beiträge herausheben dürfen, sind das die der Preisträger der besten studentischen Arbeit (von Finn Reiche über Ideenmanagement im Kontext des Tagungsmottos) sowie des insgesamt besten Aufsatzes aus Sicht des Programmkomitees (von Nicolas Pfeuffer über Erklärbare KI).

Wir danken herzlich dem Arbeitskreis Wirtschaftsinformatik an Hochschulen der GI (AKWI), der uns in Person tatkräftiger Co-Chairs – Vera Meister, Birte Malzahn, Doris Weßels und Martin Wolf – unterstützt hat, ebenso allen Unterstützenden bei Organisatorischem und selbstverständlich dem gesamten Programmkomitee. Dem Institut für Angewandte Forschung and Gestaltung (IFG) als Preisstifterin und allen Unterstützenden der

Hochschulleitung und der GI (dort Cornelia Winter und den Kollegen Michael Koch, Universität der Bundeswehr München und Heinrich C. Mayr, Alpe-Adria-Universität Klagenfurt) gilt ebenso unser ausdrücklicher Dank wie nicht zuletzt allen Teilnehmenden für die Mitwirkung am gelungenen und positiv bewerteten virtuellen Wissenschaftsforum.

Darmstadt, im November 2021

Helge Nuhn ¹, Rüdiger Breitschwerdt ², Zeynep Tuncer ³, Michael Fuchs ⁴

Quellenverzeichnis:

[BHB18] Bockshecker, A.; Hackstein, S.; Baumöl, U.: Systematization of the term digital transformation and its phenomena from a socio-technical perspective – A literature review. In: Proc. 26th Eur. Conf. on Inform. Syst., ECIS 2018, Portsmouth. AIS, Atlanta, 43, 2018. https://aisel.aisnet.org/ecis2018_rp/43

[Bo20] Bongomin, O. et al.: Exponential Disruptive Technologies and the Required Skills of Industry 4.0. *Journal of Engineering* 8, paper 4280156, 2020. <https://www.hindawi.com/journals/je/2020/4280156/>

[Da18] Davidovski, V.: Exponential Innovation through Digital Transformation. In (Bogach, N.; Pyshkin, E.; Klyuev, V. Hrsg.): Proc. 3rd Int. Conf. on Applic. in Inf. Technol., ICAIT2018, Aizu-Wakamatsu. ACM, New York, S. 3–5, 2018. <https://doi.org/10.1145/3274856.3274858>

[Gö19] Görs, P. K. et al.: Impact of Digitalization on Service Work in Knowledge-Intensive Business Services: An Empirical Study in Tax Consultancies. *Journal of Service Management Research* 4/3, S. 209–222, 2019. <https://doi.org/10.15358/2511-8676-2019-4-209>

[He17] Herbert, L.: *Digital Transformation*. Bloomsbury, London, 2017

[LT20] Leonardi, P. M.; Treem, J. W.: Behavioral Visibility: A new paradigm for organization studies in the age of digitization, digitalization, and datafication. *Organization Studies* 12/41, S. 1601–1625, 2020. <https://doi.org/10.1177/0170840620970728>

[Ne18] Neubert, M.: The Impact of Digitalization on the Speed of Internationalization of Lean Global Startups. *Technology Innovation Management Review* 5/8, 2018. <https://papers.ssrn.com/abstract=3394507>

¹ helge.nuhn@wb-fernstudium.de  <https://orcid.org/0000-0002-8835-676X>

² ruediger.breitschwerdt@wb-fernstudium.de  <https://orcid.org/0000-0003-3994-4503>

³ zeynep.tuncer@wb-fernstudium.de  <https://orcid.org/0000-0002-4811-1290>

⁴ michael.fuchs@wb-fernstudium.de  <https://orcid.org/0000-0002-1730-9464>

Sponsoren

Wir danken den folgenden Unternehmen und Institutionen für die Unterstützung der Konferenz.

Wilhelm Büchner Institut für
Angewandte Forschung und
Gestaltung; <https://wb-ifg.de>



**WILHELM BÜCHNER
INSTITUT**
für Angewandte Forschung
und Gestaltung

Arbeitskreis Wirtschaftsinformatik an Hochschulen (AKWI)

Der AKWI ist der Dachverband der Fachbereiche mit deutschsprachigen Wirtschaftsinformatik-Studiengängen und/ oder -Studienschwerpunkten an Hochschulen für angewandte Wissenschaften (HAW). Er versteht sich als fachkompetenter und hochschulpolitischer Gesprächspartner bzw. Ansprechpartner zu Themen des Studiums der Wirtschaftsinformatik an HAW sowie zu Themen der Wirtschaftsinformatik als anwendungsbezogene Wissenschaft. Er adressiert dabei StudienbewerberInnen, Studierende, andere Vereinigungen im Hochschulbereich, Behörden/ Ministerien, Unternehmen und Vereinigungen der Wirtschaft sowie die Öffentlichkeit, auch auf internationaler Ebene.

Der AKWI ist offen für Fachbereiche der Wirtschaftsinformatik, der Informatik und der Wirtschaftswissenschaften.

Er ist als Arbeitskreis des Fachbereichstags Informatik und zugleich organisiert als Fachgruppe WI-AKWI (ehem 5.17) der Gesellschaft für Informatik (GI e.V.), Fachbereich Wirtschaftsinformatik (FB-WI).

<http://www.akwi.de>

AKWI

Tagungsleitung

| | |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Organisatorische Leitung: | Rainer Elsland, Wilhelm Büchner Hochschule |
| Leitung des Programmkomitees: | Rüdiger Breitschwerdt, Wilhelm Büchner Hochschule Vera Meister, Technische Hochschule Brandenburg Martin Wolf, Fachhochschule Aachen Doris Weßels, Fachhochschule Kiel Helge Nuhn, Wilhelm Büchner Hochschule Birte Malzahn, HTW Berlin Michael Fuchs, Wilhelm Büchner Hochschule Zeynep Tuncer, Wilhelm Büchner Hochschule |
| Session Digitale Transformation in Anwendungsbranchen: | Helge Nuhn, Wilhelm Büchner Hochschule |
| Session Managementthemen der Digitalen Transformation: | Martin Wolf, Fachhochschule Aachen |
| Session Fragen und (technische) Antworten der Digitalen Transformation: | Vera Meister, TH Brandenburg |
| Promovierendenforum: | Rüdiger Breitschwerdt, Wilhelm Büchner Hochschule |

Programmkomitee

| | |
|--------------------------|------------------------------------------------------|
| Michael Fellmann | Universität Rostock |
| Agnetha Flore | OFFIS, Oldenburg |
| Norman Franchi | Friedrich-Alexander Universität, Erlangen-Nürnberg |
| Volker Frehe | Hochschule des Bundes für öfftl. Verwaltung, Münster |
| Thomas Freytag | DHBW Karlsruhe |
| Ulf Gerhardt | Universität Osnabrück |
| Marie-Luise Groß | Microsoft, Walldorf |
| Constantin Houy | Universität des Saarlandes, Saarbrücken |
| Friedemann Kammler | DFKI, Osnabrück |
| Erik Krempel | Fraunhofer IOSB, Karlsruhe |
| Jürgen Kühnlein | ETAS GmbH (Bosch Group) |
| Monika Pobiruchin | Hochschule Heilbronn |
| Melanie Reuter-Oppermann | TU Darmstadt |
| Sebastian Robert | TH Rosenheim |
| Verena Schmidt | Siemens Healthineers, Kemnath |
| Werner Stork | Hochschule Darmstadt |
| Hubertus Tuzcek | Hochschule Landshut |
| Eric Veith | OFFIS, Oldenburg |
| Peter Weimann | Beuth Hochschule, Berlin |

Organisationsteam

| | |
|-----------------|----------------------------|
| Marcel Heber | Wilhelm Büchner Hochschule |
| Erisa Behluli | Wilhelm Büchner Hochschule |
| Dajlan Zaimaj | Wilhelm Büchner Hochschule |
| Patrizia Monaco | Wilhelm Büchner Hochschule |

Inhaltsverzeichnis

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Vorwort | 7 |
| Keynotes | 15 |
| Klaus-Michael Ahrend, Vorstand der HEAG Holding AG, Darmstadt und Vorsitzender des Hochschulrats der Wilhelm-Büchner-Hochschule, Deutschland <i>Von der Smart City zur Smart Region</i> | 17 |
| Wolfgang Stille, CTO von hessian.AI, Deutschland <i>Digitalisierung – was dann</i> | 19 |
| Session 1: Digitale Transformation in Anwendungsbranchen | 20 |
| Katharina Goltz , Kurt Sandkuhl, Oliver Schnell und Janek Ziehmann <i>Digitalisierung eines KMU mit Hilfe einer Unternehmensarchitektur – Fallbeispiel aus dem Bereich Elektrotechnik</i> | 21 |
| Julian Diekmann, Mathias Eggert <i>Is a Progressive Web App an Alternative for Native App Development?</i> | 35 |
| Jana Dreyer , Birgit Zimmermann <i>Lebensmittelverluste in der Wertschöpfungskette im Kontext der Digitalen Transformation</i> | 49 |
| Session 2: Managementthemen der Digitalen Transformation | 66 |
| Sven Preußner, Holger Müller <i>Kriterien zur Messung des Reifegrads der Datenintegration in das Geschäftsmodell</i> | 67 |
| Verena Hossnofsky , Sebastian Junge , Lorenz Graf-Vlachy <i>If and where: Environmental antecedents of CDO adoption</i> | 83 |
| Finn Reiche, Andrea Badura <i>Das Ideenmanagement im Kontext der Digitalen Transformation</i> | 97 |

**Session 3: Fragen und (technische) Antworten der
Digitalen Transformation 112**

Stephan Jacobs, Sonja Seidl

*Was Sie schon immer über Digitalisierung wissen wollten, aber bisher nicht
zu fragen wagten 113*

Marco A. Burkart

*Suddenly Virtual? Potentials and Limits of Video-Based Social Software with
regard to Social Isolation among Office Workers in Times of COVID-19 129*

Nicolas Pfeuffer

Design Principles for (X)AI-based Patient Education Systems 143



Die 35. Jahrestagung des
GI-Arbeitskreises Wirtschaftsinformatik
der deutschsprachigen Fachhochschulen (AKWI)
wird vom
11.09.2022 bis 13.09.2022
in Berlin
gemeinsam von der
Hochschule für Wirtschaft und Recht (HWR) und der
Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW)
ausgerichtet.

Der wissenschaftliche Konferenzteil findet am
12.09.2022 statt. Der Call for Paper ist unter
<https://akwi2022.htw-berlin.de/>
zu finden. Es können wissenschaftliche Beiträge
eingereicht, aber auch Prototypen vorgestellt werden.
Geplant ist zudem die Förderung des weiblichen WI-
Nachwuchses in Form der Vergabe eines
Best Paper Awards für die beste
Abschlussarbeit einer Studentin.

Kontakt: Birte.Malzahn@HTW-Berlin.de

Keynotes

Von der Smart City zur Smart Region

Klaus-Michael Ahrend, Vorstand der HEAG Holding AG und Vorsitzender des Hochschulrats der Wilhelm-Büchner-Hochschule, Darmstadt

Abstract: Durch die zunehmende Urbanisierung wird die Bedeutung der Digitalisierung für Städte und Regionen immer bedeutender. Bis 2050 wird erwartet, dass rd. 70 % der weltweiten Bevölkerung in Städten leben werden. Die Entwicklung von Smart Cities und Smart Regions (insb. Energie, Mobilität, Wohnen und Gesundheit) zielt neben der Digitalisierung auch auf eine verbesserte urbane Lebensqualität. Nach Butzlaff sind Smart Cities klimaschonende und lebenswerte Städte, die mit digitalen Vernetzungen durch smarte Sensorik den Akteuren einer Stadt eine zukunftsfähige und attraktive Umgebung ermöglichen sollen [Bu20]. Dieses Verständnis geht deutlich über ein rein technologiegeleitetes Verständnis hin zu einem sozialgeleiteten Definitionsansatz. Eine Smart City sollte sich an den Bedarfen der Bürger und der in der Stadt beheimateten Unternehmen orientieren. Entsprechend ist das primäre Ziel einer Smart City die Steigerung des Wohlbefindens und der Lebensqualität der Bürger. Damit einhergeht die Verbesserung der Erfüllung von sozialen und ökologischen Herausforderungen. Als eine der wichtigsten Leitlinien zum Gelingen des Transformationsprozesses zählt die Transparenz, Teilhabe und Mitgestaltung der Bürger, denn sie sind diejenigen, die alltäglich mit den neuen Dienstleistungen, Produkten und Services in Kontakt kommen und sie nutzen werden. In Darmstadt wurde für die Smart City Projekte die Digitalstadt Darmstadt gegründet. Neben zahlreichen öffentlichen Veranstaltungen für den Dialog mit Bürgerinnen und Bürgern wird die Partizipation über ein „Stadtlabor“ intensiviert.

Literatur

[Bu20] Butzlaff, F.: Smart Cities. In (Klenk, T.; Nullmeier, F.; Wewer, G. Hrsg.): Handbuch Digitalisierung in Staat und Verwaltung. Springer Fachmedien, Wiesbaden, S. 507–516, 2020.

Digitalisierung – was dann?

Wolfgang Stille, CTO von hessian.AI, Hessisches Zentrum für Künstliche Intelligenz

Abstract: Digitalisierung – ein Begriff des frühen 21. Jahrhunderts – wird oft mit der Industrialisierung der letzten beiden Jahrhunderte verglichen: ein Prozess, der Gesellschaft sowie Wirtschaft radikal transformiert. Doch wie konsequent leben wir Digitalisierung schon? Haben wir die Voraussetzungen geschaffen, um die Stärken der Digitalität für eine nachhaltige bzw. sozial-ökologische Transformation der Gesellschaft zu nutzen? Insbesondere für die dritte Welle der KI wird es wichtig sein, diese Frage positiv zu beantworten: Maschinen werden in der Zukunft mehr als nur Werkzeuge sein, die von Menschen programmierte Aktionen ausführen. Sie werden nach unserer Vorstellung eher als Kollegen denn als Werkzeuge funktionieren: Sie sind in der Lage, sich an neue Situationen anzupassen und kontextbezogenen Interaktionen mit Menschen auszuführen. Das Hessische Zentrum für künstliche Intelligenz hessian.AI treibt die systemische Sichtweise auf KI voran, die das Zusammenspiel von Algorithmen, Daten und Systemen als Bausteine für ein vollständiges, komplexes KI-System auf mathematisch fundierte Weise erfasst, versteht und nutzt. Dies erfordert zum einen einen Paradigmenwechsel in der Informatik hin zu einer holistischeren Sichtweise auf KI, zum anderen die Entwicklung von Kompetenzen im Bereich der KI, um erklärbare, vertrauenswürdige-KI Systeme nach europäischen Wertevorstellungen zu entwickeln.

Session 1:

Digitale Transformation in Anwendungsbranchen

Digitalisierung eines KMU mit Hilfe einer Unternehmensarchitektur – Fallbeispiel aus dem Bereich Elektrotechnik

Katharina Goltz ¹, Kurt Sandkuhl, Oliver Schnell und Janek Ziehmann

Abstract: Viele Unternehmen sehen sich zurzeit mit den Herausforderungen der Digitalisierung konfrontiert. Besonders KMU müssen ihr Prozesse digitaler und somit effizienter gestalten um zukünftig am Markt wettbewerbsfähig zu bleiben. Im dargestellten Fallbeispiel (KMU aus dem Bereich Elektrotechnik) wurde die Digitalisierung des Fertigungsprozesses als Zukunftsbedarf genannt. Gespräche mit dem Geschäftsführer und Mitarbeiter:innen haben dabei geholfen die Herausforderungen im Unternehmen aufzudecken. Mit Hilfe einer Unternehmensarchitektur wurde veranschaulicht wie die aktuellen Prozesse in der Fertigung und im Gesamtunternehmen aussehen und wie diese zusammenspielen. Im Ergebnis konnte aufgezeigt werden, auf welcher Stufe der Digitalisierung sich das Unternehmen zurzeit befindet und welche Veränderungen in Richtung digitale Transformation nach Einführung einer neuen Software eintreten können.

Keywords: KMU, Unternehmensarchitektur, Digitalisierung

1 Einleitung

Der Begriff Digitalisierung steht für die intensive Nutzung neuer IT-Lösungen, wie Internet- der-Dinge, Blockchains oder selbstlernende Systeme, zur Verschmelzung der realen Welt mit der digitalen Welt. Dies soll zur Schaffung neuer Dienstleistungen und Produkte für den Endverbraucher sowie zur Veränderung von Abläufen und Strukturen in Unternehmen führen. Ein methodisches Vorgehen, das die Stärken und Fähigkeiten des jeweiligen Unternehmens sowie die Bedarfe von Kunden:innen, Märkten und Partner:innen mit neuen technologischen und geschäftlichen Möglichkeiten kombiniert, ist daher unabdingbar. Das Enterprise Architecture Management (kurz: EAM) ist ein methodischer Ansatz, der bei der Digitalisierung von Unternehmen unterstützt. Oft besteht eine Unternehmensarchitektur (kurz: UA) aus den drei Architekturebenen Geschäfts-, Informationssystem- und Technologiearchitektur, was das Verständnis von Abhängigkeiten zwischen betrieblichen Abläufen und den notwendigen Voraussetzungen in der IT ermöglicht. In Digitalisierungsprojekten kann dies zur systematischen Planung von Veränderungsprozessen und der Beurteilung von deren Auswirkungen eingesetzt werden. Wie im folgenden Beitrag mittels einer Literaturanalyse gezeigt wird, findet die Ver-

¹ Universität Rostock, Institut für Informatik, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, Albert-Einstein-Straße 22, 18059 Rostock, Deutschland, katharina.goltz@uni-rostock.de  <https://orcid.org/0000-0002-1336-0895>

wendung von Unternehmensarchitekturen zur Unterstützung von Digitalisierungsprojekten in der Forschung noch keine große Beachtung. In diesem Kontext wollen die Autorin und die Autoren anhand eines Fallbeispiels den Nutzen einer UA in Digitalisierungsprojekten aufzeigen. Das Beispiel zeigt, wie für ein KMU eine UA entwickelt wurde, welche der Geschäftsführer nun als Entscheidungsgrundlage für technische und prozessuale Veränderungen im Unternehmen nutzen kann.

2 Konzeptionelle Grundlagen

Im Folgenden sollen die konzeptionellen Grundlagen für das Verständnis der Arbeit dargelegt werden. In diesem Zusammenhang werden die Begriffe „Unternehmensarchitektur“ und „Digitalisierung“ kurz definiert und erläutert. „Eine Unternehmensarchitektur (Enterprise Architecture) schafft eine gesamthafte Sicht auf das Unternehmen. Sie legt die wesentlichen fachlichen und IT-Strukturen fest und verknüpft sie miteinander. Auf dieser Basis lassen sich das Business und die IT und ihre Zusammenhänge beschreiben [Ha16, S.515].“ Eine Unternehmensarchitektur (UA) ist aus verschiedenen Teilarchitekturen aufgebaut. Die Geschäftsarchitektur beschreibt u.a. die Geschäftsprozesse, Geschäftseinheiten und Geschäftsobjekte eines Unternehmens. Die Informationssystemarchitektur stellt das Bindeglied zwischen der Geschäfts- und der Technologiearchitektur dar. Sie beschreibt Informationsobjekte und -systeme sowie Daten, Schnittstellen und den Informationsfluss zwischen Informationssystemen. In der technischen Architektur werden die unternehmensspezifischen technischen Bausteine für die Realisierung von Informationssystemen, Schnittstellen und Betriebsinfrastrukturbestandteilen hinterlegt. Die Verbindung zwischen den Teilarchitekturen ist durch Linien zwischen den Teilarchitekturen angedeutet (siehe Abbildung 1).

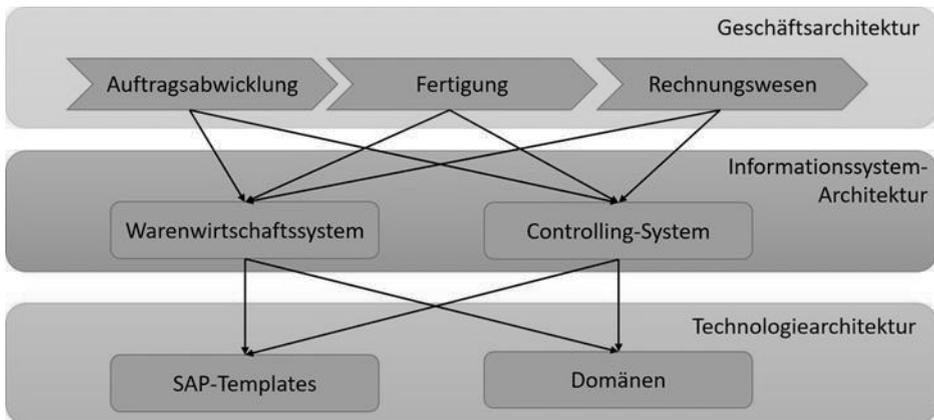


Abb. 1: Beispielhafte vereinfachte UA (eigene Darstellung)

So können Abhängigkeiten zwischen Informationssystemen und Geschäftsprozessen beschrieben werden [Ha16, S. 36f]. Diese Verbindungen sind hilfreich um z.B. nachvollziehen zu können, welche Geschäftsprozesse von der Einführung eines neuen Informationssystems betroffen sind. Um UA zu modellieren, gibt es verschiedene Modellierungssprachen. In der Fallstudie in Kapitel 5.2 wurde als Modellierungssprache ArchiMate verwendet.

Digitalisierung kann als Umwandlung analoger Informationen in digitale Formate definiert werden [Le21]. Jedoch gibt es verschiedene Stufen der Digitalisierung, welche in Kapitel 5.1 beschrieben werden.

3 Forschungsmethode

Die in diesem Beitrag vorgestellten Arbeiten und Ergebnisse sind Teil eines größeren Forschungsvorhabens, das die Entwicklung eines methodisch-technologischen Ansatzes zum Ziel hat, um speziell kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) in der digitalen Transformation (DT) zu unterstützen. Das Vorhaben verfolgt einen gestaltungsorientierten Ansatz und verwendet konkret die Empfehlung von Johanesson und Perjons [JP14] für Design Science Research (DSR). Gestaltungsorientierung und DSR zielen auf innovative, nützliche und übertragbare Lösungen (manifestiert in sog. Artefakten) für Gestaltungsprobleme in Wirtschaft und Behörden ab [WB10]. Der in diesem Beitrag vorgestellte Ausschnitt des Vorhabens ist durch die in der Einleitung diskutierte Problemstellung motiviert und konzentriert sich auf folgende Forschungsfrage: Wie setzen KMU im Kontext der Digitalen Transformation Unternehmensarchitekturen ein und welche weitergehenden Anforderungen bestehen?

Zur Bearbeitung dieser Forschungsfrage wurde ein methodisches Vorgehen benutzt, das Literaturanalyse und Fallstudientechnik kombiniert. Die für die Forschungsfrage wichtigen Themenfelder wurden zunächst in der Literaturanalyse hinsichtlich des Stands der Forschung analysiert, wie er sich in der Publikationslage widerspiegelt. Ein zentrales Ergebnis der Literaturanalyse ist die bisher geringe Anzahl von konkreten Fallstudien zur Nutzung von UA im Prozess der DT. Fallstudien als Methode der qualitativen Forschung dienen generell der Erforschung neuartiger Phänomene im Praxisumfeld, in dem sie bestehen [Yi11]. Für die UA-Nutzung in KMU zur Unterstützung der DT ergab sich die Möglichkeit einer Fallstudie. Diese Fallstudie wurde daher zur Überprüfung der Problemrelevanz im Kontext des DSR-Prozesses, zur Entwicklung eines besseren Problemverständnisses und zur Ableitung von Anforderungen an den letztlich zu entwickelnden methodischen Ansatz genutzt.

4 Literaturanalyse zum Forschungsstand

Um eine Aussage darüber zu treffen, ob und inwiefern sich Forscher:innen mit dem

Thema EAM in Zusammenhang mit der Digitalisierung auseinandergesetzt haben, wurde eine Literaturanalyse durchgeführt. Dabei wurde der Suchterm „*enterprise architecture*“ AND (*change OR transformation OR innovation*) AND (*digitization OR „digital transformation“ OR digitalization*) in den Literaturdatenbanken Scopus und AISel verwendet. Der Suchstring wurde auf die Suchbereiche Titel, Abstract und Keywords angewendet sowie zeitlich auf die letzten 20 Jahre begrenzt. Auch wenn im ersten Ergebnis insgesamt 191 Beiträge gefunden wurden, konnten nach einer genaueren Sichtung nur 35 Paper als für das Thema relevant identifiziert werden.

Die gefundenen Beiträge lassen sich in verschiedene Themenschwerpunkte unterteilen.

- Fokus EAM: Subsummiert Paper, welche sich mit den Herausforderungen, Problemen oder auch Merkmalen von EAM auseinandersetzen und aufzeigen, welche Aspekte des EAM durch die digitale Transformation betroffen sind.
- Fokus DT: Fast Paper zusammen, welche sich mit den konkreten Herausforderungen, Problemen oder Merkmalen der digitalen Transformation auseinandersetzen und so aufzeigen, welche Bereiche die digitale Transformation stärker beeinflusst und welche Veränderungen sich hier ergeben.
- Darstellung EAM: Setzt sich mit der Repräsentation von EA Modellen auseinander. Hier werden neben Änderungen an bestehenden EAM-Sprachen auch nützliche Werkzeuge oder Anwendungen im Allgemeinen verstanden.
- Technologien: Zeigt auf, welche Paper sich mit den Herausforderungen der neuen Technologien wie IoT, Big Data Analytics oder Industrie 4.0 im Kontext des EAM auseinandersetzen und diese im Zusammenhang mit der digitalen Transformation betrachten.

Wie anhand der Themenschwerpunkte zu erkennen ist, fehlt der Fokus auf die Teilarchitekturen einer UA. Die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Teilarchitekturen des EAM's wird durch die Forscher:innen nicht oder nur oberflächlich betrachtet. Die Teilarchitekturen werden in einigen Werken erwähnt, allerdings fehlt dabei die Betrachtung im Detail. Außerdem trifft keiner der Autoren:innen eine konkrete Aussage darüber, an welchen Punkten die digitale Transformation an die Teilarchitekturen ansetzt. Empfehlungen zur Komprimierung oder Erweiterung einzelner Bereiche der Teilarchitekturen konnten somit nicht aufgezeigt werden. Auch im Bereich der Veränderungen von Unternehmensarchitekturen durch die Digitalisierung konnten nicht viele Informationen gefunden werden, da dieser Problematik wenig bis keine Betrachtung in der aktuellen Literatur geschenkt wird. Laut Sandkuhl et al. [Sa19] können Veränderungen durch die Digitalisierung an Unternehmensarchitekturen insofern entstehen, dass neue Elemente hinzugefügt, bestehende Elemente überarbeitet und nicht mehr benötigte Elemente entfernt werden. Die Überarbeitung einzelner Elemente kann von einfachen Namensänderungen bis hin zu neuen Implementierungen reichen. Der Grund für das Entfernen von Elementen kann z.B. sein, dass diese Elemente im Kontext der neu entstehenden Architektur überholt sind. Falls umfangreiche Veränderungen an Unternehmensarchitekturen

mit der Digitalisierung einhergehen, wird durch Sandkuhl et al. [Sa19] angeregt, sich über das Erstellen einer digitalen UA Gedanken zu machen, um diese in die bestehende UA einzugliedern, anstatt Anpassungen an dieser vorzunehmen. Als Auslöser für die Veränderungen an Unternehmensarchitekturen werden hauptsächlich der Einsatz neuer Technologien und die Anpassung an neue Marktsituationen gesehen. Mit Hilfe des Einsatzes neuer Technologien wird es Unternehmen ermöglicht, die Bedürfnisse der Kunden:innen zielgerichteter zu erfüllen. Dies wird z.B. durch die Auswertung großer Datenmengen (Stichwort Big Data), der Verknüpfungen von Objekten (Stichwort IoT) oder dem Angebot von Cloud Services erreicht.

Des Weiteren wurde die Literatur speziell auf Forschungsmethoden untersucht. Tabelle 1 zeigt die Häufigkeiten der verschiedenen Methoden. Dabei wurden in diesem Zusammenhang bei der Zählung Doppelungen zugelassen. Der Grund dafür ist, dass viele Forscher:innen mehrere Methoden in ihren Veröffentlichungen angewandt haben. So werden oft Literaturanalysen durchgeführt, die die Grundlage für eine anschließende Fallstudie bilden. Vereinzelt werden bereits existierende oder neu erhobene Ergebnisse aus Umfragen und Experteninterviews für die Beurteilung des Themengebiets herangezogen. Bei 15 Artikeln konnten keine genauen Forschungsmethoden analysiert werden, da diese weder eine eindeutige Literaturarbeit noch eine Fallstudie oder eine andere klar erkennbare Forschungsmethode angewandt haben.

| Forschungsmethode | Literaturanalyse | Fallstudie | Umfrage | Interview | k.A |
|-------------------|------------------|------------|---------|-----------|-----|
| Häufigkeit | 11 | 7 | 3 | 2 | 15 |

Tab. 1: Häufigkeit der angewendeten Forschungsmethoden

5 Fallstudie: Digitalisierung mit Hilfe einer UA

Wie der Literaturanalyse zu entnehmen ist, existieren nicht viele Daten bzw. Fallstudien, die aufzeigen, wie eine UA bei der digitalen Transformation unterstützen kann. Aus diesem Grund ist es das Ziel der Autorin und der Autoren selbst Daten zu erheben, um die UA- Nutzung in der Praxis von KMU zu studieren. Dies kann dabei helfen, die These, dass Unternehmensarchitekturen Digitalisierungsprojekte positiv beeinflussen, zu untermauern. Dieser Abschnitt beinhaltet aus Platzgründen nur eine verkürzte Darstellung vom Vorgehen bei der Interpretation bzw. den Fallstudien Daten und der Erkenntnisse.

5.1 Methodisches Vorgehen bei der Auswertung der Fallstudien Daten

Für die Interpretation der Daten der qualitativen Fallstudie wurde ein theoriegeleiteter Ansatz gewählt, der zwei Perspektiven beinhaltet: (1) Bei der Fallstudie war der Ablauf bzw. das Vorgehen bei der DT von Bedeutung. Hier wurde als theoretischer Rahmen das in der 4EM-Methode nach Sandkuhl et. al [SWS13] definierte Vorgehen für Modellie-

rungsprojekte genutzt, da die Gestaltung der Transformation letztlich auf der Modellierung der aktuellen und zukünftigen UA beruht. (2) DT beinhaltet auch Digitalisierungsschritte bzw. setzt diese voraus. Eine Unterscheidung von unterschiedlichen Stufen hilft bei der Abgrenzung. Dies bildet einen weiteren Bestandteil des Theorierahmens. Beide Perspektiven werden nachfolgend vorgestellt. Die dabei angegebenen Abkürzungen stellen Codes dar, die bei der Darstellung der Fallstudien in Kapitel 5.2 zur Markierung entsprechender Inhalte verwendet werden.

In der Fallstudie wurde, wie bereits erwähnt, bei der Entwicklung der UA nach der 4EM-Methode [SWS13] vorgegangen. „4EM“ steht als Abkürzung für „For Enterprise Modeling“ und ist somit eine Methode zur Unternehmensmodellierung. Die Methode besteht aus 7 Aktivitäten. Welche Modellierungsaktivitäten in einem Projekt erforderlich sind, hängt vom Projektziel ab, ist also nicht für alle Modellierungsprojekte verallgemeinerbar [SWS13, S. 213]. Im ersten Schritt (**1-4EM**) „Verankerung des Projektes“ muss das Projekt im Unternehmen verankert und vorbereitet werden. Dies setzt voraus, dass die Unternehmensleitung von den positiven Auswirkungen des Projektes überzeugt ist. Im Weiteren wird entschieden, welche Stakeholder am Projekt teilnehmen werden. Hierbei ist zu beachten, dass nicht nur die Unternehmensleitung, sondern auch Mitarbeiter:innen oder Fachverantwortliche mit einbezogen werden. Der zweite Schritt (**2-4EM**) „Projektorganisation“ ist genau genommen, keine Aktivität des eigentlichen Modellierungsprojektes, sondern eine weitere Voraussetzung für die Durchführung. Rollen innerhalb des Projektes, der Zeitraum und das Budget werden hier festgelegt. Sind diese Vorarbeiten abgeschlossen, kann das Projektziel konkretisiert werden, was Schritt 3 (**3-4EM**) der 4EM-Methode darstellt. „Durch Analyse der beobachteten Probleme, die Identifikation von Teilproblemen und davon betroffenen oder damit verbundenen Prozessen und Organisationseinheiten muss hier ermittelt werden, welche Bereiche des Unternehmens Gegenstand einer Modellierung der Ist-Situation sein sollten, da sie von den Problemen oder der Problembehebung betroffen sind, und welche Bereiche nicht untersucht werden müssen [SWS13, S. 214].“ Gegenstand der Problemerkhebung sind: Auswahl von Teilnehmern für eine Modellierungssitzung, Durchführung der Modellierungssitzung, Aufbereitung der Ergebnisse nach der Sitzung, Präsentation und Diskussion der Ergebnisse in einer weiteren Sitzung, Ableitung der Projektziele. Auf Grundlage des Projektziels, wird laut 4EM eine Projektorganisation (Schritt 4 (**4-4EM**)) etabliert. Da das Projekt im Fallbeispiel sehr klein war, wurde auf diesen Schritt verzichtet. Anschließend erfolgt im Schritt 5 (**5-4EM**) die Modellierung der IST-Situation. Bevor das SOLL-Modell erstellt wird, erfolgt noch einmal eine Rücksprache mit den Stakeholdern, da über die denkbaren Veränderungsmöglichkeiten diskutiert werden soll (Schritt 6 (**6-4EM**)). Ausgehend von der IST-Situation wird die SOLL-Situation modelliert (Schritt 7 (**7-4EM**)). „Nur bei Änderungsbedarfen, wo Prozesse oder Strukturen komplett neu in das Unternehmen eingeführt oder radikal verändert werden, muss eine völlige Neugestaltung der Modelle erfolgen. [SWS13, S. 216]“

Um in der Fallstudie zu zeigen, dass die UA wirklich ein Digitalisierungsprojekt unterstützt, werden an dieser Stelle kurz die Stufen der Digitalisierung erläutert. Die unterste Stufe (Stufe 0) der Digitalisierung (d.h. ohne IT-Unterstützung) auf Ebene des Gesam-

Unternehmens ist durch die Verwendung nicht digitaler Darstellungen von Informationen gekennzeichnet, beispielsweise Formulare auf Papier, Ordner mit gedruckten Dokumenten oder Montageanweisungen auf Papier. Es gibt wahrscheinlich kaum ein Unternehmen ohne IT-Unterstützung, aber es gibt viele Unternehmen, in denen Aufgaben oder Aktivitäten immer noch mit nicht digitalen Mitteln ausgeführt werden. Hier wäre der erste Schritt in Richtung digitaler Transformation die Digitalisierung, d.h. das Analoge durch digitale Darstellungen des Inhalts zu ersetzen (Stufe 1), z.B. Dokumente als PDF oder Formulare, die auf einem Computer ausgefüllt werden müssen. Mit digitalen Darstellungen wäre eine automatisierte Datenverarbeitung möglich, was der nächste Schritt ist. Für diesen Schritt ist der Einsatz von Informationssystemen oder Prozesstechnologie erforderlich, um eine Automatisierung der Prozessschritte und eine durchgängige Abdeckung des betreffenden Prozesses zu erreichen (Stufe 2). Der letzte Schritt wäre eine Integration von Prozessen innerhalb des eigenen Unternehmens oder bei Bedarf mit Partner:innen, Lieferanten:innen und Kunden:innen (Stufe 3). Durch diese Integration soll vermieden werden, dass dieselben Daten für andere Prozesse erneut in andere IT-Systeme eingegeben werden [Sa21].

5.2 Fallstudientdaten und – auswertung

Ein kleines Unternehmen mit ca. 25 Mitarbeiter:innen, welches in der Branche Elektrotechnik tätig ist, wurde bei der Digitalisierung ihres Fertigungsprozesses unterstützt. Im Kontext des Digitalisierungsprozesses wird eine UA nach der 4EM-Methode erstellt. Auf Seiten der Forscher:innen waren an der Fallstudie zum einen Personen beteiligt, die aktiv die Modellierung unterstützten, und andere, die nur Beobachter:innen waren und dabei Daten für die Fallstudie und Material sammelten.

Das erste Gespräch wurde mit dem Geschäftsführer geführt (**1-4EM**). Laut Aussagen dieses steht das Unternehmen in den kommenden Jahren vor großen Herausforderungen. Neben der Angst zu schnell und unkontrolliert zu wachsen, wurden der Fachkräftemangel und der Spagat zwischen jungen und älteren Kunden:innen genannt. Des Weiteren stellt die Kommunikation zwischen den Ingenieur:innen und den Fertigungsmitarbeiter:innen im Unternehmen eine Schwierigkeit dar. Benötigte Informationen, die für die Durchführung der täglichen Arbeit notwendig sind, können nur schwer und mit viel Zeitaufwand eingeholt bzw. gefunden werden. Um die Produktion effizienter zu gestalten, die Kommunikation zu verbessern und um Kunden:innen einen Mehrwert zu schaffen stellt die Digitalisierung der Fertigung den Bedarf dar, der im Rahmen der Beratung gedeckt werden soll. Laut Aussage des Geschäftsführers sind die anderen Unternehmensbereiche bereits digitalisiert. Der Geschäftsführer erhofft sich aus dem Projekt konkrete Handlungsempfehlungen, die er in den kommenden 2-3 Jahren umsetzen kann. Das Projekt an sich sollte nach einem Jahr abgeschlossen sein (**2-4EM**).

Im nächsten Schritt wurde eine Informationsbedarfsanalyse mit ausgewählten Mitarbeiter:innen durchgeführt. Ziel war es zu ermitteln welche Informationen die Mitarbeiter:innen für einen effektiven Prozessablauf benötigen. Dazu wurden Einzelgespräche

mit 2 Konstrukteuren, dem Konstruktionsleiter, dem Fertigungsleiter und dem Leiter vom Einkauf geführt (**3-4EM**). In der Reflexion der Gespräche fällt auf, dass die Nutzung von IT-Lösungen ein oft thematisiertes Problem ist. Die einzelnen Arbeitsschritte der einzelnen Mitarbeiter:innen werden zwar durch IT unterstützt, jedoch existieren zu viele verschiedene Systeme, was zu Inkonsistenzen und Medienbrüchen führt. Was das folgende Beispiel zeigt:

Die Angebotserstellung erfolgt in den klassischen Office-Produkten. Preise sind in einer Excel-Liste gespeichert, das Angebot an sich wird in Word erstellt. Darüber hinaus müssen bestimmte Informationen wie Stücklisten aus einem ERP-System ermittelt werden. Die Konstruktion eines Schaltplans erfolgt dann in einem Konstruktionsprogramm, welches zwar eine Excel-Liste für benötigtes Material erzeugen kann, aber keine Schnittstelle zum ERP-System hat. Dies führt dazu, dass der Einkauf manuell die Materialien aus der Excel-Liste in die Bestellanforderung des ERP-Systems eintragen muss.

Um dem Geschäftsführer und den Mitarbeiter:innen des KMU eine Übersicht zu geben in welchen Prozessen welche IT-Systeme genutzt werden und wie diese Zusammenspielen, wurde eine Unternehmensarchitektur erstellt (**5-4EM**). Die erstellte IST-Unternehmensarchitektur zeigt ganz deutlich, dass Excel-Tabellen ein bevorzugtes Tool in jedem einzelnen Prozessschritt sind. Während der Bedarfsanalyse wurde dies jedoch oft kritisiert, da das Zusammensuchen der richtigen Informationen aus den vielen verschiedenen Listen sehr zeitaufwendig ist. So berichtet z.B. der Fertigungsleiter sinngemäß: „Informationen die für die Erstellung der Projektplanung benötigt werden, müssen aus mehreren verschiedenen Listen zusammengesucht werden, was viel Zeit in Anspruch nimmt. Anschließend werden dann alle Informationen zur Projektplanung händisch in eine projektbezogene Auftragsliste (Excel) gebündelt. Könnten Listen bzw. deren Verwendung weiter automatisiert werden, können 5 - 10% an Arbeitsaufwand eingespart werden.“

Die Gespräche haben jedoch gezeigt, dass es zwei Gründe für die Nutzung der Excel-Tabellen gibt. Der Umfang der aktuell verwendeten ERP-Software ist sehr eingeschränkt und bietet nicht alle benötigten Funktionalitäten. Zum anderen sind einige Mitarbeiter:innen der Meinung „Never change a running System.“ Es wurde schon immer so gemacht, die Listen funktionieren, warum dann ein neues System einführen? Auch in diesem Punkt zeigt sich wieder die Wichtigkeit einer Unternehmensarchitektur. Durch eine SOLL-Architektur kann den Mitarbeiter:innen gezeigt werden, dass sich z.B. durch die Einführung eines neuen Systems, nicht zwangsläufig alle Prozesse ändern müssen. Zu diesem Zweck wurden zwei Möglichkeiten vorgestellt (**6-4EM**). Zum einen besteht die Option das aktuelle ERP-System durch ein komplett neues ERP-System zu ersetzen, zum anderen die fehlenden Funktionalitäten durch einzelne Systeme wie z.B. ein spezielles Controlling-Tool zu erweitern.

Die folgenden zwei Grafiken zeigen zum einen das IST-Modell und zum anderen das SOLL-Modell für die Option das ERP-System komplett zu ersetzen, da sich der Geschäftsführer für diese Alternative entschieden hat (**7-4EM**). Eine Unternehmensarchi-

tektur wird immer aus verschiedenen Blickwinkeln dargestellt, je nach Stakeholder für den die Architektur entwickelt wird. Die Abbildungen 2 und 3 auf den folgenden Seiten bilden den Prozess der Auftragsabwicklung auf der Geschäfts- und Informationssystemarchitektur ab.

Vergleicht man die beiden Abbildungen unter dem Gesichtspunkt der drei Digitalisierungsstufen, ist zu erkennen, dass sich der Digitalisierungsgrad des Unternehmens nach dem Projekt ändert. Das ERP-System „CATUNO“ soll durch ein anderes ERP-System ersetzt werden. Das neue ERP-System hat mehrere Module, z.B. für die Materialwirtschaft, den Vertrieb und der Produktionsplanung und -steuerung. Dadurch benötigen die Mitarbeiter:innen in ihrem Prozess nur ein einziges Tool, welches alle Informationen und Funktionalitäten besitzt. Alleine im Prozess der Auftragsabwicklung können so schon zwei Excel-Listen ersetzt werden. Befindet sich das Unternehmen aktuell (laut IST-UA) auf Stufe 1 der digitalen Transformation, kann mit Hilfe der SOLL-UA gezeigt werden, dass durch die Integration des neuen ERP-Systems ein Wechsel auf Stufe 2 (Einsatz eines Informationssystems zur durchgängigen Abdeckung der Prozesse) erfolgt. Am Prozess an sich wird sich nichts ändern, was sowohl für den Geschäftsführer als auch für die Mitarbeiter:innen ein wichtiger Aspekt ist.

6 Limitation

Die Arbeit unterliegt verschiedenen Limitationen. Ein Grund für das Auffinden wenig zum Kontext der Arbeit passender Literatur, kann in der Verwendung des angewendeten Suchterms begründet sein. So kann der Suchterm hier aufgrund der verknüpften Phrasen und dem Fokus auf englischsprachige Artikel als einschränkend angesehen werden. Diese einschränkende Wirkung des Suchterms ist durch die Autorin und die Autoren jedoch gezielt herbeigeführt worden, um die Ergebnismenge auf wesentliche Artikel zu begrenzen. Zudem sind lediglich die Literaturdatenbanken Scopus und AISEL verwendet worden. Für weitere Forschung auf dem Themengebiet sollte der Suchterm ebenfalls auf andere Literaturdatenbanken angewendet werden. Mit Blick auf die Fallstudie ist anzumerken, dass eine einzelne Fallstudie nicht auf die Allgemeinheit schließen kann. Jedoch liefert diese eine ausreichende Grundlage, um die Problemrelevanz in der Praxis aufzuzeigen.

