

AK WI

Herausgeber

Christian Czarnecki

Alexander Lübbe

Vera G. Meister

Christian Müller

Mike Steglich

Mathias Walther

Angewandte Forschung in der Wirtschaftsinformatik

Zukunft gestalten 2023

unterstützt durch:

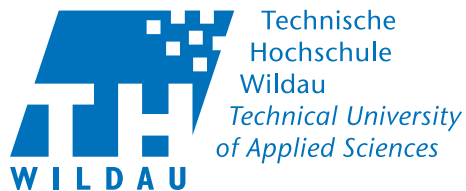


Technische
Hochschule
Wildau
*Technical University
of Applied Sciences*

Arbeitskreis Wirtschaftsinformatik an Hochschulen für Angewandte Wissenschaften im deutschsprachigen Raum (AKWI)

Angewandte Forschung in der Wirtschaftsinformatik 2023

Tagungsband zur 36. AKWI-Jahrestagung vom 11.09.2023 bis 13.09.2023 ausgerichtet von der Technischen Hochschule Wildau



Herausgegeben von
Alexander Lübke, Christian Müller, Mike Steglich, Mathias Walther
zusammen mit dem Vorstand des AKWI

Finanziell unterstützt durch Adesso SE



Vorstand des AKWI

Christian Czarnecki (Fachhochschule Aachen)
Vera Meister (Technische Hochschule Brandenburg)

Mitglieder des Programmkomitees

Wolfgang Alm (Technische Hochschule Aschaffenburg)
Gunnar Auth (Hochschule Meißen)
Thomas Barton (Fachhochschule Worms)
Christian Czarnecki (Fachhochschule Aachen)
Christian Drumm (Fachhochschule Aachen)
Ingo Elsen (Technische Hochschule Aachen)
Heinz Faßbender (Fachhochschule Aachen)
Dorothee Feldmüller (Hochschule Bochum)
Andreas Heberle (Hochschule Karlsruhe)
Frank Herrmann (Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg)
Jürgen Karla (Hochschule Niederrhein)
Norbert Ketterer (Hochschule Fulda)
Ute Klotz (Lucerne University of Applied Sciences and Arts)
Peer Küppers (Hochschule Karlsruhe)
Claudia Lemke (Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin)
Olga Levina (Technische Hochschule Brandenburg)
Alexander Luebbe (Technische Hochschule Wildau)
Verena Majuntke (Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin)
Birte Malzahn (Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin)
Vera G. Meister (Technische Hochschule Brandenburg)
Christof Mosler (Hochschule für Technik Stuttgart)
Christian Müller (Technische Hochschule Wildau)
Frank Nees (Hochschule Karlsruhe)
Kerstin Prechel (Duale Hochschule Schleswig Holstein)
Jörg Puchan (Hochschule München)
Stefanie Regier (Hochschule Karlsruhe)
Margit Scholl (Technische Hochschule Wildau)
Thomas Specht (Hochschule Mannheim)
Martin Spott (Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin)
Mike Steglich (Technische Hochschule Wildau)
Jan Stöß (Hochschule Karlsruhe)
Mathias Walther (Technische Hochschule Wildau)
Martin Wolf (Fachhochschule Aachen)
Alfred Zimmermann (Reutlingen University)

Vorwort der Sprecherin des AKWI zur 36. Jahrestagung an der TH Wildau

Sehr geehrte Teilnehmerinnen und Teilnehmer, liebe Kolleginnen und Kollegen, es erfüllt mich mit großer Freude, Sie im Namen des Arbeitskreises Wirtschaftsinformatik an HAW (AKWI) zur 36. Jahrestagung an der Technischen Hochschule Wildau begrüßen zu dürfen. Ein besonderes Dankeschön gilt dem Organisationskomitee unter der hervorragenden Leitung von Prof. Dr. Alexander Lübke, das diese Veranstaltung möglich gemacht hat.

Das Thema unserer diesjährigen Tagung *Ängewandte Forschung in der Wirtschaftsinformatik - Zukunft gestalten* spiegelt nicht nur die zentrale Bedeutung der Wirtschaftsinformatik für die moderne Geschäftswelt wider, sondern auch unseren Willen, als Gemeinschaft von Forschern, Lehrenden und Praktikern aktiv an der Gestaltung der Zukunft teilzuhaben.

Der Hauptteil der Tagung, unterteilt in drei spannende Tracks, verspricht tiefe Einblicke in aktuelle Forschungsthemen. Jedes dieser Papiere ist ein Zeugnis für die Innovationskraft und das Engagement unserer Gemeinschaft. Sie reflektieren die vielfältigen Möglichkeiten, wie wir durch angewandte Forschung reale Probleme adressieren und Lösungen entwickeln, die nicht nur von theoretischem Interesse sind, sondern auch praktische Relevanz besitzen.

Ergänzend dazu bietet der Praxis-Track eine wunderbare Gelegenheit, die Theorie in Aktion zu sehen. Durch die Präsentation von Prototypen wird sichtbar, wie die Brücke zwischen akademischer Forschung und praktischer Anwendung geschlagen werden kann – ein Bereich, in dem die Wirtschaftsinformatik besonders brilliert. Die Interaktion und der Austausch zwischen Wissenschaft und Praxis sind essenziell für den Fortschritt unseres Fachgebiets. Deshalb möchte ich alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer ermutigen, sich aktiv an den Diskussionen zu beteiligen, Fragen zu stellen, kritische Perspektiven einzubringen und Kontakte zu knüpfen.

Abschließend möchte ich mich im Voraus für Ihre Beiträge, Ihre Neugier und Ihr Engagement bedanken. Gemeinsam tragen wir dazu bei, dass die Wirtschaftsinformatik weiterhin eine treibende Kraft im digitalen Zeitalter bleibt.

Ich wünsche uns allen eine inspirierende und fruchtbare Tagung!

Mit herzlichen Grüßen,
Prof. Dr. Vera G. Meister
Sprecherin des AKWI

Vorwort der Herausgeber

Liebe Leserinnen und Leser, vor Ihnen liegt der Tagungsband zur 36. Jahrestagung des „Arbeitskreises Wirtschaftsinformatik an Hochschulen für Angewandte Wissenschaften im deutschsprachigen Raum“ (AKWI) der Gesellschaft für Informatik e. V. Die Veranstaltung steht unter dem Motto „Zukunft gestalten“. Dieses Thema haben wir bei der Programmentwicklung als übergeordneten Rahmen für alle Einreichungen identifiziert. Zukunft geschieht immer und auch ohne unser Zutun. Aber durch unser Handeln können wir die Zukunft gestalten und damit beeinflussen, in welcher Zukunft wir leben werden. Die Wirtschaftsinformatik hat die Aufgabe, Lösungen und Erkenntnisse für Unternehmen und die Gesellschaft zu generieren. Daher begrüßen wir insbesondere Beiträge, die sich proaktiv mit den Herausforderungen der Zukunft auseinandersetzen. Die Beiträge wurden nach ihrer höchsten Relevanz für Organisationen, Lernen und neue Konzepte gruppiert. Wir hoffen, damit den Autoren und der Vielfalt der Beiträge gerecht zu werden. Wir freuen uns auf die Präsentationen und Diskussionen während der Tagung in Wildau und wünschen allen Leserinnen und Lesern des Tagungsbandes eine vielversprechende Zukunft. Als Organisationskomitee bedanken wir uns herzlich bei den Gutachterinnen und Gutachtern für ihre konstruktiven Anmerkungen sowie bei allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der TH Wildau, die uns bei der Vorbereitung und Durchführung der Veranstaltung vor Ort unterstützt haben.

Wildau, September 2023

Christian Czarnecki	(Fachhochschule Aachen)
Alexander Lübbe	(Technische Hochschule Wildau)
Vera G. Meister	(Technische Hochschule Brandenburg)
Christian Müller	(Technische Hochschule Wildau)
Mike Steglich	(Technische Hochschule Wildau)
Matthias Walther	(Technische Hochschule Wildau)

Inhaltsverzeichnis

Zukunft der Organisationen	1
Towards Sustainable Software: A Structured Map of Techniques and Best Practices for Organizations and Development Teams to Enhance Sustainability <i>Verena Majuntke, Frederik Obermaier</i>	2
Erweiterte Agile Lösungsentwicklung im Technologischen Grenzbereich im Spannungsfeld Kunde-Lieferant <i>Martin Przewloka, Sebastian Wille, Katharina Dort</i>	18
Prozessmanagement im Land Brandenburg – Erhebung in Brandenburger Kommunalverwaltungen und Vergleich mit Hessen und Sachsen <i>Robert Wernitz, Alexander Lübbe, Frank Hoglebe</i>	31
Informationssicherheit in den Arbeitsalltag nachhaltig integrieren: Informationssicherheitskultur verstehen, mit Serious Games sensibilisieren und das Informationssicherheitsbewusstsein der Mitarbeitenden erhöhen <i>Regina Schuktomow, Hubertus von Tippelskirch, Margit Scholl</i>	47
Zukunft des Lernens	63
Kritische Reflexion und Handlungsansätze zum Einsatz Generativer KI in der Wirtschaftsinformatik-Lehre <i>Claudia Lemke, Vera G. Meister, Doris Weßels</i>	64
Untersuchung der Wirkung von Data Storytelling auf das Datenverständnis <i>Valeria Zitz, Patrick Baier</i>	80
Prä- versus postkoordinierende Ontologien <i>Johannes Busse</i>	93
Zur Integration von OpenStreetMap in LogisticsLab für Lehrveranstaltungen zu logistischen Entscheidungen <i>Mike Steglich</i>	107
Zukunftsfähige Konzepte	121
Personalisierung im Internet - Ethische Bewertung und Akzeptanz <i>Birte Malzahn, Peter Mathias Konhäusner, Robin Streckies</i>	122
IT-Sicherheit in der agilen Softwareentwicklung <i>Julia Wiesel, Can Adam Albayrak</i>	134
Psychological Effects of Mixed Reality in Business Contexts <i>Anett Mehler-Bicher, Lothar Steiger, Dirk Weitzel, Stephan Struk</i>	148
Zukunftsfähige Prototypen und Ideen	160
Projekt WiLMo – Wissenschaftliche Lehr- und Lernmodule - Unterstützung der digitalen Hochschullehre durch Open Educational Resources <i>Clemens Treuling, Martin Wolf, Christian Czarnecki</i>	161