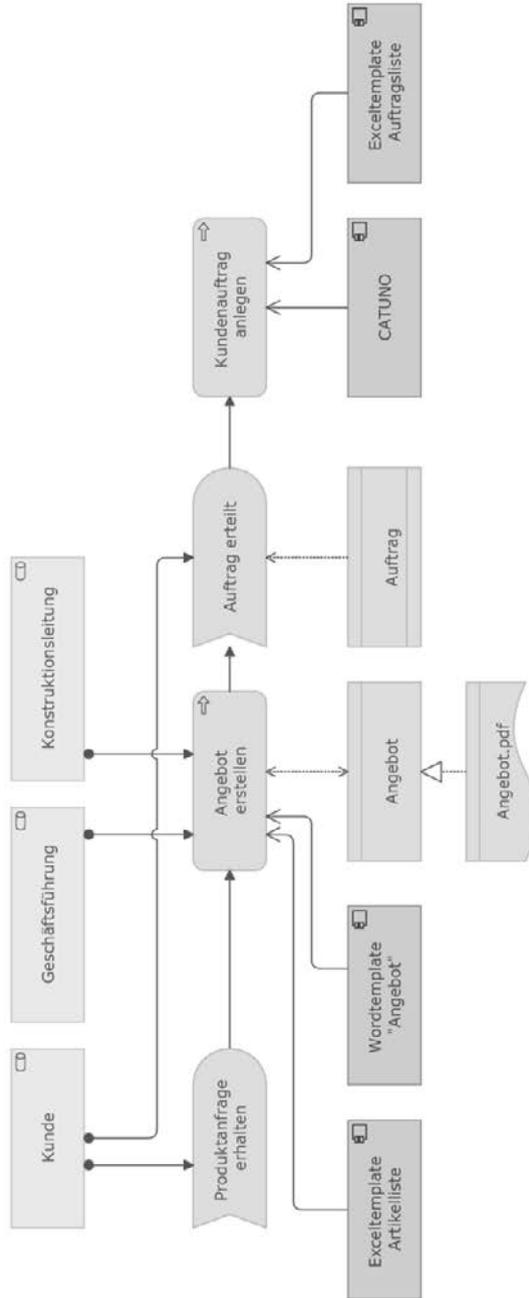


Abb. 2: IST-Architektur der Auftragsabwicklung

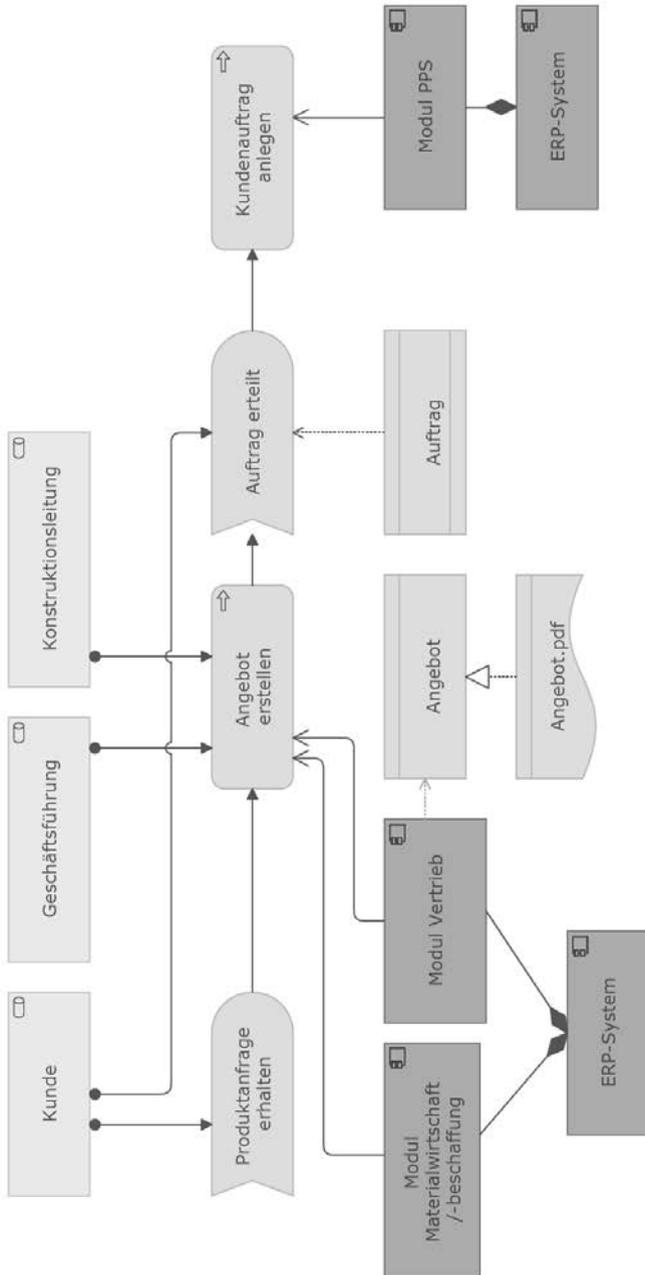


Abb. 3: SOLL-Architektur der Auftragsabwicklung

7 Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag soll Forschung und Praxis dazu ermutigen Unternehmensarchitekturen zur Unterstützung von Digitalisierungsprojekten zu nutzen bzw. deren Anwendung noch weiter zu erforschen. Dabei wurde die Forschungsfrage „Wie setzen KMU im Kontext der Digitalen Transformation Unternehmensarchitekturen ein und welche weitergehenden Anforderungen bestehen?“ beantwortet. Wie die Literaturanalyse in Kapitel 4 gezeigt hat, ist dieses Thema in der wissenschaftlichen Community noch nicht weit verbreitet. Eine Unternehmensarchitektur liefert Geschäftsführer:innen und Mitarbeiter:innen von Unternehmen einen Gesamtüberblick über die Prozesse, die IT und das Zusammenspiel zwischen diesen. Jedoch kommen Unternehmensarchitekturen gerade bei Digitalisierungsprojekten selten zum Einsatz, obwohl diese einen großen Vorteil darstellen. Das Fallbeispiel in Kapitel 5.2 hat gezeigt, dass durch die Unternehmensarchitektur die Folgen eines Digitalisierungsprojektes schon im Vorfeld ersichtlich gemacht werden können. So wurde gezeigt, dass sich durch die Einführung eines neuen ERP-Systems die Prozesse im Unternehmen nicht zwangsläufig verändern müssen, der Digitalisierungsgrad des Unternehmens jedoch gesteigert wird. Zur erfolgreichen Erstellung einer UA müssen jedoch bestimmte Anforderungen erfüllt werden. Die Anforderungen an die Erstellung einer UA sind ein strukturiertes Vorgehen. Dabei sollten die wichtigsten Stakeholder des Unternehmens beteiligt sein und involviert werden. Es muss immer wieder Schleifen zur Rückversicherung geben um ein einheitliches Verständnis zwischen Unternehmen und Modellierer zu überprüfen. Des Weiteren ist der Stand der Digitalisierung vor dem Transformationsprozess zu beachten. Es sollten erst alle Stufen durchlaufen werden, bevor eine komplette Transformation stattfinden kann. In zukünftigen Arbeiten sollten dann auch die Modellierungssprache an sich in den Betrachtungen mit einbezogen werden, da KMU eher überschaubare Modelle haben und eine unkomplizierte Syntax benötigen. Die Autorin und die Autoren wollen, dem anschließend, in Zukunft weitere Fallbeispiele aus der Praxis sammeln und auswerten und so den Nutzen und Anforderungen von Unternehmensarchitekturen auf dem Weg zur digitalen Transformation verdeutlichen und eine Forschungslücke schließen.

Acknowledgement Der Beitrag entstand im Rahmen des Projektes „Regionales Zukunftszentrum MV“, welches vom Europäischen Sozialfonds für Deutschland vom 06.12.2020 bis 30.06.2022 unterstützt wird.

Literaturverzeichnis

- [Ha16] Hanschke, Inge: Enterprise Architecture Management - einfach und effektiv: Ein praktischer Leitfaden für die Einführung von EAM. Hanser eLibrary. Hanser, München, 2., überarbeitete auflage. Auflage, 2016.
- [JP14] Johannesson, Paul; Perjons, Erik: An introduction to design science. Springer, 2014.
- [Le21] Lexa, Carsten: Bedeutung des Begriffs Digitalisierung. In (Lexa, Carsten, Hrsg.): Fit

für die digitale Zukunft, Fit for Future, S. 5–6. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, 2021.

- [Sa19] Sandkuhl, Kurt; Wißotzki, Matthias; Schmidt, Rainer; Zimmermann, Alfred: On the effect of digitalization of products and services on enterprise architectures. 2019.
- [Sa21] Sandkuhl, Kurt: Radical Digitalization: Challenges and Opportunities for Enterprise Modeling. In: Advances in Enterprise Engineering XIV: 10th Enterprise Engineering Working Conference, EEWC 2020, Bozen-Bolzano, Italy, September 28, October 19, and November 9–10, 2020, Revised Selected Papers. Springer Nature, S. 3, 2021.
- [SWS13] Sandkuhl, Kurt; Wißotzki, Matthias; Stirna, Janis: Unternehmensmodellierung. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2013.
- [WB10] Winter, Robert; Baskerville, Richard: Methodik der Wirtschaftsinformatik. WIRTSCHAFTSINFORMATIK, 52(5):257–258, 2010.
- [Yi11] Yin, Robert K: Applications of case study research. sage, 2011.

Is a Progressive Web App an Alternative for Native App Development?

A prototype-based usability evaluation of a health insurance app

Julian Diekmann¹, Mathias Eggert²

Abstract: The existence of several mobile operating systems, such as Android and iOS, is a challenge for developers because the individual platforms are not compatible with each other and require separate app developments. For this reason, cross-platform approaches have become popular but lack in cloning the native behavior of the different operating systems. Out of the plenty cross-platform approaches, the progressive web app (PWA) approach is perceived as promising but needs further investigation. Therefore, the paper at hand aims at investigating whether PWAs are a suitable alternative for native apps by developing a PWA clone of an existing app. Two surveys are conducted in which potential users test and evaluate the PWA prototype with regard to its usability. The survey results indicate that PWAs have great potential, but cannot be treated as a general alternative to native apps. For guiding developers when and how to use PWAs, four design guidelines for the development of PWA-based apps are derived based on the results.

Keywords: Progressive Web App, PWA, Cross-platform, Evaluation, Mobile web, Usability

1 Introduction

In recent years, the popularity of mobile applications for smartphones, also known as apps, has increased enormously, which has also led to a steady growth in the development of such applications [AL18]. Moreover apps are a driver for digitalization. One of the biggest app development challenges is the handling of multiple smartphone platforms. Knowledge about one operating system cannot be transferred to another and apps that need to run on different platforms must be developed separately [JMK13]. So-called cross-platform approaches address this challenge by allowing the developer to implement an app that runs on multiple platforms [HHM12]. The investigation of cross-platform approaches is part of current research [BG19, BG18, RM19]. In this context, a relatively new concept, which is called Progressive Web App (PWA), has emerged, which so far has been experiencing a lack of scientific investigation [MBG18]. PWAs run in a web browser like a classic web app and can be installed directly on the device. They use web technologies to provide a user experience that is similar to a native app [BMG17].

Research in the area of cross-platform apps focus either on technical insights into app development [e.g., BG18, XX13] or its usability [e.g., BG19, RM19]. So far, solely

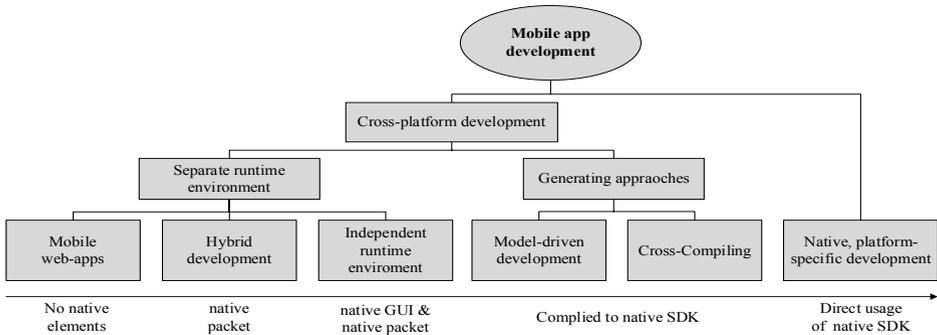
¹ Fachhochschule Aachen, Eupener Str. 70, 52066 Aachen, julian.diekmann@alumni.fh-aachen.de.

² Fachhochschule Aachen, Eupener Str. 70, 52066 Aachen, eggert@fh-aachen.de.

[MBG18] and [BMG17] investigate PWAs. Both focus on concepts or prototypes and do not contribute to the evaluation and comparison of a PWA with its native counterparts. The paper at hand follows the call of Bjørn-Hansen et al. [BMG17] to continue the development of technical artefacts in the field of PWA in order to evaluate and compare them with established development approaches. We contribute to this call by answering the following research question: *Is a PWA a suitable alternative for native apps in terms of usability?* The study at hand provides insights into a particular case at a health insurance company, which had to decide whether to support an existing app in its native version or to invest in a new cross-platform app, developed as a PWA. The paper contributes to the body of knowledge in two ways: empirically through the evaluation of a PWA prototype as well as a methodologically through the development of design guidelines.

2 Related work

Different manufacturers, such as Apple and Google rely on different platforms that are incompatible with each other [HKM15] and require a separate code base. In contrast to native development, cross-platform approaches enable a platform independent code. Besides native app development, Heitkötter et al. [HM12] divide cross platform approaches in generating approaches and the ones having an independent runtime environment. Fig. 1 provides an overview about current and popular approaches.



Adapted from Heitkötter et al. [HM12].

Fig. 1: App development approaches

Native app development is the traditional approach to develop a mobile application [MBG18]. Apps are developed for a specific platform using the respective software development kit (SDK) and its frameworks. By using platform-specific application programming interfaces, developers can access device features, such as camera, GPS and push notifications [HHM13]. Native apps provide a good user experience with efficient code that ensures fast performance and full access to data and hardware [XX13]. However, the developers are limited to the manufacturers' specifications [HM12]. Cross-platform approaches address these shortcomings [HHM13] by combining different frameworks or approaches and programming paradigms, aiming at code reuse [BG19]. *Cross platform*

approaches are divided into generating approaches that use a common, cross-platform code base that is transformed into purely native apps [HM12] and separate runtime environments that interpret platform independent code for the respective operating system and serves as a bridge between the app and the platform [MBG18].

A *PWA* belongs to cross platform approaches and aims at adding functionality to Web Apps, so that they feel, look and behave like any other installed app [MBG18]. The term PWA was firstly mentioned in a blog entry by Alex Russell [RB15]. Together with Frances Berriman, he lists features that this new technology should fulfil, for example the installability on the smartphone and the ability to be used offline. Meanwhile, the Google Web Fundamentals Group took over the concept [BMG17]. The design of a PWA is based on three pillars to create a user experience that is similar to a native app. First, it should be able to use functions that were previously solely available in installed apps. Second, they should work reliably - even with poor or no network connection. Third, a PWA must be installable [RL20]. These three pillars describe PWA's contribution to the unification of web apps and native apps. Any website that meets a certain set of criteria can be implemented as a PWA and thus profit from features like being able to be installed and distributed without app marketplaces [BMG17]. Furthermore, PWAs are easy to implement compared to other approaches, because standard web development skills are required. This is also the reason why there is an immense community of developers and a huge number of tutorials and profound tool support are available [RM19].

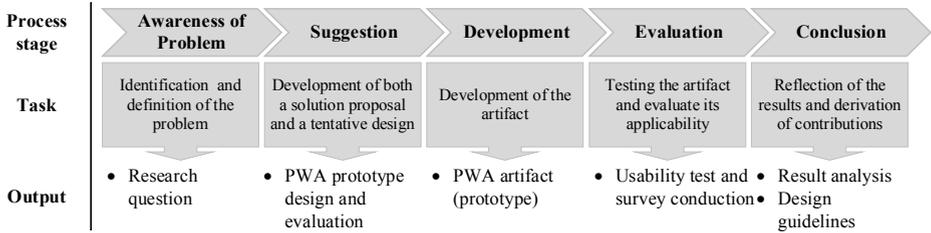
The number of works on PWA is very limited. For the first time, Biørn-Hansen et al. [BMG17] try to raise awareness of PWAs in the academic community. For this purpose, they develop three artefacts that are compared with each other and based on different approaches: Hybrid, Interpreted and PWA. Majchrzak et al. [MBG18] aim at answering the question whether PWAs are the approach to choose for cross-platform development by studying the literature. However, they do not provide a definitive answer to this question. The most recent work of Rieger and Majchrzak [RM19] also deals with PWAs. They propose a framework for evaluating cross-platform development approaches and test their criteria on PWAs, React Native, PhoneGap and native apps. Regarding the usability of web apps, Nielsen [Ni10] describes five attributes that make usability measurable: Learnability, Efficiency, Memorability, Errors, and Satisfaction. For the research work at hand, we focus on evaluating errors of and the satisfaction with a PWA.

3 Research design

3.1 Research process

The present work uses a Design Science Research approach [GH13, HC10] to investigate whether PWAs are a suitable alternative for native apps in terms of usability. We apply prototyping as a qualitative design-oriented method to develop an artefact, which we then evaluate by a survey among app familiar and non-familiar users in order to receive insights into perceptions and differences of a PWA prototype and its native counterpart. The individual process steps are performed once and without iteration as suggested by

[VKP04] because we could not ask the respondents more than once. In total, the research work comprises five phases, which are depicted in Fig. 2.



Adapted from Vaishnavi et al. [VKP04].

Fig. 2: Research process

3.2 Awareness of problem and suggestion

To identify the problem, we analyzed the status quo of app development processes within a large German insurance group by searching in the company Wiki for the terms "app development" and "app strategy", which brought us to an already existing app, which belongs to the health insurance division. We discussed the current development challenges with two experts, who were involved in the app launch. The interviews revealed the redundant native development for two platforms (Android and iOS) as well as a large development effort. So far, no developer within the insurance group applied cross-platform approaches and the interviewees question its usefulness in terms of usability, which leads to the proposal of cloning the existing native health insurance app and use it as a basis for evaluating a cross-platform prototype. By conducting a literature review, we ensured that no existing research about PWA usability exists and that PWA is one of the most advanced cross-platform approaches (cp. Section 2).

3.3 Development

The development phase began with the analysis of the existing native app, which served as a template for the PWA prototype clone. For this purpose, the app was installed on a test device and viewed from the user's perspective. We navigated through the app step by step and analyzed three elements: Structure, functions, UI.

In the next step, we decided the choice of technologies to be used, as there are several options available for development. A PWA describes the features that a web app must have, but does not specify any frameworks or technologies. For this reason, we applied web development technologies that are common within the investigated health insurance company (e.g. the JavaScript Framework Vue.js and UI libraries, such as Vuetify and Hooper). To optimize the software selection for the prototype, we discussed it with experienced developers of the insurance company. After the analysis of the template app and the definition of the technologies to be used, the PWA prototype was developed.

3.4 Evaluation and conclusion

We evaluated the developed prototype in a two-step procedure: Testing the prototype (step 1) and answering a questionnaire (step 2). The aim of the first step is to make the user familiar with the implemented functions of the PWA prototype app. After an introductory text explaining the survey, the respondents are guided through a tutorial on how to install the PWA on their smartphones. Afterwards, we asked whether the installation was successful. If the question was answered with "No", the user is asked to provide a description of the problem. Finally, we requested demographic data and the frequency of use of self-installed apps in order to reveal details about the normal app usage behavior. In case of successful installation, the test participant had to perform six tasks in the PWA, which we provide in Table 1. The tasks guided the participant's procedure step by step. After each completion, the respondent must return to the home page as a starting point.

| No. | Task |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Navigate to a subpage with a camera function. Take a photo and then delete it. |
| 2 | Navigate to a subpage with GPS service. After activating the location permission, tap a button that locates the smartphone and displays the location on Google Maps. |
| 3 | Navigate to a subpage that provides contact options. Tap on "Write e-mail". |
| 4 | Swipe through a carousel slider to find a named tile, tap it, and open a subpage. On the bottom of the page, he should tap on a button that opens a PDF via an external link. |
| 5 | Swipe through a carousel slider to tap a tile that names another app. On the bottom of the opened subpage, tap on a button that opens the app in the app store in use. |
| 6 | Swipe through a carousel slider to find another named tile and tap it. On the bottom of the opened subpage, the user should tap the "Call Directly" button, which opens the phone app. |

Tab. 1: PWA prototype user tasks

After completing the tasks, the participants answered a questionnaire. We decided to create an own questionnaire since the existing questionnaires for evaluating user experience do not completely fulfil the requirements of the current case (e.g., questions regarding the test scenarios and navigation are not existent). However, some existing items, such as stimulation and efficiency, are applied for the questionnaire at hand. The measurement is conducted by applying a 5-point Likert scale. Possible answers are: 'I agree', 'I rather agree', 'neither', 'I rather disagree' and 'I disagree'. We further integrated two optional free text fields, in which the respondents may report problems during the test and other comments.

We conducted the survey online by using LamaPoll. All tasks and questionnaires were pre-tested by two test persons. We collected the study data from two independent respondent groups: Respondent group 1 is not familiar with the original prototype. Respondent group 2 knows the native counterpart of the PWA prototype. We invited employees of the health insurance company by sending an e-mail containing a link to the survey. In addition, we invited potential users outside the company in order to obtain a wider range of participants. All questions for both respondent groups are provided in Tab. 2. The demographics of both respondent groups are summarized in Tab. 3.

| Questionnaire for users, unfamiliar with the native app (respondent group 1) | Questionnaire for users, familiar with the native app (respondent group 2) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. I was able to solve the tasks of the test scenarios without any problems. | 1. I did not realize that the app was actually a web page. |
| 2. I was able to navigate through the app without errors. | 2. The PWA is visually almost indistinguishable from the native app. |
| 3. I never got stuck in the app at any time. | 3. The PWA behaved as expected. |
| 4. The response time of the app was satisfactory. | 4. The response time of the app was satisfying. |
| 5. The animations (swiping the tiles, waiting in the time circle) of the app ran smoothly. | 5. I was able to solve my tasks as well as in the native app. |
| 6. While using the app, no unexpected behaviour occurred (display errors, app crash). | 6. While using the app, no unexpected behaviour occurred (errors in display, crash of the app). |
| 7. The app is user friendly. | 7. The functionality of the PWA is almost the same as in the native app. |
| 8. I did not notice that the app is actually a web page. | 8. I am satisfied with the current functionality of the PWA. |
| 9. It was fun to use the app. | 9. I would not prefer the native app over the PWA app with the same functionality. |
| 10. In summary, I was satisfied with the experience of using the app. | 10. In summary, I was satisfied with the experience of using the app. |

Tab. 2: PWA usability questionnaire

| | Respondent group 1 (unfamiliar users) | | | | | Respondent group 2 (familiar users) | | | | | | |
|-------------------|------------------------------------------|--------------|---------------|--------|------|----------------------------------------|--------|--------------|---------------|--------|------|-----|
| | m | f | | | | | m | f | | | | |
| Gender: | 41 | 12 | | | | | 8 | 2 | | | | |
| Age: | <18 | 18-26 | 27-36 | 47-56 | >=57 | n/a | <18 | 18-26 | 27-36 | 47-56 | >=57 | n/a |
| | 16 | 6 | 8 | 17 | 5 | 1 | 0 | 0 | 3 | 4 | 3 | 0 |
| Platform: | iOS | Android | Other | | | | iOS | Android | Other | | | |
| | 16 | 35 | 2 | | | | 6 | 4 | 0 | | | |
| Browser: | Chrome | Firefox | Safari | Other | | | Chrome | Firefox | Safari | Other | | |
| | 26 | 6 | 16 | 4 | | | 2 | 1 | 6 | 1 | | |
| App usage: | often | rather often | rather seldom | seldom | | | often | rather often | rather seldom | seldom | | |
| | 21 | 18 | 8 | 6 | n=53 | | 6 | 1 | 2 | 1 | n=10 | |

Tab. 3: Respondent demographics

4 Results

4.1 PWA prototype

Structure, Functions and UI

After setting up the site structure, the functions of the app are examined in more detail. Due to confidentiality reasons, we cannot provide screenshots. Instead, the page structure of the original health insurance app is depicted in Fig. 3. The app provides functions that we classify into three function groups. The first group contains information and services based on internet links. These sites redirect a user to external pages via buttons, such as apps and homepages of partner companies or PDF files containing health insurance advice.

In addition, the phone's keypad can be started and the e-mail app can be opened. These services are easy to implement in a PWA.

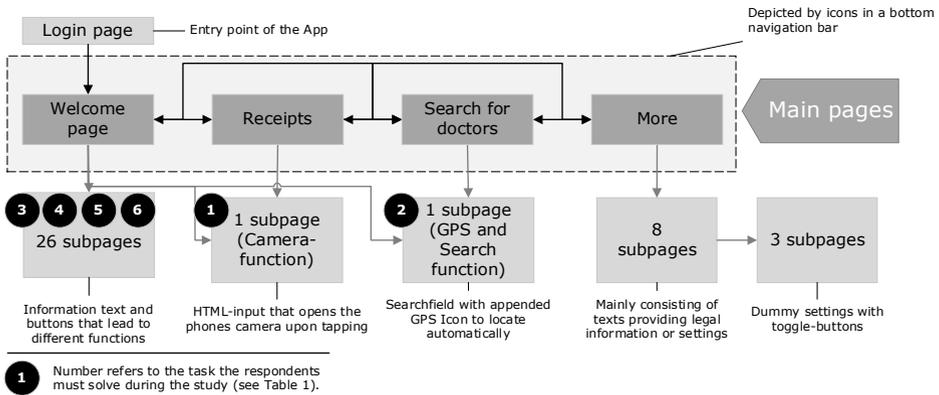


Fig. 3: Page structure of the original health insurance app

The second group includes services based on foreign programming interfaces. The app receives data via server requests and prepares them or sends data to a server, e.g., a service for waiting time information. We exclude this type of functions, as the integration of an API would most probably have no usability effect. The third group comprises services that access device features. The native app offers the possibility to take pictures of documents via the smartphone's camera and to access the current location via GPS when searching for a doctor. These functions are mandatory, as they are among the services that provide the greatest customer value. Subsequently, we analyze the usability of the app. The app uses an independent design and does not appear in the native design of the respective platform. Accordingly, the apps on iOS and Android hardly differ. In addition to a navigation bar at the bottom of the page, the app uses UI elements typical for mobile devices, such as large buttons and tiles. The navigation on the pages works via swipe gestures. Two subpages use a simple animation that can be recreated with CSS.

Technology selection

The company applies the JavaScript framework *Vue.js* for the front-end development of Web Apps. At the time of development, *Vue.js* is in version 2.6.10. The *command line interface (CLI)* requires *Node.js* and enables rapid prototyping through pre-built configurations and the independent installation of desired tools. Projects created with the CLI use the JavaScript Module Bundler *Webpack*, which can be extended with plugins. One of the core plugins offered by the CLI is the *cli-plugin-pwa*. The plugin is based on *Workbox*, a set of libraries that aims at making a PWA easy to create. *Vue.js* components have their own HTML, CSS and JavaScript sections. By combining HTML template, JavaScript logic and styling in one file, the component becomes more coherent and maintainable. *Vue.js* organizes an app into a tree of nested components the component in

the tree structure that represents the page itself is called view. For navigation between the different views, we use the *Vue router*.

Furthermore, we apply *Vuetify* version 2.1.0 as the basis for developing the individual UI elements. *Vuetify* is a UI library for *Vue.js* and builds up on Google's material design, which makes the UI elements conform to the Android UI design guidelines. On the start page, the app contains links to subpages on different topics, grouped by tiles. The tiles for a theme are lined up side by side and can be moved using swipe gestures. This so-called Carousel Slider is not included in the *Vuetify* component library. In order to implement it, we apply the *Hooper* component. *Hooper* is optimized for *Vue.js* and provides a customizable Carousel Slider for mobile use, which enables the replication of the existing health app. We utilize IntelliJ IDEA Ultimate as development environment, which supports *Vue.js* with code completion for *Vue*-specific elements. Finally, we need to provide the prototype for the survey participants. Therefore, we apply *Google Firebase*, which enables the hosting of web apps and can be integrated into the project via the package manager of *Node.js*.

Camera access can be realized in two ways. The camera is started without leaving the PWA by applying the WebRTC API. However, this approach is unsuitable, due to a bug in iOS version 13.3. Although the bug is fixed in iOS 13.4, it is not expected that all respondents have that iOS version. Therefore, we apply the second variant and use the device's own camera app to create the photos.

The base-project was created within minutes by the CLI and offered a fully usable PWA. Afterwards, the page structure was built using *Vue router* followed by the UI. The final PWA consists of 44 pages which were realized through only 20 view-files, thanks to the component-based approach of *Vue.js*. Ultimately, the functions needed to be implemented. The app offers links to partner apps that can be downloaded through the according app marketplace. To differentiate between an Android phone and iOS device, the User Agent's header is checked. For access to the user's current location during the doctor search, the browser's *Geolocation API* is used. The camera access revealed to be the hardest function to implement, mostly due to the aforementioned bug. The camera function was implemented by using a *html-input-tag* that only accepts images. Upon tapping on it the input field would open the devices camera and display the result afterwards inside the PWA. This functionality differed the most from the native app. Without the bug and with more experience in web-development the gap between the apps in this function could have been mitigated. Apart from that, the development process revealed to be easily executed.

4.2 PWA usability

After the completion of all tasks (cp. Tab. 1), a respondent receives depending on its group (familiar or non-familiar users) a questionnaire (cp. Tab. 2) and is asked to answer the ten questions. In respondent group one, we received 50 completed questionnaires (three are

incomplete due to app installation problems). The comparative survey among familiar users had 21 visitors, out of which 16 took part in the survey and 10 completed it.

The results of the survey with users, who do not know the original app are summarized in Tab. 4. None of the items receives less than 72% positive ratings (I agree / I rather agree), which indicates a predominantly satisfaction. The first statement "I was able to solve the tasks of the test scenarios without any problems" represents the success of the participants in completing the tasks. The feedback on this statement is decisive for the validity of the further usability evaluations. 40 participants had no problems with the tasks and three respondents answered the statement with "I rather agree". Solely the rating of the reaction time (item 4), which is rated as completely satisfactory by 44 participants, receives a higher satisfaction. The statement "It was fun using the app" receives the lowest agreement ratings. 18 of 50 chose "I agree" and "I rather agree". One user explains his rating as follows: "The topic of the app is just boring, therefore not the full rating at 'Fun'".

| No | Question | I agree | I rather agree | neither | I rather disagree | I disagree |
|----|---------------------------------------------------------------------------|---------|----------------|---------|-------------------|------------|
| 1 | I was able to solve the tasks of the test scenarios without any problems. | 40 | 3 | 1 | 3 | 3 |
| 2 | I was able to navigate through the app without errors. | 28 | 12 | 1 | 2 | 7 |
| 3 | I never got stuck in the app at any time. | 25 | 12 | 0 | 4 | 9 |
| 4 | The response time of the app was satisfactory. | 44 | 4 | 2 | 0 | 0 |
| 5 | The animations (...) of the app ran smoothly. | 37 | 9 | 1 | 2 | 1 |
| 6 | While using the app, no unexpected behaviour (...) occurred. | 37 | 5 | 0 | 2 | 6 |
| 7 | The app is user friendly. | 22 | 19 | 3 | 6 | 0 |
| 8 | I did not notice that the app is actually a web page. | 31 | 8 | 4 | 3 | 4 |
| 9 | It was fun to use the app. | 18 | 18 | 10 | 3 | 1 |
| 10 | In summary, I was satisfied with the experience of using the app. | 26 | 15 | 5 | 3 | 1 |

Tab. 4: Descriptive survey results (unfamiliar users)

The statement "I never got stuck in the app at any time" gets the most disagreement ratings with 9 for "I don't agree" and 4 for "I rather disagree". The statement "I was able to navigate through the app without any errors" receives a similar rating. One participant writes: "Backward navigation was sometimes difficult. The lower [navigation] bar disappears on the individual subpages. It would be practical if this bar would not only appear on the start page, but also on all other pages". Furthermore, the statement "The app is user-friendly" receives 22 agreements. Notably, this is the only statement where none of the respondents voted "I disagree". Together with the 19 for "I tend to agree", the item achieves an overall rate of 82% in positive feedback, which expresses a high level of user satisfaction with the PWA's usability. In total, 82% of the participant agree or rather agree to the final satisfactory statement (10). In addition to the quantitative analyses, we deeply analyze the most frequent statements made in the free text fields. After removing statements regarding UI design decisions, which we cannot influence due to the reproduction of an existing app, we receive 24 responses to noticed problems.

13 participants (5 Android users and 8 iOS users) complain about missing navigation arrows. In some cases, the subpages of the app do not have buttons that link to the parent page. Navigation back to the main pages is only possible on Android using the back button of the operating system, on iOS it is possible to navigate back to the main pages using a swipe gesture in Safari. One Android user writes: "Navigation is only possible via the back button on the smartphone; there should be a link to the start page on the individual pages of the app". An iOS user writes: "I didn't immediately know how to get back to the start page or previous page from a subpage. I would still provide a navigation in the sense of a back button on the pages. Older users (like me) are not used to navigating by gesture/swiping only". Three participants even mention that after navigating to the subpages, it was necessary to restart the app on their iOS device.

The second most common problem mentioned by seven participants is the unintentionally navigation to the login page. One participant wrote: "Swiping down on the start page leads (surprisingly) back to the password entry". Two other participants wrote that they accidentally come to the login page by navigating back. The reason for this behavior is the non-existent client-side storage of the successful login. This state is a problem that appears due to the prototype environment. Four participants stated that they were unable to perform the last step of the first task, in which taken photo should be deleted. However, an unexpected behavior occurred during the deletion attempt. One participant writes: "Image cannot be deleted and instead the slide log for uploading an image is displayed again". So far, we cannot explain the reasons for this behavior.

| No | Question | I agree | I rather agree | neither | I rather disagree | I disagree |
|----|---------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------|---------|-------------------|------------|
| 1 | I did not realize that the app was actually a web page. | 4 | 4 | 0 | 0 | 2 |
| 2 | The PWA is visually almost indistinguishable from the native app. | 6 | 2 | 1 | 0 | 1 |
| 3 | The PWA behaved as expected. | 4 | 3 | 0 | 2 | 1 |
| 4 | The response time of the app was satisfying. | 4 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | I was able to solve my tasks as well as in the native app. | 4 | 2 | 0 | 3 | 1 |
| 6 | While using the app, no unexpected behavior occurred. | 5 | 0 | 0 | 2 | 3 |
| 7 | The functionality of the PWA is almost the same as in the native app. | 1 | 7 | 0 | 2 | 0 |
| 8 | I am satisfied with the current functionality of the PWA. | 2 | 5 | 0 | 3 | 0 |
| 9 | I would not prefer the native app over the PWA app with the same functionality. | 3 | 0 | 3 | 0 | 4 |
| 10 | In summary, I was satisfied with the experience of using the app. | 3 | 5 | 0 | 2 | 0 |

Tab. 5. Descriptive survey results (familiar users)

In addition to insights into PWA usability within unfamiliar users, we also evaluated the prototype with users, who are familiar with the original native app (respondent group 2). Tab. 5 provides the descriptive evaluation results of the Likert-Items. Eight respondents agree or rather agree to the statement "I didn't notice that the app is actually a web page". Additionally, eight participants could not distinguish between the PWA optically from the native app (statement 2). The evaluation of the reaction time of the PWA turned out to be exclusively positive. Regarding the solving of tasks and its comparison to the native app, we receive inconsistent results. Six Participants agree or rather agree to statement 5, while four respondents rather disagree or disagree to it. One respondent wrote: "To submit a document, you have to make too many clicks to create a photo. In the [original] app you can open the camera directly with one click". The reason is the decision to realize the camera function via an input field. Opening the device's camera app provides additional steps. The statement "No unexpected behavior occurred while using the app" receives the most negative tendency. Again, one participant reports that he/she returns to the login page when the page refreshes. Another user could not access the site despite several attempts to adjust the settings.

The comparative survey as well as the survey with unfamiliar users reveal navigation concerns. 3 of the 10 participants wrote that they were not able to get back to the main menu from subpages. All three participants are iPhone users, which underlines the assumption that this problem occurs particularly on iOS devices. Despite the differences in the evaluation of the individual statements, 80% of the app familiar users give a positive tendency regarding their summarized satisfaction with the usage experience of the PWA.

4.3 PWA design guidelines

Both, the development process and the evaluation do not clearly answer the question whether PWAs are a suitable alternative to native apps. The survey results indicate that the users are satisfied with the usability of the PWA. In Addition, the prototype development phase also indicates that a PWA outperforms the necessary development time. However, after analyzing the evaluation results and the development process, we also identified some shortcomings of this approach, which lead to four design guidelines for further PWA development projects.

In the beginning of the PWA development phase, we first checked whether all functions of the native app (e.g. camera integration, GPS, carousel slider) are available for the PWA clone. This leads to the first guideline: *Consider basic feature support*. Before deciding to develop a PWA, the question of which functions the app should offer, must be clarified. Starting with the definition of the required functions, it must be checked whether they can be implemented with web technologies at the time of development. We recommend using the feature list on <https://whatwebcando.today>. If the required functions can be implemented with web technologies, the next question is about the supporting platforms. Android and iOS support features to varying degrees. As for our prototype the camera and GPS interfaces are required, we checked, whether these functions are available for both

iOS and Android platform. Thus, *considering platform support of the features* is the second design guideline.

When all required features can be implemented with web technologies and are supported by both platforms, the last thing to check is the guaranteed feature support of the operating systems version. Older versions do not support newly implemented features, so they may not be available to all users. In our case, we struggled with the camera API, which was not available for a desired iOS version. For this reason, it must be determined which operating system is the minimum requirement for the end user, which leads to the third guideline: *Consider the version of feature support*. Three iOS users that participate in the study reported that they were not able to get back to the main menu from subpages. We believe that this occurs due to the habit of iOS users to have a backward navigation icon instead of the back button as Android users have. Alternatively, developers may implement a navigation bar, which is always visible. This avoids the risk of dead ends in the PWA. This leads to the final guideline: *Use explicit navigation elements*.

5 Conclusion and outlook

The paper at hand presents the results of a comparative study to evaluate the applicability of PWA. We developed a PWA prototype that represents a clone of an already existing native app in terms of "look & feel" and access to device features. Afterwards, we evaluated the app. In total, 60 people attended in the survey and completed it. Regarding the research question of this article, the results of the development phase and the prototype evaluation indicate that PWAs are not in any environment an alternative to native apps. If for example the desired native app function is not available for PWAs, the developer is forced to individually code for all necessary platforms. In order to give orientation for relevant factors that must be considered in advance, we proposed four design guidelines to support the decision making process.

The research contribution of this paper is twofold. First, we shed light on the usability of a real PWA prototype and disclose PWA development procedures. Second, the derived design principles foster fruitful discussions in the community and invite PWA experts to suggest extensions. Practitioners receive an argumentative basis for cross platform development and may reduce costs through the prevention of redundant development.

The expressive power of the results is limited. The sample size of 60 survey participants is quite small and has a gender bias. We did not completely apply a standard questionnaire for usability, since we would like to gain insights into the perception of task completion. However, repeating this study with an additional usability questionnaire could provide additional insights into the usability of PWA. For future research, we suggest investigating whether the support of PWAs on iOS expands so that iOS users are not discriminated. It is also meaningful to conduct additional usability studies with a more representative set of participants. Furthermore, the industry demands an investigation of economic advantages of PWA development projects compared to native developments.

Literaturverzeichnis

- [AL18] Ahmad, A. et al.: An Empirical Study of Investigating Mobile Applications Development Challenges. In *IEEE Access*, 2018, 6; S. 17711–17728.
- [BG18] Biørn-Hansen, A.; Ghinea, G.: Bridging the Gap: Investigating Device-Feature Exposure in Cross-Platform Development. In (Bui, T. Hrsg.): *Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences*. Hawaii International Conference on System Sciences, 2018.
- [BG19] Biørn-Hansen, A. et al.: An Empirical Study of Cross-Platform Mobile Development in Industry. In *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2019, 2019; S. 1–12.
- [BMG17] Biørn-Hansen, A.; Majchrzak, T. A.; Grønli, T.-M.: Progressive Web Apps: The Possible Web-native Unifier for Mobile Development: *Proceedings of the 13th International Conference on Web Information Systems and Technologies*. SCITEPRESS - Science and Technology Publications, 2017; S. 344–351.
- [GH13] Gregor, S.; Hevner, A. R.: Positioning and Presenting Design Science Research for Maximum Impact. In *MIS Quarterly*, 2013, 37; S. 337–355.
- [HC10] Hevner, A.; Chatterjee, S.: *Design Research in Information Systems. Theory and Practice*. Springer Science+Business Media LLC, Boston, MA, 2010.
- [HHM12] Heitkötter, H.; Hanschke, S.; Majchrzak, T. A.: Comparing Cross-platform Development Approaches for Mobile Applications: *Proceedings of the 8th International Conference on Web Information Systems and Technologies*, 2012; S. 299–311.
- [HHM13] Heitkötter, H.; Hanschke, S.; Majchrzak, T. A.: Evaluating Cross-Platform Development Approaches for Mobile Applications. In (Cordeiro, J.; Krempels, K.-H. Hrsg.): *Web Information Systems and Technologies. 8th International Conference, WEBIST 2012, Porto, Portugal, April 18-21, 2012, Revised Selected Papers*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin/Heidelberg, 2013; S. 120–138.
- [HKM15] Heitkötter, H.; Kuchen, H.; Majchrzak, T. A.: Extending a model-driven cross-platform development approach for business apps. In *Science of Computer Programming*, 2015, 97; S. 31–36.
- [HM12] Heitkötter, H. et al.: *Business Apps: Grundlagen und Status quo*. Förderkreis der Angewandten Informatik an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster e.V., Münster, 2012.
- [JMK13] Joorabchi, M. E.; Mesbah, A.; Kruchten, P.: Real Challenges in Mobile App Development: 2013 ACM / IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement. *IEEE*, 2013; S. 15–24.
- [MBG18] Majchrzak, T. A.; Biørn-Hansen, A.; Grønli, T.-M.: Progressive Web Apps: the Definite Approach to Cross-Platform Development? In (Bui, T. Hrsg.): *Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences*. Hawaii International Conference on System Sciences, 2018.
- [Ni10] Nielsen, J.: *Usability engineering*. Kaufmann, Amsterdam, 2010.

- [RB15] Russell, A.; Berriman, F.: Progressive Web Apps: Escaping Tabs Without Losing Our Soul – Infrequently Noted. <https://infrequently.org/2015/06/progressive-apps-escaping-tabs-without-losing-our-soul/>, 05.01.2020.
- [RL20] Richard, S.; LePage, P.: What are Progressive Web Apps? <https://web.dev/what-are-pwas/>, 24.4.2020.
- [RM19] Rieger, C.; Majchrzak, T. A.: Towards the definitive evaluation framework for cross-platform app development approaches. In *Journal of Systems and Software*, 2019, 153; S. 175–199.
- [VKP04] Vaishnavi, V.; Kuechler, W.; Petter, S.: Design Science Research in Information Systems. <http://desrist.org/desrist/content/design-science-research-in-information-systems.pdf>, 18.05.2020.
- [XX13] Xanthopoulos, S.; Xinogalos, S.: A comparative analysis of cross-platform development approaches for mobile applications. In (Diamantaras, K. et al. Hrsg.): *Proceedings of the 6th Balkan Conference in Informatics on - BCI '13*. ACM Press, New York, New York, USA, 2013; S. 213.

Lebensmittelverluste in der Wertschöpfungskette im Kontext der Digitalen Transformation

Eine explorative Studie zur Anwendung ausgewählter digitaler Technologien zur Verringerung von Lebensmittelverlusten innerhalb der Wertschöpfungskette

Jana Dreyer ¹, Birgit Zimmermann²

Abstract: Nachhaltigkeits-Aspekte der Ernährung, darunter auch Lebensmittelverluste, stellen einen starken Treiber für die digitale Transformation in der Land- und Ernährungswirtschaft sowie bei Verbraucher*innen dar. Die Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen fordert eine deutliche Verringerung der Lebensmittelverluste bis zum Jahr 2030. Digitale Apps, Anwendungen, Technologien und Systeme können dies unterstützen. Der Beitrag zeigt eine Auswahl digitaler Technologien zur Verringerung der Lebensmittelverluste in den Bereichen der Wertschöpfungskette. Zu diesem Zweck wurde eine explorative Online-Recherche durchgeführt. Die Autorinnen identifizierten für die Bereiche Landwirtschaft, Lebensmittelverarbeitung, Handel und Konsum verschiedene Anwendungen, die zur Verringerung der Lebensmittelverluste beitragen können.

Keywords: Digitale Transformation, Digitalisierung, Technologie, Landwirtschaft, Ernährungswirtschaft, Wertschöpfungskette, Lebensmittelverluste

1 Einleitung

Die digitale Transformation hält in allen Bereichen des Lebens Einzug. Auch in denen, die die tägliche Ernährung umfassen. Dazu zählen Akteure der Land- und Ernährungswirtschaft sowie die Verbraucher*innen. Zudem ist Ernährung heutzutage untrennbar mit einer nachhaltigen Entwicklung und Klimaschutz verknüpft. Der Verbrauch von Ressourcen, Klima-Emissionen (z. B. CO₂) und ethische Fragen stehen dabei im Fokus. In diesem Kontext sind Lebensmittelverluste ein zentrales Element für mögliche Veränderungen. Die im vergangenen Jahr angebrochene letzte Dekade der Agenda 2030 für eine nachhaltigere Welt ist dabei ein starker Treiber [Ro17]. Im Jahr 2015 verabschiedete die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) mit der Agenda 2030 einen Strategieplan für eine nachhaltige Entwicklung unserer Gesellschaft [Tr2015]. Darin beschrieben sind die 17 Nachhaltigkeitsziele, die sogenannten Sustainable Development Goals (SDG's), die alle notwendigen Akteure und Ebenen für eine „Nachhaltige Entwicklung“ beinhalten. Mit

¹ Hilgardstr. 22, 67346 Speyer, dreyer.jana@gmx.net,  <https://orcid.org/0000-0001-6047-0125>

² Wilhelm Büchner Hochschule, Fachbereich Energie- Umwelt- und Verfahrenstechnik, Hilperstr. 31, 64295 Darmstadt, birgit.zimmermann@wb-fernstudium.de

dem SDG 12 für nachhaltigen Konsum und ebensolche Produktion wird unter anderem die Lebensmittelverschwendung in den Fokus gestellt. Die FAO fordert mit der Agenda 2030, konkret mit dem SDG 12, die Lebensmittelverschwendung bis zum Jahr 2030 deutlich zu verringern [Tr15]. In einem Beschluss des Bundeskabinetts im Jahr 2019 wird die Halbierung der Lebensmittelabfälle bis zum Jahr 2030 in Deutschland angestrebt [Na19]. Für die Erreichung dieses Zieles sind alle Bereiche der Wertschöpfungskette für Lebensmittel relevant: Landwirtschaft, Lebensmittelverarbeitung, Handel und Konsum. Dies bringt viele Herausforderungen mit sich, denen die digitale Transformation auch in diesem Zusammenhang mit großer Dynamik begegnet. Bislang liegt der Fokus von wissenschaftlichen Untersuchungen und dem öffentlichen/politischen Diskurs eher auf analogen Projekten [Na19].