INHALTSVERZEICHNIS

Gestaltung von Usable-Privacy-Instrumenten für öffentliche Online-Dienste <i>Esther Ruiz Ben, Margit Scholl</i>	170
Userorientierter Prototyp zur ERP-Reifegradermittlung <i>Sandy Eggert, Mona Heise</i>	179
Vom Faxgerät zu digitalen Services: Verwaltungsdigitalisierung und Nutzenden- zufriedenheit <i>Marianna Rovner, Stefan Handke</i>	188
Data Mining von Computereingaben als Grundlage für medizinische, therapeuti- sche und Lern-Anwendungen <i>Katharina Dort, Martin Przewloka</i>	198
Index	206

Zukunft der Organisationen

Towards Sustainable Software: A Structured Map of Techniques and Best Practices for Organizations and Development Teams to Enhance Sustainability

Verena Majuntke¹ und Frederik Obermaier¹

Abstract: As the ecological impact of human activities becomes an increasing concern, the need for sustainable practices extends to the software industry. This paper presents a structured map of techniques and best practices for enhancing software sustainability, defined as software that minimizes environmental impact and maximizes resource efficiency while considering economic and social factors. The map is aimed at organizations and development teams ready to implement sustainable measures, offering a collection of well-known techniques and best practices. The insights were gathered through a literature review and further enriched by open interviews with four experts from software development, providing both theoretical and practical perspectives. By adopting and implementing these sustainable software development practices, organizations can contribute to the global effort to mitigate the environmental impact of technology and promote responsible resource usage.

Keywords: software, software development, sustainability, sustainability overview

1 Introduction

The growing concern of the ecological impact of human activities has led to a greater emphasis on sustainability in many industries [KPF15]. The increasing reliance on software applications in our daily lives, coupled with the rapid pace of technological innovation, has led to an increase in energy consumption and carbon emissions [La21]. However, the impact of software development, operation and usage on the environment is often overlooked [CFS12]. In recent years, organizations have recognized the need for action regarding sustainable software which is software that minimizes environmental impact and maximizes resource efficiency in its design, development, operation and use while considering economic and social factors. Although it might seem tempting to wait for comprehensive guides or standardized processes for achieving software sustainability, this approach may inherently impede progress. Instead, organizations must actively take pragmatic steps to enhance sustainability in their software. By adopting and implementing practices for sustainable software development, organizations can contribute meaningfully to the global effort to mitigate the environmental impact of technology and promote responsible resource usage.

¹ HTW Berlin, Fachbereich 4, Treskowallee 8, 10318 Berlin, verena.majuntke@htw-berlin.de, frederikobermaier@me.com

The contribution of this paper is a structured map of existing techniques and best practices to enhance the sustainability of software. The target group of the map are organizations and development teams who are ready to implement respective measures. It is not designed as a step-by-step guide but rather a structured overview of well-known techniques and best practices along the software lifecycle phases design, development, operation and use. The entities in the map have mainly been identified through a literature review. The findings were then discussed in interviews with 4 experts from software development. The interviews also yielded current practical and organizational insights which were integrated into the map.

The paper is structured as follows: Section 2 discusses related work. A definition for sustainable software is given and the map of techniques and practices to enhance software sustainability is presented in Section 3. Section 4 comprises the summaries of the expert interviews followed by a summary and outlook on future work in Section 5.

2 Related Work

A general sustainability model has been defined by Penzenstadler and Femmer [PF13]. The model aims at a continuous improvement of sustainability of software products. It consists of three levels with sub-aspects, where the first level describes a goal with dimensions that potentially influence each other. The second level represents these dimensions with values, potentially supported by regulatory requirements. The third level approximates them with measurable indicators and respective activities. The model uses two alternating phases to improve the sustainability of software. The model provides a generalized framework to concretize sustainability in a specific context. However, specific techniques and practices are not part of the model. Similarly, Johann et al. [Jo12] introduce a reference model for green and sustainable software and identify criteria with sustainability relevant effects. The model incorporates guidelines and checklists to navigate developers and stakeholder to produce more sustainable software. However, in contrast to our work, the model is a theoretical model and guideline and checklists need to be filled with content. Another approach that is more general is the *GREENSOFT*-Model [Na11] that defines three areas, namely *development*, *distribution* and *end of life*. Divided into three subareas – first/second/third-order effects – the model provides examples for criteria and indicators but lacks practical content. Overviews also exist with the focus on energy efficiency. Georgiou et al. [GRS20] provide an overview of existing work in the area of energy-aware software development comprising approaches, tools and techniques. The overview focuses on energy-efficient programming and does not discuss the operation and use of software. Pinto et al. [PC17] discuss the energy consumption of software for different lifecycle phase. In fact, energy efficiency is a part of sustainability but does not consider topics like longevity of software, maintainability etc.

3 Map of techniques and practices for enhancing sustainability of software

In this section, we first define the term *sustainable software* in Section 3.1. Subsequently, the map of techniques and practices to enhance software sustainability is presented in Section 3.2.

3.1 Definition Sustainable Software

In literature, a variety of definitions for the term *sustainable software* exist. First of all, the term *sustainable software* can be interpreted in two different ways according to Penzenstadler et. al. [Pe14b]: (1) the software supports sustainability goals, or (2) the software code and the development process itself is sustainable. In this research, we focus on the latter, software whose code and the process to obtain the code itself are sustainable.

The United Nations (UN) Brundtland Report defines *sustainability* as the ability to “meet the needs of the present without compromising the ability of future generations to satisfy their own needs” [Un87]. According to the UN, sustainability addresses three dimensions, namely society, the economy, and the environment. Applied to software, Dick et. al. [Di13] define sustainable software as “software, whose impacts on economy, society, human beings, and environment that result from development, deployment, and usage of the software are minimal and/or which have a positive effect on sustainable development”. Moreover, Nauman et. al. [Na11] state that sustainability correlates to resources used and energy consumed during the production and use of the software. In [Ca20], the authors link software sustainability with the longevity of software only using resources which are actually needed. Calero et. al. [CMP21] define sustainable software as software which “is energy-efficient, minimizes the environmental impact of the processes it supports, and has a positive impact on social and/or economic sustainability. These impacts can occur direct (energy), indirect (mitigated by service) or as a rebound effect”. While existing definitions often include three dimensions, the authors also showed that most literature regarding sustainable software focuses on the environmental dimension, addressing how software development and its use affect energy consumption and the use of other resources. In the context of this research, we focus on the environmental dimension as well.

We define sustainable software as *software that minimizes environmental impact and maximizes resource efficiency in its design, development, operation and use (while considering economic and social factors)*. This software is also referred to as *Green Software* [CMP21].

3.2 Map of techniques and practices

We conducted a comprehensive literature review to examine prevalent techniques and practices for enhancing software sustainability. Additionally, we interviewed four experts,

whose insights are summarized in Section 4, to gather feedback on these methods and incorporate practical knowledge and organizational expertise. Our findings are organized in a map of techniques and best practices, tailored for organizations and software developers focused on bolstering software sustainability. This map assists in pinpointing areas where improvements can be made. While the methods identified are widely recognized and employed in software development, this study does not evaluate their relative effectiveness. Instead, it underscores the significance of implementing practical measures over a comprehensive strategy. The structured overview aids in promoting the adoption of pragmatic approaches to boost software sustainability. However, it serves as an overview, not a step-by-step guide.

<p>Design</p> <ul style="list-style-type: none"> • Design Patterns • Microservices Architectures • Minimized network load <ul style="list-style-type: none"> • Edge Computing • Library and Plugin imports • Caching 	<p>Development</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resource efficient Programming <ul style="list-style-type: none"> • High (downward compatibility) • Maintainability • Selection of energy-efficient modes • Transparency • Choice of datastructures and algorithms • Open Source • Source Code Analysis • Refactoring • Choice of Programming Language • Programming Practices
<p>Operation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hosting <ul style="list-style-type: none"> • Tactics for Public Clouds • Demand Shaping 	<p>Use</p> <ul style="list-style-type: none"> • Offline use • Sustainable pre-settings • Visibility

Figure 1: Map of techniques and practices for software sustainability

Figure shows the map of techniques and practices. It is organized into four dimensions: (1) design, (2) development, (3) operation and (4) use according to software lifecycle phases. Each dimension comprises measures for the respective phase. In sections 3.2.1 through 3.2.4. the techniques and practices for (1) through (4) are discussed. Section 3.2.5 examines organizational measures which have mainly been extracted from the expert interviews. Section 3.2.6 discusses further solutions and approaches which could not be related to a lifecycle phase.

3.2.1 Design

In the optimal case, sustainability should already be considered when software is designed as the energy consumption may vary significantly depending on software components and their interaction for instance.