Der vorliegende Beitrag geht der Frage nach, welche Innovationen und Technologien zur Verringerung der Lebensmittelverluste in den Bereichen der Wertschöpfungskette eingesetzt werden. Ziel ist es für die einzelnen Bereiche Ansätze zu identifizieren und eine Auswahl davon zu beschreiben. Diese Arbeit soll einen ersten Einblick in das vielfältige Feld der digitalen Transformation im Kontext der Verringerung der Lebensmittelverluste entlang der Wertschöpfungskette geben. Außerdem soll die Studie zu weiterführender Forschung wie zum Beispiels der wissenschaftlichen Evaluation einzelner Technologien und Anwendungen Untersuchungen anregen.

2 Hintergrund

2.1 Begriffliche Klärung

Die Wertschöpfungskette für Lebensmittel umfasst je nach Studie verschieden benannte Bereiche, die von der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion über die Verarbeitung hin zu Handel, Außer-Haus-Verzehr und Privathaushalten reichen [Sc19]. Die Autorinnen dieses Beitrages unterscheiden in vier Bereiche wobei Konsum hier den Schwerpunkt Lebensmittelverzehr trägt und sowohl den Außer-Haus-Verzehr als auch die Privathaushalte umfasst, da hier jeweils Lebensmittel gelagert, verarbeitet und verzehrt werden (Abb. 1).



Abb. 1: Bereiche der Wertschöpfungskette

Die am häufigsten auftretenden Begrifflichkeiten zur Beschreibung von Nahrungsmittelverlusten entlang der Wertschöpfungskette, Lebensmittelverluste (engl. food losses) und Lebensmittelabfall (engl. food waste), werden im folgenden Abschnitt der Vollständigkeit halber definiert. Lebensmittelverluste (engl. food losses) entstehen in den Bereichen der Agrarproduktion von zum Verzehr bestimmter Lebensmittel, bis hin zur Vermarktung im Großhandel. Eingeschlossen sind hierbei: Ernteverluste, Verarbeitungsverluste und Verluste durch unsachgemäße Lagerung [NW12]. Lebensmittelabfall (engl. food waste) wird dem Einzelhandel, der Gastronomie und dem Verbraucherverhalten zugeordnet. Laut Definition entstehen Lebensmittelabfälle am Ende der Wertschöpfungskette [Gu11].

In diesem Beitrag werden Begriffe, die Nahrungsmittelverluste in jeglicher Weise beschreiben, weitestgehend synonym verwendet.

2.2 Zahlen zu Lebensmittelverlusten

Die Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen geht davon aus, dass weltweit ein Drittel der zum Verzehr bestimmten Lebensmittel verworfen werden. Das ergibt eine Gesamtmenge von 1,3 Milliarden Tonnen Lebensmittelverluste entlang der Wertschöpfungskette pro Jahr [Gu11]. In Deutschland entstehen entlang der Wertschöpfungskette im Gesamten betrachtet zwischen 11 und 18 Millionen Tonnen Nahrungsmittelverluste pro Jahr, von denen je nach Studie bis zu 10 Millionen Tonnen als vermeidbar eingestuft werden [NC15; Kr12]. Der Rest sind unvermeidbare Lebensmittelabfälle, die durch Atmungs-, Kühl-, Koch-, Säuberungs- und Schnittverluste entstehen [NC15].

2.3 Umweltauswirkungen von Lebensmittelverlusten

Die großen Mengen an Lebensmittelverlusten sind ethisch nicht nur aufgrund verschwenderischer Aspekte als negativ zu bewerten. Sie ziehen auch Auswirkungen auf die Umwelt nach sich [Lu14]. Laut Umweltbundesamt (2015) zählen Nahrungsmittelverluste zu den besonders negativen Einflüssen auf die Umwelt. Zudem werden Ressourcen (z. B. Wasser, Energie) verschwendet [MF15].

Die Klimawirkung von vermeidbaren Lebensmittelabfällen besteht in deren, durch landwirtschaftliche Produktion und Konsum, verursachten Klimafußabdruck [NC15]. Als Beispiel können die Treibhausgasemissionen aufgeführt werden, die entlang der Wertschöpfungskette entstehen [Lu14]. Auf 10 Millionen Tonnen Lebensmittelverluste kommen laut Studien 22 Millionen Tonnen Treibhausgase. Ein weiteres Beispiel ist die Verschwendung natürlicher Ressourcen, welche mit der Menge an vermeidbaren Lebensmittelverlusten einhergeht [NC15]. Lebensmittelverlusten kann eine Mitverantwortlichkeit am Klimawandel zugeschrieben werden [Wa18].

2.4 Gründe für Lebensmittelverluste

Die Gründe für Lebensmittelverluste sind vielfältig und unterscheiden sich je nach Bereich der Wertschöpfungskette (siehe Tab. 1).

| Bereich | Gründe |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Landwirtschaft | <ul style="list-style-type: none"> • Mechanische Zerstörung bei der Ernte • Verschüttung bei der Ernte • Aussortierung aufgrund Schäden oder Makeln (Größe, Farbe, Form) • Nicht Erfüllen von Handelsstandards • Schädlings- oder Krankheitsbefall vor und nach Ernte • Lager- und Transportverluste |
| Lebensmittelverarbeitung | <ul style="list-style-type: none"> • Aussortieren bei Nichteignung für technologische Prozesse (z.B. Größe) • Wasch-, Schnitt- und Kochverluste • Störungen im Produktionsprozess und Betriebsablauf (Verderb, Verunreinigungen) |
| Handel | <ul style="list-style-type: none"> • Marketingentscheidungen (stark vergünstigte Angebote, 2für1 Aktionen) • Konsument*innen-Erwartungen (Frische, Qualität, Verfügbarkeit) • Störungen in der Kühlkette • Ablaufendes Mindesthaltbarkeitsdatum (MHD) |
| Konsum | <ul style="list-style-type: none"> • Mangelnde Einkaufsplanung • Falsche Lagerung • Zubereitungstechniken (z.B. Schälen) • Fehlinterpretation des MHD • Keine Wiederverwendung von Essenresten • Zu große Portionen |

Tab. 1: Ausgewählte Gründe für Lebensmittelverluste in den Bereichen der Wertschöpfungskette (in Anlehnung an [NC15])

2.5 Digitale Transformation in der Wertschöpfungskette für Lebensmittel

Nachhaltigkeits-Aspekte, insbesondere Lebensmittelverluste, sind ein entscheidender Treiber der digitalen Transformation in der Wertschöpfungskette für Lebensmittel. Anwendungen und digitale Technologien zur Verringerung der Lebensmittelverluste greifen dabei u.a. in folgenden Bereichen: Messen, Monitoren, Analysieren, Planen, Steuern, Rückverfolgen, Kontrollieren (Qualität), Individualisieren, Beraten, Informieren und Kommunizieren [Ro17].

3 Methoden

Im vorliegenden Beitrag wurde eine explorative Online-Recherche durchgeführt. Vorab wurden Schlagworte und Suchbegriffe (deutsche und englische) definiert, um die Recherche zu strukturieren und einzugrenzen (siehe Tab. 2). Die Auswahl der Suchbegriffe erfolgte im Hinblick auf die Fragestellung dieser Arbeit im Rahmen eines Brainstormings anhand der einbezogenen Literatur sowie der Fragestellung aus dem Kontext der digitalen Transformation und der Verringerung von Lebensmittelverlusten. Hierbei wurden auch Analogien einbezogen. Die Suche erfolgte zur besseren Eingrenzung der Suchergebnisse in diesem breiten Themenfeld innerhalb unten stehender Online-Datenbanken:

- Google, Google Scholar (<https://www.google.de>, <https://scholar.google.de>)
- PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>)
- Springer Link (<https://link.springer.com>)

Schlagworte & Suchbegriffe

| deutsch | englisch |
|---------------------------|------------------------|
| Wertschöpfungskette | Value chain |
| Lebensmittel | Supply chain |
| Lebensmittelabfall | Food waste |
| Lebensmittelverluste | Food wastage |
| Lebensmittelverschwendung | Food losses |
| Digitalisierung | Digitalisation |
| Digitale Transformation | Digital transformation |
| Technologie | Technology |
| App | App |
| Anwendung | Application |
| Programm | Program |

Tab. 2: Schlagworte und Suchbegriffe zur Eingrenzung der Online-Recherche

Ausgewertet wurden Fachpublikationen und Internetseiten. Die Auswahl der Ergebnisse erfolgte anhand der Fragestellung. Zudem sollten für jeden Bereich der Wertschöpfungskette (siehe Abb.1) beispielhafte Projekte, Anwendungen und Technologien dargestellt werden. Die Darstellung der Ergebnisse hat daher keinen Anspruch auf Vollständigkeit und soll einen Einblick in die Thematik bieten. Die Ergebnisse werden zudem in einer Übersichtstabelle (Tab.3) dargestellt, in der u.a. eine Zuordnung zu den in Kapitel 2.5 beschriebenen Ansatzpunkten der digitalen Technologien erfolgt.

4 Ergebnisse

Der folgende Teil umfasst die Ergebnisse der Online-Recherche. Es handelt sich um eine beispielhafte Darstellung ausgewählter digitaler Technologien, Apps, Anwendungen und Systeme bzw. Projekten zur Verringerung von Lebensmittelverlusten in den Bereichen der Wertschöpfungskette: Landwirtschaft, Lebensmittelverarbeitung, Handel und Konsum. Die folgende Tabelle (Tab.3) fasst die Ergebnisse zusammen und stellt damit eine

Übersicht über die verschiedenen Technologien, die entlang der Wertschöpfungskette zum Einsatz kommen dar.

| <i>Bezeichnung</i> | <i>Verwendete Technologien</i> | <i>Ansatzpunkte</i> |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Landwirtschaft | | |
| Xarvio Field Manager | Mix | Messen, Monitoren, Analysieren, Planen |
| FeedUp@UN | App | Planen, Steuern |
| Lebensmittelverarbeitung | | |
| PrO4Bake | Mix | Planen, Individualisieren, Beraten, Informieren |
| Handel | | |
| Studie zur Warenverteilung | Warenwirtschaftssystem | Monitoren, Planen, Steuern, Rückverfolgen |
| FreshIndex (tenso GmbH) | App | Messen, Kontrollieren, Informieren, Kommunizieren |
| Konsum (Außer-Haus-Verzehr) | | |
| Trim Trax (Compass Group Deutschland GmbH) | Software | Messen, Monitoren, Informieren, Kommunizieren |
| RESOURCEMANAGER FOOD | Digitale Waage + Software | Messen, Monitoren, Informieren, Kommunizieren |
| Konsum (Privathaushalte) | | |
| Lebensmitteltausch/-Rettung | Apps + Online-Plattformen | Kommunizieren |
| stocky | App | Analysieren, Planen, Individualisieren, Informieren |
| FoodLabHome | Online Tool | Analysieren, Informieren, Kommunizieren |
| Schnittstelle Landwirtschaft, Verarbeitung, Handel und Konsum | | |
| Too Good To Go | App | Kommunizieren |

Tab. 3 Ergebnis-Übersicht (eigene Darstellung)

4.1 Landwirtschaft

Für den Bereich Landwirtschaft konnte eine Anwendung des Smart Farming/Digital Farming identifiziert werden. Diese verwendet u.a. Algorithmen, Drohnenbilder, Satelliten-Aufnahmen, Sensoren, Prognose-Tools (Wettervorhersagen) und greift auf cloudbasierte Datenbanken zurück. Daneben gibt es auch ein Pilotprojekt für eine Online-Distributions-Plattform.

Ein Beispiel für eine digitale Anwendung ist der „xarvio Field Manager“. Hierbei laufen oben genannte Daten zusammen und liefern zuverlässige Aussagen und Vorhersagen für die Feldproduktion: Durch die Vorhersage von Wetter-Ereignissen können beispielsweise Ernteverluste verringert werden. Übersichts-Aufnahmen von Feldern und Bilderkennungs-Tools können frühzeitig einen Schädlings- oder Krankheitsbefall sowie Trockenheit identifizieren, Landwirt*innen können Gegenmaßnahmen veranlassen und Vorernte-Ausfälle verringern [Di20].

Die Plattform FeedUp@UN (Wirtschaftskommission der EU UNECE und Institut für Informations- und Kommunikationstechnologie der Vereinten Nationen OICT) macht es möglich unverkäufliches Obst und Gemüse (mangelnde Qualität oder nicht gewünschte Größe) für andere Verarbeitungszwecke (z. B. Trocknen) zum Verkauf anzubieten. Die App visualisiert zudem den Beitrag zum Umweltschutz durch die Nutzung [In21, Fe21].

4.2 Lebensmittelverarbeitung

Die Autorinnen identifizierten für den Bereich der Lebensmittelverarbeitung ein Projekt im Bäckereigewerbe: PrO4Bake von EIT Food (European Institute of Innovation & Technology). Unter Anwendung von Computermodellen und KI soll ein Produktions-Planungs-Tool entwickelt werden. Dieses Projekt setzt bei verschiedenen Aspekten der Produktion an: Rohstoffeinsatz, Maschinen-Nutzung, Backprozess-Abläufe und ist damit in den Bereich Prozessoptimierung einzuordnen. Ergänzend wird ein Prognose-Tool entwickelt. Ziel des Prognose-Tools ist es, die Produktpalette entsprechend an die zu erwartende Nachfrage anzupassen. Dabei fließen u.a. Aspekte wie Wetterprognose, bevorstehende Feiertage/Wochenenden und der Filial-Standort ein. Ebenso die Präferenzen von Verbraucher*innen werden berücksichtigt. Mittels einer Befragung wurde untersucht, ob Verbraucher*innen Verständnis dafür haben, wenn in Bäckereien abends ein weniger vielfältiges Angebot zur Verfügung steht.

Ein Kernbereich von PrO4Bake ist eine Computersimulation, die auf Basis von Optimierungsalgorithmen arbeitet. Dabei stehen die Auslastung und Effizienz von Maschinen in der Produktion im Vordergrund. Wird beispielsweise ein Prozessschritt identifiziert, bei dem die Produktion häufig stockt und darauffolgende Arbeiten

beeinträchtigt sind, kann die Anschaffung von einer effizienteren Maschine (z.B. Knet- oder Backofen) ein Lösungsansatz sein. Diese Computeranwendung soll final dazu beitragen optimierte Backpläne zu entwickeln, die aufgrund angepasster Produktionsmengen helfen die Lebensmittelverschwendung zu senken und den CO₂-Ausstoß zu minimieren. Das Projekt umfasst zudem Schulungen sowie Beratungen für kleine und mittlere Bäckereien und deckt damit verschiedene Ansatzpunkte nachhaltiger Lebensmittelproduktion ab: Prozessoptimierung, Prognose, Schulung und Beratung [Op21, De20].

4.3 Handel

Warenwirtschaftssysteme und deren stetige Weiterentwicklung stellen laut Bundesverband des Deutschen Lebensmittelhandels e. V. einen wichtigen Aspekt zur Verringerung der Lebensmittelverluste im Einzelhandel dar [Le16]. Verschiedenste Anwendungen ermöglichen es, dass der Handel der Nachfrage entsprechend beliefert wird oder Waren bedarfsgerecht zwischen Filialen umverteilt werden können [Le20].

In einer Arbeit von Janssen et al. (2017) wird mittels einer Simulationsstudie ein solches Warenverteilungssystem beispielhaft vorgestellt. Dabei wurde die Effizienz der ad-hoc Umverteilung zwischen Filialen einer Lebensmitteleinzelhandelskette untersucht. Mitarbeitende können Übermengen oder fehlende Bestände (Regallücken) direkt in ein Warenwirtschaftssystem einpflegen. Eine Schnittstelle zur Logistik ermöglicht und veranlasst dann die physische Umverteilung von Waren [Ja17].

Der FreshIndex (tenso GmbH) dient zur Echtzeit-Ermittlung der Haltbarkeit von Lebensmitteln und soll das Mindesthaltbarkeitsdatum dynamisch ergänzen. Der Index greift auf Daten der Hersteller sowie Daten zu Lagerbedingungen in der Lieferkette und im Handel zurück. Es handelt sich um eine cloud-gebundene App. Mittels der Informationen bildet der FreshIndex für Endkund*innen ein entsprechendes Datum ab, das tagesaktuelle Hinweise auf die Verzehrbarkeit des Lebensmittels gibt. Hierbei wird zwischen dem DYNAMIC BEST-BEFORE DATE (DHD) und dem DYNAMIC CONSUMPTION LIMIT (DCL) unterschieden. Das DHD signalisiert (in Ergänzung zum aufgedruckten MHD) Frische und hygienische Unbedenklichkeit. Das DCL rät vom Verzehr ab. Der Index lässt sich per App anzeigen (nach Scannen eines Produktes) oder auf digitale Preisschilder projizieren und kann in Online-Lebensmittel-Shops eingesetzt werden [Fi20, Zu20]. Folgende Informationen können abgebildet werden:

- Aktuelle Frische
- Anzahl der verbleibenden Tage bis DHD
- DHD und DCL
- Potenzielle Veränderungen des DHD und DCL bei Anpassungsmaßnahmen (Transportdauer, Kühlschranktemperatur usw.)
- Details zum Produkt, Hersteller, Nachhaltigkeit (Herkunft) und Lebensmittelsicherheit (Hygiene). [Fi20, Zu20]

4.4 Konsum

Für den Bereich Konsum werden die Teilbereiche Außer-Haus-Verpflegung und Konsument*innen (Verpflegung zuhause) unterschieden.

Außer-Haus-Verzehr

In der Außer-Haus-Verpflegung kommen den Recherchen zu Folge verschiedene Tools und Softwareprogramme zum Einsatz. Betriebe der Außer-Haus-Verpflegung setzen das Food-Tracking-System „Trim Trax“ (Compass Group Deutschland GmbH) ein. Es erfasst Lebensmittelabfälle (Volumen) in den Betriebsrestaurants/Kantinen, wertet diese aus und identifiziert Einsparpotentiale. Bei der Erfassung werden unter Berücksichtigung der tagesaktuellen Gäste-Anzahl vier Kategorien unterschieden: Abfälle aus der Produktion, Abfälle aus der Überproduktion, Ware mit abgelaufenem MHD/unverbrauchte Ware und Tellerreste. Eine Computersoftware trianguliert die Messdaten und generiert daraus verschiedene Aussagen und ergänzende Visualisierungen. Diese sollen die Mitarbeiter*innen sensibilisieren und Verhaltensänderungen anstoßen. Beispielsweise werden so zukünftig weniger Schnittabfälle produziert. Zusätzlich führt der Einsatz des Tools zu einer zielgenaueren Produktion mit der Option auf Nachproduktion im Bedarfsfall. Innerhalb der Kategorien konnten Reduktionsraten von bis zu 23% erreicht werden [Zu20, Wi9].

Für das Hotelgewerbe wurde ein Kooperationsprojekt der Universität Stuttgart, dem bayerischen Kompetenzzentrum für Ernährung und der Maritim Hotelgesellschaft GmbH identifiziert: Hardware-Software Lösung mit Datenbankanbindung. Dabei werden mittels der „RESOURCEMANAGER FOOD“-Waage Lebensmittelreste durch das Küchen- und Servicepersonal abgewogen und ergänzende Daten wie die Art des Lebensmittels und Gründe für das Wegwerfen erfasst. Die Waage wertet die Messergebnisse just in time aus und bereitet sie für ein erstes Feedback grafisch auf. Die Waage lässt sich mit verschiedenen Endgeräten (Smartphone, Tablet, PC, Notebook) koppeln. Beispielsweise werden so noch während des Wiegens Informationen zu Kosten und klimarelevanten Emissionen angezeigt. Dazu greift die Software auf Bewertungsparameter und Kosten aus der Datenbank zurück. Neben der Sensibilisierung des eigens geschulten Personals liefert die Waage auch Informationen für bedarfsgerechte Vor- und Zubereitungs-Prozesse in der Küche. Erste Ergebnisse zeigen einen Rückgang der Lebensmittelabfälle um bis zu 80 % [Zu20, Re21]

Privathaushalte

Auf Verbraucher*innen-Ebene identifizierten die Autorinnen Apps mit verschiedenen Ansatzpunkten. Zum einen gibt es eine Vielzahl an Apps und Online-Plattformen auf denen Lebensmittel getauscht oder gerettet werden können (siehe Tab.4).

| App-/Plattform-Name | Funktionen/Inhalte |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Scheune | Tauschen oder Verschenken von Lebensmitteln, die selbst angebaut und geerntet wurden (Gärten, Kleingärten, Balkone). Auch Selbstgemachtes wie Marmeladen darf angeboten werden. Nutzer*innen der App stellen Lebensmittel ein und können per Nachricht kontaktiert werden [Zu20]. |
| Direkt vom Beet | Austausch und Vernetzung von Kleingärtner*innen und Verbraucher*innen. Überschüssiges Obst und Gemüse kann zum Verkauf oder gratis angeboten werden. Auch das Einstellen von Gesuchen ist möglich [Zu20, Di21]. |
| DEINE ERNTE | Gartenbesitzer*innen geben überschüssige Ernte, Saatgut und verarbeitete Produkte (Marmeladen) weiter. Auch ein Verabreden zum Selberpflücken ist möglich [Zu20]. |
| Tauschladen | Zur Verfügung stellen, Tausch und Anfrage von Lebensmitteln zwischen Privatpersonen. Sowohl Reste als auch Lebensmittel des Grundvorrates eines Haushaltes können angeboten oder angefragt werden [Zu20]. |
| UXA | Weitergabe von Lebensmitteln unter optionaler Angabe von Fotos, MHD, Menge und Ort der Abholung [Zu20]. |
| mun draub | Verzeichnis und Kartierung von frei zugänglichen Obstbäumen, -büschen und Kräutern [Zu20, Mu21]. |
| foodsharing | Kostenlose Abgabe von übrig gebliebenen Lebensmitteln an Nutzer*innen [Zu20, Fo21]. |

Tab. 4: Auswahl von Apps und Plattformen zum Tausch und Verteilen von Lebensmitteln auf Konsument*innen-Ebene

Eine weitere App setzt im Bereich Lebensmittelvorräte an. Die „stocky“-App führt Lebensmittelvorräte, Mahlzeitenplanung und Resteverwertung zusammen. Die App stellt für das geplante Wochenmenü eine Einkaufsliste zusammen und schlägt Rezepte vor, die

noch vorhandene Lebensmittel mitberücksichtigen. Ergänzend stellt die Anwendung Informationen über Nachhaltigkeitsaspekte wie etwa Herkunft der Lebensmittel und entstandene CO₂-Emissionen beim Einkaufen und Essen zur Verfügung [Zu20].

FoodLabHome ist eine partizipative pädagogische Intervention (Citizen Science Projekt), bei der das Online-Tool „Food Waste Tracker“ angewendet wird. Es richtet sich an Schüler*innen verschiedener Schulformen. Beteiligt sind die Leuphana Universität Lüneburg und die Technische Universität Berlin sowie Praxispartner*innen. Im Fokus der Intervention steht die Klimarelevanz von Lebensmittelverlusten (verursachter CO₂-Ausstoß). Schüler*innen untersuchen dabei anfallende Lebensmittelverluste im eigenen Haushalt. In das Tool werden einzelne weggeworfene Lebensmittel oder Produktarten und eine Mengenangabe (in Gramm) eingetragen. Es berechnet dann die Gesamt-Abfallmenge und die Menge anfallender CO₂-Äquivalente (in Gramm). Für die CO₂-Äquivalente gibt das Tool alltagsnahe Beispiele: Es zeigt an wie viele Stunden eine LED-Lampe betrieben wird oder wie viele Tassen Tee der berechneten Menge CO₂-Äquivalente entsprechen. Zudem ordnet das Tool die Produkte entsprechend des CO₂-Ausstoßes auf einer Farbskala (gelb, orange, rot) an und verdeutlicht so, bei welchen Lebensmitteln durch das Wegwerfen wenig oder viel CO₂ ausgestoßen wird. Ziel ist es Bewusstsein für anfallende Lebensmittelverluste und deren Klimarelevanz zu schaffen [Zu20, Fo21]

4.5 Schnittstelle Landwirtschaft, Verarbeitung, Handel und Konsum

Die Anwendung “Too Good To Go” ist der weltweit größte app-basierte digitale *business to consumer*-Marktplatz im Bereich Lebensmittelverschwendung bzw. Rettung von Lebensmitteln und richtet sich an alle Bereiche der Wertschöpfungskette. Landwirtschaft, Verarbeitung und Handeln können über die App Lebensmittel vertreiben, die zu viel produziert wurden oder für den regulären Verkauf nicht mehr geeignet sind. Verbraucher*innen können über die App auf die vergünstigten Angebote zurückgreifen [To21, Ze20]. In der App können Verbraucher*innen sogenannte Magic Bags (Inhalt unbekannt) von Anbietern in ihrer Umgebung auswählen und zu einem festgesetzten Zeitpunkt vor Ort abholen. Bezahlvorgänge werden dabei ebenfalls über die App abgewickelt. Die App ist in 13 europäischen Ländern verfügbar und zählt 15 Millionen Downloads [Ze20]

5 Diskussion und Schlussfolgerung

Die Autorinnen konnten für jeden Bereich der Wertschöpfungskette für Lebensmittel digitale Technologien, Apps, Anwendungen oder Systeme bzw. entsprechende Projekte zur Verringerung von Lebensmittelverlusten identifizieren. Dies zeigt, dass sich die Land- und Ernährungswirtschaft sowie Konsument*innen Digitalisierung zu Nutze machen, um zur Verringerung der Lebensmittelverluste beizutragen. Die dargestellten Anwendungen decken die eingangs beschriebenen Ansatzpunkte (siehe 2.5) der digitalen Transformation

in den Bereichen der Wertschöpfungskette ab: Messen, Monitoren, Analysieren, Planen, Steuern, Rückverfolgen, Kontrollieren (Qualität), Individualisieren, Beraten, Informieren und Kommunizieren [Ro17]. Im Bereich Landwirtschaft zielen die identifizierten Anwendungen vor allem auf Messen, Monitoren, Analysieren und Planen ab. In der Lebensmittelverarbeitung stehen Planen und Steuern im Fokus. Wobei im Beispiel PrO4Bake neben Prozessoptimierung wesentliche Aspekte nachhaltiger Lebensmittelproduktion wie Schulung und Beratung von Unternehmen sowie konkrete Prognosen für Nachfragespitzen abgedeckt werden. Der Handel setzt u.a. auf Anwendungen zur Planung, Steuerung und Qualitätskontrolle. Im Bereich Konsum (Außer-Haus-Verzehr, Privathaushalte) setzen die Anwendungen auf Messen, Monitoren, Analysieren, Planen, Individualisieren, Beraten, Informieren und Kommunizieren. Dies zeigt, dass es bereits vielfältige digitale Ansätze zur Verringerung der Lebensmittelverluste entlang der Wertschöpfungskette gibt.

Laut einer Studie der Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V. (VBW) ist die Anwendung von digitalen Technologien erfolgsversprechend und zeitgemäß [Ro17]. Zudem ist die Thematik der Verringerung der Lebensmittelverluste drängend, da die letzte Dekade der Agenda 2030 bereits angebrochen ist und entsprechende Zielformulierungen erreicht werden sollen.

Es gibt deutliche Hemmnisse für den Einsatz digitaler Technologien in der Land- und Ernährungswirtschaft sowie bei Verbraucher*innen. In den meisten Fällen sind Anschaffung und Umsetzung mit Kosten verbunden, die nicht für alle Unternehmen und Anwender*innen leistbar sind. Zudem sind Nutzen und Notwendigkeit von Investitionen nicht immer deutlich erkennbar. Staatliche Programme zur Förderung von Unternehmen und Anwender*innen können im Bedarfsfall finanzielle Hürden abbauen. Außerdem ist es wichtig, die Zielsetzungen der Anwendungen zu definieren, darüber zu informieren und zu sensibilisieren, um Investitionen zu legitimieren.

Darüber hinaus sollte sichergestellt sein, dass neue digitale Infrastrukturen mit bereits vorhanden Strukturen kompatibel sind und nicht zwangsläufig umfangreiche Neuanschaffungen notwendig werden. Das betrifft u.a. Maschinen, Geräte und vorhandene Endgeräte.

Eine zwingende Voraussetzung ist das flächendeckende Vorhandensein leistungsfähiger digitaler Infrastruktur. Technologien, Apps und Anwendungen benötigen Kapazitäten bspw. für die Übertragung von Daten in entsprechender Geschwindigkeit. Dabei spielt unter anderem der Ausbau des Mobilfunknetzes, auch zum Abruf bereits vorhandener Daten (Cloudlösungen), eine wichtige Rolle.

Ferner ist Datenschutz ein nicht außer Acht zu lassender Aspekt. Je nach Art der Anwendung/App werden sensible Nutzer*innendaten verwendet und gespeichert (bspw. Erntedaten, personenbezogene Daten, Standortdaten). Das Sammeln von Daten bietet neben vieler Vorteile (z.B. Verbesserungspotenzial) auch Nachteile: enorme zu verarbeitenden Datenmengen und Datenschutz. [Ro17] Für den zukünftigen Einsatz

sollten adäquate Maßnahmen zum Datenschutz sichergestellt und transparent dargelegt werden.

Die im vorliegenden Beitrag beschriebenen Apps und digitalen Technologien können dabei mitwirken die Lebensmittelverluste in allen Bereichen der Wertschöpfungskette zu verringern und damit die Zielerreichung der Agenda 2030 zu unterstützen. Kritisch anzumerken ist jedoch, dass einige der vorgestellten Anwendungen aktuell im Projektstatus sind und daher nicht am freien Markt eingesetzt werden (z.B. PrO4Bake, FreshIndex). Diese gilt es in zukünftigen Untersuchungen vor allem in Hinblick auf die Evaluation zu berücksichtigen.

Zudem waren manche vorgestellten Plattformen zum Teilen übrig gebliebener Lebensmittel zum Zeitpunkt der Recherche nicht mehr aktiv verfügbar. Hier sollten zukünftig Apps evaluiert werden, die auch tatsächlich in der Anwendung sind. Apps und Anwendungen, die schon in der breiten Fläche Anwendung zeigen sich außerdem meist erfolgreich (z.B. Too Good To Go).

Nicht für alle hier beschriebenen Technologien sind Untersuchungen zum tatsächlichen Nutzen (Verringerung der Verluste) verfügbar. Vor allem bei Anwendungen, die den Konsum im Privathaushalt oder das Teilen von Lebensmitteln betreffen, ist nicht eindeutig nachweisbar, ob die Lebensmittel tatsächlich verzehrt werden oder ob es messbare Effekte gibt. Dazu sind nur wenige Untersuchungen verfügbar oder werden gerade durchgeführt (bspw. FoodLabHome-Projekt).

Zukünftig gilt es, den tatsächlichen Nutzen digitaler Technologien, Apps, Anwendungen oder Systemen bzw. Projekten zur Verringerung von Lebensmittelverlusten in Studien zu untersuchen und in das Gesamtgefüge der anfallenden Lebensmittelverluste einzuordnen. Neben der Messung der tatsächlichen Verringerungsraten könnten Bewertungsmatrizen eingesetzt werden, die auch Aspekte wie Kosten, Umsetzbarkeit und Informationsgehalt bewerten.

Dieser Beitrag zeigt einen ersten Überblick über das breite Feld und die vielfältige Ausprägung von Aspekten der digitalen Transformation in der Wertschöpfungskette für Lebensmittel im Kontext der Verringerung der Lebensmittelverluste und soll zur weiterführenden Forschung anregen.

Auch wenn der tatsächliche Nutzen noch nicht in jedem Fall final gemessen wurde, muss betont werden, dass jedes einzelne Projekt in diesem Bereich einen Beitrag zur Erreichung des SDG 12 „Nachhaltige/r Konsum und Produktion“ bis zum Jahr 2030 leistet. Zukünftig gilt es diese Potentiale zu bündeln, den Nutzen vertiefend zu untersuchen und weiterhin alle Bereiche der Wertschöpfungskette in den Blick nehmen.

Interessenskonflikt

Die Autor*innen geben an, keinen Interessenskonflikt zu haben.

Literatur

- [De20] Bioökonomie BW, <https://www.biooekonomie-bw.de/fachbeitrag/pm/den-oekologischen-fussabdruck-von-baekereien-verbessern>, Stand 31.05.2021
- [Di20] Netzwerk Digitale Landwirtschaft, <https://digitale-landwirtschaft.com/digitalfarming-pflanzenbau/>, Stand 31.05.2021
- [Di21] Direkt vom Beet, <https://www.direktvombeet.de>, Stand 31.05.2021
- [Fe21] FeedUP@UN, <http://feedup.unece.org>, Stand 31.05.2021
- [Fi20] FreshIndex, <https://www.freshindex-projekt.de>, Stand 31.05.2021
- [Fo21] Foodsharing, <https://www.mundraub.org>, Stand 31.05.2021
- [Gu11] Gustavsson, J. Cederberg, C. Sonesson, U.: Global food losses and food waste. Extent, causes and prevention. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2011
- [In21] Bundesanstalt für Ernährung und Landwirtschaft, https://www.ble.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2021/210323_Internationale_Arbeitstagung.html, Stand 31.05.2021
- [Ja17] Janssen, L. Sauer, J. Claus, T. Wulff, A.: Abfallreduktion im Lebensmitteleinzelhandel mittels einer internen Warenverteilung. *uwf* 25 (1-2), S. 109– 116. DOI: 10.1007/s00550-017-0457-4, 2017
- [Kl21] FoodLabHome, <https://www.foodlabhome.net/das-projekt/>, Stand 31.05.2021
- [Kr12] Kranert, M. Hafner, G. Barabosz, J. Schuller, H. Leverenz, D. Kölbig, A: Ermittlung der weggeworfenen Lebensmittelmengen und Vorschläge zur Verminderung der Wegwerfrate bei Lebensmitteln in Deutschland. Hg. v. Institut für Siedlungswasserbau, Universität Stuttgart, 2012
- [Le16] BVLH: Lebensmittelverluste reduzieren. Ressourcen schonen. Hg. v. Bundesverband des Deutschen Lebensmittelhandels e.V., 2016
- [Le20] Lebensmittelverband Deutschland, <https://www.lebensmittelverband.de/de/lebensmittel/nachhaltigkeit-und-umwelt/verluste-verschwendung>, Stand 31.05.2021
- [Lu14] Lukic, R. Kljenak, D. Jovanecevic, D.: Retail food waste management. *MANAGEMENT RESEARCH AND PRACTICE* (6), S. 23–39, 2014
- [MF15] Mayer, H. Flachmann, C.: Daten zur Umwelt; Umwelt, Haushalte und Konsum. Ausgabe 2015. Hg. v. Umweltbundesamt, 2015
- [Mu21] Mundraub, <https://www.mundraub.org>, Stand 31.05.2021

- [Na19] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (Hg.): Nationale Strategie zur Reduzierung der Lebensmittelverschwendung. Referat 2216 - Nachhaltige Ernährung. Online verfügbar unter https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Ernaehrung/Lebensmittelverschwendung/Nationale_Strategie_Lebensmittelverschwendung_2019.pdf?__blob=publicationFile&v=3
- [NC15] Noleppa, S. Carlsburg, M.: Das grosse Wegschmeissen. Vom Acker bis zum Verbraucher: Ausmaß und Umwelteffekte der Lebensmittelverschwendung in Deutschland. Berlin, 2015
- [NW12] Noleppa, S. von Witzke, H.: Tonnen für die Tonne. Berlin, 2012
- [Op21] EIT Food, Optimization of bakery processes by a computational tool together with consumer feedback to minimize ecological footprint and foodwaste, <https://www.eitfood.eu/projects/optimization-of-bakery-processes-by-a-computational-tool-together-with-consumer-feedback-to-minimize-ecological-footprint-and-food-waste-2020>, Stand 31.05.2021
- [Re21] TTI Resources, <http://tti-resources.de/resourcemanager-food/>, Stand 31.05.2021
- [Ro17] Roosen, J.: Digitalisierung in der Land- und Ernährungswirtschaft. Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V. (VBW), 2017
- [Sc19] Schmidt, T. Schneider, F. Leverenz, D. Hafner, G.: Lebensmittelabfälle in Deutschland-Baseline2015-Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 79p, Thünen Rep 71, DOI: 10.3220/REP1563519883000
- [To21] To Good To Go, <https://toogoodtogo.de/de/>, Stand 31.05.2021
- [Tr15] Vereinte Nationen (Hg.): Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung. Resolution der Generalversammlung, 2015
- [Wa18] Waskow, F.: Verluste vom Acker bis auf den Teller. Lebensmittelabfälle in der Wertschöpfungskette und im Konsum. Hauswirtschaft und Wissenschaft, unter <https://haushalt-wissenschaft.de>, 2018, Stand 31.05.2021
- [Wi19] Food Service, <https://www.food-service.de/management/news/lebensmittelverschwendung-love-food-not-waste-42273>, 31.05.2021
- [Ze20] Zeinstra, G. G. van der Haar, S.: Reducing food waste via retail and food service interventions: Consumer responses to the concepts 'VIV' and 'Too Good To Go'. Poster session presented at 9th European Conference on Sensory and Consumer Research, 2020
- [Zu20] Zu gut für die Tonne, <https://www.zugutfuerdietonne.de>, Stand 31.05.2021

Session 2: Managementthemen der Digitalen Transformation

Kriterien zur Messung des Reifegrads der Datenintegration in das Geschäftsmodell

Sven Preußner¹, Holger Müller²

Abstract: Innovative Unternehmen zeichnen sich zumeist durch eine konsequente wertschöpfende Nutzung von – sowohl extern als auch im Unternehmen generierten – Daten in den Betriebsabläufen, den Produktionsprozessen bis hin zur Anwendung der Produkte oder Dienstleistungen beim Kunden aus. Obwohl das Potenzial von Datenanalysen vielversprechend scheint, gelingt es insbesondere kleinen und mittleren Unternehmen in der Breite noch sehr eingeschränkt, konkrete Ideen zu entwickeln und komplexere Datenanalysen erfolgreich umzusetzen. In dieser Arbeit werden Kriterien für ein Instrument entwickelt, mit dem Unternehmen den Reifegrad ihres Geschäftsmodells hinsichtlich der Datenintegration einschätzen können. Um einen ganzheitlichen Überblick aller Facetten des Geschäftsmodells zu erhalten, sollen in der Analyse alle relevanten Dimensionen im Hinblick auf die Datennutzung betrachtet und reflektiert werden. Aufbauend auf dem Analyseinstrument können Handlungsempfehlungen für das Unternehmen zur Nutzung des Potenzials von Datenanalysen abgeleitet werden.

Keywords: Geschäftsmodell, Datenintegration, Reifegrad, Digitale Transformation, KMU

1 Einleitung

Während Unternehmen noch damit beschäftigt sind, die Digitalisierung mit all ihren technologischen, komplexen Aufgaben erfolgreich umzusetzen, wartet bereits eine nächste Herausforderung auf sie, die gleichwohl auch als Chance betrachtet werden sollte. Nunmehr geht es darum, jene Ressource nutzbar zu machen und effektiv einzusetzen, welche durch die digitale Transformation qualitativ und quantitativ eine zunehmend wachsende Bedeutung erlangt [AK16:511]: Daten, eigentlich wenig komplexe Zeichenketten, die aber dann, wenn sie sinnvoll verarbeitet werden und eine Bedeutung erhalten, zu Informationen und schlussendlich, unter Rückgriff auf Erfahrungen, zu entscheidungsorientiertem Wissen zusammengeführt werden können [CL16:37f.]. Im Geschäftsalltag können Daten genutzt werden, um komplexe Sachverhalte besser zu analysieren und daran operative und strategische Entscheidungen abzuleiten [Bo09:167ff.]. Somit können beispielsweise Kundenwünsche frühzeitig erkannt und zur Produkt(weiter)entwicklung eingesetzt, Marketingkampagnen besser gesteuert und Abläufe in der Produktion oder im Lieferantenmanagement verbessert werden [Co16:2151f.].

¹ Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig, Fakultät Wirtschaftswissenschaft und Wirtschaftsingenieurwesen, Forschungszentrum Life Science & Engineering, Eilenburger Straße 13, 04317 Leipzig, sven.preusser@htwk-leipzig.de

² Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig, Fakultät Wirtschaftswissenschaft und Wirtschaftsingenieurwesen, Gustav-Freytag-Straße 42a, 04277 Leipzig, holger.mueller.scm@htwk-leipzig.de

Jedoch ist der Anteil der Unternehmen, die komplexere Datenanalysen wie Verfahren des maschinellen Lernens zur Unterstützung von Entscheidungen anwenden, noch gering [Bi20, FK20b]. Besonders in den kleinen und mittleren Unternehmen (KMU), wo der Einsatz von Daten selten über eine sporadische und fragmentarische Nutzung hinausgeht, mangelt es häufig sowohl an konkreten Ideen, wo und wie Datenanalysen eingesetzt werden können, als auch an Vorgehensweisen, wie eine sinnvolle Datennutzung erfolgen kann [Co16:2152ff.].

Für eine weitergehende erfolgreiche Bewältigung des nächsten Schrittes der Digitalisierung empfiehlt sich eine ganzheitliche Betrachtungsweise, die die Transformationsprozesse vom Jetzt-Zustand hin zum Geschäftsmodell mit konsequenter Datenintegration strukturiert begleiten kann. Ausgegangen wird von einer Analyse des Reifegrads des eigenen Geschäftsmodells. Hierbei erfolgt eine Einschätzung zum Status quo der Gesamtheit aller Bausteine des Geschäftsmodells mit Blick auf Quellen, Verarbeitungsprozesse und Zielstellungen von Datenanalysen. Daran anschließend lassen sich Potenziale des Einsatzes von Daten zur Produkt- und/oder Prozessoptimierung identifizieren und konkrete Handlungsempfehlungen für das gesamte Unternehmen ableiten.

2 Datenintegration im Geschäftsmodell

Was ein Geschäftsmodell tatsächlich auszeichnet, ist wissenschaftlich nicht vollends geklärt und weiterhin Teil des akademischen Diskurses. Die Mehrheit versteht darunter die Grundprinzipien, Funktionsweisen und die logischen Zusammenhänge der Geschäftstätigkeit eines Unternehmens. Ein Geschäftsmodell definiert

- den Nutzen für den Kunden (das *Wertangebot*),
- die Art und Weise der *Kommunikation und Interaktion mit der Zielgruppe*,
- die Aktivitäten der *Wertschöpfung* zur Her- und Bereitstellung des Angebots sowie
- die *Kosten und Einnahmen* des Unternehmens. [SR17:5, St01:41ff.]

Im Zuge der Digitalisierung während der letzten Jahrzehnte begannen Unternehmen, Abläufe und Prozesse in den Wertschöpfungsketten, ihre Angebote sowie die Unternehmensstrukturen an die Gegebenheiten der technologischen Entwicklungen sowie der entstehenden digitalen Ökonomie anzupassen. Durch diese Digitalisierung wurden traditionelle Geschäftsmodelle, die auf ein physisches Produkt oder eine Dienstleistung bezogen sind, zwar zweifelsohne effizienter, aber nicht im eigentlichen Sinne digital. Digitale Geschäftsmodelle werden als solche bezeichnet, wenn das Kernwesen der zugrundeliegenden Geschäftsprozesse durch digitale Technologien unterstützt wird [PS19]. Das heißt, dass eine bloße Erweiterung eines bereits bestehenden – analogen – Geschäftsmodells um digitale Komponenten (beispielsweise Ergänzung um einen Online-Shop im stationären Handel) zwar eine Vorstufe darstellen kann, strenggenommen aber kein eigenständiges digitales

Geschäftsmodell ist. Denn erst wenn sämtliche oder zumindest die Mehrzahl der wertschöpfenden Aktivitäten auf digitalen Technologien basieren, können Geschäftsmodelle als digital bezeichnet werden [AF18]. Fritsch und Krotova [FK20a] verweisen außerdem darauf, dass dem Wertangebot und den Aktivitäten der Wertschöpfung eine zentrale Bedeutung zukommt.

Aus den digitalen Geschäftsmodellen entwickeln sich datenorientierte bzw. datengetriebene Geschäftsmodelle [FK20a], die die „Ressource“ Daten in den Mittelpunkt ihrer Geschäftstätigkeit rücken und diese gewinnbringend einzusetzen versuchen. Analog zum digitalen Geschäftsmodell wird auch hier der Schwerpunkt auf das angebotene Gut und dessen Her- und Bereitstellung gelegt, wobei wissenschaftliche Analysen sich aufgrund einer komplexeren Quantifizierbarkeit von Wertschöpfungsprozessen weitestgehend auf das Wertangebot konzentrieren [FK20b].