Design Patterns: Design patterns are reusable solutions to a commonly occurring problem in software design. Sahin et al. [Sa12] compared the energy consumption of applications running on an embedded system in two variations, with the use of design patterns and without it. Overall, 15 of the 23 design pattern of Gamma et al. [Ga95] were analyzed showing that the *Flyweight*, *Mediator*, and *Proxy* pattern could reduce energy consumption while especially the *Decorator* pattern increased energy consumption significantly. Similarly, Bunse et al. [BS13] analyzed design patterns in the context of Android applications proving that *Facade*, *Abstract Factory*, *Observer*, *Decorator*, *Prototype* and *Template Method* increased energy consumption in applications.

Microservices Architecture: Microservices refer to an architectural design pattern in which an application is built as a set of loosely-coupled, independently deployable, and scalable services. Compared to monolithic architectures, microservices offer easy interchangeability of services and great potential for dynamically scaling with the current demand in a cloud environment [AA22]. Combined with a cloud infrastructure, microservices allow for the automatic scaling of only those parts of an application experiencing increased load, resulting in optimal hardware utilization and granular measurement of emissions intensity. Additionally, the ability to easily shut down unused services can increase the ecological sustainability of the software. However, a software map using microservices involves higher network loads and a greater focus on effective deployment management which also needs to be considered.

Minimized network load: Web-based software applications often perform computing processes on the server infrastructure or in dedicated data centers, with data transmitted through interfaces like HTTP. To minimize resource consumption, edge computing can be used, where more computing operations are performed on the edge, near the resource being used [Be16]. Regular evaluation of imported libraries and plugins also reduces data transfer over the internet, with small to medium savings being of potential impact, as exemplified by a plugin which was used on over two million websites, saving a total of 708 tons of carbon per year [Da22]. Caching also reduces the number of transmitted data packets and required energy on both device and server sides, with additional benefits such as faster loading times and more robust behavior during spikes in traffic [Er11].

3.2.2 Development

Since software is evolving, the development of software in an ongoing task. The measures collected in this category can be implemented during development.

Resource efficient programming: Bitkom's "Resource-Efficient Programming" guide from 2021 [Bi21] provides a comprehensive collection of aspects to consider for sustainable software development. The guide draws its aspects from a discussion with the German Federal Environment Agency. Among the listed aspects, some key ones are *high (downward) compatibility*, *maintainability*, *selection of energy-efficient modes*, *default sustainable settings*, *low hardware stress*, and *transparency*. Also, choosing the "right"

data structure has shown to improve energy efficiency. The tool *GreenC5* for instance, predicts the optimal data structure among the Copenhagen Comprehensive Collection Classes for C#. The decision support system SEEDS [MPC14] dynamically evaluates Java collection types and proposes modifications.

Open Source: Open Source Software is software whose source code is publicly visible and can be partly modified. It is a widely used method for developing and acquiring software leveraging transparency, interoperability, and open knowledge exchange [Fu03]. These aspects have parallels with the previously mentioned concept of maintainability or longevity. It can be assumed that open source software has the potential to be a more environmentally sustainable software, as it is designed to be more open, maintainable, and durable than proprietary or closed software.

Source Code Analysis: Source code analysis is the process of examining the source code of a software application to identify potential security, performance, or quality issues. *GreenAdvisor* [AHS15] identifies energy centers based on system calls assisting developers to comprehend and evaluate the consequences of their choices through analysis and guidance. *PEEK* [Hö14] analyzes source code during development suggesting code modifications for energy efficiency.

Refactoring: A fundamental way to optimize software's energy efficiency is the refactoring of source code. Refactoring involves restructuring the code internally while maintaining the external functionality. Through successful refactoring, the energy efficiency of code can be improved [PSC15], [GJW13], [Se22]. For Android applications, Anwar et al. showed that eliminating code smells could reduce the device's energy consumption by up to over 10% [APS19]. The previously discussed framework SEEDS by Manotas et al. [MPC14] analyzes source code during development and suggests refactorings for energy savings.

Choice of Programming Language: The choice of a programming language may have a natural consequence for the energy consumption of the developed code. Pereira et al. [Pe21] compare 27 programming languages with respect to energy efficiency. Their measurements show interesting findings such that faster languages often consume more energy and how memory usage influences energy efficiency.

Programming Practices: Coding practices refer to a set of guidelines, standards, and conventions that developers follow to write high-quality code. Li and Halfond [LH14] ran empirical evaluations in the context of Android application development. They concluded that bundling network packets up to a certain size and using programming practices – which they collected from the Androids developer forum – as accessing class fields, performing invocations led to a decreased energy consumption. Similarly, Tonini et al. [To13] found out that a proper use of a for-loop and getters and setter can improve energy efficiency. Singh et al. [SNM15] showed that choosing energy-efficient APIs with an optimal set of parameters when implementing file operations in Java can have an energy saving impact when the software is run on large scale data servers.

3.2.3 Operation

The operation of software can be very energy consuming. By intelligent hosting and/or the use of demand shifting, sustainability in software operation can be improved.

Hosting: Leading cloud providers like Amazon, Microsoft, and Google, offer scalable and flexible solutions for hosting applications making it a competitive option for ecological sustainability. These "hyperscale" providers enable energy-efficient operation compared to traditional on-premise hosting, as measured by the "power usage efficiency" (PUE) indicator. Google Cloud – for instance – reported a PUE of 1.10 in 2022 [Go22], while traditional hosting solutions often have a PUE of > 2.0 [Jo18]. Using the public cloud, Vos et al. [Vo22] identified a set of 18 reusable tactics to optimize energy efficiency. However, the use of a hyperscale provider has implications for other aspects, such as data privacy, cost structure, and IT support, which need to be considered in a business decision. Further factors to consider when selecting a host include improving hosting efficiency, providing emission monitoring dashboards, and offering green energy.

Demand Shaping: Technical potentials for improving the ecological sustainability of software mainly exist in the field of emission efficiency. One aspect in the area of emission awareness is the so-called "Demand Shaping". The core of this approach is the inclusion of the currently available green electricity in the power grid. When the proportion of renewable energies is high, more computing operations are performed faster, as both the power consumption of the devices and the power consumption of the networks required for data transmission cause relatively low emissions at the time of implementation. The most prominent example of demand shaping is the automatic adjustment of video players in the streaming area. The adjustment of quality due to poor network connection of the end-user is widespread, but the adjustment of quality due to insufficient green electricity in the power network is not [HuD].

3.2.4 Use

Upon software release and operation, energy consumption hinges on end-users' actual usage. That is, while software must accommodate offline use, its offline utilization ultimately relies on the end-user. Likewise, sustainable presets do not ensure corresponding configurations by the user.

Offline use: Allowing applications to be used offline reduces the energy and emissions consumed by the end device. Additional optimizations may further reduce energy consumption, such as Edge Computing or Computing-on-device [Mo18]. However, the potential benefits may not outweigh the infrastructure and architectural costs in certain contexts. Depending on the maturity and energy efficiency of the server infrastructure and expected computational intensity, server-side operation may be preferred.

Sustainable (pre)settings: Sustainable default settings are effective in enhancing the ecological sustainability of software applications. Different development platforms offer

approaches to reduce the resource intensity of applications. For example, Microsoft's EcoQoS² automatically reserves and consumes fewer hardware resources, making the application more energy-efficient and emission-reducing. In [Si15], for example, Sivitos et al. discuss pre-settings for washing programs and while energy efficiency is often claimed based on the “eco-modes”, in practice such programs are often not accepted by the end user. Applications should also offer preconfigured settings that balance performance, user experience, and emission reduction. Music streaming applications can serve as a reference for configuring streaming quality.

Visibility: Often, the energy consumption of software is not visible to end users. As a consequence, users cannot assess whether or not their use of software has a high or low energy consumption. In [CTG08] Chetty et al. – for instance – discuss the energy consumption in households. They conducted a qualitative study with 15 households and 33 participants showing that most participants are not aware of their energy consumption. They concluded that making real time energy consumption visible would have a positive impact on sustainability.

3.2.5 Organizational

In addition to focusing on the lifecycle phases of software, the software development process itself requires a respective approach to produce sustainable software. While the measures for the former were identified in literature, the organizational measures have mainly been drawn from the expert interviews reported in Section 4.

According to expert C, it is crucial to make the emissions of software visible. This includes emissions generated during design, development, operation and use. On one hand this comprises the ability of the software to know its emissions and on the other hand to make this information publicly available. For instance, The GREENSOFT-Model [Ke13] provides criteria that can be used to assess significant indicators.

In order to integrate sustainability in the long run, experts A, B and C found that sustainability considerations should be incorporated in decision making processes on team-level. For instance, non-functional requirements could be defined with sustainability in mind [Pe14a], [Di13], the product vision should align with sustainability goals and teams should regularly review and optimize their sustainability efforts. Especially, when it comes to agile development, agile methods can inherently reduce "waste" and improve efficiency. Optimizing measures could be defined during the artifact's conception phase, and ecological sustainability could be integrated as an acceptance criterion in existing evaluations, such as Scrum's Sprint Reviews minimizing waste through lean thinking, and producing more sustainable outcomes. In this context, Dick et al. [Di13] proposed extending Scrum based on the GREENSOFT model, which involves continuously inspecting and adapting software development towards environmental, social, and

² <https://devblogs.microsoft.com/performance-diagnostics/introducing-ecoqos/>

economic impacts. This approach includes Sustainability Review & Preview events that reflect on past activities and propose solutions to existing sustainability issues. A designated Sustainability Executive is responsible for identifying optimization and savings opportunities. Interim Sustainability Presentations and Final Sustainability Presentations are also included to demonstrate the impact of sustainability practices. In order to reinforce organizational changes and to consider sustainability throughout the entire software lifecycle, experts A, C and D stated that company-wide commitment is necessary.

3.2.6 Other approaches and measures

In addition to the discussed measures, there are solutions available to optimize energy efficiency and minimize resource consumption. An extension for the Kubernetes³ container management system allows tasks to be executed on nodes in regions with a high percentage of renewable energy in their power mix [Ja19] reducing emissions. Microsoft's previously mentioned EcoQoS for Windows enables developers to save up to 90% of CPU energy consumption by selecting modes. With over 1.4 billion devices running on Windows [Mi22], such APIs have a great potential. AWS provides a "Carbon Footprint Tool" that makes emitted emissions visible and measurable for its customers [Am22].

Moreover, interest groups have emerged for the development of ecologically sustainable software, such as the "GreenTech Alliance" which aims at building a network of companies that are 100% committed to fighting climate change [Gr]. In addition to such groups, there are also defined value foundations. The "Sustainable Web Manifesto" refers to six principles for sustainable development of web applications, some of which are clearly related to ecological sustainability [Su]. Other less abstract principles are the 8 "Principles of Green Software Engineering," which are based on two fundamental approaches: everyone has a role to play in the fight against climate change, and sustainability alone is sufficient to justify work based on these principles [HuP].

4 Expert Interviews

In this section, we summarize the 4 expert interviews which were conducted to explore the topic of sustainable software (Section 3.1 to Section 3.4). The aim of the interviews was to extract insights and discuss techniques and practices identified in the theoretical part. The interviews were part of a Master's thesis [Ob22] and were carried out in May and June 2022 via video conference. The interviews followed a systematic approach for knowledge maximization but the guide was adapted to the flow of each conversations. All experts have a broad experience in software development. Their names have been

³ <https://www.kuberbetes.io>

anonymized, referring to Expert A/B/C/D. A short introduction of each expert is given at the beginning of each summary.

Expert A is a Product Development Coach who currently works at a large retail company. The interviewee has extensive experience as a Product Owner and is involved in coaching and training in the area of agile product development through a group of coaches. Additionally, the interviewee has recently become more involved in organizational development. In the interview, Expert A noted that ecological sustainability is often viewed as a *mean to increase economic success*, rather than as an actual end goal. He expects the hype around the topic to decrease over time, making it vital to introduce additional motivators to incorporate sustainability into software development. Second, the expert distinguishes between *sustainable software and software for sustainability*, stating that the latter is more important. He suggests that software with an ecologically sustainable purpose is more effective than trying to make software ecologically sustainable, as the effort is not justifiable. Third, Expert A believes that *agile development has the potential to be more emission-efficient* due to its focus on reducing waste. However, he cautions that ecological sustainability is not automatically considered in agile development, and the responsibility for integrating it lies with management which has to promote awareness throughout the organization. Fourth, the interviewee states that *top management should drive and embody ecological sustainability* in software development, allowing awareness to cascade organization-wide. Although this holistic approach extends beyond software development, it should be discussed. However, he notes that management often pursues sustainability for ulterior motives, like brand image or monetary savings. Finally, the expert agrees that ecological sustainability can be considered a *non-functional requirement* but emphasizes its limited connection with security as a requirement. Security is more tangible and has immediate, measurable (economic) consequences. Therefore, it's essential to include metrics and increased visibility in the framework to ensure sustainability is adequately addressed.

Expert B is a former IT Manager and Principal Software Engineer who previously worked at a large automotive company. Additionally, he is involved as a member of the advisory board for a non-profit organization that promotes a framework for managing the business of IT. According to Expert B, a significant factor in software emissions could be counteracted by *data minimization*. The expert cites a project in the automobile industry, where each car sends unprocessed usage data daily, amounting to 130 terabytes per car per day. This data volume would cause high network load and emissions. He suggests processing data "on the edge" to reduce transmission and sees potential in promoting offline usage for sustainable software. Second, the expert believes *politics should take responsibility* to incentivize sustainable behavior and penalize harmful actions in software development. In a specific context, the business side should push the technical side towards sustainable development integrating sustainability into the software lifecycle. He also mentions "ownership" in agile development, suggesting developers should be more responsible and involved in designing functionalities, countering current mechanisms where developers lose sight of the bigger picture. As a third aspect, the expert identifies that poor *software quality and architecture* often lead to non-sustainable software.

Frequent functionality releases driven by business pressure contribute to weak IT architectures, inefficiency, and inadequate performance. He cites examples like unused microservices in cloud infrastructure, which may necessitate cleanup projects. The expert connects the lack of "ownership" to software quality issues and suggests that product decision-makers should adjust their goals to promote sustainable and valuable development in both software quality and architecture.

Expert C is a current CTO at a medium-sized consultancy, which provides technology adoption solutions driven by behavioral research. The interviewee has previously worked in various roles in software development, consulting, and (agile) product management. Expert C emphasizes the *importance of visibility* in resource consumption and impact for integrating ecological sustainability in software development. He compares it to making sustainable choices at a supermarket, which is often challenging. In the software industry, specific metrics are needed to help teams and decision-makers comprehend the emission-related effects of their choices. Second, the expert believes *cost is the driving force for businesses* to adopt emission awareness. Financial incentives can promote resource-efficient software development. Utilizing hyperscale providers like AWS reduces the ecological footprint through efficient system utilization, but cost-saving is the primary motivation, not climate-friendliness. Third, the expert sees *potential in agile software development for integrating ecological sustainability*. Agile methods aim to reduce waste, which could lead to more sustainable software. However, agile practices are not a guarantee, as their implementation varies. In contrast, the waterfall model allows incorporating sustainability from the project's start, but offers little chance to add it later if overlooked initially making the right balance the key.

Expert D is a consultant and product owner at a large international IT consulting company. The interviewee has deep knowledge in Green IT and advises clients on software sustainability. The expert criticizes the *offsetting of CO2 emissions through the purchase of green energy certificates* or support for climate projects, citing a lack of standardization that ensures actual effectiveness. He refers to a Nature paper [101] showing that only 58% of the targeted savings were effective. While compensation is necessary, he believes that emission reduction should be the main focus. Throughout the interview, the *motivation of decision-makers* was discussed. Expert D mentioned that improving public perception through eco-friendly initiatives is a common driver. Another motivation is meeting environmental, social and governance (ESG) standards – criteria which are used to assess investments. Meeting the criteria can positively impact stock prices, confirming that economic factors often play a role in environmentally sustainable motivations. Third, the expert emphasizes the *importance of management's role* in integrating ecological sustainability into the software lifecycle. He calls for stricter regulations to make software efficiency improvements attractive to decision-makers. The expert compares this to the introduction of seatbelt laws, which became second nature over time. A similar goal should be pursued for ecological sustainability in software. Fourth, the expert sees the greatest potential for ecological sustainability in a mixture of measures which need to be taken. He suggests a pyramid-like approach: *quick wins include implementing emission awareness in software, optimizing backup creation with green*

energy usage, and leveraging "time shifting" (demand shifting). The next step should be optimizing resource utilization, particularly by migrating to cloud providers. Lastly, he considers code efficiency optimization, which is less impactful and harder to prioritize in operational businesses. Without stricter regulations, code efficiency may remain a secondary focus. As already discussed, the expert sees the primary responsibility for sustainability lying with management. However, long-term success requires *those implementing measures to build knowledge and actively integrate sustainability*. Agile methods can be advantageous as agile projects may make it easier to justify decisions. Expert D also sees potential in establishing a sustainability committee, similar to an architectural committee, where experts can pool knowledge and make it accessible to all involved.

The input of the 4 interviews was analyzed and merged with the findings from the literature review into the map of techniques and practices for software sustainability described in Section 3.2. In addition to discussions about the findings from the literature review, the interviews provided new practical and organizational insights which were also integrated into the map.

5 Summary and Future Work

In this paper, we addressed the problem of enhancing software sustainability. A definition of sustainable software was given and a map of existing techniques and best practices for enhancing software sustainability was presented as the primary contribution. The target audience for this map are organizations and development teams eager to implement sustainable measures. It is important to note that the map is not a step-by-step guide, but rather an overview of techniques and best practices structured across the software lifecycle phases, namely design, development, operation, and use. It provides practical starting points that organizations and development teams can pick to enhance software sustainability.

Currently, we are looking into assessing the efficiency of different measures to allow a comparison between them. In the future, we plan on developing a step-by-step guide on how to increase software sustainability during software development. Furthermore, the social and economic dimension for software sustainability have to be incorporated.

6 Bibliography

- [AA22] Ahmed Shaikh, K.; Agaskar, S. S.: Microservices: Architecting and Design Considerations. In (Ahmed Shaikh, K.; Agaskar, S. S. Eds.): Azure Kubernetes Services with Microservices. Apress, Berkeley, CA, pp. 25–60, 2022.