Vor diesem Hintergrund legt diese Arbeit bewusst den Fokus auf eine Geschäftsmodellanalyse, die eine konsequente Integration und Nutzung von Daten bei allen Bausteinen eines Geschäftsmodells betrachtet, die aber das angebotene Gut als solches nicht in die weitere Betrachtung einbezieht. Damit wird der Erkenntnis Rechnung getragen, dass der Veränderungsprozess der digitalen Transformation über eine reine Digitalisierung von operativen Prozessen hinausgeht und auch auf die taktische und strategische Ebene einwirkt. Daraus entwickelt sich eine datenorientierte bzw. datenintegrierende Sichtweise im Unternehmen, die die Ressource Daten mit all seinen Potenzialen sinnvoll einsetzt.

Beispielsweise (siehe Abbildung 1) können Sensoren (als Datenquellen) in der Logistik oder Produktion eingesetzt werden, um den Standort von Werkzeugen, Förderern oder Produkten aufzuzeigen (Deskriptiv). Dazu sind die Sensoren mit einem Wireless Sensor Network zu verknüpfen und die generierten Daten für ein Tracking an einer zentralen Stelle zu hinterlegen. Die Daten sind nachfolgend zu bearbeiten und als Ergebnis dem Nutzer oder der Nutzerin zur Verfügung zu stellen (Diagnostisch). Im Optimalfall ist die Datenverarbeitung automatisiert. Durch die Nutzung der Sensordaten gelingt im Ergebnis ein Echtzeit-Tracking des gesamten Materialflusses, womit Durchlaufzeiten oder Störungen prognostiziert werden (Prädiktiv). In einem weiteren Schritt können Prognosen eingesetzt werden, um mittels Simulationsverfahren Entscheidungen zur Verbesserung des Liefermanagements abzuleiten (Präskriptiv). [Na20]

Zielstellung der Nutzung von Sensordaten in der Produktion oder Logistik

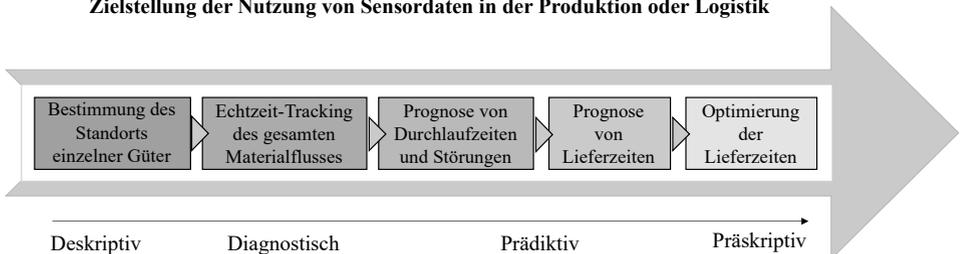


Abbildung 1: Zielstellung der Nutzung von Sensordaten

3 Dimensionen eines Geschäftsmodells mit Datenintegration

Die Orientierung an Daten kann sich dabei auf alle Bausteine eines Geschäftsmodells beziehen. Ebenso ist ein ganzheitlicher Blick auf das Datenmaterial und den folgenden Prozessschritten unabdingbar. Um dem Unternehmen daher einen umfassenden Blick auf das gesamte Geschäftsmodell zu ermöglichen, empfiehlt sich, die Geschäftsmodellbausteine und die einzelnen Elemente der Datennutzung zusammenzuführen und dediziert anhand einer horizontalen und vertikalen Dimension die Rolle von Daten in den einzelnen Kernkomponenten eines Geschäftsmodells zu betrachten.

Die horizontale Dimension orientiert sich konzeptuell an einem Werkzeug zur Beschreibung, Analyse und (Weiter-)entwicklung von Geschäftsmodellen nach Osterwalder und Pigneur – dem Business Model Canvas [OP11]. Die zweite (vertikale) Dimension betrachtet den dreistufigen Ablauf in der Datennutzung – von den Datenquellen über die Datenverarbeitung bis hin zur Datenverwendung.

3.1 Horizontale Dimension – Bausteine des Geschäftsmodells

Osterwalder und Pigneur [OP11] entwickelten ein Instrument, den *Business Model Canvas* (BMC), um alle wesentlichen Bausteine eines Geschäftsmodells zu erfassen und zu analysieren. Darüber hinaus wird der BMC in verschiedenen Kontexten genutzt, z. B., um Einflussfaktoren und Auswirkungen der digitalen Transformation auf Unternehmen der Finanzindustrie zu strukturieren [SD16]. Die einzelnen Bausteine des BMC sind wie folgt definiert:

- *Wertangebot*: Das Leistungsversprechen eines Unternehmens (Produkt oder Dienstleistung) zur Befriedigung der Bedürfnisse und Wünsche der Kund*innen.
- *Kundensegmente*: Die Gruppe potenzieller Kund*innen, die das Unternehmen mit seinem Angebot erreichen will.
- *Kanäle*: Alle Schnittstellen zwischen dem Unternehmen und den Kund*innen.
- *Kundenbeziehungen*: Alle Maßnahmen zum Aufbau und Pflege der Beziehungen zwischen Unternehmen und Kund*innen.
- *Einnahmequellen*: Alle Einkünfte, die ein Unternehmen aus dem Verkauf von Gütern und/oder dem Angebot von Dienstleistungen erzielt.
- *Schlüsselressourcen*: Alle Mittel, die für das Funktionieren des Geschäftsmodells notwendig sind, v. a. Mitarbeiter*innen, Maschinen und Kapital.
- *Schlüsselaktivitäten*: Alle Tätigkeiten und Handlungen, die für das Funktionieren des Geschäftsmodells notwendig sind, v. a. Prozesse in der Produktion, Logistik und Administration.

- *Schlüsselpartnerschaften*: Die Partner umfassen alle Personen und Unternehmen, die für das Funktionieren des Geschäftsmodells notwendig sind, z. B. Lieferanten und Kooperationspartner.
- *Kostenstruktur*: Die Ausgaben umfassen alle Kostenblöcke und Kostentreiber, z. B. Ausgaben im Einkauf oder in den Produktionsprozessen. [OP11:22ff.]

3.2 Vertikale Dimension – Stufen und Kriterien der Datenintegration

Die zweite Dimension lenkt die Aufmerksamkeit auf die Daten. Hier geht es vor allem darum, ein grundlegendes Verständnis für *Daten und zugrundeliegende Quellen*, Verfahren und Technologien der *Aufbereitung und Verarbeitung* und auch einen Überblick über den *Einsatzzweck und Verwendung* komplexer Datenmodelle und -berechnungen zu erlangen.

Datenquellen

Ein erster Schritt zum Datenverständnis ist das Kennen und Verstehen von Daten und deren Quellen. Um das Potenzial von Datenanalysen auszuschöpfen, muss klar sein, an welchen Orten Daten vorhanden sind oder bei welchen Abläufen Daten entstehen bzw. potenziell vorhanden sein können. Der Blick sollte sich nicht allein auf (betriebs-)interne Datenquellen beschränken, sondern es ist ebenso zu beachten, welche externen Datenquellen bestehen und genutzt werden können [ZE20:11f.].

Hierzu müssen für die Bausteine des BMC jeweils Kataloge der internen und externen Systeme erarbeitet werden. In Tabelle 1 ist dies beispielhaft für Schlüsselpartnerschaften mit Blick auf Lieferanten dargestellt, die durch den Einkauf eines Unternehmens betreut werden. [GM21:218f.] Solche Daten können effektiv für Analysen eingesetzt werden, um Informationen zu Lieferanten und deren Leistungen bereitzustellen und somit eine Grundlage für Verbesserungsprozesse im Lieferantenmanagement zu bilden. So stufen in einer Studie zur elektronischen Beschaffung nahezu 70 % der befragten Verantwortlichen im Einkauf und Supply Management die Relevanz von „Big Data Analytics“ für den Beschaffungsbereich mit wichtig oder sehr wichtig ein und weisen ihr damit die höchste Bedeutung unter den Zukunftstechnologien zu [BM20:36].

Im Ergebnis entsteht ein Data Lake als Grundlage der weiteren Verarbeitung und Analytik. Der Data Lake bildet eine virtuelle Datenbank aller (Roh-)Daten, die im Zugriff des Unternehmens stehen, unabhängig von der Quelle, aus der die Daten generiert wurden. [Sc18]

| Interne Datenquellen | Externe Datenquellen |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Spezifische Anwendungssysteme des Einkaufs wie SRM oder eProcurement (z. B. Daten zur Lieferantenbeziehung oder zum Bestellverhalten) • Spezifische Anwendungssysteme angrenzender Funktionen wie QM, PLM oder CRM (z. B. Reklamationsdaten, Entwicklungsdaten oder Prognosedaten) • Übergreifende Planungssysteme wie ERP (z. B. zukünftige Bestellmengen) • Dokumentenmanagementsysteme wie Contractmanagement (z. B. aktuelle Vertragslaufzeiten) | <ul style="list-style-type: none"> • Lieferantenportale (z. B. Lieferantenselbstauskunft) • Systeme von Informationsdienstleistern (z. B. Bonitätsauskünfte, Risikobewertungen oder Marktindizes) • Auswertungssysteme WWW (z. B. Leistungsangebot Lieferantenwebseiten) • Auswertungssysteme Social Media (z. B. Überwachung Nachhaltigkeit/Compliance von Lieferanten) |

Tabelle 1: Katalog potenzieller Datenquellen für Schlüsselpartnerschaften/Lieferanten [GM21:218ff.]

Um den Reifegrad hinsichtlich der Datenquellen einschätzen zu können, sind folgende Kriterien für die Qualität der Daten und deren Quellen wichtig [WS96; Me17]:

- *Vollständigkeit*: Alle Datenquellen, die sich auf die jeweilige Dimension des Geschäftsmodells beziehen, sollten erfasst werden. Zudem sollten Umfang und Detaillierungsgrad der Daten auf die konkrete Zielstellung abgestimmt sein.
- *Relevanz und Mehrwert*: Nur Datenquellen, die für die jeweilige Dimension des Geschäftsmodells relevant sind und einen Mehrwert liefern, sollten für die weitere Analyse in Betracht kommen.
- *(Digitale) Verfügbarkeit*: Die Daten sollten sich im digitalen Zugriff befinden und abrufbar sein, d. h., entweder im Ursprung in digitaler Form verfügbar sein oder digitalisiert werden.
- *Aktualität*: Die Sichtung der Datenquellen sowie die Datenerhebung sollte in regelmäßigen Abständen aktualisiert werden. Das Alter der Daten sollte der konkreten Aufgabe angepasst sein.

Datenverarbeitung

Nach der Sichtung der Datenquellen gilt es zu analysieren, wie die erfassten Daten in den weiteren Schritten prozessiert werden. Die Datenaufbereitung und -vorverarbeitung schafft die Grundlage zur weiteren Analyse des Datenmaterials.

Um den Reifegrad hinsichtlich Datenverarbeitung einschätzen zu können, sind folgende Kriterien wichtig [WS96; Me17]:

- *Zentralität*: Die Daten sollten verfügbar und zentral abrufbar sein. Bestenfalls sind die Datenquellen an einem zentralen Ort, beispielsweise in einem Data Warehouse, zusammengeführt und die Daten dort abgelegt. Für die anschließenden Analysen lassen sich dann verschiedene Sichten erzeugen, ohne dass operative Prozesse gestört werden [Sc18: 9].
- *Interpretierbarkeit*: Die Daten sollten sinnvoll zuordenbar, d. h. eindeutig definiert und in einer angemessenen Sprache und Einheit dargestellt sein. Zudem sind die Daten in einem einheitlichen Format gespeichert und kompatibel mit früheren Daten.
- *Verknüpfung*: Das Datenmaterial sollte miteinander verknüpft sein.
- Bezogen auf die Dimension Schlüsselpartnerschaften/Lieferanten könnten beispielsweise bei mehreren Bestellungen ein und desselben Artikels in verschiedenen Ursprungsländern Preise in unterschiedlichen Währungen vorliegen. Für eine sinnvolle Interpretierbarkeit der Preisentwicklung sind diese demzufolge zunächst in eine Referenzwährung umzurechnen. Des Weiteren müssen Daten aus internen und externen Quellen, die zu einem bestimmten Lieferanten gehören, miteinander verknüpft werden. Hier kann beispielsweise die D-U-N-S-Nummer (Data Universal Numbering System) zur Anwendung kommen, eine weltweit eindeutige Identifikationsnummer für Unternehmen.

Datenverwendung

Das tatsächliche Potenzial der Datenanalyse entfaltet sich im Zweck und der zugrundeliegenden Zielstellung der Datenverwendung. Das Ziel selbst liegt vorwiegend in einer Produktoptimierung bzw. die einer Dienstleistung oder aber forciert Optimierungspotenziale einzelner Wertschöpfungsprozesse.

Um den Reifegrad hinsichtlich der Datenverwendung einschätzen zu können, sind folgende Kriterien wichtig [Se18]:

- *Klarheit der Zielstellung*: Das Ziel einer Datenauswertung sollte klar definiert sein und den entsprechenden Potenzialen zugeordnet sein (z. B. retrospektive Darstellung der Entwicklung) bis hin zur Vorausschau und Entscheidungsunterstützung (z. B. Prognose von Entwicklungen). Ebenso ist zu beantworten, für welche Zielstellung welches Auswertungsverfahren geeignet ist, sowie welches Verfahren unter den gegebenen Voraussetzungen anwendbar ist. Als eine standardisierte Vorgehensweise hat sich der Cross Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) etabliert.

Dieser stellt einen Ablauf von wechselseitig aufeinander bezogenen Phasen innerhalb von Data-Mining-Projekten dar. Ausgehend von der Festlegung des übergeordneten Ziels wird eine konkrete Aufgabenstellung abgeleitet. Dies dient als Referenzpunkt der weiteren Phasen, von der Sammlung und Überführung der Daten in einen Datensatz, der Anwendung geeigneter Datenanalyseverfahren bis hin zur Aufbereitung und Bereitstellung der Ergebnisse zur Beantwortung des übergeordneten Ziels. [CL16]

- *Aktualität:* Die Datenauswertung sollte in regelmäßigen Abständen aktualisiert erfolgen (im Optimalfall als Echtzeitauswertung) und kontinuierlich an die Zielstellung angepasst werden.

Beispielhafte Zielstellungen in der Dimension Schlüsselpartnerschaften/Lieferanten sind in der Tabelle 2 aufgeführt. Zielsetzung wie die Analyse des Lieferantennetzwerks oder die Spend Analyse bilden dabei den IST-Zustand ab, andere Zielstellungen wie die Risikobeurteilung neuer Lieferanten oder Ermittlung von Preistrends dienen der Vorausschau und Entscheidungsvorbereitung.

| Aufgaben- gebiet | Beispiele für Zielstellungen (Data-Mining-Verfahren) |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lieferanten- betreuung | <p>Risikobeurteilung neuer Lieferanten: Vorhersage der Risikoklasse und des Betreuungsaufwands für neue Lieferanten (Klassifizierung)</p> <p>Analyse des Lieferantennetzwerkes: (1) Gruppieren des Lieferantennetzwerks basierend auf ähnlichen Merkmalen (Netzwerkanalyse) (2) Identifizierung unbekannter Verbindungen zu weiteren Lieferanten oder Partnern (Verknüpfungsvorhersage)</p> <p>Verspätungsalarm: Berechnung der Wahrscheinlichkeit für eine Lieferunterbrechung (Logistische Regression)</p> |
| Bestellab- wicklung | <p>Bestelloptimierung: Identifizierung gemeinsam zu beschaffender Güter im indirekten Bereich, um Produkte beim Lieferanten zu bündeln (Warenkorbanalyse)</p> <p>Betrugswarnung: Identifizierung von abweichendem Bestellverhalten und Warnung vor Betrugsfällen (Profiling)</p> |
| Strategischer Einkauf | <p>Preistrends: Vorhersage von Preisentwicklungen für Rohstoffe und verarbeitete Güter (Regressionsanalyse)</p> <p>Lieferantenscouting: Automatisierte und umfangreiche Suche nach neuen Lieferanten (Web- und Textmining)</p> <p>Spend Analyse: Gruppieren von Bestellungen ohne Lieferanten- oder Materialbezug in Sammelkonten und Identifizierung von Warengruppen (Clustering)</p> |

Tabelle 2: Beispiele Zielstellungen der Datenverwendung für Schlüsselpartnerschaften/Lieferanten [GM21:218f.]

4 Entwurf eines Reifegradmodells der Datenintegration im Geschäftsmodell

Die im vorhergehenden Kapitel beschriebenen Dimensionen und Kriterien können nun zusammengeführt werden, um eine ganzheitliche Analyse des Reifegrads des Geschäftsmodells der Datenintegration im Unternehmen vorzunehmen.

Eine solche Analyse adressiert insbesondere jene Unternehmen, welche den Status quo hinsichtlich des Einsatzes von Daten im Unternehmen nicht oder nicht umfassend genug kennen. Der Ansatz unterstützt dabei eine übersichtliche Evaluierung des Ist-Zustands im Unternehmen. Darauf aufbauend kann das Unternehmen individuelle Schwachstellen identifizieren und Potenziale ableiten.

Für einen ganzheitlichen geschäftsmodellübergreifenden Überblick kann die horizontale – die Bausteine des Geschäftsmodells – und vertikale (Daten-)Dimension zusammengeführt und die Felder der entstandenen Matrix im Einzelnen betrachten werden (Tabelle 3). Beispielsweise liefert das Feld Datenquellen/Wertangebot (Tabelle 3; durchgehende Umrandung) eine intensivere Auseinandersetzung und Reflexion der relevanten Datenquellen, die zur Verbesserung des Wertangebots verwendet werden können. Für eine präzisere Auswertung können für die einzelnen Stufen der Datendimensionen konkrete Fragestellungen abgeleitet werden und mit einem parametrisierten Scoring versehen werden (Beispiele abgeleiteter Fragestellungen siehe Anhang).

| Geschäftsmodell/ Daten | Wertangebot (WA) | Kundensegment (KS) | ... |
|------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Datenquellen (DQ) | Score [WA, DQ] | Score [KS, DQ] | Score [..., DQ] |
| Datenverarbeitung (DVA) | Score [WA, DVA] | Score [KS, DVA] | Score [..., DVA] |
| Datenverwendung (DVW) | Score [WA, DVW] | Score [KS, DVW] | Score [..., DVW] |
| Auswertung | Gesamtscore [WA] | Gesamtscore [KS] | Gesamtscore [...] |

Tabelle 3: Zusammenführung horizontale und vertikale Dimension

Aufbauend auf den einzelnen Werten der Fragen lässt sich sodann ein Summenindex innerhalb der vertikalen Dimension und dem jeweiligen Baustein des Business Model Canvas bilden. Beispielsweise werden alle Werte der Datendimension (Datenquellen,-verarbeitung und -verwendung) innerhalb der BMC-Kategorie Wertangebot zusammengefasst (Tabelle 3; gepunktete Umrandung).

Daraus lässt sich ein Gesamtüberblick des Reifegrades in übersichtlicher Weise, beispielsweise in einem Netzdiagramm, abbilden und Schwachstellen identifizieren (Abbildung 2A). In einem nächsten Schritt können die Unternehmen anhand eines weiteren Ratings eine individuelle Schwerpunktsetzung in Bezug auf die Relevanz der einzelnen Bausteine des BMC vornehmen (siehe Anhang, Relevanz). Durch die Berücksichtigung der zugeordneten Relevanz lässt sich eine weitergehende Potenzialanalyse ableiten (Abbildung 2B).

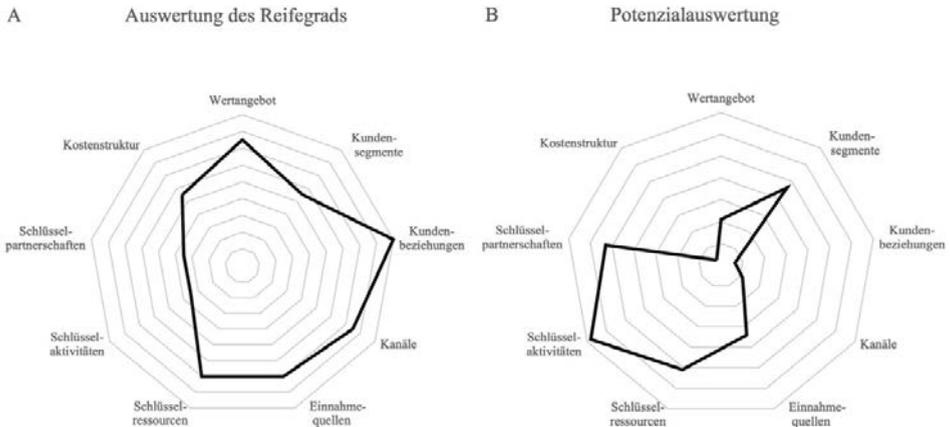


Abbildung 2: Beispielhafte Darstellung der Berechnung des individuellen Reifegrads und einer darauf aufbauenden Potenzialanalyse

5 Fazit und Ausblick

Im vorliegenden Beitrag wurden Dimensionen und Kriterien aufgezeigt, die eine ganzheitliche Sichtweise eines Geschäftsmodells mit Einbezug aller Geschäftsmodellbausteine nach BMC sowie einer mehrstufigen Datenverarbeitung und -verwendung möglich machen. Diese Vorgehensweise eignet sich besonders für KMU, welche ihren Ausgangszustand eines Geschäftsmodells mit Datenintegration nicht oder nicht umfassend genug kennen und diesen evaluieren möchten.

Nach Sichtung der Kriterien und Übertragung auf das eigene Geschäftsmodell sollten diese zur Reflektion genutzt werden, um Potenziale in den jeweiligen Unternehmensbereichen zu identifizieren und Handlungsempfehlungen abzuleiten – insbesondere dann, wenn Defizite aus der Analyse erkennbar geworden sind.

Sofern im Unternehmen *Datenquellen* unzureichend genutzt werden und kaum im Fokus stehen, wäre ein erster Schritt, zum (potenziellen) Nutzen (bestehender) Datenlagen auf-

zuklären. Hierbei gilt es zu analysieren, welche Datenquellen im Unternehmen und in dessen Umfeld vorhanden sind. Gleichzeitig muss geklärt werden, welche Daten für das Unternehmen von Interesse sind. Eine sinnvolle Vorgehensweise ist z. B. eine Checkliste oder einen Datensammelplan für eine Auswahl von Systemen zu Datenerfassung zu erstellen [Ge16:72f.].

Sofern im Unternehmen die *Datenaufbereitung* Mängel aufweist, wäre ein weiterer Schritt, zur Optimierung der Datenverarbeitung und der Prozesse innerhalb des Datenmanagements aufzuklären. Entsprechende Leitfragen wären, wie Daten bereitgestellt und nutzbar gemacht werden und mit welchen Prozessen Daten verarbeitet bzw. weiterverarbeitet werden können.

Sofern im Unternehmen Unklarheiten bei der Datenverwendung bestehen, wäre ein nächster Schritt, die Potenziale sowie Ziele des Einsatzes und der Analyse von Daten zu erläutern, ebenso wie über Methodik und Hintergrund der einzelnen Verfahren zu informieren. Es muss Klarheit herrschen, wie Daten sinnvoll eingesetzt werden können, d. h. vor allem: mit welcher Zielstellung können Daten eingesetzt werden, und mit welchen Methoden können Daten ausgewertet werden?

Die im Beitrag aufgezeigten Dimensionen und Kriterien für eine Analyse eines Geschäftsmodells hinsichtlich der Datenintegration sind in weiteren Forschungsarbeiten zu verfeinern (z. B. Vervollständigung der Kataloge potenzieller Datenquellen für alle Geschäftsmodellbausteine) und diese in ein anwendbares Instrument zusammenzuführen. Schlussendlich bedarf es einer Erprobung, Bewertung und Weiterentwicklung des Reifegradmodells in einer iterativen und praxisbezogenen Herangehensweise. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der BMC als Modell nur ein vereinfachtes Abbild der Realität darstellt und die Abgrenzung zwischen den Bausteinen nicht immer trennscharf möglich ist. Auch hier ist die Anwendbarkeit in der Praxis im Hinblick auf die Datenintegration zu verifizieren.

Zu beachten ist außerdem, dass die Dimensionen und Kriterien generisch entwickelt sind. Deshalb ist es notwendig, diese spezifisch im Kontext der individuellen Situation des Unternehmens zu betrachten. Durch gegebenenfalls notwendige Modifikationen und subjektive Einschätzungen im Bewertungsprozess muss noch untersucht werden, inwieweit sich dieses Vorgehen auch für unternehmensübergreifende Vergleiche nutzen lässt (z. B. in Relation zur Branche).

Im Ergebnis dient der vorgestellte Ansatz der Messung des Status quo der Datenintegration und damit dem Aufdecken möglicher Potenziale. Für die weitere Ausgestaltung von Handlungsempfehlungen ist das Modell zu erweitern. Denkbar ist, parallel zur Erfassung der Kriterien der Datenintegration, die organisatorischen, technischen und personellen Voraussetzungen im Unternehmen zu erfragen. Schrittweise entstünde dadurch mit dem Ausgangspunkt des Reifegradmodells ein Portfolio an Werkzeugen und Methoden zur Unterstützung von Unternehmen bei der Bewältigung der digitalen Transformation hin zu einem Unternehmen, welches Daten als Ressource im Unternehmen wertschöpfend integriert.

6 Literaturverzeichnis

- [AF18] Appelfeller, W.; Feldmann, C.: Die digitale Transformation des Unternehmens: Systematischer Leitfaden mit zehn Elementen. Springer Gabler, 2018.
- [AK16] Acharjya, D. P.; Kausar, A. P.: A Survey on Big Data Analytics: Challenges, Open Research Issues and Tools. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications* 7 (2), S. 511-518, 2016.
- [BM20] Bogaschewsky, R.; Müller, H.: BME Barometer „Elektronische Beschaffung 2020“. <https://cfsm.de/bme-barometer-elektronische-beschaffung> (Zugriff am 1. September 2021), 2020.
- [Bo09] Bose, Ranjit: Advanced analytics: Opportunities and challenges. *Industrial Management & Data Systems* 109 (2), S. 155-172, 2009.
- [Bi20] Bitkom: Unternehmen tun sich noch schwer mit Künstlicher Intelligenz, 2020. URL: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Unternehmen-tun-sich-noch-schwer-mit-Kuenstlicher-Intelligenz>, Stand: 25.05.2021.
- [CL16] Cleve, J.; Lämmel, U.: *Data Mining*. De Gruyter, Berlin, 2016.
- [Co16] Coleman, S. et al.: How Can SMEs Benefit from Big data? Challenges and a Path Forward. *Quality and Reliability Engineering International* 32, S. 2151-2164, 2016.
- [FK20a] Fritsch, M.; Krotova, A.: Der Weg zu datengetriebenen Geschäftsmodellen – Eine modellbasierte Analyse. DEMAND-Gutachten, Köln, 2020.
- [FK20b] Fritsch, M.; Krotova, A.: Wie datengetrieben sind Geschäftsmodelle in Deutschland? Analyse des Status quo. IW-Report 09/2020, 2020.
- [GM21] Graf, M.; Müller, H.: Data-Analytics-Projekte in der Beschaffung erfolgreich umsetzen. 2020. In (Fritzsche, R. et al.): *Logistik in Wissenschaft und Praxis*. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2021.
- [GS19] Gassmann, O.; Sutter, P.: *Digitale Transformation gestalten: Geschäftsmodelle Erfolgsfaktoren Checklisten*. Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, 2., überarbeitete und erweiterte Edition, 2019.
- [Ge16] George, M. L. et.al.: *Das Lean Six Sigma Toolbox. Mehr als 100 Werkzeuge zur Verbesserung der Prozessgeschwindigkeit und -qualität*. Vahlen, München, 2016.
- [HS16] Heinrich, C.; Stühler, G.: Die Digitale Wertschöpfungskette: Künstliche Intelligenz im Einkauf und Supply Chain Management. In (Gärtner, C.; Heinrich, C.): *Fallstudien zur Digitalen Transformation*. Springer Fachmedien, Wiesbaden, 2018.
- [Me17] Mertens, P. et.al.: *Grundzüge der Wirtschaftsinformatik*. Springer Berlin Heidelberg, 2017.
- [Na20] Namaduri, S. et.al.: Review – Deep Learning Methods for Sensor Based Predictive Maintenance and Future Perspectives for Electrochemical Sensors. *Journal of The Electrochemical Society* 167 (3), 2020.

- [OP11] Osterwalder, A.; Pigneur, Y.: Business Model Generation: Ein Handbuch für Visionäre, Spielveränderer und Herausforderer. Campus Verlag, 2011.
- [PS19] Pflaum, A.; Schulz, E.: Auf dem Weg zum digitalen Geschäftsmodell: „Tour de Force“ von der Vision des digitalisierten Unternehmens zum disruptiven Potenzial digitaler Plattformen. In (Meinhardt, S.; Pflaum, A.): Digitale Geschäftsmodelle – Band 1. Springer Verlag, 2019.
- [Sc18] Schuh, G. et.al.: Industrie 4.0: Implement it! – Ein Werkzeug zur erfolgreichen Implementierung von Industrie 4.0-Lösungen. Werkzeugmaschinenlabor der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, Aachen, 2018.
- [SD16] Schmidt, J.; Drews, P.: Auswirkungen der Digitalisierung auf die Geschäftsmodelle der Finanzindustrie – Eine strukturierte Literaturanalyse auf der Grundlage des Business Model Canvas. 2016.
- [Se18] Seiter, M.; Treusch, O.; Esser, L.: Business Analytics im Mittelstand – Die Relevanz von Daten und Algorithmen für Familienunternehmen. FuS – Zeitschrift für Familienunternehmen und Strategie, S. 15-20, 2018.
- [SR17] Schallmo, D.; Rusnjak, A.: Roadmap zur Digitalen Transformation von Geschäftsmodellen. In (Schallmo, D. et.al.): Digitale Transformation von Geschäftsmodellen. Grundlagen, Instrumente und Best Practice. Springer Gabler, 2017.
- [St01] Stähler, P.: Geschäftsmodelle in der digitalen Ökonomie. Merkmale, Strategien und Auswirkungen. Electronic Commerce Band 7, Josef Eul Verlag, 2. Auflage, 2001.
- [WS96] Wang, R. Y.; Strong, D. M.: Beyond Accuracy: What Data Quality Means to Data Consumers. Journal of Management Information Systems 12 (4), S. 5-22, 1996.
- [Ze20] Zeisel, S.: Big Data und Data Science in der strategischen Beschaffung. Grundlagen – Voraussetzungen – Anwendungschancen. Springer Fachmedien, Wiesbaden, 2020.

7 Anhang - Fragebogen zur Erfassung des Reifegrads zum Geschäftsmodell mit Datenintegration

Teil 1: Erfassung der Relevanz der einzelnen Bausteine des Geschäftsmodells (nach BMC)

| Bausteine des Geschäftsmodells (nach BMC) | Relevanz | Antwortkategorien |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| | Fragestellung: Wie wichtig ist in Ihrem Unternehmen...: | |
| Wertangebot | ... die Bedürfnisse der Kund*innen genau zu verstehen? | 0 Unwichtig 1 Eher unwichtig 2 Teils, teils |
| Kundensegmente | ... die Eigenschaften der Zielgruppe umfangreich zu kennen? | 3 Eher wichtig 4 Sehr wichtig |
| Kundenbeziehungen | ... dauerhafte Beziehungen zu den Kund*innen aufzubauen und zu pflegen? | |
| Kanäle | ... geeignete Kommunikations- und Interaktionskanäle zu etablieren? | |
| Einnahmequellen | ... die Einnahmesituation stets im Blick zu haben? | |
| Schlüsselressourcen | ... die innerbetrieblichen Ressourcen stets im Blick zu haben und zu kontrollieren? | |
| Schlüsselaktivitäten | ... die innerbetrieblichen Prozesse stets im Blick zu haben? | |
| Schlüsselpartnerschaften | ... die Lieferantenbeziehungen stets im Blick zu haben und zu kontrollieren? | |
| Kostenstruktur | ... die Ausgaben des Unternehmens stets im Blick zu haben und zu kontrollieren? | |

Teil 2: Erfassung des Scorings der Kriterien der Datenintegration für die Bausteine des Geschäftsmodells (nach BMC)

| Horizontale Dimension: Bausteine des Geschäftsmodells (nach BMC) | | | |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Fragestellung | Antwortkategorien | |
| Vertikale Dimension: Datenintegration | Datenquellen | <i>Alle relevanten Daten befinden sich im digitalen Zugriff?</i> | 0 Stimme nicht zu 1 Stimme eher nicht zu 2 Teils, teils 3 Stimme eher zu 4 Stimme voll und ganz zu |
| | | <i>Die Daten werden regelmäßig aktualisiert?</i> | 0 Stimme nicht zu 1 Stimme eher nicht zu 2 Teils, teils 3 Stimme eher zu 4 Stimme voll und ganz zu |
| | Datenverarbeitung | <i>Auf die Daten kann zentral zugegriffen werden?</i> | 0 Stimme nicht zu 1 Stimme eher nicht zu 2 Teils, teils 3 Stimme eher zu 4 Stimme voll und ganz zu |
| | | <i>Die Daten sind sinnvoll zuordenbar und miteinander verknüpft?</i> | 0 Stimme nicht zu 1 Stimme eher nicht zu 2 Teils, teils 3 Stimme eher zu 4 Stimme voll und ganz zu |
| | Datenverwendung | <i>In welchen Zeiträumen erfolgt die Datenauswertung?</i> | 0 Gar nicht 1 Unregelmäßig/Ad hoc 2 Regelmäßig, aber selten 3 Regelmäßig und häufig 4 Echtzeit |
| | | <i>Welches Ziel verfolgt die Datenauswertung?</i> | 0 Keine Zielstellung 1 Rückschau 2 Analyse der Ursachen 3 Prognosen 4 Entscheidungsunterstützung |

If and where: Environmental antecedents of CDO adoption

Verena Hossnofsky ¹, Sebastian Junge ², Lorenz Graf-Vlachy ³

Abstract: The opportunities and challenges of digital transformation lead many firms to adopt the position of a chief digital officer (CDO). Prior studies have started investigating the antecedents of CDO presence. However, they do not directly distinguish between CDOs positioned at the top management team level and CDOs located at lower levels of the organizational hierarchy. Additionally, pressures arising from a firm's external environment have not been considered comprehensively and in detail from a theoretical as well as an empirical point of view. Our study addresses these points by performing panel data regression analyses on publicly listed German firms between 2016 and 2019. Our results indicate that the effects of environmental antecedents vary significantly for CDOs at different hierarchical levels.

Keywords: Chief Digital Officer, digital transformation, antecedents, TMT.

1 Introduction

The increasing importance of digital technologies and the corresponding ongoing digital transformation creates substantial challenges and opportunities alike for firms across all industries [FDZ14, Hu17, Lu13]. Leadership plays a crucial role in addressing and exploiting these, since organizational leaders ultimately decide on the level of attention and the resources allocated towards new digital technologies [AS99, HM84]. As such, many firms have started to adopt a new position, namely the chief digital officer (CDO) [SH17, TBB18], signaling strong commitment to digitalization [SKH20]. A recent study highlights that in 2018 21 percent of the global 2500 largest public firms had established a CDO position, compared to just 6 percent in 2015 [Pw19]. In addition, Drechsler et al. [DWR19] show that stock markets tend to react positively to the announcement of CDO appointments. Due to this increasing prevalence and apparent importance of the role,

¹ Friedrich-Alexander-University Erlangen-Nuremberg, Chair of Strategic Management, Lange Gasse 20, 90403, Nuremberg, Germany, verena.hossnofsky@fau.de

 <https://orcid.org/0000-0002-3591-5206>

² Friedrich-Alexander-University Erlangen-Nuremberg, Chair of Strategic Management, Lange Gasse 20, 90403, Nuremberg, Germany, sebastian.junge@fau.de

 <https://orcid.org/0000-0002-0939-6393>

³ TU Dortmund University, Professorship of Strategic Management and Leadership, Otto-Hahn-Str. 4, 44227, Dortmund, Germany, lorenz.graf-vlachy@tu-dortmund.de

 <https://orcid.org/0000-0002-0545-6643>

interest in CDOs among practitioners and researchers in strategic management and information systems (IS) has risen in the last years.

CDOs are senior executives who are explicitly responsible for a firm's overarching digital strategy and the accompanying change management efforts to prepare the business for the digital era [HKB16]. Of course, one might argue that these tasks could also fall under the responsibility of the well-established position of a Chief Information Officer (CIO). And indeed, ambidextrous CIOs, mastering both the information technology (IT) supply-side (i.e., traditional tasks around IT exploitation) and the demand-side (i.e., IT exploration for business innovation and transformation), are often considered desirable [CPX10]. Because it is, however, often difficult to meet the increasing demands of both types of leadership in practice, the roles are split increasingly frequently. In such cases, the CDO becomes tasked with demand-side leadership [CM09, PEL11]. Thus, the CDO role is largely viewed as complementary to the CIO position [HKB16].

Recent research on CDOs mostly focuses on the CDO role itself and its consequences [e.g., HKB16, SH17, TBB17, TBB18]. This research tends to take on an explorative perspective and draw upon case studies. Only two quantitative studies have started investigating the antecedents of CDO presence. The initial explorative study by Kunisch et al. [KML20] tests "several factors related to firm performance, strategic leadership, task demands, task environments, and mimicry behavior that influence the likelihood of CDO presence." Firk et al. [Fi21] add to these findings by theorizing and testing novel factors, which specifically apply to the digital age, e.g., the urgency to transform.

However, a very recent literature review on CDOs calls for further studies to gain a more nuanced picture and a better understanding of the complex interactions between antecedents of CDO presence on the individual, firm, and environment levels [KG21]. Specifically, previous studies do not directly distinguish between CDO positions implemented at the top management team (TMT) level and CDOs located at lower levels of the organizational hierarchy. Also, pressures arising from a firm's external environment have not been considered comprehensively and in detail in at least three ways. First, financial analysts' assessments have not yet been taken into account as a predicting factor. Second, while the study by Firk et al. [Fi21] considers the degree of institutional ownership, no research thus far has distinguished between transient and dedicated institutional owners [Bu01]. Third, although prior work has studied various individual aspects of environmental uncertainty [Fi21, KML20], no study has used all three measures of environmental uncertainty that are typically used in the field [KH88].

Our study specifically addresses these points by performing panel data regression analyses on listed German firms between 2016 and 2019. We find that firms are more likely to have a non-TMT CDO when they received positive analyst recommendations. Also, dedicated institutional owners seem to positively influence non-TMT CDO adoption. With regards to the implementation of TMT CDO positions, our data suggests that the ownership share of transient institutional owners is negatively related to CDO adoption. We find that environmental uncertainty largely negatively impacts non-TMT

CDO appointments. Overall, our results indicate that the effects of these environmental antecedents vary significantly for CDO adoption at different hierarchical levels.

Overall, we contribute to a better understanding of IS-related senior management positions and the management of IT and digitalization within firms in general. We add to the knowledge on how incumbent firms react to major technological changes through adapting their organizational structures. By testing novel factors, we complement extant research on CDO antecedents [Fi21, KML20]. Moreover, our study is the first to offer extensive empirical evidence from Germany. Also, our results indicate that the factors associated with CDO adoption vary significantly for CDO positions within and outside the TMT.

2 Theoretical background

2.1 Digital strategy and the rise of TMT and non-TMT CDOs

For a long time, IT strategy has been viewed as a merely functional-level strategy, which is aligned with—but generally subordinate to—business strategy [Bh13]. However, with the increasing availability of digital technologies and their substantial performance implications, boundaries between IT and business strategy began to blur. Digital technologies increasingly influence firms' strategic approaches, affecting future survival and success by driving competitive advantage and strategic differentiation [Bh13, Pa13]. As such, managerial attention to digitalization increased in firms across all industries.

Leading a firm through this digital transformation represents an exceptional managerial challenge, since digital transformation comprises a wide range of tasks and activities that are increasingly complex, cross-functional, and interdependent [Ho16]. The allocation of corresponding responsibilities within a firm's TMT is vital because the structural design of the TMT impacts the prominence and salience of issues within the whole organization [Ha07]. The more attention a strategic issue receives, the more support (e.g., investments) will be provided and the more likely desired outcomes can be achieved [Oc97]. Following this logic, firms often want to ensure that the issue of digitalization is addressed in an appropriate manner, e.g., through the appointment of a CDO who oversees a firm's overarching digital strategy [HKB16].

At the same time, firms may decide against a new centralized role at the apex of the firm and rather opt for non-TMT CDOs, e.g., CDOs located inside of business units. Among other reasons, this might be due to a desire to prevent an increase in complexity within the TMT and to avoid power struggles at this level [MS14, TBB18]. Also, the implementation of a central role may lead to losses of hidden knowledge within business units [Fi21]. Additionally, having solely one person in charge of digitalization might be viewed as insufficient [Bh13]. Hence, a non-TMT CDO might be preferable.

2.2 Environmental antecedents of CDO adoption

There may be many causes that make firms adopt the role of a CDO within their TMT or at a lower hierarchical level within the firm. Previous studies have started to shed light on the importance of pressures arising from a firm's external environment [Fi21, KML20]. We refine these observations by considering key stakeholders as well as environmental uncertainty, which we deem potentially particularly important factors triggering CDO appointments for listed firms.

First, we consider assessments from financial analysts as a predicting factor of CDO adoption. Financial analysts are information intermediaries who significantly affect investors' expectations about a firm's ability to create future value and thus their investment decisions [Wo96, Zu99]. This in turn enables them to also influence firms' decisions, such as leadership choices [BR12, Zu00]. For example, Wiersema and Zhang [WZ11] show that analyst recommendations affect the probability of CEO dismissal. Consequently, analysts may also influence the decision to appoint a CDO. Specifically, we propose that firms who received favorable assessments (perceive to) have the license to make changes to their leadership structure that may bring novel sources of income and cost reductions in the future, but that might initially create uncertainty and likely additional cost [SLD81]. We thus formalize:

Hypothesis 1 (H1): Analysts' recent assessments are positively related to CDO adoption.

Second, we argue that the presence of dedicated and transient institutional owners might be a determinant of CDO adoption. Institutional investors have become particularly powerful shareholders over the past decades [SSJ08, Sm96]. Previous studies show that they not only own high equity stakes, but also influence strategic decisions such as risk-taking [Wr96] or diversification [HJM94] to align firm behavior with their interests. These investment preferences may vary substantially by type of institutional owner [Bu01, ZG16]. Dedicated, i.e., long-term-oriented investors, may look past the additional immediate costs arising from a CDO position, but rather focus on the upsides that may come with it. In contrast, transient investors, i.e., investors who are sensitive to firms' short-term earnings, may not want to endure these additional costs. We thus hypothesize:

Hypothesis 2 (H2): The presence of dedicated institutional owners is positively related to CDO adoption, whereas the presence of transient institutional owners is negatively related to CDO adoption.

Third, we argue that environmental uncertainty explains whether firms choose to implement a CDO position. Generally speaking, the organizational environment has long been thought of as a crucial factor that influences firms' strategic decisions and structural choices [MJW18]. Typically, (objective) environmental uncertainty is conceptualized as comprising three dimensions, namely complexity (i.e., number and heterogeneity of, e.g., customers, suppliers, and competitors that a focal firm deals with), instability (i.e., the rate, intensity, and predictability of change in the environment), and

munificence (i.e., the capacity for growth that the environment supports) [DB84, KH88]. On the one hand, when a firm perceives its environment increasingly as uncertain, one might expect a swift reaction, such as the implementation of a role in charge of the changes arising from novel digital technologies. However, research and practice have shown time and time again that established firms may consider uncertainty a threat [SLD81] and find it extremely difficult to adapt to a discontinuous change such as digitalization, often failing to overcome organizational inertia [e.g., EF18, HR03, KGS21, UMK09, We19]. Therefore, we expect firms operating in a more uncertain environment to be less likely to react and adopt a CDO position. Put formally:

Hypothesis 3 (H3): Environmental uncertainty is negatively related to CDO adoption.

3 Method

3.1 Sample

Our empirical setting covers firms that were listed on the main German stock indices (DAX, MDAX, and SDAX) between 2016 and 2019. We excluded financial institutions, real estate firms, and purely financial holdings since accounting data cannot readily be compared between these and other industries [MP97]. This led to a sample of 151 companies. Since not all companies existed over the whole time period and due to missing data, our final sample contains 126 companies and 494 company years.

3.2 Dependent variables

Our dependent variable is the adoption of a CDO position. We distinguish between CDOs within the TMT and non-TMT CDOs. The German governance system is two-tiered, with a management board and a separate supervisory board. Members of the management board act as representatives of the firm and are legally and collectively responsible for managing the firm. We thus consider the management board the TMT [HH13]. To determine CDO adoption within the TMT, we followed a comprehensive approach [FTC20, MS14]. First, we manually searched firms' annual reports for the members of the management board at the end of the respective financial year. Second, we analyzed their titles and responsibilities and specifically searched for TMT CDOs. Third, we coded a binary variable to indicate TMT CDO adoption, taking a value of 1 if a TMT CDO was introduced in a given year and a value of zero otherwise. The coding was straightforward and was carried out by trained graduate research assistants. Interrater reliability was nearly perfect from the beginning. Disagreements were resolved through discussion. For the adoption of non-TMT CDOs, e.g., CDOs located at lower levels of the hierarchy, we also manually searched firms' annual reports, websites, as well as press releases. We further conducted individual firm level searches on the internet and used newspaper websites, business portals, and social networks as additional

sources [see e.g., Fi21, WLL17]. We then applied the same coding as described above. Again, interrater agreement was quasi-perfect.