- [AHS15] Aggarwal, K.; Hindle, A.; Stroulia, E.: GreenAdvisor: A tool for analyzing the impact of software evolution on energy consumption: 2015 IEEE International Conference on Software Maintenance and Evolution (ICSME). IEEE, pp. 311–320, 2015.
- [Am22] Amazon Web Services: New Customer Carbon Footprint Tool, 2022.
- [APS19] Anwar, H.; Pfahl, D.; Srirama, S. N.: Evaluating the Impact of Code Smell Refactoring on the Energy Consumption of Android Applications: 2019 45th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA). IEEE, pp. 82–86, 2019.
- [Be16] Beck, M. T. et al.: Mobile Edge Computing. *Informatik-Spektrum* 2/39, pp. 108–114, 2016.
- [Bi21] Bitkom: Leitfaden Ressourceneffiziente Programmierung, 2021.
- [BS13] Bunse, C.; Stiemer, S.: On the Energy Consumption of Design Patterns. *Softwaretechnik-Trends* 2/33, pp. 4–5, 2013.
- [Ca20] Calero, C. et al.: 5Ws of green and sustainable software. *Tsinghua Science and Technology* 3/25, pp. 401–414, 2020.
- [CFS12] Capra, E.; Francalanci, C.; Slaughter, S. A.: Is software “green”? Application development environments and energy efficiency in open source applications. *Information and Software Technology* 1/54, pp. 60–71, 2012.
- [CMP21] Calero, C.; Moraga, M. Á.; Piattini, M.: Introduction to Software Sustainability. In (Calero, C.; Moraga, M. Á.; Piattini, M. Eds.): *Software Sustainability*. Springer International Publishing, Cham, pp. 1–15, 2021.
- [CTG08] Chetty, M.; Tran, D.; Grinter, R. E.: Getting to green. In (Youn, H. Y. et al. Eds.): *Proceedings of the 10th international conference on Ubiquitous computing*. ACM, New York, NY, USA, pp. 242–251, 2008.
- [Da22] Danny van Kooten: CO2 emissions on the web. <https://www.dannyvankooten.com/blog/2020/website-carbon-emissions/>, accessed 31.03.23.
- [Di13] Dick, M. et al.: Green software engineering with agile methods: 2013 2nd International Workshop on Green and Sustainable Software (GREENS). IEEE, pp. 78–85, 2013.
- [Er11] Erman, J. et al.: To Cache or Not to Cache: The 3G Case. *IEEE Internet Computing* 2/15, pp. 27–34, 2011.
- [Fu03] Fuggetta, A.: Open source software—an evaluation. *Journal of Systems and Software* 1/66, pp. 77–90, 2003.

- [Ga95] Gamma, E. et al.: Design Patterns: Elements of Reusable Object-oriented Software. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, 1995.
- [GJW13] Gottschalk, M.; Jelschen, J.; Winter, A.: Energy-Efficient Code by Refactoring. *Softwaretechnik-Trends* 2/33, pp. 23–24, 2013.
- [Go22] Google Rechenzentren: Effizienz - Datenzentren, 2022.
- [Gr] Greentech Alliance: What we do. <https://www.greentech.earth/what-we-do>, accessed 01.03.23.
- [GRS20] Georgiou, S.; Rizou, S.; Spinellis, D.: Software Development Lifecycle for Energy Efficiency. *ACM Computing Surveys* 4/52, pp. 1–33, 2020.
- [Hö14] Hönic, T., Janker, H., Eibel, C., Mihelic, O., & Kapitza, R: Proactive energy-aware programming with PEEK: Conference on Timely Results in Operating Systems ({TRIOS} 14).
- [HuD] Hussain Assim, Green Cloud Advocacy Lead at Microsoft: Demand Shaping. <https://principles.green/principles/demand-shaping/>, accessed 13.04.2023.
- [HuP] Hussain Assim, Green Cloud Advocacy Lead at Microsoft: Principles of Green Software Engineering. <https://principles.green/>, accessed 15.04.2023.
- [Ja19] James, Aled, Daniel Schien, and A. Wolff: A Low Carbon Kubernetes Scheduler: ICT4S 2019.
- [Jo12] Johann, T. et al.: How to measure energy-efficiency of software: Metrics and measurement results: 2012 First International Workshop on Green and Sustainable Software (GREENS). *IEEE*, pp. 51–54, 2012.
- [Jo18] Jones, N.: How to stop data centres from gobbling up the world's electricity. *Nature* 7722/561, pp. 163–166, 2018.
- [Ke13] Kern, E., Dick, M., Naumann, S., Guldner, A., & Johann, T.: Green software and green software engineering—definitions, measurements, and quality aspects.: *Proceedings of the First International Conference on Information and Communication Technologies for Sustainability (ICT4S2013)*.
- [KPF15] Kordestani, A.; Peighambari, K.; Foster, T.: Emerging trends in sustainability research: a look back as we begin to look forward. *International Journal of Environment and Sustainable Development* 2/14, p. 154, 2015.
- [La21] Lancaster University: Emissions from computing and ICT could be worse than previously thought. www.sciencedaily.com/releases/2021/09/210910121715.htm, accessed 15.04.22.

- [LH14] Li, D.; Halfond, W. G. J.: An investigation into energy-saving programming practices for Android smartphone app development. In (Müller, H. A. et al. Eds.): Proceedings of the 3rd International Workshop on Green and Sustainable Software. ACM, New York, NY, USA, pp. 46–53, 2014.
- [Mi22] Microsoft: By the Numbers, 2022.
- [Mo18] Mocnej, J. et al.: Impact of Edge Computing Paradigm on Energy Consumption in IoT. IFAC-PapersOnLine 6/51, pp. 162–167, 2018.
- [MPC14] Manotas, I.; Pollock, L.; Clause, J.: SEEDS: a software engineer's energy-optimization decision support framework: Proceedings of the 36th International Conference on Software Engineering. ACM, New York, NY, USA, 2014.
- [Na11] Naumann, S. et al.: The GREENSOFT Model: A reference model for green and sustainable software and its engineering. Sustainable Computing: Informatics and Systems 4/1, pp. 294–304, 2011.
- [Ob22] Anonymized for review
- [PC17] Pinto, G.; Castor, F.: Energy efficiency. Communications of the ACM 12/60, pp. 68–75, 2017.
- [Pe14a] Penzenstadler, B. et al.: Safety, Security, Now Sustainability: The Nonfunctional Requirement for the 21st Century. IEEE Software 3/31, pp. 40–47, 2014.
- [Pe14b] Penzenstadler, B. et al.: Systematic mapping study on software engineering for sustainability (SE4S). In (Shepperd, M.; Hall, T.; Myrtveit, I. Eds.): Proceedings of the 18th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering. ACM, New York, NY, USA, pp. 1–14, 2014.
- [Pe21] Pereira, R. et al.: Ranking programming languages by energy efficiency. Science of Computer Programming 205, p. 102609, 2021.
- [PF13] Penzenstadler, B.; Femmer, H.: A generic model for sustainability with process- and product-specific instances. In (Malakuti, S. et al. Eds.): Proceedings of the 2013 workshop on Green in/by software engineering. ACM, New York, NY, USA, pp. 3–8, 2013.
- [PSC15] Pinto, G.; Soares-Neto, F.; Castor, F.: Refactoring for Energy Efficiency: A Reflection on the State of the Art: 2015 IEEE/ACM 4th International Workshop on Green and Sustainable Software. IEEE, 2015.
- [Sa12] Sahin, C. et al.: Initial explorations on design pattern energy usage: 2012 First International Workshop on Green and Sustainable Software (GREENS). IEEE, pp. 55–61, 2012.

- [Se22] Sehgal, R. et al.: Green software: Refactoring approach. Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences 7/34, pp. 4635–4643, 2022.
- [Si15] Sivitos, S. et al.: Don't just press the button! Why appliance settings increasingly matter for efficiency delivery and rulemaking: Proceedings of Eceee Summer Study 2015.
- [SNM15] Singh, J.; Naik, K.; Mahinthan, V.: Impact of Developer Choices on Energy Consumption of Software on Servers. Procedia Computer Science 62, pp. 385–394, 2015.
- [Su] Sustainable Web Manifesto: Sustainable Web Manifesto. <https://www.sustainablewebmanifesto.com/>, accessed 22.03.23.
- [To13] Tonini, A. R. et al.: Analysis and Evaluation of the Android Best Practices Impact on the Efficiency of Mobile Applications: 2013 III Brazilian Symposium on Computing Systems Engineering. IEEE, pp. 157–158, 2013.
- [Un87] United Nations World Commission on Environment and Development Ed.: Report of the World Commission on Environment and Development: our common future, 1987.
- [Vo22] Vos, S. et al.: Architectural Tactics to Optimize Software for Energy Efficiency in the Public Cloud: 2022 International Conference on ICT for Sustainability (ICT4S). IEEE, pp. 77–87, 2022.

Erweiterte Agile Lösungsentwicklung im Technologischen Grenzbereich im Spannungsfeld Kunde-Lieferant

Fallstudie: Location Based Services für die Digitalisierung des Servicegeschäfts bei Kraftfahrzeugen

Martin Przewloka, Institut für Digitale Assistenzsysteme e.V., Sebastian Wille, Wille Engineering und Katharina Dort, Institut für Digitale Assistenzsysteme e.V

Keywords: agil, Projektmanagement, VUCA, Digitale Transformation, Scrum, Mediation, Stakeholder-Management, Nichtlinearität, lean startup, Forschung und Entwicklung, Location Based Services

Abstract:

Die Notwendigkeit von flexibler und dynamischer Projektarbeit nimmt stetig zu. Die Gründe hierfür liegen u.a. in der hohen Variabilität von Anforderungen, dem Einsatz von neuen und innovativen Technologien, zunehmender Regulatorik bis hin zu gesellschaftlichen und politischen Veränderungen, die sich unmittelbar auf den Erfolg oder Misserfolg von Projekten auswirken können. Agiles Projektmanagement hat sich als de-facto-Standard etabliert, insbesondere dann, wenn der Komplexitätsgrad von Projekten mit hoch bewertet wird.

Auf wettbewerbsintensiven Märkten, wie bspw. dem Automobilmarkt, kann es von entscheidender Bedeutung sein, Projekte im technologischen Grenzbereich durchzuführen. In dem hier vorliegenden Anwendungsfall musste sich bewusst dafür entschieden werden, eine im Laborumfeld entwickelte Anwendung zur Lokationsbestimmung von Kundenfahrzeugen im Händlerumfeld frühzeitig in eine reale Umgebung zu überführen. Das zunächst als hochkomplex bewertete und nach agiler Methodik aufgesetzte Projekt, bewegte sich sehr schnell in den Bereich des chaotischen Zustands und des Scheiterns. Gleichmaßen wurden die Grenzen der agilen Methodik in den Domänen Machbarkeit, Teams/Menschen, Zusammenarbeit und Anpassbarkeit sichtbar und werden im Rahmen dieser Arbeit systematisch aufgezeigt.

Die vorliegende Fallstudie erlaubte es zudem, erweiterte Handlungsansätze zu entwickeln, die hierbei erfolgreich angewandt wurden. Mittels der Hinzunahme eines Lean-Startup-Kreislaufs und der Rolle eines externen Mediators konnte die Methodik des agilen Projektmanagements hinsichtlich einer Erfolgsherbeiführung maßgeblich erweitert werden.

1 Einleitung und methodisches Vorgehen

Für unsere Gesellschaft und unser Wirtschaften ist der Begriff des Wandels aktueller denn je. Damit einhergehend sprechen wir von der Digitalen Transformation (DT), nicht zuletzt verbunden mit dem Ziel, sich durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien den uns gegenüberstehenden Herausforderungen zu stellen. Diese Werkzeuge dringen insbesondere im industriellen Umfeld in immer neue Anwendungsfelder vor, mit dem Ziel, wertschöpfende Prozesse zu automatisieren und zu flexibilisieren oder einfach nur, deren Effizienz zu steigern. Wettbewerbsintensive,

globale Märkte erfordern ein rasches Handeln, dessen Erfolg nicht nur von der Leistungsfähigkeit der jeweils eingesetzten Technologien, sondern vielmehr von deren Adaption und Beherrschbarkeit in der spezifischen Anwendung abhängt [Ma01].

Einer der gängigen Vorgehensweisen in der DT im Kontext komplexer Technologien besteht darin, projektbasiert und hier im speziellen agil vorzugehen, indem iterativ und synergetisch das zu entwickelnde Produkt und die darunterliegenden Technologien aufeinander abgestimmt werden [KaVo01].

Das agile Vorgehen ermöglicht es, nicht nur flexibel hinsichtlich sich verändernder Anforderungen zu sein, sondern ebenso flexibel auf technologische Herausforderungen bzw. neue Erkenntnisse reagieren zu können. Im Vorfeld des Projektstarts identifizierte Risiken bewahrheiten sich oder werden durch bis dato nicht erkannte Risiken komplementiert. Hierauf aufbauend ergeben sich zwei zentrale Fragestellungen, die insbesondere dann opportun erscheinen, wenn sich Projekte im technologischen Grenzbereich befinden und einen Zustand erreicht haben, indem diese in Anlehnung an [St01] als chaotisch klassifiziert werden müssen (vgl. Abbildung 1):

- (1) „Wie erkenne ich frühzeitig, und wie führe ich ein agiles Projekt aus einer Phase der nicht mehr beherrschbaren Technologie-/Produktabdeckung weiter bzw. idealerweise zum Erfolg?“
- (2) „Welche Modifikation des agilen Vorgehens wirkt hierbei unterstützend?“

Die Vorteile der agilen Methodik, wie sie gerade bei komplexen Projekten gegenüber klassischen Vorgehensmodellen zum Vorschein kommen, sind hinlänglich aufgezeigt und dokumentiert worden [Fe01]. Über die Fokussierung auf die Domänen Machbarkeit, Teams/Menschen, Zusammenarbeit und Anpassbarkeit besteht so das Ziel, den Projekterfolg sicherzustellen. Das damit verbundene iterative Vorgehen geht aber auch davon aus, schrittweise und somit fortschreitend dem Projektziel näher zu kommen. In dem von der Autorin und den Autoren vorgelegten Projekt, in dessen Umfeld eine geodatenbasierte IT-Dienstplattform für das hochvolumige Management von Kundenfahrzeugen im Service entwickelt werden sollte, konnten zu einem bestimmten Zeitpunkt keine Fortschritte mehr im Rahmen des agilen Vorgehens erzielt werden. Die Auslöser hierbei lagen in einem chaotischen Zustand von Kundenanforderungen, Organisation, Stakeholder-Management, Budget, ausgelöst durch technologische Herausforderungen (vgl. Abb. 1). Aus dem agilen Projekt heraus konnte kein Vorankommen erzielt werden, da sich das iterative Vorgehen in einer Situation befand, die man als „Deadlock“ bezeichnen kann.

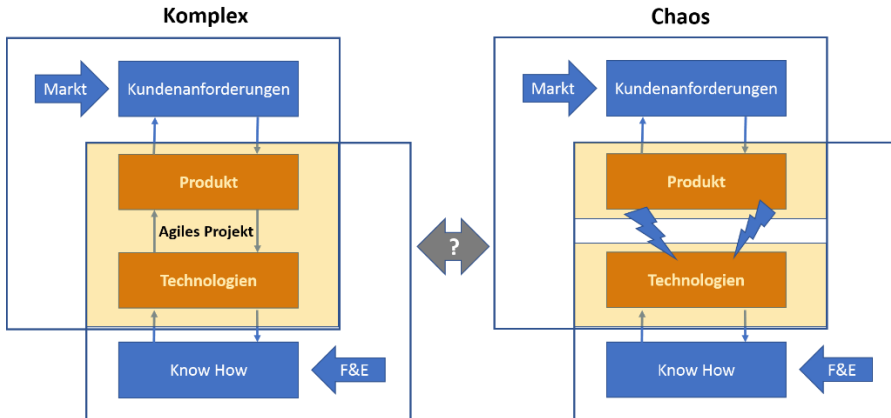


Abb. 1: Der Übergang von komplexen zu chaotischen Technologieprojekten, welcher das agile Projektmanagement vor erhebliche Herausforderungen stellt. Eigene Darstellung basierend auf der Strategischen Planung mit Roadmaps nach Specht und Behrens [SB01]

Statt das Projekt als gescheitert zu erklären, mussten Lösungswege generiert werden, die eine Rückführung des Projekts in einen beherrschbaren Zustand erlauben sollten. Der zentrale Gedanke hierbei war es, die Paradigmen der agilen Vorgehensweise zeitweise zu unterbrechen, indem zwei methodische Ergänzungen adaptiert werden sollten:

- 1.) Das parallele, zeitweise Begleiten des agilen Projekts durch einen Lean-Startup-Ansatz (hybrid)
- 2.) Das Begleiten des hybriden Projekts durch die Schaffung der neuen Instanz agile Mediation

In der hier dargelegten Arbeit sollen zunächst die theoretischen Erkenntnisse für das Management agiler, chaotisch/komplexer Technologieprojekte strukturiert aufgezeigt werden. Anschließend wird der von der Autorin und den Autoren verprobte Anwendungsfall der lokationsbasierten Dienste-Plattform vorgestellt, um schlussendlich die beim Übergang in den chaotischen Projektzustand aufgetretenen Problemfelder darzustellen. Abschließend wird mit Hilfe dieses Anwendungsfalls konkret aufgezeigt, wie eine methodische Projektanpassung umgesetzt wurde und zu welchen Ergebnissen diese führte. Mit einer Zusammenfassung im Sinne von Handlungsempfehlungen, die als verallgemeinerungsfähig angesehen werden können, schließt diese Arbeit.

2 Agile, komplex-chaotische Technologieprojekte

RD Stacey hat sich in seiner 2002 veröffentlichten Arbeit intensiv mit den Dimensionen Unsicherheit und dem Verhalten Beteiligter zur Entscheidungsfindung in Projekten beschäftigt [St01]. In dem von ihm vorgeschlagenen Framework, auch bekannt unter dem

Begriff Stacey-Matrix (siehe Abb. 2.), unterscheidet er komplexe Projekte von sogenannten chaotischen Projekten. Letztere befinden sich in einem Zustand, indem Übereinkünfte und damit Lösungswege zur Zielerreichung kaum noch möglich erscheinen. Die Projekte geraten im schlimmsten Fall in einen nicht mehr kontrollierbaren Zustand. Die Unsicherheit in allen Projektdimensionen ist entsprechend hoch.

Ergänzt wird die Stacey-Matrix oftmals um das zeitlich davor entwickelte Cynefin-Framework [Sn01, Sn02], welches zunächst seinen Ursprung im Wissensmanagement und der Organisationsstrategie hat. Auch hierbei werden die Zustände komplex und chaotisch voneinander differenziert, insbesondere aber der Einfluss von Ursache-Wirkungsmechanismen untersucht.

Dabei muss immer wieder festgestellt werden, dass das Verständnis von Organisationsformen von großer Bedeutung ist, um hieraus resultierendes rationales wie auch irrationales Handeln erklären zu können. Insbesondere wenn Probleme, Lösungen und Entscheidungsträger losgelöst voneinander und unorganisiert zusammentreffen („garbage-can“-Situation, siehe bspw. [Fa01]), nähert man sich offensichtlich einer chaotischen Situation. Auch Rigby et al. [Ri02] beschäftigen sich ausführlich mit der Situation chaotisch geführter Projekte im agilen Umfeld, führen diese Situation aber auf ein unbalanciertes Unternehmen, also organisatorische Aspekte zurück. Wenig Beachtung schenkt man in der Literatur dem Aspekt, dass das Projekt also solches, in dieser Falluntersuchung mit dem Begriff komplex umschrieben, einen chaotischen Zustand herbeiführen kann.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass keine einheitliche Definition von Komplexität im Zusammenhang mit Projekten vorhanden ist, wengleich dieser Kategorisierungsbegriff in der täglichen Arbeit häufig genutzt wird. Einigkeit besteht in der Literatur darüber, dass die Anzahl der Elemente (dies können Anforderungen, Beteiligte, Randbedingungen uvm. sein) und deren Interdependenzen eine Maßgröße für Projektkomplexität darstellen (siehe vor allen in der Übersicht unter [Cr01] und detaillierter unter [Ba01, GiBr01]). Hervorzuheben ist ein weiteres Kriterium, welches aus Sicht der Autorin und den Autoren in dem hier dargestellten Anwendungsfall von besonderer Relevanz ist: die Nichtlinearität (hierunter ist maßgeblich ein nicht mit der Zeit linear proportionales Voranschreiten zum Projektziel zu verstehen) in der Durchführung von Projekten [Ri01], welche für den Einsatz agiler Methodik spricht, und die Unsicherheit in der Beschreibung des Ergebnisses bzw. der Vorhersage des Grads der Zielerreichung [Re01]. Im Modell nach Williams [WiHi01] werden so die strukturellen Dimensionen (Anzahl der Elemente und deren Interdependenzen) mit der Dimension Unsicherheit (Ziele und Methodik) verbunden, um Projektkomplexität messbar zu machen.