3.3 Independent variables

Our independent variables are various environmental factors. First, we operationalized analysts' assessments as the mean investment recommendation for each firm, which we obtained from I/B/E/S. The variable is coded on a five-point scale from "1", indicating a strong buy recommendation to "5", which indicates a strong sell recommendation. We inverted the scale for a more intuitive interpretation. Second, we include institutional owners with at least 1% ownership, since those are assumed to have sufficient holdings to be able and incentivized to influence their investee [Co10, NZ06]. We downloaded reports from Capital IQ which list the institutional owners for each firm within our sample at each financial year-end within our sampling frame. To measure the influence of transient and dedicated institutional owners, we followed the procedure of Bushee [BU98], which is well-established in the literature [ARZ13]. Using a factor analysis, we classified institutional owners based on their prior investment behavior (e.g., portfolio concentration, turnover, or trading sensitivity to current earnings) [BU98]. Subsequently, we calculated the proportions of ownership of dedicated and transient owners for each firm-year [BU98]. Third, we measured the three notions of environmental uncertainty based on accounting data by industry (two-digit GICS codes) [KH88, MJW18]. Complexity refers to the increase or decrease in market concentration and is measured through regressing the market share in the initial year over the market share in the terminal year. Instability captures the volatility of net sales and operating income growth. Munificence is measured as the regression slope coefficient of net sales and operating income growth [KH88].

3.4 Control variables

We controlled for a host of potentially confounding variables at the individual and organizational level, as well as further environment variables [Fi21, KG21, KML20]. We considered firms' financial performance measured as their yearly Return on Assets (RoA) [Fi21]. We also included Tobin's Q, which is calculated as the ratio between market values and book values of equity and liabilities [TB77], as well as a firm's sales growth from t-2 to t-1 [KML20]. We also controlled for the average RoA and market-to-book value in each industry [KML20]. We controlled for firm age and size, measured as the natural logarithm of the firm's total assets [e.g., KML20]. Furthermore, we included asset intensity (i.e., assets over sales) as an industry-specific control. We accounted for TMT size by counting the number of members listed in the annual report. We also calculated the average age of the TMT members [Fi21]. Moreover, we controlled for CDO adoption by industry peers [Fi21, KML20]. We considered the number of a firm's existing technology-related TMT members by counting the number of present alternative relevant functions, such as CIO, Chief Technology Officer, and Chief Innovation Officer. In line with the procedure outlined above, we identified these positions by

searching and coding firms' annual reports. We consider a firm's diversification by using Palepu's [Pa85] entropy measure based on the dispersion of sales across different business lines [HC04, MS14]. We considered the number of institutional owners and further accounted for the number of analysts covering the firm in the focal year. All variables were lagged by one year to address issues of reverse causality. We obtained the data from Standard & Poor's Capital IQ if not stated otherwise. Finally, we included year dummies to control for time-specific factors.

3.5 Empirical strategy

To account for the binary dependent variables, and in line with previous research on the subject, we employed a general estimating equations (GEE) regression model with a logit link function [Fi21, KML20].

4 Results

Table 1 presents means, standard deviations, and pairwise correlations of all variables used in the study. Some correlations are substantial but not unexpected. We believe that each of the variables has its own explanatory power, and the high correlations are not driven by a shared omitted variable [Ka18]. Consequently, we retained the variables in our models. Nevertheless, we ran additional models, testing every one of the variables on its own. With one exception, the impact of the independent variables on the adoption of a CDO did not change substantially, which makes it unlikely that multicollinearity distorts our results [Ka18]. The sole exception is the number of institutional owners. This variable is substantially correlated with transient institutional ownership ($\beta = 0.7542$) and the results for the effects of transient institutional ownership on non-TMT CDO adoption (Model 7) are not robust to its exclusion.

Table 2 shows the results of our regression analyses. Models 1 and 2 contain only the control variables. Models 3 and 4 address H1, which is partially supported since analysts' assessments show a significant ($\beta = 0.462$; $p < 0.05$) positive effect on non-TMT CDO adoption, but no statistically significant effect ($\beta = 0.179$; $p > 0.1$) for CDOs within the TMT. Hence, firms appear to take positive assessments as a license to make adjustments to their organizational structure, albeit not as extensively as we had hypothesized. This could be explained by prior research that characterizes analysts as generally status-quo oriented [BW18]. Firms might be concerned that too extensive adjustments, i.e., changing the TMT composition, might be viewed as excessive and thus create negative backlash. Changes at lower levels, however, such as implementing a non-TMT CDO position, might be deemed acceptable to analysts.

| Variable | Mean | SD | Min | Max | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | |
|----------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|--|
| (1) TMT CDO adoption | 0.02 | 0.12 | 0.00 | 1.00 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (2) Lower level CDO adoption | 0.04 | 0.21 | 0.00 | 1.00 | 0.06 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (3) RoA | 0.04 | 0.07 | -0.27 | 0.32 | -0.11* | -0.05 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (4) Tobin's Q | 2.02 | 1.63 | 0.65 | 15.66 | -0.05 | -0.05 | 0.25* | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (5) Sales growth | 1.08 | 0.16 | 0.32 | 1.90 | 0.01 | -0.01 | 0.01 | 0.27* | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (6) Industry RoA | 0.04 | 0.06 | -0.27 | 0.29 | -0.12* | -0.04 | 0.83* | 0.16* | 0.01 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (7) Industry MTB | 1.97 | 1.34 | 0.65 | 15.66 | -0.07 | -0.05 | 0.18* | 0.83* | 0.24* | 0.21* | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (8) Firm size | 8.17 | 1.77 | 4.36 | 13.1 | 0.01 | 0.10* | -0.12* | -0.35* | -0.22* | -0.09 | -0.33* | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (9) Firm age | 85.35 | 66.72 | 1.00 | 450.0 | -0.01 | 0.08 | -0.04 | -0.26* | -0.18* | -0.05 | -0.27* | 0.22* | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| (10) Asset intensity | 0.55 | 0.19 | 0.03 | 0.95 | 0.08 | 0.07 | -0.11* | -0.16* | -0.09 | -0.09 | -0.13* | 0.37* | -0.01 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| (11) TMT size | 4.20 | 1.89 | 2.00 | 12.00 | 0.01 | 0.06 | 0.02 | -0.11* | 0.05 | 0.05 | -0.10* | 0.55* | 0.07 | 0.19* | 1.00 | | | | | | | | | | | | | |
| (12) Average board age | 52.6 | 4.32 | 34.67 | 72.00 | -0.04 | 0.02 | -0.09 | -0.23* | -0.17* | -0.05 | -0.20* | 0.13* | 0.18* | 0.06 | 0.09 | 1.00 | | | | | | | | | | | | |
| (13) Industry CDO adoptions | 0.65 | 0.95 | 0.00 | 4.00 | 0.12* | 0.20* | 0.03 | -0.12* | 0.07 | 0.07 | -0.17* | 0.38* | 0.09 | 0.19* | 0.35* | 0.04 | 1.00 | | | | | | | | | | | |
| (14) Technology-related TMT members | 1.02 | 0.89 | 0.00 | 5.00 | 0.04 | 0.04 | -0.02 | -0.11* | -0.04 | -0.04 | -0.13* | 0.31* | 0.01 | 0.12* | 0.23* | 0.03 | 0.15* | 1.00 | | | | | | | | | | |
| (15) Degree of diversification | 0.36 | 0.20 | 0.00 | 0.90 | 0.02 | 0.10* | -0.02 | -0.11* | -0.15* | 0.00 | -0.14* | 0.37* | 0.22* | 0.15* | 0.20* | 0.09 | 0.19* | 0.04 | 1.00 | | | | | | | | | |
| (16) Number institutional owners | 5.38 | 4.97 | 0.00 | 21.00 | 0.02 | 0.04 | -0.08 | 0.06 | -0.04 | -0.04 | 0.08 | 0.21* | 0.04 | 0.03 | 0.14* | -0.03 | 0.08 | 0.10* | 0.02 | 1.00 | | | | | | | | |
| (17) Analyst coverage | 13.10 | 9.72 | 0.00 | 45.00 | 0.02 | 0.07 | -0.01 | -0.14* | -0.14* | 0.04 | -0.12* | 0.58* | 0.17* | 0.28* | 0.27* | 0.07 | 0.26* | 0.22* | 0.24* | 0.30* | 1.00 | | | | | | | |
| (18) Analyst assessments | 3.14 | 0.98 | 0.00 | 5.00 | -0.06 | 0.05 | -0.03 | 0.03 | 0.13* | -0.02 | -0.01 | 0.03 | -0.03 | 0.05 | 0.04 | 0.07 | 0.08 | 0.01 | 0.03 | 0.14* | 0.23* | 1.00 | | | | | | |
| (19) Transient institutional ownership | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.24 | 0.02 | 0.05 | -0.04* | 0.05 | 0.12* | -0.10* | 0.06 | -0.05 | 0.06 | -0.08 | -0.08 | -0.01 | 0.04 | -0.04 | -0.03 | 0.75* | 0.07 | 0.11* | 1.00 | | | | | |
| (20) Dedicated institutional ownership | 0.07 | 0.09 | 0.00 | 0.71 | 0.01 | 0.07 | -0.05 | 0.05 | -0.01 | -0.01 | 0.07 | 0.22* | -0.06 | 0.12* | 0.12* | -0.05 | 0.15* | 0.15* | 0.11* | 0.56* | 0.23* | 0.09 | 0.28* | 1.00 | | | | |
| (21) Complexity | 0.18 | 0.10 | 0.08 | 0.51 | -0.02 | -0.05 | 0.01 | 0.09 | 0.01 | 0.01 | 0.11* | 0.03 | -0.25* | 0.01 | -0.12* | -0.05 | 0.06 | -0.02 | -0.03 | 0.00 | 0.02 | -0.09 | 0.03 | 1.00 | | | | |
| (22) Insularity | 1.12 | 0.06 | 1.07 | 1.40 | -0.02 | -0.03 | -0.04 | -0.04 | -0.05 | -0.05 | -0.05 | 0.25* | -0.05 | 0.33* | -0.02 | 0.06 | -0.02 | -0.04 | 0.16* | -0.01 | 0.17* | -0.07 | -0.08 | 0.08 | 0.47* | 1.00 | | |
| (23) Multifacience | 1.08 | 0.06 | 0.94 | 1.28 | 0.02 | 0.12* | 0.00 | -0.06 | 0.03 | 0.03 | -0.07 | 0.18* | -0.02 | 0.28* | -0.01 | 0.08 | -0.02 | 0.08 | 0.11* | 0.08 | 0.05 | -0.05 | 0.01 | 0.15* | 0.17* | 0.36* | 1.00 | |

* p < 0.05

Tab. 1: Descriptive Statistics and Pairwise Correlations

Models 5 through 8 address H2. With regard to TMT CDOs, we find that, largely as we hypothesized, the presence of transient (i.e., short-term oriented) institutional owners is marginally significantly negatively ($\beta = -31.44$; $p < 0.1$) related to TMT CDO adoption, whereas the presence of dedicated institutional owners has no significant effect on TMT CDO adoption. Dedicated institutional owners do, however, have a significantly positive effect on non-TMT CDO adoption ($\beta = 4.457$; $p < 0.001$). The presence of transient institutional owners is only marginally significantly related to non-TMT CDO adoption ($\beta = 17.32$; $p < 0.1$). Hence, we can only partially support H2. On the one hand, dedicated institutional owners appear to increase the likelihood of CDO adoption on a non-TMT level. Dedicated institutional owners have extended investment horizons within few firms [Co10] and may thus be willing to endure additional costs in the short-term to ensure firm survival and success in the long run. Our findings suggest that firms are inclined to cater to these preferences by implementing non-TMT CDOs. On the other hand, our findings for transient institutional owners are only marginally significant and partially unexpected. Transient owners do not adopt a long-term perspective. In line with this, our data show that firms with more transient institutional owners are hesitant to adopt TMT CDOs, likely because they are more sensitive to additional short-term costs arising from additional TMT appointments. Surprisingly, such firms at the same time appear open to non-TMT adoption.

Models 9 and 10 address H3, which states that environmental uncertainty is negatively related to CDO adoption. This can only be supported for non-TMT CDOs and for the dimensions complexity ($\beta = -5.211$; $p < 0.1$) and instability ($\beta = -9.012$; $p < 0.05$). The coefficient for the munificence dimension is highly significant, but positive ($\beta = 10.87$; $p < 0.001$). We hence only partially support H3. Interestingly, but perhaps not completely surprisingly, we find the three dimensions to impact CDO adoption at a lower hierarchical level in different directions. As described above, munificence describes the capacity for growth within an environment [DB84, KH88]. Higher levels of munificence might be less likely to be perceived as a threat, and rather, indicate the necessary resources given in an industry, which are needed for growth [e.g., HKG06]. Hence, firms might implement CDOs as a means to reap such growth potential.

5 Discussion and conclusion

The purpose of our study was to gain a better understanding of specific environmental factors that are associated with CDO adoption within and outside of TMTs. Our results indicate that the effects of these antecedents vary by the hierarchical level of CDO implementation. Specifically, analysts' assessments and dedicated institutional owners seem to positively influence the likelihood of non-TMT adoption. In contrast, we find that environmental uncertainty largely negatively impacts non-TMT CDO appointments, which might be an indication for firm inertia in the face of the challenges of digital transformation. Regarding the implementation of TMT CDOs, our data suggest that ownership by transient institutional owners may be negatively related to CDO adoption.

| Variables | Control models | | Analyst Models | | | IO Models | | | Environment Models | |
|-----------------------------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|---------------------|---------------------|------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) |
| | TMT | Lower level | TMT | Lower level | TMT | TMT | Lower level | Lower level | TMT | Lower level |
| RoA $t-1$ | -16.52*** (3.05) | 0.264 (3.86) | -16.14*** (3.05) | -0.037 (3.75) | -17.42*** (2.70) | -16.46*** (3.27) | -0.136 (4.34) | -0.245 (3.39) | -19.89*** (5.18) | -2.322 (5.46) |
| Tobin's Q $t-1$ | 0.147 (0.41) | 0.068 (0.31) | 0.055 (0.46) | 0.046 (0.32) | 0.132 (0.45) | 0.150 (0.37) | 0.003 (0.39) | 0.090 (0.31) | 0.333 (0.33) | 0.116 (0.33) |
| Sales Growth $t-1$ | 2.471* (1.23) | -0.625 (1.17) | 2.477+ (1.27) | -0.968 (1.25) | 3.136** (1.19) | 2.459+ (1.28) | -0.762 (1.18) | -0.435 (1.20) | 2.170 (1.89) | -1.013 (1.40) |
| Industry RoA $t-1$ | 12.62* (5.30) | 2.208 (6.66) | 12.96* (5.24) | 2.88 (6.60) | 13.14*** (3.22) | 12.57** (4.75) | 3.344 (7.37) | 3.326 (6.41) | 11.61* (5.88) | 4.013 (8.33) |
| Industry MTB $t-1$ | -2.170* (0.85) | -0.124 (0.32) | -2.208* (0.94) | -0.121 (0.31) | -2.354** (0.75) | -2.169* (0.86) | -0.084 (0.38) | -0.177 (0.31) | -2.319* (0.99) | -0.186 (0.33) |
| Firm size $t-1$ | -0.432 (0.31) | 0.035 (0.15) | -0.458 (0.33) | 0.031 (0.16) | -0.554+ (0.31) | -0.432 (0.31) | 0.055 (0.14) | 0.013 (0.15) | -0.301 (0.30) | 0.141 (0.15) |
| Firm age $t-1$ | -0.000 (0.005) | 0.001 (0.002) | -0.000 (0.00) | 0.001 (0.00) | 0.001 (0.00) | -0.000 (0.00) | -0.000 (0.00) | 0.001 (0.00) | 0.001 (0.01) | 0.000 (0.00) |
| Asset intensity $t-1$ | 2.022 (1.77) | 1.763 (1.82) | 2.058 (1.82) | 1.677 (1.11) | 1.619 (1.68) | 2.034 (1.70) | 1.889+ (1.12) | 2.029+ (1.22) | 3.159+ (1.86) | 1.842 (1.14) |
| TMT size $t-1$ | 0.151 (0.223) | 0.045 (0.11) | 0.142 (0.22) | 0.028 (0.11) | 0.096 (0.21) | 0.151 (0.21) | 0.106 (0.11) | 0.084 (0.09) | 0.249 (0.24) | 0.061 (0.11) |
| Average board age $t-1$ | -0.114 (0.08) | -0.028 (0.05) | -0.119 (0.08) | -0.039 (0.05) | -0.115+ (0.07) | -0.114 (0.08) | -0.032 (0.05) | -0.025 (0.05) | -0.145+ (0.09) | -0.035 (0.05) |
| Industry CDO adoptions $t-1$ | -0.294 (0.38) | -0.414 (0.38) | -0.315 (0.40) | -0.406 (0.38) | -0.294 (0.45) | -0.291 (0.41) | -0.486 (0.38) | -0.579 (0.37) | -0.388 (0.36) | -0.548 (0.38) |
| Technology-related TMT members $t-1$ | 0.034 (0.48) | -0.048 (0.23) | 0.062 (0.46) | -0.044 (0.23) | 0.017 (0.42) | 0.036 (0.50) | -0.023 (0.22) | -0.105 (0.19) | 0.076 (0.45) | -0.043 (0.22) |
| Degree of diversification $t-1$ | 2.636 (2.02) | 0.653 (1.29) | 2.686 (2.06) | 0.745 (1.25) | 3.268 (1.20) | 2.639 (1.97) | 0.644 (1.23) | 0.337 (1.38) | 1.954 (1.86) | 0.196 (1.19) |
| Number institutional owners $t-1$ | 0.108 (0.07) | -0.004 (0.04) | 0.108 (0.07) | -0.006 (0.04) | 0.279** (0.11) | 0.109 (0.08) | -0.119 (0.09) | -0.056 (0.05) | 0.109 (0.08) | -0.016 (0.05) |
| Analyst coverage $t-1$ | 0.038 (0.03) | 0.017 (0.03) | 0.037 (0.03) | 0.012 (0.03) | 0.032 (0.03) | 0.038 (0.03) | 0.025 (0.02) | 0.020 (0.03) | 0.036 (0.03) | 0.012 (0.03) |
| Analyst assessment $t-1$ | | | 0.179 (0.18) | 0.462* (0.21) | | | | | | |
| Transient institutional ownership $t-1$ | | | | | -31.44+ (18.12) | | 17.32+ (9.74) | | | |
| Dedicated institutional ownership $t-1$ | | | | | | -0.225 (4.39) | | 4.457*** (1.05) | | |
| Complexity $t-1$ | | | | | | | | | -9.957 (8.28) | -5.211+ (2.90) |
| Instability $t-1$ | | | | | | | | | -11.36 (8.93) | -9.012* (4.54) |
| Munificence $t-1$ | | | | | | | | | 5.320 (4.12) | 10.87*** (2.91) |
| Constant | 0.994 (6.14) | -3.322 (3.27) | 1.085 (6.25) | -3.615 (3.27) | 1.580 (5.04) | 0.997 (6.12) | -3.269 (3.34) | -3.762 (3.40) | 8.903 (10.35) | -4.417 (5.40) |
| Wald chi2 | 179.72 | 34.26 | 182.52 | 50.64 | 184.65 | 183.16 | 72.52 | 196.26 | 278.86 | 57.89 |
| Prob > chi2 | 0.0000 | 0.0117 | 0.0000 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |

Note: n = 494, Standard errors in parentheses, + p < 0.1, * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

Tab. 2: Analysis of TMT CDO Adoption

Our research identifies several factors that are predictive of the choice to implement CDO positions and thereby contributes to a better understanding of IS-related senior management positions and the management of IT and digitalization within firms in general. What is more, we add to the knowledge on how incumbent firms react to major technological changes by adapting their organizational structures. By testing novel factors, we complement extant research on CDO antecedents [Fi21, KML20]. Moreover, our study is the first to offer extensive empirical evidence from Germany. Our novel distinction between CDOs within and outside TMTs may add to the strategic centralization literature [e.g., MKC15]. At the very least, our study may initiate

meaningful discussions in academia and the C-suite by showing how firms' characteristics lead them to choices about CDO adoption within and outside of the TMT.

We acknowledge the limitations of this study, which may inspire future research. We focused squarely on CDO adoption decisions because none of the firms in our sample that introduced TMT-level CDO positions reversed this decision within our sampling timeframe. Future researchers might wish to use specific econometric techniques to account for the fact that once a firm adopted a CDO position, an additional adoption (at the TMT-level) is thus effectively impossible. Alternatively, but likely even more interestingly, future researchers might wish to study samples in which firms decided to remove CDO positions again, possibly creating valuable insights into the obsolescence of executive positions. Related to this idea of studying extended time frames, it may be particularly interesting to see how CDO adoption evolved recently, e.g., whether changing perceptions during the Covid-19 pandemic have also altered expectations towards CDOs and the role's future [KG21]. Further, although we did not experience specific problems, the identification of non-TMT CDOs is not trivial since firms are not obliged to report such positions and there is no database providing this information. Identifying such CDOs hence requires a manual search, which ultimately might be subject to biases. Thus, we encourage future studies that further validate this data, e.g., through questionnaires. Generally, further robustness checks and replication studies might be valuable. Insights from qualitative studies might additionally help to further illuminate the reasons for the observed differences between TMT CDO adoption and non-TMT CDO adoption.

References

- [ARZ13] Aghion, P.; Van Reenen, J.; Zingales, L.: Innovation and Institutional Ownership. *American Economic Review* 103(1), pp. 277-304, 2013.
- [AS99] Armstrong, C. P.; Sambamurthy, V.: Information Technology Assimilation in Firms: The Influence of Senior Leadership and IT Infrastructures. *Information Systems Research* 10(4), pp. 304-327, 1999.
- [BR12] Benner, M. J.; Ranganathan, R.: Offsetting Illegitimacy? How Pressures from Securities Analysts Influence Incumbents in the Face of New Technologies. *Academy of Management Journal* 55(1), pp. 213-233, 2012.
- [BW18] Brauer, M.; Wiersema, M.: Analyzing Analyst Research: A Review of Past Coverage and Recommendations for Future Research. *Journal of Management* 44(1), pp. 218-248, 2018.
- [Bh13] Bharadwaj, A. et.al.: Digital Business Strategy: Toward a Next Generation of Insights. *MIS Quarterly* 37(2), pp. 471-482, 2013.
- [Bu98] Bushee, B. J.: The Influence of Institutional Investors on Myopic R&D Investment Behavior. *The Accounting Review* 73(3), pp. 305-333, 1998.
- [Bu01] Bushee, B. J.: Do Institutional Investors Prefer Near-Term Earnings over Long-Run Value? *Contemporary Accounting Research* 18(2), pp. 207-246, 2013.
- [CPX10] Chen, D. Q.; Preston, D. S.; Xia, W.: Antecedents and Effects of CIO Supply-Side and Demand-Side Leadership: A Staged Maturity Model. *Journal of Management Information Systems* 27(1), pp. 231-272, 2010.

- [CM09] Chun, M. W. S.; Mooney, J.: CIO Roles and Responsibilities: Twenty-Five Years of Evolution and Change. *Information & Management* 46(6), pp. 323-334, 2009.
- [Co10] Connelly, B. et.al.: Marching to the Beat of Different Drummers: The Influence of Institutional Owners on Competitive Actions. *Academy of Management Journal* 53(4), pp. 723-742, 2010.
- [DB84] Dess, G. G.; Beard, D. W.: Dimensions of Organizational Task Environments. *Administrative Science Quarterly* 29(1), pp. 52-73, 1984.
- [DWR19] Drechsler, K.; Wagner, H. T.; Reibenspiess, V.: Risk and Return of Chief Digital Officers' Appointment - An Event Study. In (Krcmar H.; Fedorowicz J.; Boh W. F.; Leimeister J. M.; Wattal S. eds.): *Proceedings of the 40th International Conference on Information Systems*, Association for Information Systems, Munich, pp. 1-17, 2019.
- [EF18] Eggers, J. P.; Francis Park, K.: Incumbent Adaptation to Technological Change: The Past, Present, and Future of Research on Heterogeneous Incumbent Response. *Academy of Management Annals* 12(1), pp. 257-389, 2018.
- [FDZ14] Fichman, R. G.; Dos Santos, B. L.; Zheng, Z.: Digital Innovation as a Fundamental and Powerful Concept in the Information Systems Curriculum. *MIS Quarterly* 38(2), pp. 329-354, 2014.
- [Fi21] Firk, S. et.al.: Chief Digital Officers: An Analysis of the Presence of a Centralized Digital Transformation Role. *Journal of Management Studies*, 2021.
- [FTC20] Fu, R., Tang, Y.; Chen, G.: Chief Sustainability Officers and Corporate Social (Ir)Responsibility. *Strategic Management Journal* 41(4), pp. 656-680, 2020.
- [HKB16] Haffke, I.; Kalgovas, B.; Benlian, A.: The Role of the CIO and the CDO in an Organization's Digital Transformation. In (Ågerfalk P.; Levina N.; Kien S. S. eds.): *Proceedings of the 37th International Conference on Information Systems*, Association for Information Systems, Dublin, pp. 1-20, 2016.
- [Ha07] Hambrick, D. C.: Upper Echelons Theory: An Update. *Academy of Management Review* 32(2), pp. 334-343, 2007.
- [HC04] Hambrick, D. C.; Cannella, A. A.: CEOs Who Have COOs: Contingency Analysis of an Unexplored Structural Form. *Strategic Management Journal* 25(10), pp. 959-979, 2004.
- [HM84] Hambrick, D. C.; Mason, P. A.: Upper Echelons: The Organization as a Reflection of Its Top Managers. *Academy of Management Review* 9(2), pp. 193-206, 1984.
- [HKG06] Heeley, M. B.; King, D. R.; Govin, J. G.: Effects of Firm R&D Investment and Environment on Acquisition Likelihood. *Journal of Management Studies* 43(7), pp. 1513-1535, 2006.
- [HR03] Hill, C. W. L.; Rothaermel, F. T.: The Performance of Incumbent Firms in the Face of Radical Technological Innovation. *Academy of Management Review* 28(2), pp. 257-274, 2003.
- [Ho16] Horlacher, A.: Co-Creating Value - The Dyadic CDO-CIO Relationship during the Digital Transformation. *Proceedings of the 24th European Conference on Information Systems*, Istanbul, pp. 1-11. 2016.
- [HJM94] Hoskisson, R. E.; Johnson, R. A.; Moesel, D. D.: Corporate Divestiture Intensity in Restructuring Firms: Effects of Governance, Strategy, and Performance. *Academy of Management Journal* 37(5), pp. 1207-1251, 1994.
- [Hu17] Huang, J. et.al.: Growing on Steroids: Rapidly Scaling the User Base of Digital Ventures through Digital Innovation. *MIS Quarterly* 41(1), pp. 301-314, 2017.
- [HH13] Hutzschenreuter, T; Horstkotte, J.: Performance Effects of Top Management Team Demographic Faultiness in the Process of Diversification. *Strategic Management Journal* 34(6), pp. 704-726, 2013.
- [Ka18] Kalnins, A.: Multicollinearity: How Common Factors Cause Type 1 Errors in Multivariate Regression. *Strategic Management Journal* 39(8), pp. 2362-2385, 2018.

- [KH88] Keats, B. W.; Hitt, M. A.: A Causal Model of Linkages among Environmental Dimensions, Macro Organizational Characteristics, and Performance. *Academy of Management Journal* 31(3), pp. 570-598, 1988.
- [KG21] Kessel, L.; Graf-Vlachy, L.: Chief Digital Officers: The State of the Art and the Road Ahead. *Management Review Quarterly*, 2021.
- [KGV521] König, A.; Graf-Vlachy, L.; Schöberl, M.: Opportunity/Threat Perception and Inertia in Response to Discontinuous Change: Replicating and Extending Gilbert (2005). *Journal of Management* 47(3), pp. 771-816, 2021.
- [KML20] Kunisch, S.; Menz, M.; Langan, R.: Chief Digital Officers: An Exploratory Analysis of Their Emergence, Nature, and Determinants. *Long Range Planning*, 2020.
- [Lu13] Lucas, H. J. et.al.: Impactful Research on Transformational Information Technology: An Opportunity to Inform New Audiences. *MIS Quarterly* 37(2), pp. 371-382, 2013.
- [MP97] McGahan, A.; Porter, M. E.: How Much Does Industry Matter, Really? *Strategic Management Journal* 18(S)1, pp. 15-30, 1997.
- [MJW18] Meinhardt, R.; Junge, S.; Weiss, M.: The Organizational Environment with Its Measures, Antecedents, and Consequences: A Review and Research Agenda. *Management Review Quarterly* 68(2), pp. 195-235, 2018.
- [MKC15] Menz, M.; Kunisch S.; Collis, D. J.: The Corporate Headquarters in the Contemporary Corporation: Advancing a Multimarket Firm Perspective. *Academy of Management Annals* 9(1), pp. 633-714, 2015.
- [MS14] Menz, M.; Scheef, C.: Chief Strategy Officers: Contingency Analysis of Their Presence in Top Management Teams. *Strategic Management Journal* 35(3), pp. 461-471, 2014.
- [NZ06] Neubaum, D. O.; Zahra, S. A.: Institutional Ownership and Corporate Social Performance: The Moderating Effect of Investment Horizon, Activism, and Coordination. *Journal of Management* 32(1), pp. 108-131, 2006.
- [Oc97] Ocasio, W.: Towards an Attention-Based View of the Firm. *Strategic Management Journal* 18(S)1, pp. 187-206, 1997.
- [Pa13] Pagani, M.: Digital Business Strategy and Value Creation: Framing the Dynamic Cycle of Control Points. *MIS Quarterly* 37(2), pp. 617-632, 2013.
- [Pa85] Palepu, K.: Diversification Strategy, Profit Performance and the Entropy Measure. *Strategic Management Journal* 6(3), pp. 239-255, 1985.
- [Pw19] PwC: The 2019 Chief Digital Officer Study Global Findings. <https://www.strategyand.pwc.com/gx/en/media/2019-cdo-study-global-findings.pdf>, accessed: 21.05.2021
- [SSJ08] Schnatterly, K.; Shaw, K. W.; Jennings, W. W.: Information Advantages of Large Institutional Owners. *Strategic Management Journal* 29(2), pp. 219-227, 2008.
- [SH17] Singh, A.; Hess, T.: How Chief Digital Officers Promote the Digital Transformation of Their Companies. *MIS Quarterly Executive* 16(1), pp. 1-17, 2017.
- [SKH20] Singh, A.; Klarner, P.; Hess, T.: How Do Chief Digital Officers Pursue Digital Transformation Activities? The Role of Organization Design Parameters. *Long Range Planning* 53(3), pp. 1-14, 2020.
- [Sm96] Smith, M. P.: Shareholder Activism by Institutional Investors: Evidence from CalPERS. *Journal of Finance* 51(1), pp. 227-252, 1996.
- [SLD81] Staw, B. M.; Lance, E.; Dutton, E.: Threat Rigidity Effects in Organizational Behavior: A Multilevel Analysis. *Administrative Science Quarterly* 26(4), pp. 501-524, 1981.
- [TB77] Tobin, J.; Brainard, W. C.: Asset Markets and the Cost of Capital. In (Fellner, W., Balassa, B.A. and Nelson, R.R., eds.): *Economic Progress, Private Values and Public Policy: Essays in Honor of William Fellner*, North Holland Publishing Company, Amsterdam, pp. 235-262, 1977.

- [TBB17] Tumbas, S.; Berente, N.; vom Brocke, J.: Three Types of Chief Digital Officers and the Reasons Organizations Adopt the Role. *MIS Quarterly Executive* 16(2), pp. 121-135, 2017.
- [TBB18] Tumbas, S.; Berente, N.; vom Brocke, J.: Digital Innovation and Institutional Entrepreneurship: Chief Digital Officer Perspectives of Their Emerging Role. *Journal of Information Technology* 33(3), pp. 188-202, 2018.
- [UMK09] Uotila, J.; Maula, M.; Keil, T.: Exploration, Exploitation, and Financial Performance: Analysis of S&P 500 Corporations. *Strategic Management Journal* 30(2), pp. 221-231, 2009.
- [We19] Weber, F. et.al.: Institution-Infused Sensemaking of Discontinuous Innovations: The Case of the Sharing Economy. *Journal of Product Innovation Management* (36)5, pp. 632-660, 2019.
- [WLL17] Wiengarten, F.; Lo, C. K. Y.; Lam, J. Y. K.: How does Sustainability Leadership Affect Firm Performance? The Choices Associated with Appointing a Chief Officer of Corporate Social Responsibility. *Journal of Business Ethics* 140(3), pp. 477-493, 2017.
- [WZ11] Wiersema, M. F.; Zhang, Y.: CEO Dismissal: The Role of Investment Analysts. *Strategic Management Journal* 32(11), pp. 1161-1182, 2011.
- [Wo96] Womack, K. L.: Do Brokerage Analysts' Recommendations Have Investment Value?. *The Journal of Finance* 51(1), pp. 137-167, 1996.
- [Wr96] Wright, P.; Ferris, S. P.; Sarin, A.; Awasthi, V.: Impact of Corporate Insider, Blockholder, and Institutional Equity Ownership on Firm Risk Taking. *The Academy of Management Journal* 39(2), pp. 441-463, 1996.
- [ZG16] Zhang, Y.; Gimeno, J.: Earnings Pressure and Long-Term Corporate Governance: Can Long-Term-Oriented Investors and Managers Reduce the Quarterly Earnings Obsession? *Organization Science* 27(2), pp. 354-372, 2016.
- [Zu99] Zuckerman, E. W.: The Categorical Imperative: Securities Analysts and the Illegitimacy Discount. *American Journal of Sociology* 104(5), pp. 1398-1438, 1999.
- [Zu00] Zuckerman, E. W.: Focusing the Corporate Product: Securities Analysts and de-Diversification. *Administrative Science Quarterly* 45(3), pp. 591-619, 2000.

Das Ideenmanagement im Kontext der Digitalen Transformation

Schaffung eines zeitgemäßen Ideenmanagements mittels Geschäftsmodellmodellierung

Finn Reiche ¹, Andrea Badura²

Abstract: Das Ideenmanagement wurde in vielen Unternehmen als Nachfolgeinstrument des Betrieblichen Vorschlagswesens etabliert. Ein Ideenmanagementsystem soll zur Erhebung, Bewertung und Umsetzung von Ideen der Mitarbeitenden zum Nutzen des Unternehmens dienen. Generell wird ein Ideenmanagementsystem als Prozess verstanden, welcher die eigentlichen Kunden des Ideenmanagements – die Mitarbeitenden – eher als „Lieferanten“ betrachtet. Auch wird mit der Einführung einer Ideenmanagementsoftware zumeist keine wirkliche digitale Transformation geschaffen, sondern lediglich bisher bestehende Prozesse digitalisiert, ohne jedoch das Potential einer wirklichen Transformation auszuschöpfen. Im folgenden Beitrag wird eine umfassende empirische Untersuchung des Ideenmanagements vorgestellt, deren Ergebnis eine neue Sicht auf diesen Ansatz bietet: Das Ideenmanagement als Geschäftsmodell. Aus den qualitativen und quantitativen Befragungen wird auch das Potenzial digitaler Ansätze zur grundlegenden Veränderung von Ideenmanagementsystemen ersichtlich.

Keywords: Ideenmanagement, Digitale Transformation, Geschäftsmodell, Kundennutzen, Innovation

1 Einleitung

Durch ein entsprechend ausgestaltetes Ideenmanagement ist es möglich, die Ideen und Verbesserungsvorschläge von Mitarbeitenden des eigenen Unternehmens strukturiert und kontinuierlich zu nutzen. Untersuchungen haben gezeigt, dass sich die Einführung eines Ideenmanagement-Systems in den meisten Fällen allein durch seinen pekuniären Nutzen für Unternehmen lohnt [LS19].

Des Weiteren kann ein Ideenmanagement-System auch als ein Führungsinstrument sowie als ein Instrument zur Steigerung der Partizipation der Mitarbeitenden im Unternehmen fungieren [Le10]. Dieser Ansatz bietet weitreichende Chancen für Unternehmen, denn die Partizipation der Mitarbeitenden geht mit einer hohen Motivation und

¹Hochschule Landshut, Institute for Data and Process Science, Am Lurzenhof 1, 84036 Landshut,

finn.reiche@haw-landshut.de,  <https://orcid.org/0000-0003-2066-7323>

²Hochschule Landshut, Fak. Elektrotechnik/Wirtschaftsingenieurwesen, Am Lurzenhof 1, 84036 Landshut, andrea.badura@haw-landshut.de

Leistungsbereitschaft sowie einer verstärkten Identifikation mit dem Unternehmen einher. Die Ideen und Verbesserungsvorschläge der Mitarbeitenden werden in Unternehmen auf unterschiedliche Arten und Weisen erfasst. Die Nutzung von Ideenmanagement-Software zur Sammlung von Ideen und Administrierung des Prozesses ist mittlerweile Standard in deutschen Unternehmen.

Die gesamte Domäne des Ideenmanagements befindet sich im Kontext der Digitalen Transformation und der Digitalisierung im Umbruch, denn Softwarelösungen bieten neben der prozessualen Begleitung des Ideenmanagements auch vielfältige Optionen der Kollaboration, der Einbeziehung weiterer Stakeholder und der Integration in andere Unternehmensbereiche wie dem Wissensmanagement [BH87].

Dennoch wird das Ideenmanagements nach wie vor vornehmlich aus einer prozessualen Perspektive betrachtet und fokussiert vornehmlich die Ausgestaltung von Abläufen. Diese Perspektive zeigt ein veraltetes Bild des Ideenmanagements: Die Sichtweise des Betrieblichen Vorschlagswesens (BVW). Durch diese Sichtweise werden fast ausschließlich zwei Aspekte bei der „Neuerung“ des Ideenmanagements in den Fokus der Überlegungen gestellt:

- Wie kann der Prozess beschleunigt / optimiert werden?
- Welche neuen Anwendungsfälle können für das Ideenmanagement ermittelt werden?

Diese prozessuale Betrachtung ist naheliegend, vernachlässigt dabei jedoch einen der zentralen Bestandteile des Ideenmanagements, nämlich die Perspektive der Mitarbeitenden und deren Motivation. Diese Menschen sind DAS zentrale Element im Ideenmanagement, da sie die Ideen und Verbesserungsvorschläge liefern, welche die Grundvoraussetzung für ein erfolgreich implementiertes Ideenmanagement sind. Sie sind durch ihre Partizipation die „Kunden des Ideenmanagements“, werden jedoch meist nicht in dieser Rolle betrachtet. Die Motivation der Mitarbeitenden zur Partizipation im Ideenmanagement spielt oft keine Rolle, wird vorausgesetzt oder gilt durch die Prämierung als „ausreichend adressiert“.

In diesem Beitrag wird das Ideenmanagement als Geschäftsmodell betrachtet, maßgeblich auf Basis des Business Model Canvas von Osterwalder [OP10]. Der Vorteil dieser Betrachtung ist, dass die Grundannahme nicht prozessualer Natur ist, sondern Kundensegmente und deren spezifische Wertangebote in den Fokus stellt. Um das Ideenmanagement erfolgreich als Geschäftsmodell im Zuge der Digitalen Transformation ausrichten zu können, wurden im Rahmen von Umfragen mehr als 120 Personen befragt, zum Teil in Experteninterviews aber auch mittels KANO-Fragebogen oder Online-Umfrage.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Begriffsbestimmungen

Im Wesentlichen sind vier verschiedene Systeme zum Umgang mit Ideen und Verbesserungsvorschlägen von Mitarbeitenden vorhanden, die jedoch für ein besseres Verständnis strukturiert abgegrenzt werden müssen.

Das Betriebliche Vorschlagswesen zielt auf die Erhebung von Verbesserungsvorschlägen von Mitarbeitenden ab und wurde durch die produzierende Industrie geprägt. Bereits im 19. Jahrhundert führte der Stahlmagnat Alfred Krupp ein BVW ein, in welchem er die Vorgesetzten aufforderte, Vorschläge zur Verbesserung von Produkten und Prozessen von Mitarbeitenden ernst zu nehmen und nach sorgfältiger Prüfung die sinnvollen Ideen auch umzusetzen. Im Laufe einiger Dekaden, insbesondere im 20. Jahrhundert wurde das BVW zum Kern der betrieblichen Mitbestimmung und Partizipation. Es wurde seither oft aufgrund einer Humanisierung und nicht lediglich aufgrund eines neuen Organisationsverständnisses eingeführt [BH87]. Ideen und Verbesserungsvorschläge konnten auf Zetteln in dafür vorgesehene Briefkästen eingeworfen werden. Bei erfolgreicher Umsetzung wurde dem Mitarbeitenden als Dank eine Prämie gewährt.

Im Gegensatz zum BVW zielt der Kontinuierliche Verbesserungsprozess (KVP) nicht auf wenige, teils umfassende Verbesserungen ab, sondern auf kontinuierliche kleine Verbesserungen in allen Bereichen der Produktion und Administration. Grundannahme des KVP ist, dass der Mitarbeitende der Experte seines eigenen Arbeitsplatzes ist. KVP wird in vielen Unternehmen als Gruppenarbeit praktiziert, in welcher in gemeinsamen Runden systematisch Verbesserungen erarbeitet werden

In den 1990er Jahren wurde das BVW zunehmend erneuert, in vielen Fällen jedoch lediglich begrifflich verändert und in „Ideenmanagement“ umgetauft. Einige Unternehmen integrierten KVP-Aktivitäten in ein umfassendes BVW. Es hat sich jedoch gezeigt, dass zwischen BVW und KVP bei allen Unterschieden Schnittmengen bestehen und sich die beiden Ansätze ergänzen und daher gemeinsam praktiziert werden sollten. [FB08]. Die Verbindung dieser Systeme wird heutzutage oft als Ideenmanagement bezeichnet [Ko21].

Spahl erwähnte 1975 zum ersten Mal den Begriff „Ideenmanagement“, unter welchem er ein System verstand, welches alle „Ideen- und Kreativitätsmethoden auf breiter Basis“ vereine. Dabei ist es laut seiner Darstellung unerheblich, ob die Ideen spontan (BVW) oder strukturiert (KVP) entstehen [Sp90].

Das Ideenmanagement wird derzeit im Wesentlichen in zwei unterschiedlichen Formen umgesetzt: dezentral und zentral. Abb. 1 zeigt die zwei unterschiedlichen Umsetzungsformen des Ideenmanagements. Im zentralen Ideenmanagement werden die Ideen und Verbesserungsvorschläge an ein zentrales Gremium zur Beurteilung und Entscheidung übergeben, im dezentralen Ideenmanagement ist die Führungskraft des

einreichenden Mitarbeitenden gleichzeitig für ein Gutachten bzw. eine Bewertung der Idee oder des Verbesserungsvorschlags zuständig [Ne18].

Diese beiden Formen der Umsetzung verdeutlichen erneut die Betrachtung des Ideenmanagements als Prozess, welcher die Betrachtung und Spezifizierung der Kunden(-seite) nicht fokussiert und sich darauf verlässt, dass ein kontinuierlicher Strom von Ideen und Verbesserungsvorschlägen ab Einführung eines Ideenmanagements auftreten wird.

2.2 Abgrenzung verschiedener Konzepte und rechtliche Rahmenbedingungen

Wichtig bei der Betrachtung der verschiedenen Begrifflichkeiten im Rahmen des Ideenmanagement ist zudem die rechtliche Perspektive, aus der sich Implikationen hinsichtlich der Prämierung / Anerkennung von eingereichten Ideen ableiten lassen aber auch grundsätzliche Fragen hinsichtlich der Verwendung und Verwertung einer Erfindung bzw. eines Verbesserungsvorschlags ergeben. Grundlegend sind hier das Betriebsverfassungsgesetz (BetrVG) sowie das Arbeitnehmererfindergesetz (ArbnErfG).

In §75 Abs 2 BetrVG i.V.m. §87 BetrVG wird geregelt, dass Arbeitgeber und Betriebsrat die freie Entfaltung der Mitarbeitenden zu fördern haben als auch, wie die Mitbestimmung in Unternehmen geregelt ist. Im Arbeitnehmererfindungsgesetz ist in §§9, 12 i.V.m. 20 ArbnErfG die Vergütung von Vorschlägen geregelt, im Weiteren auch §§ 242, 315 i.V.m. 612 BGB. Es bestehen zwei Grundsatzurteile des Bundesarbeitsgerichts von 1965 und 2004.

Grundsätzlich besteht ein Anspruch auf Anerkennung, jedoch nur, wenn es sich um eine Sonderleistung des Mitarbeitenden handelt, der Arbeitgeber den Vorschlag in Anspruch nimmt und dadurch ein nicht unerheblicher Vorteil für den Arbeitgeber entsteht. Eine Aussage über die Art bzw. Höhe einer Anerkennung bzw. Vergütung ist bis dato nicht getroffen worden.