Geraten Projekte in den Zustand, dass diese den Charakteristiken eines chaotischen Systems ähneln, d.h. extrem hohe Variabilität unter dem Einfluss der Eingangsbedingungen, nicht-proportionale Ursache-Wirkungsbeziehungen und irreversible Effekte, so stellt sich die Frage, inwieweit die agile Vorgehensweise, welche

als „Methode der Wahl“ komplexen Projekten zugeschrieben wird [Fe01], noch aufrechterhalten bleiben kann.

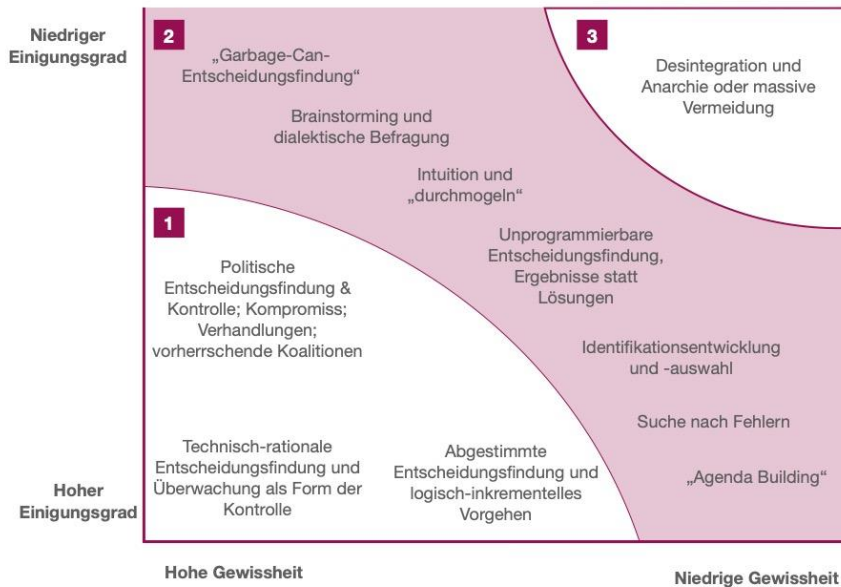


Abb. 2: Stacey Matrix in eigener Darstellung: (2) repräsentiert den Bereich, in dem sich komplexe Projekte befinden, (3) stellt den Zustandsbereich einer chaotischen Situation dar [St01].

Theorie und Praxis beschäftigen sich umfangreich mit der Abgrenzung klassischer Projektmethoden (wie bspw. Wasserfall) versus agiler Ansätze im Falle kritischer Situationen (siehe bspw. [Tu01]). In Summe geht man aber immer davon aus, dass Projekte, die aus dem „Ruder gelaufen sind“, wozu auch chaotische Projekte zählen, durch Maßnahmen aus dem bestehenden Setup heraus rettbar sind. Strafferes Berichts- und Eskalationswesen wie auch erweiterte Kompetenzen der Projektleitung sind nur einige Beispiele hierzu (siehe bspw. aus der Praxis [FI01]). Befindet sich ein Projekt in einer augenscheinlich unlösbaren Situation, wie dies bspw. der Fall ist, wenn die aktuell verwendete Technologie nicht die intialen Anforderungen erfüllen kann, muss entweder die Weiterführung des Projekts in Frage gestellt werden oder, wie im Fallbeispiel aufgezeigt, eine methodische Erweiterung umgesetzt werden.

3 Anwendungsfall: Aufbau einer IT-Plattform für lokationsbasierte Dienste für die Digitalisierung des Servicegeschäfts bei Kraftfahrzeugen

3.1 Beschreibung des Anwendungsfalls

Die Serviceabwicklung von Kraftfahrzeugen wird sich künftig signifikant verändern. Es wird ein massiver Einzug der Digitalisierung in die sich weiter konzentrierenden Dienstleister (bspw. in Form großer Autohausketten) eine wesentliche Rolle vollziehen [De01]. Die Optimierung der Prozesse über die gesamte Wertschöpfungskette, beginnend bei der Terminvereinbarung, der Auftragsannahme und Vorsichtung, der Umsetzung und erweiterten Aufbereitung (Wäsche, Pflege), der Fertigstellung und Rückgabe wie auch verkaufsstützender Maßnahmen stehen damit im Fokus. Ein Grundproblemfeld - bei großen Häusern mit bis zu einhundert parallel zu bearbeitenden Fahrzeugen – ist hierbei, Transparenz über jedes einzelne Fahrzeug zu besitzen: „Wo befindet sich gerade Fahrzeug xyz?, Wie ist der aktuelle Bearbeitungsstatus?, In welchem Ladezustand befindet sich die Batterie bei Elektrofahrzeugen? usw.“

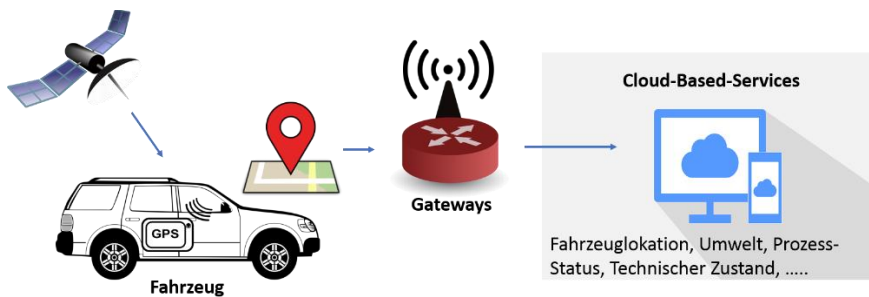


Abb. 3: Illustration des Anwendungsfalls „Location Based Services für die Serviceabwicklung von Kraftfahrzeugen“

Die prozeduralen Effizienzvorteile im Rahmen der Reduktion unnötiger Suchwege nach Fahrzeugen, der Vermeidung von Prozessbrüchen aufgrund unnötiger Wartezeiten, dem pro-aktiven Ableiten verkaufsfördernder Maßnahmen uvm. sind opportun und führten zur Nachfrage nach einer lokationsbasierten Service-Plattform zur digitalen Fahrzeugverwaltung.

Der sich damit ergebene Anwendungsfall (vgl. auch Abb. 3) definierte die Anforderungen der technischen Entwicklung einer hardware- und softwarebasierten Lösung mit inkludierter Satellitennavigation. Die Datengenerierungskomponente (Device) sollte selbständig und eigenversorgt in ein Fahrzeug eingebracht werden (bspw. in Form eines Anhängers am Fahrzeugspiegel) und über eine gateway-basierte Funkinfrastruktur

sämtliche Werte wie Lokation, klimatische Bedingungen und fahrzeugzustandsrelevante Parameter an ein in der Cloud implementiertes Visualisierungs- und Auswertesystem liefern.

3.2 Technologischer Grenzbereich und Komplexität des Projektumfelds

Bereits in der Spezifikationsphase war die Projektkomplexität bekannt, und dass sich die Lösung in technische Grenzbereiche begeben wird. Ein vorab entwickelter Prototyp und funktionsfähiger Demonstrator bildete die Entscheidungsgrundlage hinsichtlich der Entwicklung einer unter realen Bedingungen einsetzbaren Lösung. Im Rahmen der aufgesetzten agilen Methodik und unter direkter Einbeziehung eines ersten konkreten Kunden kristallisierten sich u.a. die folgenden Herausforderungen heraus:

- Temperaturspannweite von 100 Grad Celsius im Fahrzeug: deutliche Minusgrade im Winter bis zu über 80 Grad Celsius im Innenraum im Sommer. Auswirkungen auf Platinen, Kontakte, Komponenten
- Batteriemangement: Lebensdauer der Langzeitbatterie und damit Funktionsfähigkeit der Devices unvorhersehbar, Akku-Technologie nicht vorhanden (Kostendruck, Temperaturproblematik)
- Kosten- und Zeitdruck auf die gesamte Entwicklung: bspw. wurde deshalb ein Remote Device Management nicht umgesetzt aber parallel schon zu schnell zu viele Devices in das reale Versuchsfeld eingebracht
- Rauher Einsatz der Devices in der Praxis in der realen Umgebung. Ansprüche an mechanische Robustheit ausgesprochen hoch
- Mitwirkung des Pilotkunden im Feld nicht ausreichend und zu sehr auf das Anspruchsverhalten eines Kunden auf seinen Lieferanten fokussiert. Erwartungshaltung, dass die Lösung vollständig ausentwickelt ist
- Missverständnis Entwicklungs-Budget versus Implementierungsbudget im Spannungsverhältnis Kunde-Lieferant: Erwartungshaltung seitens des Kunden, dass der Lieferant über ein unlimitiertes Entwicklungsbudget verfügt

3.3 Grenzen des agilen Projektmanagements im Spannungsfeld Kunde-Lieferant

Aufgrund der im Rahmen der Projektanbahnung identifizierten Risiken und der Notwendigkeit einer flexiblen Projektführung wurde das Projekt agil aufgesetzt. Zwar konnten in der Anfangsphase vielversprechende Ergebnisse erzielt werden, jedoch zeichneten sich bereits schon nach einigen Wochen Problemfelder auf, die isoliert betrachtet lösbar erschienen, in der Gesamtbetrachtung Ursache-Wirkung-Zusammenspiel der Akteure jedoch schnell an den Punkt gerieten, dass das Projekt aus einer komplexen in eine chaotische Situation geriet. So musste beispielsweise der produktive Versuchsbetrieb in einer realen Umgebung aufrecht erhalten werden, obwohl das Batteriemangement unvorhersehbar war und ununterbrochen ein Vor-Ort-Eingreifen erforderte. Ein Technologiewechsel benötigte aufgrund der klimatischen Anforderungen

eine erneute Versuchsphase, Zeit und signifikante Investitionen. Das agile Projektteam bewegte sich nur noch reaktiv im Bereich der Aufrechterhaltung des produktiven Testfelds, Fortschritte im Sinne einer skalierbaren Lösung stellten sich nicht mehr ein.