Die Sonderleistung eines Mitarbeitenden ist grundsätzlich nur erfüllt, wenn das Engagement über das Tätigkeitsgebiet des Mitarbeitenden hinausgeht. Das bedeutet, dass Verbesserungen im Alltag oder am eigenen Arbeitsplatz – beispielsweise im Rahmen von KVP Aktivitäten – nicht prämiert werden müssen. Däubler spezifiziert dies: „Dabei muss es sich um eine zusätzliche Leistung handeln, zu der keine Verpflichtung des AN [Arbeitnehmer] auf Grund des Arbeitsverhältnisses besteht. Ist der AN bereits Kraft seines Arbeitsvertrages gehalten, durch das Einbringen von Verbesserungsvorschlägen zur Rationalisierung oder sonstigen Verbesserung des Arbeitsablaufs im Betrieb beizutragen, entfällt die Mitbestimmung, da diese ‚dienstlichen Verbesserungsvorschläge‘ dem betrieblichen Vorschlagswesen i.S.d. BetrVG nicht mehr zugeordnet werden können.“ [DKW20].

In einer Betriebsvereinbarung oder in einem Tarifvertrag werden weitere Vereinbarungen im Kontext dieses Themas geregelt, wie beispielsweise Art und Höhe der Prämie,

Prämierung von nicht rechenbaren Vorschlägen sowie die Behandlung technischer Verbesserungsvorschläge sowie Arbeitnehmererfindungen, die patent- bzw. gebrauchsmusterfähig sind [Ko21].

Bei einer Einreichung einer Idee oder eines Verbesserungsvorschlags durch eine Gruppe von Mitarbeitenden muss des Weiteren geregelt werden, wie innerhalb einer Gruppe potenzielle Prämierungen verteilt werden. Ein oft gewählter Weg ist, dies nicht vorzuschreiben, sondern die Mitglieder dieser Gruppe selbst über die Verteilung entscheiden zu lassen [Ne18].

Die rechtlichen Rahmenbedingungen, die das Ideenmanagement betreffen, legen eine Angliederung an die Personalabteilung nahe, da Fragen im Umgang mit den Mitarbeitenden, Mitbestimmung sowie Kommunikation und Interaktion mit dem Betriebsrat hier verortet sind.

3 Methodologie

Die nachfolgend vorgestellte und diskutierte Untersuchung wurde im Rahmen einer Masterthesis des Erstautors erstellt [Re20].

Die Motivation zur Bearbeitung des Themenfeldes ergibt sich durch die meist einseitig auf prozessuale Faktoren abzielenden Empfehlungen zur Verbesserung des Ideenmanagement in Literatur und Praxis: Ist wirklich die (weitere) Optimierung des Prozesses der Schlüssel zu einer nachhaltigen und umfassenden Neuorientierung des Ideenmanagements? Um die Fragestellung zu bearbeiten sowie weitere Informationen hinsichtlich der Gestaltung eines modernen und digitalen Ideenmanagement-Systems zu erhalten, wurden sowohl qualitative Experteninterviews als auch quantitative Befragungen in unterschiedlicher Ausgestaltung durchgeführt. Für die qualitative Befragung wurden geeignete Personen anhand verschiedener Kriterien ausgewählt. Dabei gilt ein Experte nach Meuser und Nagel als eine Person, die über Expertenwissen verfügt, wobei es sich um Sonderwissen handelt, welches gesellschaftlich als notwendig klassifiziert wird. Dieses Sonderwissen steht oft in Zusammenhang mit einem Beruf [MN09].

Die befragten Expert/-innen (Ideenmanager/-innen) sind in verschiedenen produzierenden und nicht-produzierenden Unternehmen aus unterschiedlichen Industriebereichen tätig. In den jeweiligen Unternehmen wurden auch Mitarbeitende und Gutachtende für die quantitativen, anonymen Befragung adressiert, wobei nicht ausgewertet wurde, wie viele Mitarbeitende und Gutachtende aus welchem Unternehmen an der Umfrage teilgenommen haben. Abb. 2 zeigt die Aufteilung der befragten Expert/-innen auf. Dabei

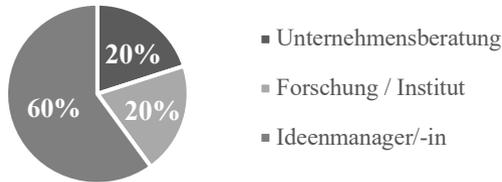


Abb. 2: Verteilung der befragten Expert/-innen

ist zu beachten, dass die befragten Personen der Kategorien „Unternehmensberatung“ als auch „Forschung / Institut“ zum Zeitpunkt der Befragung in dieser Position tätig waren, zuvor jedoch auch als Ideenmanager/-innen aktiv waren.

Zur Erfassung und Analyse von Daten der quantitativen Befragung wurde ein sogenannter KANO Fragebogen eingesetzt. Das Konzept eines KANO Fragebogens zielt darauf ab, die Stimmung in Bezug auf verschiedene Ausprägungen von „Features“ zu ermitteln. Dafür wird pro Feature eine funktionale und eine dysfunktionale Frage gestellt. So wird ermittelt, wie wichtig das Vorhandensein eines Features ist und wie die Stimmung ist, wenn ein Feature nicht vorhanden ist. Die Antworten reichen dabei fünfstufig von „würde mich sehr freuen“ bis zu „würde mich sehr stören“, eine neutrale Antwort ist auch vorhanden. Tab. 1 zeigt, wie sich die Stimmung verändert, je nachdem, ob das gefragte Feature vorhanden ist oder nicht.: Es ergeben sich also drei Kategorien: Basismerkmale, Leistungsmerkmale und Begeisterungsmerkmale.

Basismerkmale werden nicht explizit gefordert. Die resultierende Stimmung bei Vorhandensein wird nicht positiv beeinflusst, sie ist neutral. Bei Nicht-Vorhandensein eines Basismerkmals wird die Stimmung jedoch negativ beeinflusst. Auch bei einem Leistungsmerkmal ist die Stimmung bei Vorhandensein neutral, im Gegensatz zu einem Basismerkmal wird die Stimmung bei Nicht-Vorhandensein eines Leistungsmerkmals jedoch verändert: Der Kunde fordert die Leistungsmerkmale explizit und ist entsprechend enttäuscht, wenn es nicht vorhanden ist: Begeisterungsmerkmale hingegen beeinflussen die Stimmung bei Vorhandensein positiv, verändern sie bei Nicht-Vorhandensein jedoch nicht, denn der Kunde hat diese Art von Features zumeist gar nicht „auf dem Schirm“, fordert sie also nicht aktiv und so kann das Vorhandensein von Begeisterungsmerkmalen zu einem „WOW“-Effekt führen.

Des Weiteren unterscheidet KANO noch drei weitere Kategorien: Indifferent, Reverse und Fragwürdig. „Indifferent“ ist mit „egal“ frei übersetzbar. „Reverse“ bedeutet, dass ein Merkmal explizit abgelehnt wird. „Fragwürdig“ impliziert ein Missverständnis in der Beantwortung der Fragen, da beispielsweise auf die funktionale als auch die dysfunktionale Ausprägung der Fragestellung mit der identischen Antwort – ausgenommen der neutralen Position – beantwortet wurde: Das Vorhandensein als auch das Nicht-Vorhandensein wird demnach identisch mit „Würde mich sehr freuen“ oder „Würde mich sehr stören“ beantwortet.

Mittels Experteninterviews semi-strukturierten Charakters wurden Expert/-innen und mittels Online-Umfrage Gutachtende befragt. Die Interviews wurden zur Konsolidierung der verschiedenen Antworten mittels Kodierung ausgewertet, um Gemeinsamkeiten und Unterschiede in den Aussagen der verschiedenen Befragten-Kategorien (innerhalb und zwischen diesen) zu detektieren.

| | Stimmung bei Vorhandensein | Stimmung bei Nicht- Vorhandensein | |
|--------------|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Basis | o | - | Vorhandensein wird vorausgesetzt, keine Forderung nach Vorhandensein |
| Leistung | o | o | Forderung nach dem Merkmal vorhanden |
| Begeisterung | + | o | Keine Forderung nach dem Merkmal |

Tab. 1: Einteilung der Ausprägungen eines Features in verschiedene Kategorien

4 Ergebnisse

4.1 KANO-Fragebogen

Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse des KANO-Fragebogens auf verschiedene Features in Bezug auf das Ideenmanagement. Dabei sind neben der Fragestellung die verschiedenen Antwortkategorien angegeben sowie die sog. „Erste Kategorie“, d.h. die Kategorie mit den meisten Nennungen. Um die Signifikanz dieser Wahl zu bewerten, kann der Fong-Test angewandt werden, welcher sicherstellt, dass die Wahl der ersten Kategorie auf Basis von statistisch validen Daten getroffen wird. Nicht signifikante Kategorien können dennoch

| Feature / Fragestellung | Basismerkmal | Leistungs- merkmal | Begeisterungs- merkmal | Indifferent | Reverse | Fragwürdig |
|--------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------|---------------------------|-------------|-----------|------------|
| Angebot eines Ideenmanagement | 34 | 21 | 19 | 6 | 0 | 0 |
| Ideenmanagement als Mitbestimmungsinstrument | 12 | 46 | 13 | 7 | 0 | 0 |
| finanzielle Prämie | 9 | 28 | 33 | 7 | 0 | 1 |
| Lob vom Chef | 14 | 22 | 29 | 12 | 0 | 0 |
| Artikel in MA-Zeitschrift / Intranet | 0 | 7 | 35 | 29 | 2 | 4 |
| persönliche Meldung vom Ideenmanager | 20 | 11 | 29 | 15 | 0 | 2 |
| permanenter Zugriff auf aktuellen Stand | 17 | 14 | 28 | 14 | 1 | 3 |
| regelmäßige Standard-Mails zum aktuellen Stand | 12 | 5 | 20 | 26 | 8 | 6 |
| Gutachter / Ideenmanager meldet sich nach Absage persönlich | 13 | 19 | 29 | 12 | 0 | 2 |
| Ideenmanagement ist Thema im MA- / Jahresgespräch | 9 | 13 | 28 | 22 | 1 | 1 |
| Richtwert an Ideen | 0 | 1 | 2 | 15 | 48 | 7 |
| regelmäßige Kampagnen | 4 | 8 | 28 | 29 | 1 | 2 |

| | | | | | | |
|--------------------------------------------|-----------|----|-----------|-----------|----|---|
| Einreichen: eigener Computer | 33 | 15 | 13 | 11 | 0 | 0 |
| Einreichen: Ideenmanager | 5 | 9 | 17 | 38 | 1 | 2 |
| Einreichen: Terminal / öffentl. Rechner | 6 | 2 | 8 | 27 | 21 | 8 |
| Einreichen: App | 1 | 4 | 27 | 32 | 3 | 5 |
| Einreichen: Foto / Video | 6 | 6 | 21 | 33 | 3 | 2 |
| Einreichen: von Zuhause aus | 8 | 7 | 28 | 26 | 0 | 1 |
| Einreichen: Sprach- / Textnachricht | 8 | 7 | 16 | 32 | 4 | 2 |
| Einreichen: Muttersprache | 17 | 11 | 18 | 20 | 3 | 0 |

Tab. 2: Ergebnisse der KANO-Befragung von Mitarbeitenden der Kategorie Ausgestaltung des Ideenmanagements / Features mit der Hervorhebung von nach Fong-Test statistischen Kategorien sowie der jeweils ersten Kategorie.

zur Interpretation der Ergebnisse verwendet werden: Es ist jedoch nicht möglich, sie einer einzigen Kategorie zuzuordnen und daraus „Norm-Entscheidungen“ abzuleiten.

Anhand der Antworten ist zu erkennen, dass ein Ideenmanagement als freiwilliges Instrument bewertet wird, dessen Existenz im Unternehmen die Mitarbeitenden voraussetzen. Die Existenz wird als Basismerkmal klassifiziert – signifikant nach Fong-Test – was bedeutet, dass es nicht gefordert wird, das Nicht-Vorhandensein jedoch negative Stimmung hervorruft. Die Mitbestimmung wird als Leistungsmerkmal klassifiziert, welche damit aktiv gefordert wird. Die Ausprägung der Prämie wird je nach Kategorie mit unterschiedlicher Gewichtung meist als Leistungs- oder Begeisterungsmerkmal gewertet. Anerkennung in Form von einem Artikel im Intranet des Unternehmens oder der Mitarbeiter-Zeitung wird teilweise als Begeisterungsmerkmal, teilweise als Indifferent klassifiziert.

Besonders hervorzuheben ist die Bedeutung eines Richtwertes an Ideen, welcher mit einer extremen Mehrheit als Reverse, d.h. unerwünscht, bewertet wird. Bei einem Richtwert an Ideen handelt es sich um ein Konzept zur aktiven Einforderung von Ideen pro Mitarbeitenden und Jahr, um Mitarbeitende zu aktivieren, ausreichend Ideen zu generieren. Dieses Konzept sollte gemäß der Rückmeldung der befragten Mitarbeitenden keinesfalls gewählt werden, da damit die Freiwilligkeit der Teilnahme seitens der Mitarbeitenden nicht mehr sichergestellt ist.

Bei der Bewertung verschiedener Einreichungsmethoden für Ideen (wie z.B. via App, Sprachnachricht o.ä..) ist eine durchgehend besonders hohe Anzahl der Indifferent-Rückmeldungen zu erkennen. Dieses indifferente Ergebnis ist damit zu begründen, dass das Vorhandensein von weiteren Methoden und Möglichkeiten der Einreichung keine negative Wirkung auf Mitarbeitende hat, auch wenn sie diese unterschiedlichen Kanäle nicht nutzen. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass die Mitarbeitenden individuell bevorzugte Varianten der Einreichung haben. Sind weitere Varianten vorhanden, stört dies nicht, bietet dem einzelnen Mitarbeitenden aber auch keinen Mehrwert, weshalb es als Indifferent (und damit „egal“) klassifiziert werden kann.

Die Möglichkeit der Einreichung am eigenen Computer wird als Grundvoraussetzung gesehen, das Einreichen an öffentlichen Rechnern hingegen stark abgelehnt oder mit Indifferent bewertet. Das Einreichen von Zuhause aus wird durchweg positiv bewertet und von vielen als Begeisterungsmerkmal gewertet, ist jedoch ohne explizite Genehmigung des Betriebsrats nicht durchführbar. Diese Antwort offenbart, dass die Mitarbeitenden die Freiwilligkeit des Ideenmanagements mit dem eigenen persönlichen Schutzraum kombinieren, d.h. dass sie es als ihre persönliche Aufgabe erachten, selbständig die Ideen und Verbesserungsvorschläge zu entwickeln und einzubringen -unabhängig von Ort und Zeit.

Das Einreichen in der Muttersprache weist fast eine Gleichverteilung von Basis- und Begeisterungsmerkmalen sowie indifferenten Rückmeldungen auf. Dies ist damit zu begründen, dass einige Personen in der Anwendung der Sprache der Einreichung (in diesem Fall Deutsch) ausreichend versiert sind (Basismerkmal, Indifferent), andere es

jedoch begrüßen würden, wenn das Einreichen von Ideen und Verbesserungsvorschlägen in der eigenen Muttersprache möglich wäre (Begeisterungsmerkmal). Es stellt eine enorme Hürde für Nicht-deutsche Muttersprachler/-innen dar, Ideen und Verbesserungsvorschläge, die oftmals komplex sind, in einer vorgegebenen Sprache (=deutsch) einzureichen. Mittels sehr einfacher digitaler Methoden ließe sich dieses Problem jedoch lösen. Eine Einreichung in beliebiger Sprache mit anschließender computergestützter Übersetzung seitens des/der Ideenmanager/-in adressiert und aktiviert einen neuen Kundenkreis des Ideenmanagements: Mitarbeitende, welche es als Hürde empfinden, ihre Ideen in einer vorgegebenen Sprache auszuformulieren.

4.2 Interviews

Mittels qualitativer Interviews mit Expert/-innen konnte bestätigt werden, dass sich ein aktives Ideenmanagement (fast) immer für die Unternehmen lohnt. Eine Umsetzung des Ideenmanagement als Profit Center ist dabei keine Seltenheit. Dies bedeutet, dass das Ideenmanagement als „Binnenunternehmen“ mit eigener Kosten- und Erlösverantwortung geführt wird, was eine erhebliche Freiheit hinsichtlich der Entscheidungs- und Gestaltungsbefugnisse zur Folge hat. Die dabei anfallenden Kosten – i.d.R. hauptsächlich Kosten für Personal und die Prämierung – werden den erreichten Einsparungen durch umgesetzte Ideen und Verbesserungsvorschläge gegenübergestellt. Wichtig bei dieser Betrachtung als Profit Center ist, dass das Ideenmanagement dennoch bei der Personalabteilung platziert ist, da die rechtlichen Rahmenbedingungen der Interaktion mit Mitarbeitenden dies erfordern. Die Betrachtung als Profit Center ist damit vor allem betriebswirtschaftlicher Natur und hat keinen Einfluss auf die Motivation der Mitarbeitenden hinsichtlich der aktiven Partizipation am Ideenmanagement.

Von mehreren Expert/-innen kam während der Interviews der Hinweis, dass das Ideenmanagement – sollte es sich finanziell für die Unternehmen nicht lohnen – gar nicht erst betrieben werden würde. Nach Untersuchungen von Schat liegt der Wert des Returns on Investment (ROI) des Ideenmanagements bei von ihm befragten Unternehmen zwischen 2,5 und 3. Dies bedeutet, dass jeder in das Ideenmanagement investierte Euro zu Rückflüssen zwischen 2,50 € und 3,00 € geführt hat [LS19].

In Bezug auf die Digitale Transformation gaben alle Expert/-innen an, dass eine Software zur Verwaltung und Steuerung des Ideenmanagements eine unausweichliche Investition sei: Eine Softwarelösung schaffe Transparenz und beschleunige den Prozess. „Schnelligkeit“ wurde dabei immer in Bezug auf die prozessuale Betrachtung des Ideenmanagements g genannt.

Eine Betrachtung des Ideenmanagements als Geschäftsmodell im Sinne der Kundenorientierung wurde als sinnvoll beschrieben, wird aber bis dato in keinem der befragten Unternehmen umgesetzt. Als „Kunden des Ideenmanagements“ wurden Einreicher sowie das Unternehmen selbst genannt. In einer kundenorientierten Betrachtung des Ideenmanagements als Geschäftsmodell sind die Mitarbeitenden die

Kunden des Ideenmanagements – unter der Prämisse, dass ein Ideenmanagement so gestaltet ist, dass der ROI positiv ist, womit das Unternehmen einen wirtschaftlichen Grund zur Implementierung und Etablierung eines Ideenmanagements hat. Das Unternehmen ist somit nicht Kunde, sondern Anbieter des Ideenmanagements und muss daher für eine Value Proposition für den Kunden, d.h. für die Gestaltung eines Wertangebots für die Mitarbeitenden, sorgen, damit diese das Ideenmanagement „kaufen“ und Ideen oder Verbesserungsvorschläge einreichen.

Abb. 3 zeigt das Ideenmanagement in Form des Business Model Canvas nach Osterwalder. Dabei werden neun Felder betrachtet, wobei von rechts nach links gelesen wird. Die Betrachtung des Ideenmanagements als Geschäftsmodell stellt den/die Einreicher/-in als den Kunden in den Fokus und nicht das Unternehmen.

Das rechtsseitige Feld beschreibt das adressierte Kundensegment und muss mit der zentral stehenden Value Proposition verbunden werden, was durch die Ausgestaltung der Kundenbeziehung und der Kanäle geschieht. Sowohl in der Gestaltung der Kundenbeziehung als auch der Kanäle spielen aktive Ideenmanager/-innen, die jeweiligen Führungskräfte sowie die Unterstützung durch die Geschäftsleitung eine wichtige Rolle. Diese Personengruppen dienen als Vorbilder, wobei in den Interviews erwähnt wurde, dass insbesondere in familiengeführten Unternehmen die Gründer/-innen – wenn auch bereits aus dem Unternehmen ausgeschieden – eine wichtige und aktivierende Rolle übernehmen.

Die Kundenbeziehung zwischen dem Kunden – den Mitarbeitenden- und dem Ideenmanagement wird hauptsächlich über die Software als digitale Interaktionsschnittstelle abgebildet. Gleichzeitig ist die Software als Kanal für die Kommunikation des Wertangebotes wichtig. Weitere Kanäle, um Mitarbeitende auf das Ideenmanagement aufmerksam zu machen, sind digitale oder analoge Angebote mit entsprechenden Informationen wie Mitarbeiterzeitschriften oder Intranet.

Um die Value Proposition zu erstellen, ist es notwendig zu erarbeiten, welche Schlüsselaktivitäten und -ressourcen zur Erstellung der Value Proposition notwendig sind und welche Partner bei der Umsetzung benötigt werden. Hauptaktivität im Ideenmanagement ist die Systemverwaltung und die Betreuung der Ideen und die Kommunikationsleistungen (über die Kanäle) wie internes Marketing oder Kampagnen.

Dafür werden die Schlüsselressourcen Geld als auch die entsprechende Software benötigt. Schlüsselpartner sind neben Werbe-, Software- oder Beratungspartner vor allem die Gutachtenden. Diese bewerten die eingereichte Idee als Expert/innen und übernehmen diese Aufgabe zusätzlich zu ihren normalen Arbeitsaufgaben. Ohne die Begutachtung der Ideen durch diesen Personenkreis ist ein zentrales Ideenmanagement nicht umsetzbar. Als Schlüsselpartner im Prozess nehmen die Gutachter/innen somit eine zentrale Rolle ein und sind gleichzeitig der „Flaschenhals“ des Ideenmanagements. Funktioniert der Bewertungsprozess nicht oder nur stockend, führt dies zu Unzufriedenheit bei den Ideengebernden.

| | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Schlüssel-partner Werbeagenturen externe Beratung Softwareanbieter Gutachtende | Schlüssel-aktivitäten Systemverwaltung Ideenbetreuung Marketing (intern) Kampagnen | Value Proposition Anerkennung / Wertschätzung Partizipation | Kundenbeziehung Software Ideenmanager/-in Führungskräfte / Unternehmensführung | Kunde Mitarbeitende |
| | Schlüssel-ressourcen Geld Softwaresystem | | Kanäle Mitarbeiterzeitschrift Intranet Mitarbeitergespräche Software Ideenmanager/-in Führungskräfte / Unternehmensführung | |
| Kosten Personalkosten EDV-Kosten Prämien Beratungskosten Marketingkosten | | | Einnahmen Direkte Einsparungen (rechenbare Verbesserungen) Indirekte Einsparungen (nicht-rechenbare Verbesserungen) | |

Abb. 3: Business Model Canvas des Ideenmanagements (Quelle: eigene Darstellung auf Basis von [OP10])

5 Implikationen

Bei der Ausgestaltung eines Ideenmanagements sollten „Freiwilligkeit“ und „Zugang“ besonders im Vordergrund stehen: Die KANO Befragung bestätigt diese Aspekte als besonders wichtig für ein funktionierendes Ideenmanagement. Das Angebot des Ideenmanagements ist als Basiserkmal klassifiziert, Richtwerte oder Vorgaben in Bezug auf eine Mindestanzahl von Ideen werden strikt abgelehnt.

Ein erfolgreiches Ideenmanagement ist dann vorhanden, wenn viele Ideen eingereicht werden. Abb. 4 zeigt das Konzept Accessibility & Convenience, dass eine entsprechende Motivation bei den Mitarbeitenden generiert. Es ist wichtig, dass ein genereller Zugang (Accessibility) zum Ideenmanagement geschaffen wird. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass ALLE Mitarbeitenden eines Unternehmens berechtigt sind, Vorschläge einzureichen, auch Auszubildende oder Zeitarbeitskräfte [TP09].

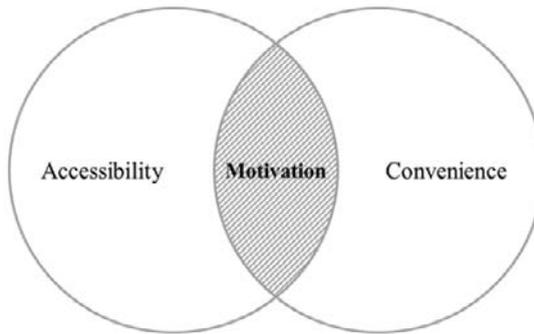


Abb. 4: Konzept von Accessibility & Convenience [Re20]

Eine Einbeziehung von Kunden und Lieferanten ist ebenso denkbar, da auch dadurch das der Problemlösungsraum durch die unterschiedlichen Perspektiven vergrößert werden kann. Dieser Open Innovation Ansatz steht jedoch unter der Voraussetzung eines angemessenen Know-How Schutzes.

Convenience bedeutet, dass das Einreichen der eigenen Ideen und Vorschläge „bequem“ sein muss. „Bequemlichkeit“ wird vor allem durch eine entsprechende (und ansprechende) Ausgestaltung des Ideenmanagements als digitales Instrument zur Förderung von Kreativität und Partizipation erreicht. Neben einer Ideenmanagement-Software, welche die Durchlaufzeit von der Einreichung bis zur Prämierung von Ideen optimiert, indem sie Übertragungswege und Liegezeiten von Ideen und Verbesserungsvorschlägen verringert, wird auch Transparenz geschaffen: Die Ideeneinreicher sollen zu jeder Zeit einsehen können, an welcher Stelle des Prozesses sich die eingereichte Idee befindet.

Die unterschiedlichen Optionen zur Einreichung von Ideen, die im KANO Fragebogen genannt wurden, verdeutlichen dies. Die Mehrheit der befragten Mitarbeitenden wünscht sich digitale Wege, wie das Einreichen über eine Text- oder Sprachnachricht, das Einreichen über den eigenen Computer, von Zuhause aus oder via App.

Dies stellt das Ideenmanagement in den Kontext der Digitalen Transformation von Unternehmen. Ideen werden kundenorientiert mit Würdigung durch das Unternehmen — gesammelt, bewertet und umgesetzt. Die Würdigung der Ideen durch das Unternehmen kann als Prämie in Form von Anerkennungen monetäre und nicht monetärerer Art erfolgen. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Unternehmen den Forderungen ihrer Mitarbeitenden in Bezug auf Partizipation im Ideenmanagement ausschließlich im Kontext der Digitalen Transformation begegnen können. Durch die Einführung einer Software für das Ideenmanagement sowie viele unterschiedliche digitale Methoden zur Einreichung von Ideen und Verbesserungsvorschlägen kann Transparenz und eine Beschleunigung des Prozesses erreicht werden.

Beispiele für entsprechende Funktionen eines professionellen Ideenmanagement-Softwaresystems sind die automatische Erfassung von digital eingereichten Ideen und Verbesserungsvorschlägen, die Zuordnung zu einem/einer Ideenmanager/-in mit digital hinterlegten Erinnerungszeitpunkten (automatische Erinnerung für Fristen wie Bewertung/Gutachten) oder die Verringerung der gesamten Durchlaufzeit durch eine Reduktion der Übertragungszeiten der Ideen und Verbesserungsvorschläge auf einem digitalen (anstatt eines analogen) Weg. Eine nicht zu vernachlässigende Auswirkung, die ein professionelles Ideenmanagement-Softwaresystem bereits durch die Einführung mit sich bringt, ist eine Möglichkeit der zeitunabhängigen Transparenzschaffung für die Mitarbeitenden, die mittels der Software eine Möglichkeit zur Nachverfolgung der eigenen Idee bzw. des eigenen Verbesserungsvorschlags im Prozess haben. Durch die Nutzung dieser digitalen Möglichkeiten wird das Ideenmanagement sowohl attraktiver gestaltet als auch – in der prozessualen Betrachtung – beschleunigt.

Ein weiteres Augenmerk sollte auf Möglichkeiten der Nutzung(neuer) digitaler Technologien gelegt werden. Ein Beispiel in Bezug auf das Ideenmanagement ist die Einreichung von Ideen und Verbesserungsvorschlägen in der Muttersprache. Wie in Tabelle 2 aufgezeigt, klassifiziert ein nicht unerheblicher Teil der Mitarbeitenden diese Methode der Einreichung als Begeisterungsmerkmal. Durch digitale oder digital-unterstützte Technologien kann dieses Begeisterungsmerkmal einfach und kostengünstig umgesetzt werden. Beispielsweise kann eine künstliche-Intelligenz-gestützte Übersetzungstechnologie angewandt werden, sodass beliebige Sprachen für die Einreichung genutzt werden können, um ein möglichst alle Mitarbeitenden anzusprechen und die sprachlichen Hürden bei der Ideeneinreichung zu verringern.

Die Ideenmanagement-Software kann perspektivisch auch als Vernetzungsmedium zwischen den Mitarbeitenden genutzt werden. Ideen und Verbesserungsvorschläge könnten offen zur Diskussion gestellt werden, um eine kollektive Bewertung und Weiterentwicklung sowie fachlichen Austausch zu ermöglichen zum Beispiel in Form von „prediction markets“ (Prognosemärkte). Dieser Austausch ist dabei nicht auf einen Unternehmensstandort oder eine Abteilung begrenzt, sondern kann aufgrund einer digitalen Ideenmanagement-Software weltweit eingesetzt werden, sodass unterschiedliche Abteilungen und Bereiche sowie Unternehmensstandorte miteinander in Kontakt gebracht werden können.

Für zukünftige Arbeiten ist es notwendig, die Motivation sowie – im Kontext der Geschäftsmodellbetrachtung – die Value Proposition der Kundengruppen genauer zu betrachten. Dabei sollten neben den Mitarbeitenden insbesondere die Gutachtenden betrachtet werden, um einerseits eine ausreichende Quantität an Ideen und Verbesserungsvorschlägen generieren zu können sowie andererseits den „Flaschenhals“ der Begutachtung zu eliminieren.

Literaturverzeichnis

- [BH87] Brinkmann, E. P.; Heidack, C.: Unternehmenssicherung durch Ideenmanagement. Haufe, Freiburg i. Br., 1987.
- [DKW20] Däubler, W.; Klebe, T.; Wedde, P. Hrsg.: Betriebsverfassungsgesetz (Works Constitution Act). Bund-Verlag, Frankfurt am Main, 2020.
- [FB08] Franken, S.; Brand, D.: Ideenmanagement für intelligente Unternehmen. Peter Lang, Frankfurt am Main, Berlin, Bern, Bruxelles, 2008.
- [Ko21] Koblack, P.: Die rechtlichen Rahmenbedingungen des Ideenmanagements in Deutschland. https://www.koblack.de/ideethek/d_rrimde.pdf, Stand: 25.05.2021.
- [Le10] Leipold, P.: Führungsinstrument Ideenmanagement. Ein Instrument zur Unternehmenswertsteigerung ; ein Beleg guter Führung. Laufen, Oberhausen, 2010.
- [LS19] Landmann, N.; Schat, H.-D.: Ideen erfolgreich managen. Neue Perspektiven, aktuelle Branchenbeispiele, wissenschaftliche Grundlagen und Erkenntnisse. Springer Gabler, Wiesbaden, 2019.
- [MN09] Meuser, M.; Nagel, U.: Das Experteninterview - konzeptionelle Grundlagen und methodische Anlage. In (Pickel, S. et al. Hrsg.): Methoden der vergleichenden Politik- und Sozialwissenschaft. Neue Entwicklungen und Anwendungen. VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden, Wiesbaden, S. 465–480, 2009.
- [Ne18] Neckel, H.: Toolbox Ideenmanagement. Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 2018.
- [OP10] Osterwalder, A.; Pigneur, Y.: Business Model Generation. A handbook for visionaries, game changers, and challengers. Wiley & Sons, New York, 2010.
- [Re20] Reiche, F. R. N.: Das Ideenmanagement als Geschäftsmodell. Untersuchung des Ideenmanagements in Bezug auf Erfolgsfaktoren und der Tauglichkeit als Geschäftsmodell. Masterthesis, Landshut, 2020.
- [Sp90] Spahl, S.: Geschichtliche Entwicklung des BVW. Personal 42, S. 178–180, 1990.
- [TP09] Thom, N.; Piening, A.: Vom Vorschlagswesen zum Ideen- und Verbesserungsmanagement. Kontinuierliche Weiterentwicklung eines Managementkonzepts. Lang, Bern, 2009.

Session 3: Fragen und (technische) Antworten der Digitalen Transformation

Was Sie schon immer über Digitalisierung wissen wollten, aber bisher nicht zu fragen wagten

Ein Literaturreview

Stephan Jacobs¹, Sonja Seidl²

Abstract: Digitalisierung ist seit mehr als zwei Jahrzehnten ein Thema in der Wirtschaftsinformatik. Wenn man allerdings die Literatur zum Thema Digitalisierung anschaut, werden oft unterschiedliche Dinge betont. Es entsteht der Eindruck, dass Digitalisierung sehr verschieden verstanden wird. In diesem Artikel wird mit Hilfe eines Literaturreviews ein Modell der Digitalisierung erstellt. Dabei werden die in den einzelnen Literaturquellen zur Digitalisierung gehörenden Komponenten gesammelt, gruppiert und zu einem Modell der Digitalisierung zusammengefasst. Das Modell ist hierarchisch aufgebaut, auf der obersten Ebene befinden sich die Dimensionen Informationstechnik, Organisation, Wertschöpfung sowie Compliance.

Keywords: Digitalisierung, Digitale Transformation, Modell, Informationstechnik, Organisation, Wertschöpfung, Compliance, Literaturreview, IDA-Modell der Digitalisierung

1 Einleitung

Die Corona-Pandemie hat in Deutschland wie in anderen Ländern auch für einen Schub bei der Digitalisierung gesorgt. Trotzdem ist Deutschland nach wie vor Schlusslicht in Europa, wenn es um den Einsatz der Digitalisierung seitens der Verbraucher geht. Dies ist das Ergebnis einer Studie von McKinsey aus dem April 2021 [Mc21]. Aber nicht nur die Verbraucher, auch die Unternehmen geben sich nach einem Jahr Corona höchstens durchschnittliche Noten im Bereich der Digitalisierung. Das ergibt eine Umfrage des Deutscher Industrie- und Handelskammertags (DIHK). Dabei reichen die Ursachen für die mittelmäßige Einschätzung von "unzureichendes Internet" über "fehlende Ressourcen" bis hin zu "Defiziten bei der digitalen Kompetenz" [DI21]. Der "Deutschland-Index der Digitalisierung 2021", herausgegeben vom Kompetenzzentrum Öffentliche IT, konzentriert sich auf den Stand der Digitalisierung der Bundesländer [Hö21]. Auch wenn im Vergleich zu vorherigen Untersuchungen (2017, 2019) ein Fortschritt zu beobachten ist, fällt dieser doch angesichts der Corona bedingten "Digitalisierungseuphorie" eher gering aus. Insgesamt ergibt sich ein ernüchterndes Bild für den Stand der Digitalisierung in Deutschland. Egal ob aus Sicht der Verbraucher, der Unternehmen oder der öffentlichen Hand.

¹ FH Aachen, Institut für Digitalisierung Aachen - IDA, 52066 Aachen, jacobs@fh-aachen.de

² FH Aachen, Institut für Digitalisierung Aachen - IDA, 52066 Aachen, sonja.seidl@fh-aachen.de

Die persönliche Erfahrung aus dem Institut für Digitalisierung Aachen (IDA, <https://ida.fh-aachen.de/>) zeigt, dass viele Anwender aus der Praxis hinter vorgehaltener Hand fragen, was genau Digitalisierung sei und ob das, was sie bei sich umsetzen, darunterfällt oder nicht. Für die Praxis wäre in diesen Fällen ein gemeinsames Verständnis bzw. ein gemeinsames Modell der Digitalisierung und ihrer Komponenten hilfreich. Fragen nach Erfolgsfaktoren oder Gründen für das Scheitern könnten mit diesem Modell strukturiert beantwortet werden.

2 Grundlagen

In diesem Kapitel werden die Grundlagen dieser Arbeit kurz vorgestellt: Einerseits der Begriff Digitalisierung und andererseits der Literaturreview.

2.1 Digitalisierung

Der Begriff Digitalisierung hat sich in seiner Bedeutung verändert. Im ursprünglichen Sinn bedeutet Digitalisierung die Umwandlung von analogen in digitale Daten [Br21]. Beispielsweise findet beim Scannen eines analogen Bildes eine Umwandlung des Bildes in ein digitales Format statt. Die zweite Bedeutung von Digitalisierung wird auch häufig als Digitale Transformation bezeichnet. In diesem Review wird der Begriff Digitalisierung in dieser zweiten Bedeutung verwendet. Digitale Transformation bedeutet hier: Große Veränderungen, die durch die Verwendung von Informationstechnologie (IT) unterstützt werden. Dies entspricht der begrifflichen Trennung im englischen Sprachraum von *Digitalisation* (Digitaler Transformation wie soeben beschrieben), und *Digitisation* (Analog-Digital-Umwandlung).

Digitale Transformation gibt es für jeden Einzelnen, für Unternehmen und für die gesamte Gesellschaft. Aus der Perspektive eines Unternehmens gibt es vor allem drei Arten der Veränderung [Po21]:

- 1) Value Proposition, d.h. die Verbesserung von Produkten und Dienstleistungen für einen Kunden
- 2) Value Creation, d.h. die Veränderung interner Prozesse um z.B. effizienter zu arbeiten sowie
- 3) Customer Interaction, d.h. veränderte Schnittstellen zum Kunden

Im Folgenden werden die Begriffe Digitalisierung und Digitale Transformation synonym verwendet.

2.2 Methodisches Vorgehen: Literaturreview

Mit Hilfe eines Literaturreviews wird ein Überblick zu einem bestimmten Thema bzw. einer bestimmten Fragestellung innerhalb der verwendeten Literatur erstellt. Ein

Literaturreview ist häufig der Ausgangspunkt, um sich einer neuen Frage zu widmen oder zu klären, ob sich der aktuelle Diskussionsstand zu einem Thema weiterentwickelt hat [WW02], [Br09]. In den letzten Jahren wurden Literaturreviews methodisch weiter ausdifferenziert [Ro14], [TP18]. Der in dieser Arbeit verwendete Review kann als *Understanding/Scoping* klassifiziert werden [TP18]. Es ist das Ziel dieser Arbeit, das Verständnis des Begriffs Digitalisierung innerhalb der Literaturquellen zu erkennen und ein umfassendes Modell des Begriffs herauszuarbeiten.

Bei der Analyse der Literaturquellen stellt sich heraus (siehe Kapitel 3.1), dass das Verständnis des Begriffs Digitalisierung im Detail stark divergiert. Fragt man, aus welchen Bestandteilen, Dimensionen, Fokusbereichen, Komponenten, etc. Digitalisierung besteht, dann sind die einzelnen Artikel sehr unterschiedlich was Fokus und Granularität der Betrachtung angeht. Aus diesem Grund wird bei der Erstellung einer Konzeptmatrix nicht wie in [NVM13] vorgeschlagen vorgegangen. Stattdessen wird ein Bottom-Up-Ansatz verfolgt:

1. Die Komponenten, aus denen Digitalisierung nach den verwendeten Literaturquellen besteht, werden als Stichworte notiert.
2. Dubletten und Synonyme werden innerhalb einer Quelle gelöscht, über mehrere Quellen hinweg zusammengeführt.
3. Ähnliche oder zusammengehörende Komponenten werden zusammengefasst, sodass eine Gruppe entsteht.
4. Das Gruppieren erfolgt über mehrere Stufen, es entsteht eine Hierarchie aus mehreren Ebenen.
5. Das Gruppieren erfolgt bis eine überschaubare Anzahl von Gruppen auf oberster Ebene gefunden wird, die zueinander klar abgegrenzt sind.
6. Die Struktur der identifizierten Gruppen und Dimensionen (Gruppen auf der obersten Ebene) werden den Artikeln in der Konzeptmatrix gegenübergestellt.
7. Komponenten, die zu keiner Gruppe passen, werden gesondert diskutiert.

3 Literaturreview zur Digitalisierung

In den folgenden Unterkapiteln werden die einzelnen Schritte des durchgeführten Literaturreviews sowie das jeweilige Ergebnis der einzelnen Schritte dargestellt.

3.1 Problemstellung

Spätestens seit den 90er Jahren finden in Unternehmen digitale Transformationen statt, wenn auch nicht immer unter diesem Begriff. Entsprechend viele Praxisberichte und wissenschaftliche Veröffentlichungen gibt es zu diesem Thema. Nichtsdestotrotz ergibt die Suche danach, was genau die Digitale Transformation ausmacht, ein divergentes Bild. Ziel des Reviews ist es, dieses Bild zu vereinheitlichen. Dabei werden die Vorstellungen der unterschiedlichen Literaturquellen aggregiert: Es wird *nicht* nach dem kleinsten Kern

der Digitalisierung gesucht, den alle Autoren verwenden. Stattdessen werden die von den jeweiligen Autoren verwendeten Aspekte zu einem *Modell* der digitalen Transformation zusammengefügt. Dieses Modell soll den Anforderungen an eine Taxonomie nach [NVM13] genügen (siehe Kapitel 3.5).

3.2 Literatursuche

Für einen Literaturreview mit dem Ziel *Understanding/Scoping* empfiehlt [TP18] ganz bewusst, sich nicht nur auf Artikel von hochrangigen wissenschaftlichen Journalen zu beschränken sondern auch graue Literatur mit in die Untersuchung einzubeziehen. Da eine deutsche Konferenz adressiert wird und da untersucht werden soll, wie es sich mit der Digitalisierung in Deutschland verhält, wird bewusst auf deutschsprachige Literatur zurückgegriffen. Es wird für die Literatursuche nur Literatur der letzten fünf Jahre (also ab 2016) verwendet, um historische Schwankungen beim Verständnis des Begriffs Digitalisierung zu vermeiden. Als "Datenbank" wird Google Scholar benutzt, für die Suche werden die Begriffe *Digitalisierung* und *Modell* verwendet. Google Scholar stellt 77.000 Ergebnisse zur Verfügung. In diesem Review werden die ersten 100 nach Relevanz angezeigten Ergebnisse verwendet, um eine erste Übersicht mit einer übersichtlichen Anzahl an Texten zu gewinnen. Die Zahl 100 wurde a posteriori festgelegt, da die Anzahl der Texte, die den Filterkriterien (siehe 3.3) nicht entsprechen, ab etwa dem 50sten Ergebnis deutlich ansteigt. Um keine zu geringe Anzahl an Texten auszuwählen werden dennoch die ersten 100 Ergebnisse betrachtet.

3.3 Passende Literatur herausfiltern

Die Literatur für den vorliegenden Review wird nach folgenden Kriterien gefiltert:

- Es wird die passende Definition von Digitalisierung verwendet (d.h. Digitalisierung im Sinne der Digitalen Transformation, siehe Kapitel 2.2).
- Bei der Definition der Digitalisierung wird erklärt, aus welchen Bestandteilen die Digitalisierung besteht bzw. welche Faktoren für Erfolg oder Misserfolg relevant sind.
- Die Nennung eines Faktors bezieht sich auf Digitalisierung selbst und ist nicht vom konkreten Anwendungsfall abhängig, sodass z. B. die Festlegung auf eine Branche (z.B. Handel oder Lehre) oder die Größenordnung der Perspektive (z.B. Unternehmen oder Staat) für die Nennung der Bestandteile und Faktoren von Digitalisierung eine untergeordnete Rolle spielt.

Insgesamt 27 Paper von den 100 Suchergebnissen wurden nach Anwendung dieser Kriterien in der Konzeptmatrix verwendet.

| Autor | Jahr | Titel | Kürzel |
|-------------------------------|------|------------------------------|--------|
| Mohr | 2020 | Der Digital Navigator | Mo20 |
| Henke, Besenfelder, Kaczmarek | 2019 | Dortmunder Management-Modell | HBK19 |

| | | | |
|--------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Müller, Haas | 2020 | Wie Führung die Reaktionsfähigkeit auf die digitale Transformation entwickeln kann - „Creating Responsiveness for the Digital Transformation“ - das CREDiT-Modell | MH20 |
| Dahm, Walther | 2019 | Digitale Transformation | DW19 |
| Harwardt, Schmutte | 2020 | Die Welt verändert sich rapide - "Industrie 4.0" und die digitale Transformation | HS20 |
| Disselkamp, Heinemann | 2018 | Digital-Transformation-Management. Den digitalen Wandel erfolgreich umsetzen | DH18 |
| Botzkowski | 2017 | Digitale Transformation von Geschäftsmodellen im Mittelstand | Bo17 |
| Kugler, Anrich | 2018 | Digitale Transformation im Mittelstand mit System | KA18 |
| Appelfeller, Feldmann | 2018 | Die digitale Transformation des Unternehmens | AF18 |
| Berghaus, Back | 2016 | Gestaltungsbereiche der Digitalen Transformation von Unternehmen: Entwicklung eines Reifegradmodells | BB16 |
| Boersma | 2016 | Erfolgsfaktoren der digitalen Transformation | Bo16 |
| Schuh et al. | 2017 | Industrie 4.0 Maturity Index | Sc20 |
| Graumann, Bertschek, Weber, Ebert, Ohnemus | 2017 | Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2017 | Gr17 |
| Ematinger | 2018 | Von der Industrie 4.0 zum Geschäftsmodell 4.0 | Em18 |
| Fett, Küller | 2017 | Kundenfokus: Startpunkt für die digitale Transformation bei Stadtwerken | FK17 |
| Evsan | 2019 | Die digitale Transformation in all ihren Facetten anpacken | Ev19 |
| Rossberger | 2019 | Digitale Transformation: Kultur, Strategie und Technologie | Ro19 |
| Hanke | 2020 | Allgemeines Referenzmodell zur Digitalen Transformation im öffentlichen Sektor | Ha20 |
| Kranawetter | 2018 | Die digitale Transformation | Kr18 |
| Obermaier | 2019 | Industrie 4.0 und Digitale Transformation als unternehmerische Gestaltungsaufgabe | Ob19 |
| Opitz | 2020 | Das UR-Modell | Op20 |
| Kollmann, Schmidt | 2020 | Einführung in die Digitale Transformation | KS20 |
| Tokarski, Kissling-Näf, Schellinger | 2021 | Digital Business in der Praxis | TKS21 |
| Schenk, Schneider | 2019 | Mit dem digitalen Reifegradmodell zur digitalen Transformation der Verwaltung | SS19 |
| Sensler, Grimm | 2016 | Die fantastischen Fünf - keine Angst vor der digitalen Transformation | SG16 |
| Hornemann | 2019 | Digitales Soziales oder soziales Digitales? | Ho19 |
| Hasenzagl | 2019 | Management im Zeichen der Digitalisierung: Moderne Unternehmensführung abseits von Moden und Ideologien | Ha19 |

Tabelle 1: Liste der verwendeten Literatur

3.4 Extraktion der Daten

Da das Verständnis des Begriffs Digitalisierung sehr heterogen ist, ist die Extraktion der Daten schwierig. Das führt dazu, dass das Konzept von vorgegebener Dimension und zugehörigen Attributen [NVM13] nicht funktioniert. Unter einem Attribut wird dabei eine Ausprägung einer Dimension verstanden wie z.B. die Dimension "Branche" mit dem Attribut "Handel" bzw. die Dimension "wissenschaftliche Methode" mit dem Attribut "Design Research". Stattdessen wird zur Extraktion der Daten das Prinzip der Gruppierung verwendet. Gruppen bestehen aus logisch zu einander gehörenden Bausteinen, welche von den unterschiedlichen Autoren zur Erklärung von Digitalisierung verwendet werden. Gruppierungen werden über mehrere Ebenen hinweg bottom-up durchgeführt. Auf diese Weise gelingt es am Ende, Dimensionen abzuleiten. Die Dimensionen sind nicht der Ausgangspunkt der Untersuchung, sondern das Ergebnis.

Begriffe wie *digitale Kultur* und *Unternehmenskultur* werden als Synonyme unter dem Oberbegriff *Digitale Kultur* zusammengefasst. Zusammen mit den Begriffen *Prozess* und *Führung* wird *Digitale Kultur* unter der Dimension *Organisation* gruppiert. Betrachtet man die unter den Dimensionen liegenden erste Begriffsebene, ergibt sich die in Abbildung 1 dargestellte Struktur, das IDA-Modell der Digitalisierung.

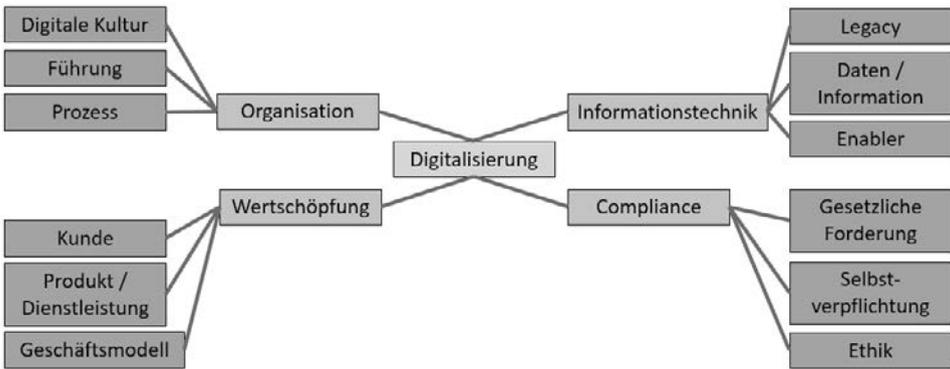


Abbildung 1 – Diagramm der obersten Hierarchieebenen

Um die Zuordnung der Literaturquellen zu den Begriffen in der Hierarchie zu visualisieren, wird eine Konzeptmatrix erstellt. Die in Abbildung 2 dargestellte Konzeptmatrix zeigt in der linken Spalte, einen Ausschnitt des Modells (ohne Synonym-Gruppierungen). Die Hierarchie der Begriffe und Gruppen wird durch entsprechendes Einrücken dargestellt. Die vier obersten Gruppen, die Dimensionen des Modells, werden durch dickere Striche voneinander getrennt. In der oberen, grau hinterlegten Zeile werden die jeweiligen Literaturquellen aufgelistet. In den Zellen wird jeweils vermerkt, ob die Komponente des Modells in der entsprechenden Literaturquelle zum Verständnis der Digitalisierung verwendet wird.

3.5 Modellanalyse und Interpretation

Im Folgenden wird die oberste Ebene genauer betrachtet und das Verständnis der Dimensionen diskutiert.

Unter *Informationstechnik* fallen die in vielen Quellen erwähnten neuen Technologien in der IT wie *Cloud*, *Big Data*, *KI* oder *Blockchain*. Diese IT wird als *Enabler* angesehen, um im Rahmen einer Digitalen Transformation ein Unternehmen neu zu platzieren. Genauso wichtig wie neue IT ist aber für viele Unternehmen die *Legacy*, die bestehende IT-Infrastruktur. Die Tatsache, dass größere Unternehmen häufig einen *Enterprise Architect* haben, unterstreicht die Schwierigkeiten, die bestehende Infrastruktur zu kontrollieren. Vor diesem Hintergrund stellt die Digitale Transformation mit neuer IT eine zusätzliche Herausforderung dar. Einen dritten Punkt bei der IT stellt die Nutzung von Daten dar, die bei der Verwendung von IT (z.B. im E-Commerce) anfallen.

Der Einsatz von IT alleine macht noch keine Digitalisierung aus. Wesentlich ist, dass sich das Unternehmen *transformiert*, sich ändert, um die Potenziale der IT auszunutzen. Diese Änderungen im Unternehmen fallen in die Gruppe *Organisation*. Organisationelle Änderungen können z.B. in Form von veränderten (und durch IT unterstützten) Prozessen auftreten. Voraussetzung für eine erfolgreiche Veränderung ist dabei häufig ein Management, welches hinter der Transformation steht und das Unternehmen durch diese Transformation führt, sowie eine Unternehmenskultur, die mit den Begriffen *agil*, *innovativ* und *fehleroffen* beschrieben wird.

Das notwendige Ziel eines Unternehmens ist es, Gewinn anzustreben. Die Digitalisierung in einem Unternehmen sollte daher langfristig immer zu Einsparungen, größeren Marktanteilen, oder neuen Produkten und insgesamt zu einer Profitabilitätssteigerung führen. Die Gruppe *Wertschöpfung* fasst alle Begriffe zusammen, die sich mit Geschäftsmodellen, Kunden, Schnittstellen zu Kunden, Produkten oder Märkten befassen.

Digitalisierung muss gesetzeskonform sein, um den Bestand des Unternehmens nicht zu gefährden. Prominentes Beispiel ist hier sicherlich der Datenschutz oder der Missbrauch von Datenanalysen. *Compliance* geht aber über die Einhaltung von Gesetzen hinaus, und schließt auch branchenübliche Compliance-Standards (z.B. Transparenzpflicht), Mitarbeiterverantwortung oder ethische Fragestellungen ein.

Das Modell mit den vier Dimensionen genügt den Anforderungen an eine Taxonomie nach [NVM13]. Das Modell ist *sparsam*, das heißt, die Anzahl der Dimensionen sind knapp und hinreichend spezifisch, um die Grenzen der Bereiche zu erkennen. Es werden nicht zu viele zum Teil überlappende, schwer abzugrenzende Gruppen gebildet. Das Modell ist *robust*, d.h. es gibt umgekehrt genügend Gruppen, um die einzelnen Ansätze zu unterscheiden. Das Modell ist *erweiterbar*. Sollte bei einem umfassenderen Review weitere Komponenten von Digitaler Transformation auftauchen, könnten zusätzliche Gruppen hinzugefügt werden. Das Modell ist *erklärend*, d.h. das Modell liefert eine Blaupause für Digitalisierung, anhand dessen konkrete Transformationen analysiert und beschrieben werden können. Das Modell kann daher als Grundlage für Planung und Evaluierung von Digitalisierung verwendet werden.

Aus unserer Sicht stellen die vier Gruppen die wesentlichen Faktoren dar, ohne deren Einbeziehung Digitalisierung nicht gelingt. Darüber hinaus müssen die wechselseitigen Abhängigkeiten zwischen den Gruppen berücksichtigt werden, wie z.B.:

- Wenn IT und Organisation nicht wechselseitig auf einander abgestimmt sind, scheitert die Digitalisierung möglicher Weise durch Umgehung der geänderten Strukturen.
- Wenn durch die Digitalisierung keine Wertschöpfung erzielt wird, ist sie auf Dauer nicht rentabel und wird sich nicht durchsetzen.
- Wenn die Digitale Transformation gegen Gesetze oder ethisch Prinzipien verstößt, wird sie durch Intervention von außen kurzfristig oder Zerfall der Arbeitsmoral langfristig problematisch.

Bei der Planung einer Digitalen Transformation sollte man sich im Vorfeld potenzielle Probleme und Hindernisse in diesen Bereichen bewusstmachen. Eine beschränkte Betrachtung z.B. nur auf ein Geschäftsmodell oder nur auf die digitale Kultur ist in der Praxis nicht hilfreich.

4 Beispiel Homeoffice

Homeoffice ist für Unternehmen während der Corona-Krise eine Herausforderung gewesen. Umgekehrt ergeben sich durch die Erfahrungen mit dem Homeoffice auch neue Perspektiven für die Zukunft. Für viele Unternehmen stellt sich die Frage, ob das Homeoffice auch zukünftig eine Option ist, ob das Unternehmen dauerhaft transformiert werden soll. Im Folgenden soll diese Digitalisierung mit Hilfe der vier Dimensionen des IDA-Modells der Digitalisierung kurz diskutiert werden.

Aus der Perspektive der Informationstechnik stellt sich zuerst die Frage, welche Hard- und Software überhaupt benötigt wird. Beispielsweise müssen die Investition in Laptops für alle Mitarbeiter bzw. in Konferenzsoftware (z.B. Zoom) berücksichtigt werden. Zusätzlich muss diese neue Hard- und Software aber in die derzeitige Infrastruktur des Unternehmens integriert werden. Es ergeben sich konkrete Fragestellungen zur Durchführung: Reicht die Netzwerkkapazität für den Einstieg in das Homeoffice aus? Funktionieren Berechtigungen, wenn Mitarbeiter vom Homeoffice auf Dienste und Daten des Unternehmens zugreifen? Schließlich fallen Daten an. Beispielsweise gibt es Logdateien, wann wer online war, wer auf welche Daten zugegriffen hat. Können diese Daten für die Optimierung interner Prozesse oder für die Kontrolle von Mitarbeitern verwendet werden? Diese Fragen berühren direkt die anderen Dimensionen.

Die Perspektive der Organisation steht vor Herausforderungen, die durch die folgenden Fragen konkretisiert werden: Können die etablierten Prozesse im Homeoffice durchgeführt werden oder müssen die Prozesse den neuen Gegebenheiten angepasst werden? Wie können Mitarbeiter im Homeoffice geführt, motiviert und kontrolliert

werden? Auch Regeln wie z.B. nach Kleidungsvorschrift oder Arbeitszeiten müssen möglicherweise neu diskutiert werden.

Welchen Mehrwert bringt das Homeoffice auf Dauer? Diese Frage wird in der Dimension Wertschöpfung gestellt. Ein Mehrwert könnte darin liegen, dass auf Dauer weniger Bürofläche anfällt und folglich weniger Miete gezahlt werden muss. Ein anderer Mehrwert könnte darin liegen, dass Mitarbeiter motivierter sind, da sie nicht so viel Zeit auf dem Weg zur Arbeit verbringen. Dem gegenüber gibt es das Risiko, dass durch weniger Kommunikation die Effizienz der Arbeit nachlässt. Außerdem kann durch weniger Anwesenheit im Unternehmen die Identifikation des Mitarbeiters mit Aufgabe, Projekt oder sogar Unternehmen nachlassen.

Aus der Perspektive *Compliance* ergeben sich eine Reihe weiterer Fragen. Gibt es ein Recht auf Homeoffice? Gibt es umgekehrt ein Recht darauf, *nicht* im Homeoffice arbeiten zu müssen? Können Mitarbeiter verpflichtet werden, ein Arbeitszimmer einzurichten? Wer zahlt das? Wie sieht es mit einer möglichen Vereinsamung der Mitarbeiter aus, die nur noch im Homeoffice sitzen? In welchen Bereich der Arbeitsplatzregelung muss die Mitarbeitervertretung beteiligt werden?

Das Beispiel Homeoffice zeigt, dass jede der vier Dimensionen relevant ist. Wenn auch nur eine Dimension nicht ausreichend berücksichtigt wird, kann das zum Scheitern des Homeoffice führen. Umgekehrt können alle Herausforderungen zum Thema Homeoffice den Dimensionen zugeordnet werden. (Informieren Sie uns gerne, wenn Sie ein Problem sehen, dass sich nicht in das Modell einordnen lässt!). Das heißt, dass dieses Modell als Ausgangspunkt für Überlegungen bei einer geplanten digitalen Transformation verwendet werden kann.

5 Diskussion

Bei der Erstellung der Konzeptmatrix ließen sich einige der ursprünglich ausgewählten Begriffe nicht zuordnen: Der Begriff *System* betont den systemischen Charakter der Digitalisierung und insbesondere die gegenseitige Abhängigkeit der Begriffe. Diese Abhängigkeit - z.B. kann die Organisation nicht unabhängig von einem Geschäftsmodell oder der zur Verfügung stehenden IT gestaltet werden – ist sicherlich genauso. Trotzdem wird der Begriff nicht in das Ordnungsschema eingefügt, da er zu allgemein ist und ein Prinzip beschreibt, dass die Basis des Modells als solches bereits ausmacht. Ähnliches gilt für den Begriff *Ressourcen* [Sc17]. Die Notwendigkeit für personelle, technische, zeitlich und finanzielle Ressourcen zur Umsetzung einer Digitalen Transformation sind offensichtlich, auch dieser Begriff wird nicht in das Ordnungsschema eingefügt, da er zu allgemeinen Charakter besitzt und auch in klassischen Unternehmensveränderungen anfällt.

Die Analyse der Literatur wurde mit Hilfe eines Bottom-Up-Ansatzes durchgeführt. Um die Gruppierung auf Vollständigkeit zu überprüfen, wird ein (kurzes) Brainstorming durchgeführt mit den folgenden Fragestellungen: Welche Herausforderungen fallen einem

ein, wenn man die Digitalisierung aus der Perspektive der *Informationstechnik*, der *Organisation*, der *Wertschöpfung* bzw. der *Compliance* betrachtet? Gibt es Elemente, die bisher in der Literatur nicht aufgetaucht sind?

Im Brainstorming fallen uns vor allem im Bereich *Compliance* weitere Dinge auf, die bislang im Zusammenhang mit der Digitalisierung in der von uns gefundenen Literatur nicht in nennenswertem Umfang thematisiert werden, beispielsweise das Thema betriebliche Mitbestimmung. Ethische Fragestellungen in Hinblick auf die Rahmenbedingungen von Digitalisierungsprojekten fehlen ebenfalls oft. Zum Bereich *Ethik* zählen beispielsweise Fragen wie Nachhaltigkeit (Energieverbrauch beim Schürfen von Bitcoins) oder die Erklärbarkeit von automatisierten Entscheidungen (KI). Daneben aber auch sekundäre Veränderungen durch Digitalisierung, die über die Perspektive eines einzelnen Unternehmens hinausgehen. Beispiele hierfür sind die Verödung von Innenstädten aufgrund des Online-Handels, die Veränderung im Sozialverhalten aufgrund der sozialen Netzwerke oder die Verrohung des gesellschaftlichen Diskurses in Online-Plattformen.

Zu diesen Punkten findet man Literatur durch gezielte Suche. Beispielsweise [pw20] zum Thema Ethik oder [Ha21] und [Un21] zum Thema Mitbestimmung. Obwohl zu diesen Fragen offensichtlich publiziert wird, finden die Diskurse hierzu in anderen Gruppen statt, z.B. zwischen Arbeitgebern und Arbeitnehmern, nehmen aber keinen Einfluss auf die von uns gesichtete Literatur im Bereich Wirtschaftsinformatik.

Insgesamt scheint in der Wirtschaftsinformatik-Community die Herausforderung *Compliance* bisher nur wenig Beachtung zu finden, was an der Literatursauswahl bzw. der Suchmethodik liegen kann. Eine zusätzliche Untersuchung wird diese Beobachtung überprüfen. Offensichtlich gibt es eine Diskrepanz zwischen dem Diskurs in der Öffentlichkeit und der Literatur, die zum Thema Digitalisierung bislang veröffentlicht wurde. Möglicherweise gibt es hier eine Forschungslücke.

Des Weiteren gibt es einige Feststellungen, die bei der Bewertung des Ergebnisses berücksichtigt werden sollten:

- Es gibt überraschend wenig Literatur, die sich auf eine informationstechnische Perspektive konzentrieren. Wenn die Integration von neuer Technologie in alte Legacy Systeme in der Literatur adressiert wird, dann nicht unter dem Begriff Digitalisierung.
- Wie man an der Vielzahl der verwendeten Begriffe sieht, ist das Verständnis, aus welchen Bestandteilen Digitalisierung besteht, auf welche Dinge in Digitalisierungsprojekten geachtet werden sollte, nach wie vor sehr unterschiedlich. Je nachdem, aus welcher Perspektive die Digitalisierung betrachtet wird, ist sie vor allem ein Problem des Geschäftsmodells (z.B. [Bo17]) oder vor allem eine organisatorische Herausforderung (z.B. [Ro19]).
- Bei den Artikeln, die Digitalisierung stärker in den Bereich Wertschöpfung bzw. Organisation verorten, wird die Informationstechnik eher als Enabler weniger als Herausforderung angesehen. Bei der IT werden beispielsweise eher die

Möglichkeiten von z.B. Big Data gesehen, als die Schwierigkeiten, Big Data in bestehende Infrastruktur zu integrieren.

- Anhand der Vielzahl der verwendeten Begriffe im Bereich Wertschöpfung und vor allem im Bereich Organisation, sieht man, dass ein Großteil der Literatur zum Thema Digitalisierung aus eben diesen Bereichen stammt. Dies stellt eine mögliche Verzerrung der Datengrundlage für den Review dar.

6 Fazit und Ausblick

Aus unserer Sicht ist das Ergebnis in den oberen Betrachtungsebenen stabil genug, um es anhand einer größeren Literaturliste, die vor allem Veröffentlichungen aus wissenschaftlichen Journalen enthält, weiterzuentwickeln. Grundsätzlich kommen für das weitere Vorgehen verschiedene Methoden in Betracht, um die Literaturrecherche zu ergänzen. In einem ersten Schritt soll das Review-Verfahren auf englischsprachige Texte ausgeweitet werden, anschließend sollen weitere Methoden der sozialwissenschaftlichen Forschung wie Fragebögen aufgegriffen und mit informationstechnischer Unterstützung angewandt werden.

7 Literaturverzeichnis

- [AF18] Appelfeller, W.; Feldmann, C.: Die digitale Transformation des Unternehmens. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2018.
- [BB16] Berghaus, S.; Back, A.: Gestaltungsbereiche der Digitalen Transformation von Unternehmen: Entwicklung eines Reifegradmodells. Die Unternehmung 2/70, S. 98–123, 2016.
- [Bo16] Boersma, T.: Erfolgsfaktoren der digitalen Transformation. In (Heinemann, G.; Gehrckens, H. M.; Wolters, U. J. Hrsg.): Digitale Transformation oder digitale Disruption im Handel. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, S. 509–528, 2016.
- [Bo17] Botzkowski, T.: Digitale Transformation von Geschäftsmodellen im Mittelstand. Dissertation, 2017.
- [Br09] Brocke, J. et al.: Reconstructing the Giant: On the Importance of Rigour in Documenting the Literature Search. ECIS 2009, 2009.
- [Br21] Brockhaus: Digitalisierung, Stand: 09.06.2021.
- [DH18] Disselkamp, M.; Heinemann, S.: Digital-Transformation-Management. Den digitalen Wandel erfolgreich umsetzen. Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 2018.
- [DI21] DIHK: Digitalisierung mit Herausforderungen. Digitalisierungsumfrage 2021, Stand: 09.06.2021.
- [DW19] Dahm, M. H.; Walther, E.: Digitale Transformation. In (Dahm, M. H.; Thode, S. Hrsg.): Strategie und Transformation im digitalen Zeitalter. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, S. 3–21, 2019.
- [Em18] Ematinger, R.: Von der Industrie 4.0 zum Geschäftsmodell 4.0. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, 2018.
- [Ev19] Evsan, I.: Die digitale Transformation in all ihren Facetten anpacken. In (Fürst, R. A. Hrsg.): Gestaltung und Management der digitalen Transformation. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, S. 135–153, 2019.
- [FK17] Fett, P.; Küller, P.: Kundenfokus: Startpunkt für die digitale Transformation bei Stadtwerken. In (Doleski, O. D. Hrsg.): Herausforderung Utility 4.0. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, S. 545–573, 2017.
- [Gr17] Graumann, S. et al.: Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2017, 2017.
- [Ha19] Hasenzagl, R.: Management im Zeichen der Digitalisierung: Moderne Unternehmensführung abseits von Moden und Ideologien. In (Fürst, R. A. Hrsg.): Gestaltung und Management der digitalen Transformation. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, S. 75–102, 2019.

- [Ha20] Hanke, K.: Allgemeines Referenzmodell zur Digitalen Transformation im öffentlichen Sektor. In (SKILL 2020 Hrsg.): SKILL 2020 - Studierendenkonferenz Informatik, 2020.
- [Ha21] Hans-Böckler-Stiftung: Digitalisierung, Mitbestimmung, Gute Arbeit, Stand: 11.06.2021.
- [HBK19] Henke, M.; Besenfelder, C.; Kaczmarek, S.: Dortmunder Management-Modell. In (Hompel, M. ten; Vogel-Heuser, B.; Bauernhansl, T. Hrsg.): Handbuch Industrie 4.0. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, S. 1–17, 2019.
- [Ho19] Hornemann, B.: Digitales Soziales oder soziales Digitales? In (Fürst, R. A. Hrsg.): Gestaltung und Management der digitalen Transformation. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, S. 207–219, 2019.
- [Hö21] Hölscher, I.; Opiela, N.; Tiemann, J.; Gumz, J. D.; Goldacker, G.; Thapa, B.; Weber, M.: Deutschland Index der Digitalisierung 2021, Stand: 09.06.2021.
- [HS20] Harwardt, M.; Schmutte, A. M.: Die Welt verändert sich rapide – „Industrie 4.0“ und die digitale Transformation. In (Harwardt, M. et al. Hrsg.): Führen und Managen in der digitalen Transformation. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, S. 3–15, 2020.
- [KA18] Kugler, S.; Anrich, F.: Digitale Transformation im Mittelstand mit System. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, 2018.
- [Kr18] Kranawetter, M.: Die digitale Transformation. In (Bartsch, M.; Frey, S. Hrsg.): Cybersecurity Best Practices. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, S. 393–439, 2018.
- [KS20] Kollmann, T.; Schmidt, H.: Einführung in die Digitale Transformation. In (Kollmann, T. Hrsg.): Handbuch Digitale Wirtschaft. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, S. 961–984, 2020.
- [Mc21] McKinsey: Digital Sentiment Survey Germany 2021. Ergebnisse für den deutschen Markt, Stand: 09.06.2021.
- [MH20] Müller, C.; Haas, N.: Wie Führung die Reaktionsfähigkeit auf die digitale Transformation entwickeln kann – „Creating Responsiveness for the Digital Transformation“ – das CReDiT-Modell. In (Geramanis, O.; Hutmacher, S. Hrsg.): Der Mensch in der Selbstorganisation. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, S. 177–192, 2020.
- [Mo20] Mohr, T.: Der Digital Navigator. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, 2020.
- [NVM13] Nickerson, R. C.; Varshney, U.; Muntermann, J.: A method for taxonomy development and its application in information systems. *European Journal of Information Systems* 3/22, S. 336–359, 2013.

- [Ob19] Obermaier, R.: Industrie 4.0 und Digitale Transformation als unternehmerische Gestaltungsaufgabe. In (Obermaier, R. Hrsg.): Handbuch Industrie 4.0 und Digitale Transformation. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, S. 3–46, 2019.
- [Op20] Opitz, v. P.: Das UR-Modell. In (Kollmann, T. Hrsg.): Handbuch Digitale Wirtschaft. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, S. 1309–1332, 2020.
- [Po21] Pousttchi, K.: Digitale Transformation. In (Gronau, N. et al. Hrsg.): Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik, 2021.
- [pw20] pwc: Digitale Ethik - White Paper, 2020.
- [Ro14] Rowe, F.: What literature review is not: diversity, boundaries and recommendations. *European Journal of Information Systems* 3/23, S. 241–255, 2014.
- [Ro19] Rossberger, R.: Digitale Transformation: Kultur, Strategie und Technologie. In (Fürst, R. A. Hrsg.): Gestaltung und Management der digitalen Transformation. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, S. 19–36, 2019.
- [Sc17] Schuh, G. et al. Hrsg.: Industrie 4.0 Maturity Index. Die digitale Transformation von Unternehmen gestalten. Herbert Utz Verlag, München, 2017.
- [Sc20] Schuh, G. et al.: Industrie 4.0 Maturity Index. Update 2020, 2020.
- [SG16] Sensler, C.; Grimm, T.: Die fantastischen Fünf - keine Angst vor der digitalen Transformation. *Wirtschaftsinformatik & Management* 1, S. 46–53, 2016.
- [SS19] Schenk, B.; Schneider, C.: Mit dem digitalen Reifegradmodell zur digitalen Transformation der Verwaltung. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, 2019.
- [TKS21] Tokarski, K. O.; Kissling-Näf, I.; Schellinger, J.: Digital Business in der Praxis. In (Schellinger, J.; Tokarski, K. O.; Kissling-Näf, I. Hrsg.): Digital Business. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, S. 1–13, 2021.
- [TP18] Templier, M.; Paré, G.: Transparency in literature reviews: an assessment of reporting practices across review types and genres in top IS journals. *European Journal of Information Systems* 5/27, S. 503–550, 2018.
- [Un21] Unternehmer Baden-Württemberg: Keine stärkere Mitbestimmung. <https://www.agv-bw.de/digitalisierung/mitbestimmung-4-0>, Stand: 11.06.2021.
- [WW02] Webster, J.; Watson R.T.: Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. *MIS Quarterly* 2/26, 2002.

Suddenly Virtual? Potentials and Limits of Video-Based Social Software with regard to Social Isolation among Office Workers in Times of COVID-19

Marco A. Burkart  ¹

Abstract: This paper addresses the issue of loneliness among office workers who have suddenly been forced to work from home in the context of the global COVID-19 pandemic. The aim is to find out whether the use of video-based social software can counter-act the feeling of loneliness. An online survey with 381 participants showed that video-based social software is increasingly used, but the use has no influence on loneliness. However, office workers have an increased interest in digital events through their employer.

Keywords: COVID-19, Social Software, Collaboration Tools, Home Office, Working from Home, Virtual Teams, Social Isolation, Loneliness

1 Introduction

Due to the global COVID-19 pandemic in 2020, many companies have had their employees work from home to avoid social contact and the associated risk of COVID-19 infection. In addition to the organizational and technical challenges, the duration of working from home and the lower number of social contacts have resulted in a widespread problem: loneliness due to the social isolation of working from home. Social isolation generally occurs when people cannot or are not allowed to maintain contact with family, friends and other people. Loneliness is a possible consequence of those affected by social isolation [Ma19].

In everyday office life among employees, it is now standard practice to hold smaller appointments with locally separated participants using software solutions. These are usually video-based and thus make it possible to have a face-to-face conversation. Furthermore, in a survey of employees on friendships with their colleagues from 2017, almost half of the respondents stated that they also meet their colleagues privately and maintain friendships [St17]. This raises the question of whether a private exchange with colleagues via video-based software tools is increasingly used during social isolation and whether this exchange can reduce potential loneliness.

¹ Wilhelm Büchner Hochschule, department of informatics, hilpertstreet 31, darmstadt, 64295,
marco.burkart@wb-fernstudium.de,  <https://orcid.org/0000-0002-2342-3511>

The aim of this study is to answer the following research question:

How can video-based social software counteract loneliness due to social isolation during home-based work?

2 Virtual Teams and Social Software

Virtual teams are characterized by the fact that the members of these teams are not all present in the same place, but work together in a team through communication and collaboration software [Eb20], [HHR12], [Li20]. The distributed or virtual team does not necessarily have to consist of employees from the same company, as long as all members work towards the same goal [Eb20]. Furthermore do not all members of the team have to be in different locations – thus there are different forms of a virtual team [HHR12].

This form of cooperation inevitably creates new challenges that locally operating teams do not have to deal with. In literature, the opinion prevails that the use of communication media and the way in which these media are used is decisive for the success of virtual teams [HHR12], [Li20]. The tools used must meet the requirements for virtual collaboration and be coordinated with one another in order not to delay processes [Eb20]. The type of use is aimed at the communication with the collaboration software. The challenge here is that the type and perception of communication are different than is the case with a personal exchange [HHR12].

Regarding social software, there is no uniform definition in the literature, as the basic idea of this concept has grown over time and most works refer to different authors. Therefore, a uniform definition of these terms must be established [Al04], [KR09], [SJ08], [TSL16]. Social software are applications that are intended to improve collaboration between groups [Al04], [SJ08]. The definition of Coates is used for the present work:

"Social software can be loosely defined as software which supports, extends, or derives added value from, [sic!] Human social behavior" [Co05].

This implies that any software can also be called social software, provided that it is used for collaboration between people. Examples of social software applications are wikis, weblogs, instant messaging and social networks [SJ08].

3 State of Research

There are already many studies on social isolation, especially in the context of the COVID-19 pandemic. The first question that arises is whether the contact restrictions triggered by the pandemic generally affect people's well-being. Ammar et al. have taken on this

question. In a study from 2020 with 1047 participants, mainly from Asia, Africa and Europe, the authors showed that the contact restrictions worsened mental well-being and increased the rate of depressive symptoms [Am20].

Majumdar, Biswas and Sahu have also demonstrated the increase in depressive symptoms. In their study in the form of an online questionnaire from the year 2020, the authors surveyed 203 office workers and 325 students from India and compared the results between the two groups. Regardless of the grouping, Majumdar et al. were also able to demonstrate that domestic isolation in the context of the COVID-19 pandemic increased the rate of depressive symptoms. The authors have also found that office workers have a reduced nighttime rest period and general daytime tiredness has increased [MBS20].

That this social isolation through quarantine measures was already known before COVID-19, Röhr et al. proven in their literature review from 2020. The authors identified 13 relevant studies that dealt with this topic during the SARS pandemic in 2002 - 2003 and the MERS pandemic in 2012. Among them, qualitative and quantitative studies have shown that - in addition to the depressive symptoms and sleep disorders already considered - the participants' feelings of loneliness in particular increased [Rö20].

After the connection between social isolation due to quarantine measures and the resulting loneliness has been proven several times, the question arises as to which countermeasures are available. The World Health Organization (WHO) recommends maintaining contact via phone or digital media during domestic isolation [Wo20].

Sha et al. have examined the problem of loneliness in quarantine and the role of software tools that can solve this problem in their position from 2020. The authors refer to newly created chat tools, which are intended to remedy mental problems through isolation in the form of online therapy. They also recommend using collaboration software such as Microsoft Teams or Zoom to keep in touch with family and friends. In addition, people with little knowledge of digital technology must be supported in setting up and using such software [Sh20]. An evaluation of user data (n=6000) by Microsoft for the Microsoft Teams software shows that many people use these communication tools. This evaluation took place six months after the first quarantine measures in 2020 and showed that communication with the tool has increased significantly [Sp20].

Kozhina achieved a different empirical result in 2016. With an online questionnaire and 240 participants, the author validated her hypothesis as to whether loneliness while working from home can be reduced by providing communication technologies. The survey could not confirm the hypothesis, so loneliness during home-based work cannot be achieved by providing communication software [Ko16]. From the author's point of view, the result must be viewed critically, as the mere availability of a software does not say anything about its use. Rather, it should be investigated whether and how the provided communication technologies can be used against loneliness when working from home.

There does not seem to be any studies to date on this question of how companies or company employees use communication technologies against loneliness in isolation, but there are some expert opinions. In her post on the social network Xing, Dornheim recommends how various virtual formats can be used to promote team spirit and social exchange. This begins with simple rules of communication, e.g. switching on the webcam or a topic-independent opening question, which means that each participant can have a say. The author further recommends providing a group chat that is explicitly not about work. At the end of her article, Dornheim points out the possibility of virtual coffee breaks, which can also be held randomly between individual team members in order to promote private communication [Do20].

4 Materials and Methods

Hypotheses will be derived from the research question of this paper and the current state of research, which will be empirically tested in the further course of the paper. The first hypothesis is derived directly from the research question "How can video-based social software counteract loneliness due to social isolation during home-based work?".

H1: *The intensive use of social software has a positive effect on the perceived level of loneliness in social isolation.*

Furthermore, the literature review revealed that merely providing social software is not enough to prevent social isolation. Therefore, the assumption is made that offers for social exchange are gladly accepted by people in social isolation.

H2: *During social isolation, there is increased interest in digital events among employees.*

In order to test the hypotheses H1 and H2, a suitable empirical research method is needed. Basically, qualitative and quantitative methods are suitable for this. In quantitative research, numerically usable data is collected through questionnaires, measurements or experiments. Qualitative methods deal with data that cannot be evaluated numerically and require interpretation [BSS17]. Examples are interviews, content analyses and observations. From the author's point of view, qualitative methods are not suitable for testing the hypotheses. As was shown in the previous chapter, there is no body of research that can be used to validate the hypotheses. Likewise, the use of interviews, for example, is not expedient, as these are not suitable for interviewing a large number of participants.

The quantitative research method of the questionnaire is selected for the investigation. By creating an online questionnaire, it is possible to reach many participants even in times of COVID-19. Furthermore, a survey and thus the collection of data from many office workers working from home is suitable.

The population of the survey included workers who work permanently or partially from

home due to the COVID-19 pandemic. As this involves many people worldwide, it is not possible to collect data on all affected individuals. Furthermore, there are cultural differences which cannot be considered within the scope of the work. Therefore, the survey is only conducted among German employees working from home, as these can be better reached by the author. The survey is therefore not representative of the population but should be seen as a sample of German employees working from home.

An online questionnaire was chosen for the survey, as this form can reach many people in a short time. Two weeks were chosen as the time period, from 14.12.2020 to 27.12.2020. The questionnaire was created using Google Forms (<https://www.google.com/forms>)². The questionnaire is in German and divided into the following four sections:

In the introduction, the general conditions of the survey are listed. This includes a description of the author, the aim and the time period of the survey as well as a delimitation of which persons constitute the target group of the survey. Since sensitive data may be collected in a survey, a data protection statement must be agreed to in the introduction before the questionnaire can be started.

In the general questions section, the participants of the survey are asked to state their gender, age range, type of office work and how long they have been working from home. Multiple-choice questions with predefined answers were selected for this purpose. Although office workers were named as the target group of the survey in the introduction, there are also selection options in the questions in order to filter out answers that are not relevant to the target group. This is applied to the type of office activity and the duration of working from home.

The section on digital exchange deals with the use of social software while working from home. In order to be able to answer the research question, it is of interest whether the participants of the survey make increased use of digital media while working from home and whether these are also used for private conversations with colleagues. In addition, answering H2 is targeted by two questions.

The last section, social interactions while working from home, serves to verify H1. On the one hand, this section asks about the frequency of social interactions in the professional and private context, and on the other hand about the perceived loneliness caused by working from home. This should reveal whether the frequency of social interactions and the type of communication have an influence on the perceived loneliness.

After the questions are created, they are tested for comprehensibility with two uninvolved persons. In order to send the survey to as many people as possible, the sample selection procedure according to the snowball system is used. Selected persons act as multipliers

² The questionnaire was written in German and can be viewed at the following link:
https://www.dropbox.com/s/98uqv5e6wph3p85/Umfrage_Covid19_Fragen.pdf?dl=0

and distribute the survey to other suitable groups of people [MS10]. In this survey, the multipliers are mostly friends, relatives and colleagues who have forwarded the survey to colleagues of their employer. Furthermore, the author of this paper shared the sample survey within his employer via the social network Yammer. The survey was also sent to all students at the Wilhelm Büchner University and posted in various Xing groups.

In order to evaluate the collected data, descriptive statistics methods are used in the statistical analysis. The answers in Google Forms are exported to an Excel file, which are then prepared for analysis and imported into the SPSS software. For the multiple choice questions, the absolute answers are considered and presented in a table. The questions on the number of social interactions as a free text response are tested for correlation with perceived loneliness.

5 Results

The sample size is 381 people. Since the target group of the sample was people in an office job, the data first had to be adjusted. The responses of the 18 people who did not work in the office were excluded. Furthermore, the results of the 26 people who have an office job but do not work from home were also excluded. Since the target group of the study includes all employees working from home, people who had already worked from home before the COVID-19 pandemic were included in the evaluation. Thus, the number of participants was reduced from the original 381 to 337 people, whereby 88.5% of the answers were usable.

Of these 337 participants, 128 (38%) were female, 208 (61.7%) were male and 1 (0.3%) were diverse. Of the respondents, one was under 20 years of age (0.3%), 114 between 20 and 29 years of age (33.8%), 139 between 30 and 39 (41.2%), 56 (16.6%) between 40 and 49 years, 26 (7.7%) between 50 and 59 years old and one person (0.3%) older than 60 years. Furthermore, 331 (98.2%) of the study participants worked in an office position and 6 (1.8%) were self-employed with an office job. Of the 337 participants, more than half had been working from home for more than 6 months (180 people, 53.4%). 16 respondents (4.7%) were already working from home before the COVID-19 pandemic, 27 people (8%) have been at home for at least 2 months and a maximum of 6 months. 15 of the participants (4.5%) worked from home for less than 2 months. 99 respondents (29.4%) switch between working from home and office on a daily basis.

| | Totally agree Number (line percentage) | Rather agree Number (line percentage) | Undecided Number (line percentage) | Rather disagree Number (line percentage) | Totally disagree Number (line percentage) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Q5 When Working from home, I use digital media more than before | 204 60.50% | 90 26.70% | 25 7.40% | 12 3.60% | 6 1.80% |
| Q6 I use digital exchange formats and events to stay in contact with my colleagues | 78 23.10% | 84 24.90% | 61 18.10% | 67 19.90% | 47 13.90% |
| Q7 I would be interested in a digital event organized by my employer (e.g. virtual pub quiz) and would take part in it. | 73 21.70% | 117 34.70% | 70 20.80% | 50 14.80% | 27 8.00% |
| Q9 Due to working from home during the COVID-19 pandemic, I have fewer professional contacts | 109 32.30% | 97 28.80% | 63 18.70% | 48 14.20% | 20 5.90% |
| Q10 Working from home makes me feel more lonely than before | 36 10.70% | 82 24.30% | 71 21.10% | 90 26.70% | 58 17.20% |
| Q11 Working from home makes me feel more lonely than before, despite the use of digital exchange formats and events | 30 8.90% | 85 25.20% | 63 18.70% | 89 26.40% | 70 20.80% |

Table 1: Multiple Choice questions with the same answer options

Table 1 summarizes all multiple-choice questions with the same answer options. The number of answers per line is 337 or 100%.

| | Average | Standard deviation | Median | Percentile 25th | Percentile 75th |
|------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------------|--------|-----------------|-----------------|
| Q12 In total, how many social interactions do you have in a week? | 63 | 116 | 35 | 20 | 60 |
| Q13 How many of the social interactions from Q12 take place via video calls? | 27 | 73 | 12 | 5 | 27 |

Table 2: Statistical indicators for questions 12 and 13

In order to make the connection between the perceived loneliness and the usage behaviour of social software comparable, the comparison of question 11 with questions 12 and 13 shown in Table 2 is suitable. The correlation coefficient for Q11 and Q12 is 0,09 and for Q11 and Q13 it is 0,03. This indicates that there is no correlation between the answers.

6 Discussion

The aim of this work was to investigate the possibilities of video-based social software against loneliness due to social isolation while working from home. H1 hypothesized that intensive use of social software would have a positive effect on perceived loneliness. This hypothesis seems unlikely, as the results of the survey do not confirm this. Although it could be shown that with an increasing number of social interactions the perceived loneliness is lower, the intensive use of video telephony has no influence on the perceived loneliness. In the results for H1, it should be noted that the number of weekly video calls was similarly low for both lonely and non-lonely individuals. Fittingly, half of the respondents indicated that they only occasionally use digital media for private exchanges with colleagues. That normal phone calls do not reduce loneliness within social isolation is shown by a 2015 study at a Chinese travel company call center where volunteers worked from home for 9 months. Despite working in a job with many social interactions per day, the majority of study participants wanted to return to office work to escape the loneliness

while working from home [B115]. Therefore, it is concluded that when the sense of loneliness is low and the number of social interactions is high, many of them take place in person among friends and family. Kozhina also found in her study that the use of better communication technology does not reduce loneliness [Ko16].

Therefore, H2 was used to investigate a specific use of video-based social software. H2 assumed that during social isolation, there would be an increased interest in digital events. The results of the survey indicate that H2 is likely. More than half of all participants had agreed to be interested in a digital event hosted by their employer. This is more than the number of people who already use digital exchange formats with their colleagues, confirming an increased interest. However, more than two-thirds of respondents only occasionally or never use social software to discuss private topics with their colleagues. The reason for this remains open, presumably an overload due to the task/workload or a lack of acceptance by the manager for private conversations is responsible for this. This implies that private exchanges among colleagues should be encouraged more by the employer. It is conceivable that managers could be made aware of the problem of loneliness while working from home and that formats such as a virtual coffee exchange or a virtual pub quiz could be organized/provided.

A limitation of this study is that the number of participants with usable answers is exceptionally low ($n=337$) compared to the population. Furthermore, three quarters of the participants are between 20 and 40 years old. There are not enough responses from older employees to be able to make age-related statements. Just these are however remarkably interesting for the evaluation, since particularly older humans rank among the risk group for loneliness in the social isolation. A further limitation results from the investigation of H1, since the marital status and/or the housing situation of the participants was not inquired. Although it is not the goal of this study to prove an increased loneliness among single persons, these data are interesting in combination with the use of video telephony.

Therefore, further studies can evaluate whether individuals without additional members in their home environment (e.g., single people, students, ...) have increased social interactions via video-based social software. Likewise, further studies can explore why the opportunities for video-based exchange and events of this kind are not more widely used. Of interest here is whether this is due to the mere organization of such formats or whether employees must work extra hours from home and therefore do not have time to participate.

7 Conclusions

The analysis of the current state of research shows that employees in social isolation perceive an increased feeling of loneliness. This loneliness, in turn, can be responsible for secondary mental illnesses such as depression. A basic finding is that this study could not

prove a positive effect of the allocation of social software on loneliness in social isolation. There are no studies at this time on how video-based social software would need to be used for this purpose.

The quantitative research hints that video-based social software is increasingly used while working from home, but the use does not change loneliness. Furthermore, the software solutions are only occasionally used for a private exchange with colleagues, although there is an interest in digital events among the majority of respondents.

Referring to the research question, the study indicates that the mere provision of video-based social software cannot reduce loneliness. Employees must rather actively use this software for private social exchange. This can take place, for example, through independent organization by colleagues or the employer's commitment by making managers aware of the issue and promoting exchange between employees through digital events.

8 Bibliography

- [ae20] aerzteblatt.de: Spahn: Pandemie ist „Charaktertest für uns als Gesellschaft“. <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/117122/Spahn-Pandemie-ist-Charaktertest-fuer-uns-als-Gesellschaft>, accessed 6 Jan 2020.
- [Al04] Allen, C.: Tracing the Evolution of Social Software. http://www.lifewithalacrity.com/2004/10/tracing_the_evo.html, accessed 21 Nov 2020.
- [Am20] Ammar, A. et al.: Psychological consequences of COVID-19 home confinement. The ECLB-COVID-19 multicenter study. *PloS one* 11/15, e0240204, 2020.
- [Bl15] Bloom, N. et al.: Does Working from Home Work? Evidence from a Chinese Experiment. *The Quarterly Journal of Economics* 1/130, pp. 165–218, 2015.
- [BR20] Banerjee, D.; Rai, M.: Social isolation in Covid-19. The impact of loneliness. *The International journal of social psychiatry* 6/66, pp. 525–527, 2020.
- [BSS17] Balzert, H.; Schröder, M.; Schäfer, C.: *Wissenschaftliches Arbeiten. Ethik, Inhalt & Form wiss. Arbeiten, Handwerkszeug, Quellen, Projektmanagement, Präsentation.* Springer Campus, Berlin, Dortmund, 2017.
- [Co05] Coates, T.: An addendum to a definition of Social Software. http://plasticbag.org/archives/2005/01/an_addendum_to_a_definition_of_social_software/, accessed 21 Nov 2020.
- [Da20] Datenschutz.org: Auch bei einer Umfrage muss der Datenschutz gewahrt sein! <https://www.datenschutz.org/umfrage/>, accessed 20 Dec 2020.
- [Do20] Dornheim, L. S.: So schaffen Führungskräfte ein Teamgefühl – trotz Homeoffice. <https://www.xing.com/news/klartext/so-schaffen-fuehrungskraefte-ein-teamgefuehl-trotz-homeoffice-3747>, accessed 14 Nov 2020.
- [Eb20] Ebert, C.: *Verteiltes Arbeiten kompakt. Virtuelle Projekte und Teams. Homeoffice. Digitales Arbeiten.* Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, 2020.
- [HHR12] Herrmann, D.; Hüneke, K.; Rohrberg, A.: *Führung auf Distanz.* Gabler Verlag, Wiesbaden, 2012.

- [Ko16] Kozhina, A.: Merkmale von New Ways of Working und deren Rolle für die Einsamkeit am Arbeitsplatz, Wien, 2016.
- [KR09] Koch, M.; Richter, A.: Enterprise 2.0. Planung, Einführung und erfolgreicher Einsatz von Social Software in Unternehmen. Oldenbourg, München, 2009.
- [KSS20] Kato, T. A.; Sartorius, N.; Shinfuku, N.: Forced social isolation due to COVID-19 and consequent mental health problems. Lessons from hikikomori. *Psychiatry and clinical neurosciences*, 2020.
- [Li20] Lindner, D.: Virtuelle Teams und Homeoffice. Empfehlungen zu Technologien, Arbeitsmethoden und Führung. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, 2020.
- [Ma19] Marczak, J. et al.: Preventing social isolation and loneliness among older people. *Eurohealth* 4/25, pp. 3–5, 2019.
- [MBS20] Majumdar, P.; Biswas, A.; Sahu, S.: COVID-19 pandemic and lockdown. Cause of sleep disruption, depression, somatic pain, and increased screen exposure of office workers and students of India. *Chronobiology international* 8/37, pp. 1191–1200, 2020.
- [Mc06] McAfee, A. P.: Enterprise 2.0: The Dawn of Emergent Collaboration. *MITSloan Management Review* 3/47, pp. 21–28, 2006.
- [Mc09] McAfee, A.: Enterprise 2.0. New collaborative tools for your organization's toughest challenges. Harvard Business Press, Boston, Mass., 2009.
- [MS10] Möhring, W.; Schlütz, D.: Die Befragung in der Medien- und Kommunikationswissenschaft. Eine praxisorientierte Einführung. VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden, Wiesbaden, 2010.
- [Rö20] Röhr, S. et al.: Psychosoziale Folgen von Quarantänemaßnahmen bei schwerwiegenden Coronavirus-Ausbrüchen. Ein Rapid Review. *Psychiatrische Praxis* 4/47, pp. 179–189, 2020.
- [Sh20] Shah, S. G. S. et al.: The COVID-19 Pandemic. A Pandemic of Lockdown Loneliness and the Role of Digital Technology. *Journal of medical Internet research* 11/22, e22287, 2020.
- [SJ08] Stegbauer, C.; Jäckel, M.: Social Software. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 2008.
- [SL20] Smith, B. J.; Lim, M. H.: How the COVID-19 pandemic is focusing attention on loneliness and social isolation. *Public health research &*

practice 2/30, 2020.

- [Sp20] Spataro, J.: A pulse on employees' wellbeing, six months into the pandemic. <https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365/blog/2020/09/22/pulse-employees-wellbeing-six-months-pandemic/>, accessed 15 Nov 2020.
- [SSC20] Smith, M. L.; Steinman, L. E.; Casey, E. A.: Combatting Social Isolation Among Older Adults in a Time of Physical Distancing. *The COVID-19 Social Connectivity Paradox*. *Frontiers in public health* 8, p. 403, 2020.
- [St17] Statista Research Department: Sind Sie privat mit Ihren Kollegen befreundet? <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/759650/umfrage/umfrage-zu-freundschaften-mit-arbeitskollegen/>, accessed 7 Jan 2020.
- [TSL16] Turban, E.; Strauss, J.; Lai, L.: *Social Commerce. Marketing, Technology and Management*. Springer International Publishing, Cham, 2016.
- [Wo20] World Health Organization: Mental health and psychosocial considerations during the COVID-19 outbreak. <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/mental-health-considerations.pdf>, accessed 1 Dec 2020.

Design Principles for (X)AI-based Patient Education Systems

Nicolas Pfeuffer ¹

Abstract: Recently, the management of chronic diseases has advanced to a prime topic for Information Systems (IS) research and practice. With increasing capability of Information Technology, patients are empowered to engage in self-management of chronic diseases connected to promises of health benefits for the individual as well as an unburdening of clinics and economic advantages for health care systems. Nevertheless, patients must be adequately educated about risks, screening and examination options to make patient self-management effective, sustainable and profitable. In this regard, Explainable Artificial Intelligence ((X)AI)-based Patient Education Systems (PES) may be an opportunity to provide patient education in an interactive, intelligible and intelligent manner. By establishing Design Principles (DP) for the engineering of effective (X)AI-based PES, instantiating them in a system prototype and evaluating the DP with the help of general practitioners, this paper contributes to the body of knowledge in designing health IS.

Keywords: Patient Education, Patient Adherence, Explainable Artificial Intelligence, Design Science

1 Introduction

The management of chronic diseases with Health Information Technology (HIT) is increasingly gaining attention in IS research [e.g., BCK20]. Among research on effective use of electronic health records (EHR), mobile and social HIT, the self management of diseases is of increasing importance, alleviating pressure on health care providers and improving the life of chronically ill patients on the go [e.g., JC20]. Research suggests that self management and especially awareness of health factors critical for chronic disease management may improve life satisfaction and health outcomes [e.g., JC20].

In self management, the education of patients and the establishment of health-literacy (e.g., the knowledge about risk factors or treatment options about diseases) takes up an important role [e.g., BCK20, p.186]. Educated patients have a decreased risk of taking on health harming behaviors compared to others [e.g., JC20, p.467]. Patient education also increases the potential of patient satisfaction with the treatment and adherence in treatment [e.g., Ho10, p.277]. The economic relevance of patient education for health care systems and individuals is thus indisputable, which is also underlined by research examining the economic impact of patient education [e.g., St18].

¹ Goethe Universität Frankfurt, Information Systems and Information Management,
Theodor-W.-Adorno-Platz 4, 60323 Frankfurt am Main, Germany, pfeuffer@wiwi.uni-frankfurt.de

While the application of artificial intelligence (AI) technologies is progressively transforming health care and research on HIT [e.g., BCK20, p. 191] regarding the treatment, prevention and diagnosis of diseases, little technological approaches and research has been conducted in augmenting the process of patient education with AI. Although especially approaches involving explainable AI (XAI) have shown that users are able to assemble knowledge and understand the underlying AI model [e.g., Ku15, RSG16], existing research has not yet grasped the opportunity of designing such systems for patient education. Such systems would not only open up opportunities in distributed, ubiquitous education of patients. It could also alleviate the work of health personnel engaging in patient education and could lead to increased patient adherence, which is considered to be a main influencing factor in treatment and preventing patient readmission [e.g., Xi21].

This research paper aims to remedy this circumstance by providing Design Principles (DP) for designing (X)AI-based Patient Education Systems (PES). This paper proceeds as follows: First, we will illuminate background information about the topic of patient education and IT-based Self Monitoring and Management of diseases (ITSM). Next, we will take a look at our Design Science methodology, and explain the steps that lead us to the emergence of the DP and a prototype. Consequently, we will show the results of the evaluation of the prototype and DP and derive concluding thoughts for IS research and the future of AI-based PES.

2 Background and Related Research

2.1 Patient Education as a Pillar of Health Care

In the past few decades, the active role of the patient has revealed to be essential in the effective treatment of diseases [e.g., Ho10]. Patient adherence with medical treatment, such as screenings, is thus important, yet a substantial share of patients is considered to be non-adherent [e.g., Di04]. In this regard, patient education does not only lead to better understanding for preventive care of diseases, but also to a reduction of emotional distress and an increase in the conformity with examination procedures [Ho10, p.277]. Studies on preventing heart failure, for example, highlight the various purposes and importance of patient education [St05]. Miller [Mi16] found that patient education and subsequent health-literacy has significant positive effects on patient adherence and adherence outcomes and suggests to explore further measures to improve health literacy and patient adherence.

2.2 IT-Supported Patient Education, Adherence and AI

In the past, IT has been used as a tool to promote patient education for various purposes, for example teaching about self-management techniques, knowledge about diseases as well as education about treatment options [e.g., JC20, p.458]. As Jiang et al. [e.g., JC20, p.458] found, the majority of these IT tools is either web-application or mobile app based. Jiang et al. list three types of outcomes of patient education with ITSM tools [e.g., JC20, p.474]: self-understanding, self-efficacy and health literacy. Although several research projects appear to support the goal of health literacy, and several projects emphasize the importance of supporting patient adherence with ITSM tools [e.g., Ha15], there appears to be little research and knowledge on designing effective tools connecting the two areas.

Furthermore, although AI-based tools to support the management of chronic diseases are increasingly being illuminated [e.g., BCK20], little research has explored the merits of using AI-based tools for ITSM and patient education [e.g., JC20]. In this regard, self-monitoring analytics systems help patients track immediate health relevant metrics and their trajectories, such as heart rate during running or daily nutrient intake [e.g., JC20, p.474]. In contrast to the already advanced self-monitoring analytics systems [e.g., JC20, p.474], AI-based systems, especially those equipped with XAI, could help patients better understand the importance [e.g., Ku15, RSG16] of health-related factors directly contributing to a higher disease risk, thus increasing health literacy with potentials to more effective ITSM. While previous generations of HIT already recognized the relevance of transparent algorithmic decision making (e.g., rule based systems, such as MYCIN [BS84]), AI-based PES powered by ML provide high potentials through their statistical approach in contrast to the often rigid rule-based approach. Although research suggests the value of AI and Machine Learning (ML) in improving patient education [e.g., Sa18] the idea of using it to educate patients to promote patient adherence seems to have been elusive until now.

3 Methodology

To tackle the problem of missing design knowledge on AI-based PES adequately, we conduct a design science research (DSR) project based on the guidelines of Kuechler and Vaishnavi [KV08] (see Fig. 1) and thus also follow the design guidelines of Baskerville et al. [BKS11] for a level 1 research design. In doing so, we successively perform the usual phases of DSR: *Awareness of the Problem*, *Suggestion*, *Development*, *Evaluation* and *Conclusion*. We first raise awareness about the problem of missing design knowledge on AI-based PES based on reviewing extant literature. Next, we suggest a range of DP that are derived from existing literature on XAI, interactive ML (IML) and patient education. In the development phase, we instantiate a technical prototype of an XAI-based PES that incorporates the proposed DP. In doing so, we show that our DP and a prototype system can be implemented by IS practitioners, thus obeying the guidelines for reusability of DP [IRH21].

| Design Phase | Problem Awareness | Suggestion | Development | Evaluation | Conclusion |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Research Activity | Analysis of Knowledge Base on ML and XAI for Patient Education | Deriving Design Knowledge from Literature on XAI, IML and Patient Education | Instantiation of DP in a Technical Prototype | Evaluation of the Prototype in Semi-Structured Expert Interaction Interviews | Summarizing Knowledge and Drawing it Back to the Design Problem |
| Research Results | Little Extant Research on ML for Patient Education; No Design Knowledge for XAI-based PES | Presenting Design Principles (DP) derived from Literature | Technical Prototype in the form of an Interactive Heart Disease Risk Companion System with XAI and IML | Evaluated DP and Prototype; Implications for Future Research and Practice | Description of Contribution to the Design Knowledge in Information Systems Research |

Fig. 1: Research Process adapted from Kuechler and Vaishnavi 2008 [KV08]

This system and especially the DP are then evaluated in semi-structured expert interaction interviews with general practitioners, who are pivotal in generating feedback since they are potential system managers and power users for such systems. In terms of evaluation strategies according to Venable et al. [VPB16], we opted for the technical risk and efficacy strategy for several reasons. First (1) the system is a technical prototype which still requires formal evaluation, before running the risk of influencing patient decision-making. Second (2) the data and model, although they have been used many times before in research, may need to be updated to current clinical standards, tested and evaluated against modern data as well before letting patients use them. Lastly (3), due to the Covid-19 pandemic, observing interactions with patients in e.g., private practice settings would lead to unrecommended contact and may pose unnecessary health risks to participants. In the interviews, the capabilities of the system are demonstrated to the general practitioners, they may interact with it and finally evaluate the DP. This feedback is pivotal in evaluating and improving the prototype and the connected DP. Lastly, the gained knowledge is assembled and promoted to the IS community.

4 Lack of Design Knowledge on AI-based PES: A Design Problem

In the review of extant work on designing AI-based PES including meta-reviews on ITSM [e.g., JC20, BCK20] and patient education, we find a lack of according systems. Based on the little research we are able to find, there is high potential in enriching the design knowledge in this area. Among the little research that can be found, Yu et al. [Yu20] provide a web-based, easily accessible self-diagnosis system. The intention behind the system is that patients may easily self-diagnose with available diagnostic test data while also gaining insight into factors relevant to system predictions. The authors use CART algorithms and visualizations that transparently depict the algorithms overall model and local model for their own prediction. Problematic in this case, however, is that patients may rarely conduct all the required tests and measurements themselves - in this case, the system imputes their data, such that it can still generate a prediction. Such algorithmic behavior may not only reduce the usefulness and accuracy for individual cases, but may also harm the patient by providing either overly optimistic predictions or predictions that are far from the ground truth. A second problematic issue of systems similar to Yu et al.'s [Yu20] are that patients are not able to compare their results with other individual patients, although research suggests the usefulness of analyzing other patient data in increasing health-literacy [Ba08] and motivation in seeking medical treatment [FM08].

In general, the paucity of existing approaches to AI-based PES to promote patient adherence must be regarded critical. Not only does this circumstance leave practitioners at a loss as to how to design such systems and endangers the emergence of secure and reliable guidelines. It also leads to missed opportunities in supporting the main actors in patient education (i.e. general practitioners and nursing personnel) and alleviating the economic and social burden of non-adherence on the health care system [e.g., KAL18].

5 Suggesting Design Principles for (X)AI-based PES

This section is dedicated to the elaboration of our DP. In formulating the DP, we take care to do so according to the schema presented by Gregor et al. [GCS20] to clearly communicate prescriptive design knowledge. As the primary goal of AI-based PES is to provide knowledge about diseases, treatment, screening or examination options, not only must the respective dataset for which the PES is to be engineered be explainable, but the chosen model should be intelligible. This means, for example, an AI-based PES for educating about screening for Cardiovascular Disease Risk, must be interpretable not only by physicians, but also by patients. Because intelligibility is an important topic for the engineering of humane AI, leading scholars suggest the usage of intelligible models instead of black-box models as well [Ru19]. Arguably, intelligible models, such as Generalizable Additive Models (GAM) have shown to perform favourably with medical data in the past [Ca15]. We thus propose:

DP1: For developers to enable patients to interpret the model when using AI-based PES, developers should be using intelligible models whenever possible, to promote the chances of increasing health literacy-induced adherence.

In accordance with DP1, we also believe that patients should have the option to view not only global explanations, i.e. the overall important features for the model, but also local explanations, i.e., instance-based explanations, which have been shown to lead to greater satisfaction and understanding of models in the past [e.g., Ku15, RSG16]. Thus, we propose:

DP2: For developers to enable patients to interpret the overall decision processes and factors of the model when using AI-based PES, developers should provide global explanations, to enable an increase in health literacy.

DP3: For developers to enable patients to form a better understanding of the matter at hand with greater satisfaction of the system when using AI-based PES, developers should provide local, instance-based explanations, to enable an increase in health literacy.

Furthermore, in accordance to the lacks of systems such as the one provided by Yu et al. [Yu20], we believe that the model itself must be able to adjust to the situation of the patient and thus, the user must be able to interactively change the models' features in use. This can be achieved by introducing elements from IML that allow the user to exclude and include features [e.g., Ku15]. This leads to the following DP:

DP4: For developers to empower patients to tailor the PES to their situation, developers should provide IML elements to alter model specifications that are easy to use for patients, thus increasing the chances for increased health-literacy.

Counterfactual or contrastive explanations have been found to exceedingly inform human understanding not only in interactions with others, but also with algorithms [e.g., Mi19, p.16-17]. Furthermore, regarding patient health-literacy, patients have been observed to learn from observing other patients EHR and treatment data [FM08] and therefore seek treatment from appropriate physicians [Ba08]. We thus propose the following DP:

DP5: For developers to empower patients to form contrastive understanding, developers should provide interactive elements to visualize patient data that provides contrastive explanatory instances, thus increasing the chances for increased health-literacy.

Lastly, we build on the ideas of Spinner et al. [Sp20, p.1072] and propose to include *meta-explanations* for the transparency features. Such meta-explanations may help the users to better digest and understand the information they see and also give them the opportunity to inform themselves further, if they need or want to. Thus, we believe that meta-explanations may be conducive to increasing health-literacy and the associated patient adherence.

DP6: For developers to empower patients to better understand the transparency features of the AI-based PES, developers should provide meta-explanations for each explanatory indicator of the transparency features, thus increasing the chances for increased health-literacy.

6 Instantiation of an AI-based PES for General Practitioners

To provide technical proof of the usefulness of our DP and that they are realisable, pertaining to the demands of Iivari et al. [IRH21], we instantiate them in an artifact called “Patient Information Companion” (to be seen in Fig. 2 and Fig. 3). Our Patient Information Companion is built with the purpose of being used to educate patients on health indicators found in examinations. Such a companion system is intended to educate patients on a range of topics, including “Heart Disease / Cardiovascular Disease” or “Lung Disease” to increase their awareness of the importance of preemptive screenings and adherence with examination procedures.

For our prototypical instantiation, we choose to implement the “Heart Companion” as a web-application. As a backend framework for web-applications, the open source Python library “Anvil”² was used. As a dataset to train our AI component, we select the well known and publicly available “UCI Cleveland Heart Examination” Repository [DG17], [De17]. The Cleveland Heart Examination dataset (created by Robert Detrano, MD, PhD at VA Medical centre, the Cleveland Clinic Foundation [e.g., De89]) has been used in numerous works on ML in the past and in recent years [e.g., Br97, Na13]. For today's standards on Big Data, the dataset is quite small, containing 297 full records on patient

² Github Repository: <https://github.com/anvil-works/anvil-runtime>; Website: <https://anvil.works/>, Last checked 11.10.2021

examination. Nevertheless, it is rich in informative attributes on various patient examination procedures and as such, ML algorithms in the past have consistently achieved adequate performance in prediction tasks [e.g., Na13].

In this paper, we use it to instantiate our DP 1-5. DP 1 is instantiated by preparing and using the data to train a binary Explainable Boosting Machine (EBM)³ [No19]. EBMs are a variant of GAM that are intelligible and have shown to perform favourably with medical data in the past [Ca15]. As a consequence of its intelligibility, DP 2 and 3 could be generated from the intelligible, additive explanatory factors produced by the EBM. We instantiate DP 4 in providing an interface to exclude certain factors (i.e., *Fluoroscopy* or *Nuclear Stress Test*, if the user is afraid of doing them or if the physician does not conduct such tests).

By using this interactive interface, the user gets to know about changes in the explanatory factors (i.e., disease indicators / exercise indicators) when excluding certain examination criteria. Through a performance label, which we instantiate with an AUC-ROC score, the user is informed about changes in performance of the AI (i.e., decrease in performance if one or several factors are excluded). In interactively changing the model, of course, the individual explanations are adjusted as well. DP 5 is instantiated through an interactive interface that allows to select from a range of patients to calculate and plot the explanations appropriately.

Lastly, we instantiate DP 6 in the form of a list of indicators that are included in the AI-based PES and shown as indicators in the XAI graphs. The list itself is interactive, includes a short informative text per list item/indicator, as well as a link to the source of that information. This way, the patient/user is neither forced nor overwhelmed to look at large amounts of information and still is enabled and encouraged to inform themselves further.

³ The binary classifier is built to distinguish *high-risk* and *low risk* for cardiovascular disease. In 10-fold cross-validation of the full model (using all features), mean ROC-AUC was 91.62 %, min ROC-AUC was 85.27 % with a standard deviation of 0.03. The full model used in the prototype had a ROC-AUC score of 86.81 %.

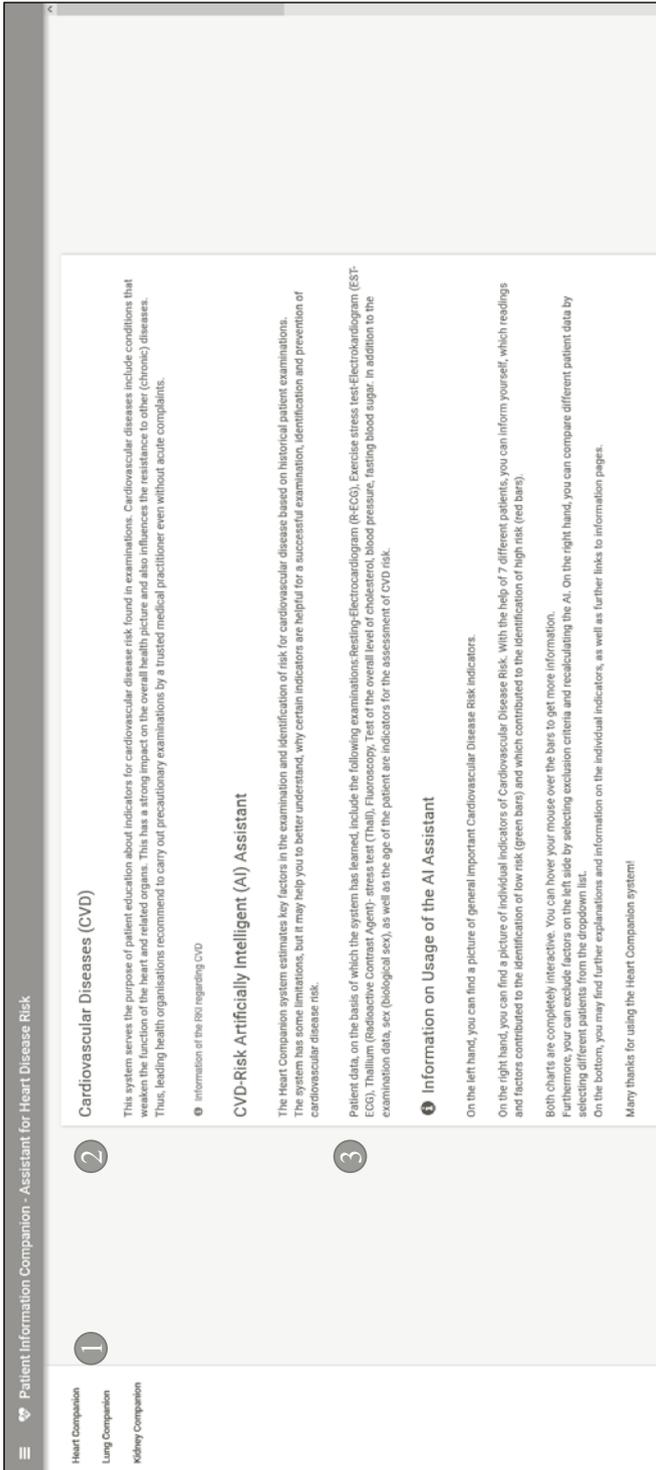


Fig. 2: Introduction View of the Patient Information Companion, showing (1) an overview of potential functions, (2) an introductory explanation on the relevance of educating oneself and (3) instructions on system usage.

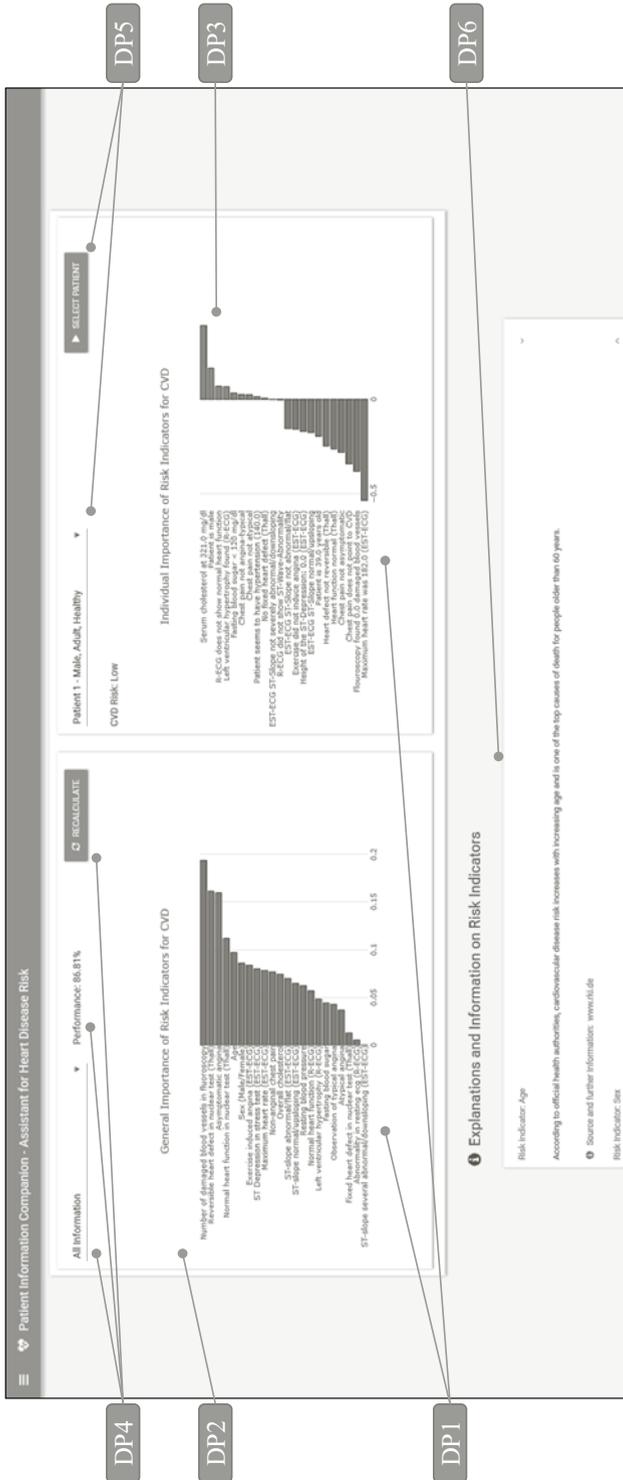


Fig. 3: Instantiation of the DP 1-6 in the Patient Information Companion. Particularly noteworthy are the importance bars on the right XAI plot (based on InterpretML [No19]), indicating beneficial readings (green, contributing to low risk) and harmful readings (red, contributing to high risk).

7 Evaluation

As mentioned in the methodology section, we opt for the technical risk and efficacy strategy [VPB16] for evaluation and engaged in a series of interaction interviews with general practitioners (GP). Three interaction interviews were conducted with experienced GP. The interviews were structured with the help of a semi-structured questionnaire. First, general questions on characteristics of the participants and their experience with AI in health care were asked (see Tab. 1).

| Participant | Age | Professional Experience in Years | Experience with AI in Health Care |
|-------------|-----|-------------------------------------|----------------------------------------|
| GP 1 | 37 | 10 | No Awareness of Previous Experience |
| GP 2 | 65 | 39 | Automated Diagnostics |
| GP 3 | 60 | 35 | Automated Diagnostics |

Tab. 1: General Practitioners in the Study

Next, the system functionalities were demonstrated and the physicians were instructed on how to use the system. Subsequently, the physicians engaged in interactions with the AI-based PES and explored the different functionalities. After they had gathered a good impression of the system, all six DP were evaluated by confronting and questioning the physicians on the respective functionalities. Lastly, two follow-up questions on the potential of such systems in patient education and increasing patient adherence concluded the interviews.

The expert interviews lasted on average 38 minutes and were accompanied by taking field notes and audio recordings on the evaluations to caption the statements and thoughts of the physicians on the DP and the prototype. As we can see from Tab. 2, all three physicians approved of all six DP.

| Unit of Analysis | Brief Description | Verdict | | |
|------------------|-------------------------------------|---------|-----|-----|
| | | GP1 | GP2 | GP3 |
| DP 1 | Intelligible Algorithm | ✓ | ✓ | ✓ |
| DP 2 | Global Transparency | ✓ | ✓ | ✓ |
| DP 3 | Local/Individual Transparency | ✓ | ✓ | ✓ |
| DP 4 | Interactive ML | ✓ | ✓ | ✓ |
| DP 5 | Contrastive Transparency | ✓ | ✓ | ✓ |
| DP 6 | Meta-Explanations on XAI Indicators | ✓ | ✓ | ✓ |
| System Prototype | PES Prototype | ✓ | ✓ | ✓ |

Tab. 2: Evaluation of the Design Principles and PES Prototype with General Practitioners

Especially DP 4 and the interactive ML was highlighted as being extremely helpful, since the possibility to include and exclude certain exercises in conjunction with the changing AUC-ROC metric would give the potential to increase adherence to certain exercises. DP 5 and the contrastive explanations was highlighted as well, giving the patient much better potential of increasing health-literacy and potential to increasing adherence. In general, the idea of such a system was considered favourably while the physicians also provided some additional feedback on how they imagined such systems could be brought into practice and provide the most benefit.

First, GP1 considered the self-prediction of patients with such systems as critical, giving potential to emergent psychological pressure. Instead, GP1 approved the usage for selected patients and rather from a system that does not enable the comparison of the user to other patients. Furthermore, if the user was enabled to learn from the data of other patients without requiring to self-diagnose, then GP1 would approve of such a system as well. GP2 argued that they would see AI-based PES “as something that you offer in the waiting area” and probably not on the website of the practice, because it could be too complex for elderly users. GP3 similarly stated that such a tool “may be wanted by younger generations” and that it would be more easily usable by them. In contrast, GP1 and GP3 could imagine such a system on the website as well as in their practice. Still, as GP3 noted, for older generations, the system functionality would require more thorough explanation. GP2 and GP3 similarly highlighted the role of GP assistants in using and explaining the tool to engage with select patients to increase their adherence.

In summary, from the domain expert perspective, AI-based PES should be tailored to the specifics of individual patient needs (e.g., the psychological stance, option to self-diagnose, elderly user who requires assistance by GP assistants, prior adherence behavior) to unleash their true potential. Finally, in their general assessment of the system's benefits, GP2 praised the potential of AI-based PES for increasing work efficiency, facilitating work and increasing patient adherence at the same time. Likewise, GP3 pondered “we have brochures [...] a TV that is always running and which provides information, but that is only general information. [With this system] here, you can inform patients specifically about their disease and risk indicators [...] And honestly, I think this is the future [...]”

8 Conclusion

In this paper, we have established initial DP for designing (X)AI-based PES and conducted a first evaluation with the help of general practitioners. In addition, this paper shows that a prototype including these DP is not only regarded as highly useful by physicians but is realizable by IS practitioners, since it was built with open access libraries in Python (also including HTML and CSS elements through the web app) and thus also conforms with the demands of Iivari et al. [IRH21]. The established DP appeared to be highly useful in the eyes of the practitioners, leading us to conclude that they may be sound guidelines in designing (X)AI-based PES. Establishing these DP can be considered the first step in

exploring the usefulness of (X)AI-based PES in patient education. Thus laboratory, natural and field experiments are needed, to further evaluate the usefulness of such systems in practice and to generate a deep theoretical understanding of their impact and use. We are confident that we laid the foundation for fruitful future research work in contributing our DP for (X)AI-based PES to the knowledge base of IS design.

Bibliography

- [Ba08] Barker, K. K.: Electronic Support Groups, Patient-Consumers, and Medicalization: The Case of Contested Illness. *Journal of Health and Social Behavior* 49/1, pp. 20–36, 2008.
- [BCK20] Bardhan, I.; Chen, H.; Karahanna, E.: Connecting Systems, Data, and People: A Multidisciplinary Research Roadmap for Chronic Disease Management. *MIS Quarterly* 44/1, pp. 185–200, 2020.
- [BKS11] Baskerville, R.; Kaul, M.; Storey, V.: Unpacking the Duality of Design Science. In: *Proceedings of the Thirty-Second International Conference on Information Systems (ICIS) 2011*, pp. 4168–4182, 2011.
- [Br97] Bradley, A. P.: The Use of the Area Under the ROC Curve in the Evaluation of Machine Learning Algorithms. *Pattern Recognition* 30/7, pp. 1145–1159, 1997.
- [BS84] Buchanan, B. G.; Shortliffe, E. H.: *Rule-Based Expert Systems: The Mycin Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project*. CUMINCAD, Boston, 1984.
- [Ca15] Caruana, R. et al.: Intelligible Models for Healthcare: Predicting Pneumonia Risk and Hospital 30-Day Readmission. In (Cao, L. et al. Eds.): *Proceedings of the 21st ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, pp. 1721–1730, 2015.
- [De17] Detrano, R.: UCI Machine Learning Repository|Cleveland Database Heart Disease Data Set, 2017, url: <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/heart+disease>.
- [De89] Detrano, R. et al.: International Application of a New Probability Algorithm for the Diagnosis of Coronary Artery Disease. *The American Journal of Cardiology* 64/5, pp. 304–310, 1989.
- [DG17] Dua, D.; Graff, C.: UCI Machine Learning Repository, 2017, url: <https://archive.ics.uci.edu/ml>.
- [Di04] DiMatteo, M. R.: Social Support and Patient Adherence to Medical Treatment: A Meta-Analysis. *Health Psychology* 23/2, pp. 207–218, 2004.

- [FM08] Frost, J.; Massagli, M.: Social Uses of Personal Health Information Within Patientslikeme, an Online Patient Community: What Can Happen When Patients Have Access to One Another's Data. *Journal of Medical Internet Research* 10/3, e15, 2008.
- [GCS20] Gregor, S.; Chandra Kruse, L.; Seidel, S.: Research Perspectives: The Anatomy of a Design Principle. *Journal of the Association for Information Systems* 21/6, pp. 1622–1652, 2020.
- [Ha15] Hamine, S. et al.: Impact of mHealth Chronic Disease Management on Treatment Adherence and Patient Outcomes: A Systematic Review. *Journal of Medical Internet Research* 17/2, pp. 1-15 (e52), 2015.
- [Ho10] Hoving, C. et al.: A History of Patient Education by Health Professionals in Europe and North America: From Authority to Shared Decision Making Education. *Patient Education and Counseling* 78/3, pp. 275–281, 2010.
- [IRH21] Iivari, J.; Rotvit Perlt Hansen, M.; Haj-Bolouri, A.: A Proposal for Minimum Reusability Evaluation of Design Principles. *European Journal of Information Systems* 30/3, pp. 286–303, 2021.
- [JC20] Jiang, J.; Cameron, A.-F.: IT-Enabled Self-Monitoring for Chronic Disease Self-Management: An Interdisciplinary Review. *MIS Quarterly* 44/1, pp. 451–508, 2020.
- [KAL18] Kvarnström, K.; Airaksinen, M.; Liira, H.: Barriers and Facilitators to Medication Adherence: A Qualitative Study With General Practitioners. *BMJ open* 8/1, 1-8 (e015332), 2018.
- [Ku15] Kulesza, T. et al.: Principles of Explanatory Debugging to Personalize Interactive Machine Learning. In (Brdiczka, O. et al. Eds.): *IUI'15. Proceedings of the 20th ACM International Conference on Intelligent User Interfaces*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, pp. 126–137, 2015.
- [KV08] Kuechler, B.; Vaishnavi, V.: On Theory Development in Design Science Research: Anatomy of a Research Project. *European Journal of Information Systems* 17/5, pp. 489–504, 2008.
- [Mi16] Miller, T. A.: Health Literacy and Adherence to Medical Treatment in Chronic and Acute Illness: A Meta-Analysis. *Patient Education and Counseling* 99/7, pp. 1079–1086, 2016.
- [Mi19] Miller, T.: Explanation in Artificial Intelligence: Insights From the Social Sciences. *Artificial Intelligence* 267, pp. 1–38, 2019.
- [Na13] Nahar, J. et al.: Association Rule Mining to Detect Factors Which Contribute to Heart Disease in Males and Females. *Expert Systems with Applications* 40/4, pp. 1086–1093, 2013.

- [No19] Nori, H. et al.: InterpretML: A Unified Framework for Machine Learning Interpretability. arXiv preprint arXiv:1909.09223, 2019.
- [RSG16] Ribeiro, M. T.; Singh, S.; Guestrin, C.: “Why Should I Trust You?” Explaining the Predictions of Any Classifier. In (Balaji Krishnapuram et al. Eds.): Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. Association for Computing Machinery, New York, New York, USA, pp. 1135–1144, 2016.
- [Ru19] Rudin, C.: Stop Explaining Black Box Machine Learning Models for High Stakes Decisions and Use Interpretable Models Instead. *Nature Machine Intelligence* 1/5, pp. 206–215, 2019.
- [Sa18] Saunders, C. H. et al.: Bring on the Machines: Could Machine Learning Improve the Quality of Patient Education Materials? A Systematic Search and Rapid Review. *JCO Clinical Cancer Informatics* 2, pp. 1–16, 2018.
- [Sp20] Spinner, T. et al.: explAiner: A Visual Analytics Framework for Interactive and Explainable Machine Learning. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 26/1, pp. 1064–1074, 2020.
- [St05] Strömberg, A.: The Crucial Role of Patient Education in Heart Failure. *European Journal of Heart Failure* 7/3, pp. 363–369, 2005.
- [St18] Stenberg, U. et al.: Health Economic Evaluations of Patient Education Interventions a Scoping Review of the Literature. *Patient Education and Counseling* 101/6, pp. 1006–1035, 2018.
- [VPB16] Venable, J.; Pries-Heje, J.; Baskerville, R.: FEDS: A Framework for Evaluation in Design Science Research. *European Journal of Information Systems* 25/1, pp. 77–89, 2016.
- [Xi21] Xie, J. et al.: Understanding Medication Nonadherence From Social Media: A Sentiment-Enriched Deep Learning Approach. *MIS Quarterly* Forthcoming, Preprint available at SSRN 3091923: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3091923, 2021.
- [Yu20] Yu, C.-S. et al.: Development of an Online Health Care Assessment for Preventive Medicine: A Machine Learning Approach. *Journal of Medical Internet Research* 22/6, pp. 1-18 (e18585), 2020.

GI-Edition Lecture Notes in Informatics

- P-299 M. Gandorfer, A. Meyer-Aurich, H. Bernhardt, F. X. Maidl, G. Fröhlich, H. Floto (Hrsg.)
Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft
Fokus: Digitalisierung für Mensch, Umwelt und Tier
Referate der 40. GIL-Jahrestagung
17.–18. Februar 2020,
Campus Weihenstephan
- P-300 Michael Felderer, Wilhelm Hasselbring, Rick Rabiser, Reiner Jung (Hrsg.)
Software Engineering 2020
24.–28. Februar 2020
Innsbruck, Austria
- P-301 Delphine Reinhardt, Hanno Langweg, Bernhard C. Witt, Mathias Fischer (Hrsg.)
Sicherheit 2020
Sicherheit, Schutz und Zuverlässigkeit
17.–20. März 2020, Göttingen
- P-302 Dominik Bork, Dimitris Karagiannis, Heinrich C. Mayr (Hrsg.)
Modellierung 2020
19.–21. Februar 2020, Wien
- P-303 Peter Heisig, Ronald Orth, Jakob Michael Schönborn, Stefan Thalmann (Hrsg.)
Wissensmanagement in digitalen Arbeitswelten: Aktuelle Ansätze und Perspektiven
18.–20.03.2019, Potsdam
- P-304 Heinrich C. Mayr, Stefanie Rinderle-Ma, Stefan Strecker (Hrsg.)
40 Years EMISA
Digital Ecosystems of the Future: Methodology, Techniques and Applications
May 15.–17. 2019
Tutzing am Starnberger See
- P-305 Heiko Roßnagel, Christian H. Schunck, Sebastian Mödersheim, Detlef Hühnlein (Hrsg.)
Open Identity Summit 2020
26.–27. May 2020, Copenhagen
- P-306 Arslan Brömme, Christoph Busch, Antitza Dantcheva, Kiran Raja, Christian Rathgeb, Andreas Uhl (Eds.)
BIOSIG 2020
Proceedings of the 19th International Conference of the Biometrics Special Interest Group
16.–18. September 2020
International Digital Conference
- P-307 Ralf H. Reussner, Anne Koziolk, Robert Heinrich (Hrsg.)
INFORMATIK 2020
Back to the Future
28. September – 2. Oktober 2020,
Karlsruhe
- P-308 Raphael Zender, Dirk Ifenthaler, Thimo Leonhardt, Clara Schumacher (Hrsg.)
DELFI 2020 –
Die 18. Fachtagung Bildungstechnologien der Gesellschaft für Informatik e.V.
14.–18. September 2020
Online
- P-309 A. Meyer-Aurich, M. Gandorfer, C. Hoffmann, C. Weltzien, S. Bellingrath-Kimura, H. Floto (Hrsg.)
Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft
Referate der 41. GIL-Jahrestagung
08.–09. März 2021, Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e.V., Potsdam
- P-310 Anne Koziolk, Ina Schaefer, Christoph Seidl (Hrsg.)
Software Engineering 2021
22.–26. Februar 2021,
Braunschweig/Virtuell
- P-311 Kai-Uwe Sattler, Melanie Herschel, Wolfgang Lehner (Hrsg.)
Datenbanksysteme für Business, Technologie und Web (BTW 2021)
Tagungsband
13.–17. September 2021,
Dresden
- P-312 Heiko Roßnagel, Christian H. Schunck, Sebastian Mödersheim (Hrsg.)
Open Identity Summit 2021
01.–02. Juni 2021, Copenhagen
- P-313 Ludger Humbert (Hrsg.)
Informatik – Bildung von Lehrkräften in allen Phasen
19. GI-Fachtagung Informatik und Schule
8.–10. September 2021 Wuppertal
- P-314 Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) (Hrsg.)
INFORMATIK 2021 Computer Science & Sustainability
27. September– 01. Oktober 2021, Berlin

- P-315 Arslan Brömme, Christoph Busch,
Naser Damer, Antitza Dantcheva,
Marta Gomez-Barrero, Kiran Raja,
Christian Rathgeb, Ana F. Sequeira,
Andreas Uhl (Eds.)
BIOSIG 2021
Proceedings of the 20th International
Conference of the Biometrics
Special Interest Group
15.–17. September 2021
International Digital Conference
- P-316 Andrea Kienle, Andreas Harrer,
Jörg M. Haake, Andreas Lingnau (Hrsg.)
DELFI 2021
Die 19. Fachtagung Bildungstechnologien
der Gesellschaft für Informatik e.V.
13.–15. September 2021
Online 8.–10. September 2021
- P-317 M. Gandorfer, C. Hoffmann, N. El Benni,
M. Cockburn, T. Anken, H. Floto (Hrsg.)
Informatik in der Land-, Forst- und
Ernährungswirtschaft
Fokus: Künstliche Intelligenz in der Agrar-
und Ernährungswirtschaft
Referate der 42. GIL-Jahrestagung
21. - 22. Februar 2022 Agroscope,
Tänikon, Ettenhausen, Schweiz
- P-318 Andreas Helferich, Robert Henzel,
Georg Herzwurm, Martin Mikusz (Hrsg.)
FACHTAGUNG SOFTWARE
MANAGEMENT 2021
Fachtagung des GI-Fachausschusses
Management der Anwendungsentwicklung
und -wartung im Fachbereich Wirtschafts-
informatik (WI-MAW), Stuttgart, 2021
- P-319 Zeynep Tuncer, Rüdiger Breitschwerdt,
Helge Nuhn, Michael Fuchs, Vera Meister,
Martin Wolf, Doris Weßels, Birte Malzahn
(Hrsg.)
3. Wissenschaftsforum:
Digitale Transformation (WiFo21)
5. November 2021, Darmstadt, Germany
- P-321 Veronika Thurner, Barne Kleinen, Juliane
Siegeris, Debora Weber-Wulff (Hrsg.)
Software Engineering im Unterricht der
Hochschulen SEUH 2022
24.–25. Februar 2022, Berlin

All volumes of Lecture Notes in Informatics
can be found at
<https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/21>.

The titles can be purchased at:

Köllen Druck + Verlag GmbH
Ernst-Robert-Curtius-Str. 14 · D-53117 Bonn
Fax: +49 (0)228/9898222
E-Mail: druckverlag@koellen.de

Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)

publishes this series in order to make available to a broad public recent findings in informatics (i.e. computer science and information systems), to document conferences that are organized in cooperation with GI and to publish the annual GI Award dissertation.

Broken down into

- seminars
- proceedings
- dissertations
- thematics

current topics are dealt with from the vantage point of research and development, teaching and further training in theory and practice. The Editorial Committee uses an intensive review process in order to ensure high quality contributions.

The volumes are published in German or English.

Information: <http://www.gi.de/service/publikationen/lni/>

ISSN 1617-5468

ISBN 978-3-88579-713-5

“WiFo21” is the third event in a conference series on a broad range of technological topics from a variety of perspectives. With its emphasis on lively and cross-disciplinary discussions of both academia and industry, it provides a valuable platform to advance the state of the art: this first WiFo volume as part of LNI-series features principles, applications, or analyses for topics of (or concerned by) digital transformation such as A.I., enterprise architecture, supply chain or virtual collaboration. The volume contains contributions from the refereed main program and keynotes.