3.4 Methodische Erweiterung des agilen Vorgehensmodells

Das agile Vorgehen hat im vorliegenden Anwendungsfall dazu geführt, dass sich keine Fortschritte mehr ergeben haben. Sämtliche Stakeholder wollten aber an der Aufrechterhaltung des Projekts aufgrund dessen strategischer Bedeutung festhalten. Zudem waren der Markt- und Wettbewerbsdruck ausgesprochen hoch.

Eine naheliegende Lösung lag in der Anpassung der Projektmethodik. Ausgangspunkt hierfür bildeten zwei leicht unterschiedliche Modellansätze, die bereits 2016 von Gartner und IBM für komplexe DT-Projekte vorgeschlagen wurden. Kernidee ist hierbei eine Methodenverheiratung von Design Thinking [Do01] in der Vor-Projektphase und dem agilen Ansatz in der Umsetzungsphase. Gartner's Ansatz ist es, eine Lean-Startup-Phase (zur erweiterten Ideenfindung und Prototypisierung) dem agilen Vorgehen vorzuschalten und einen stetigen Wechsel zwischen agil und lean startup umzusetzen [BI01]. IBM konzentriert sich in ihrem Vorschlag auf die kontinuierliche Verbesserung der Lösung in einer dem agilen Vorgehen nachgeschalteten DevOps-Vorgehensweise [Lu01].

In dem hier aufgetretenen Fall stellen die Grundgedanken von IBM keinen Lösungsansatz dar, zumal sich das agile Vorgehen in einer Deadlock-Schleife befand. Ebenso ist die Modellvariation alleinig nach Gartner nicht ausreichend gewesen, da es innerhalb des Projekts keinerlei Kräfte gab, die eine sinnvolle Unterbrechung bzw. Komplementierung des laufenden agilen Vorgehens herbeiführen hätte können. Schlussendlich sieht Gartner in ihrem Ansatz keine ad-hoc-Modifikation der agilen Methodik vor, so dass eine direkte Übernahme deren Modelladaption nicht ausreichend erschien.

Es wurde entschieden, dass die avisierte Vorgehensmodelladaptation zwar auf den Grundgedanken von Gartner fußen soll, aber zusätzlich eine wesentliche Erweiterung erfahren muss, die zunächst dem Grundparadigma der agilen Methodik widerspricht. Hierbei wurde eine weitere Instanz geschaffen, die im Folgenden als agile Mediation bezeichnet werden soll. Die neu geschaffene Rolle ist weder Teil des agilen Projektteams noch Teil des Stakeholder-Managements und agiert völlig eigenständig. Sie steht damit auch nicht im Spannungsfeld Kunde-Lieferant.

Die folgenden 5 Grundregeln, wie diese auch in bekannten Mediationsverfahren [Su01] angewandt werden, wurden vereinbart:

- 1.) Freiwilligkeit, die Parteien (Kunde und Lieferant) entscheiden sich freiwillig zur Schaffung dieser Position
- 2.) Neutralität, d.h. es wird sichergestellt, dass die Rolle des Mediators von einer neutralen, unvoreingenommenen Person wahrgenommen wird

- 3.) Eigenverantwortlichkeit, d.h. beide Parteien bleiben weiterhin eigenverantwortlich in ihren jeweiligen Bereichen
- 4.) Informationstransparenz, d.h., alle direkten und indirekten Projektbeteiligten verfügen zu jeder Zeit über vollständige und unverfälschte Informationen
- 5.) Ergebnisoffenheit, d.h., das Ergebnis der Mediation, die schlussendlich direkten Einfluss auf die weitere Lösungsentwicklung nehmen soll, ist offen.

Die Mediationsrolle musste sich zusätzlich von der einer reinen Konfliktlösungsrolle lösen, da nur so notwendige Folgeprozesse sicher initiiert werden können. Die folgende Erweiterung über eine klassische Mediation hinaus wurde daher etabliert:

- 6.) Fachlichkeit, d.h. die Rolle sollte durch eine Person übernommen werden, die das technologische und betriebswirtschaftliche Fundament besitzt, die Tragweite alternativer Technologiewege abzuschätzen. Im Vorfeld bereits unrealistische Ansätze mussten zur Konfliktlösung so früh wie möglich verworfen werden.

Ziel der Mediation, die terminlich mit den Phasen der agilen Vorgehensweise synchronisiert wurde, war es, einvernehmlich festzustellen, inwiefern die Fortführung des Projekts durch die Hinzunahme von Lean-Startup-Iterationen ergänzt werden muss. Letztere sollten die Möglichkeit eröffnen, die Beherrschbarkeit der technologischen Herausforderungen durch alternative Experimente und Prototypisierungen basierend auf den bis dato vorliegenden Erkenntnissen sicherzustellen. Konkret wurde der Entscheidungsraum, in dessen Rahmen sich auch die Mediation bewegte, durch die folgenden Optionen und Strategiewege in Tabelle 1. beschrieben.

<i>Optionen / Strategie</i>	Perseverieren	„Pivotieren“
Vorgehen im Markt	Auslieferungsstopp zusätzlicher Einheiten, Aufrechterhaltung des aktuellen Betriebs	Auslieferung von weiteren Trackingsystemen Kunden, vermehrte Datengenerierung
Device Software	Einfrieren des Patch-Levels bis zur Verfügbarkeit einer neuen Generation, Aufrechterhaltung des aktuellen Betriebs	Entwicklung von System-Updates wie bspw. zum Batteriemangement und Patchen der bestehenden Trackingsysteme
Device Hardware	Festhalten an bestehender Hardware, bestehendes Batteriesystem, Aufrechterhaltung des aktuellen Betriebs	Neuentwicklung der bestehenden Hardware und Übergang zu einem Hochtemperatur-Akku-Batteriesystem, neue Materialien testen
Budget	Festhalten am bestehenden Projektbudget	Signifikante Erhöhung des Projektbudgets, Finanzierung der notwendigen Zusatzaufwände

Tab.1: Gegenüberstellung der Entscheidungsoptionen, deren Auswahl schlussendlich den Pfad der Projektmethodik (agil versus lean startup) definieren

Die agile Projektmethodik soll der Umsetzung der Perspektivierungen dienen, die Hinzunahme der weiteren Methodik lean startup der Umsetzung der Pivotierungen (Neuausrichtungen). In Summe konnte so die Modifizierung des Modells angegangen werden (vgl. Abb. 4).

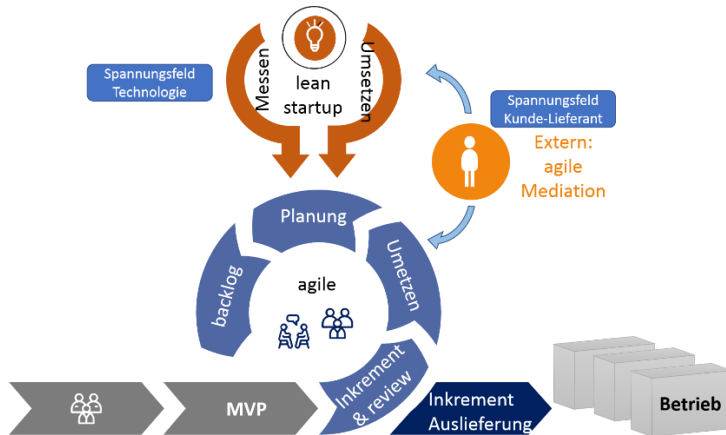


Abb.4: Methodische Anpassung des agilen Projektmanagementmodells: agil = Perspektivierungen des Projekts, lean startup = Pivotierungen des Projekts

3.5 Rückführung des Projekts in einen beherrschbaren Zustand

Entsprechend dem neu definierten Modell wurden sämtliche Perspektivierungen zur Aufrechterhaltung des aktuellen Betriebs entsprechend Tabelle 1. weiterhin agil im Rahmen der bekannten Vorgehensweise fortgeführt. Die Lean-Startup-Methodik, mit dem Freiheitsgrad der Untersuchung neuer Technologien bzw. -Erweiterungen, wurde zur Umsetzung der Pivotierungen angewendet. Das agile Mediationsverfahren ermöglichte es zudem, die Erwartungshaltungen Kunde-Lieferant wieder zusammenzuführen, und sich damit schlussendlich vom chaotischen Projektzustand zu lösen. Insbesondere konnte dem Kunde aufgezeigt werden, dass die technologische Weiterentwicklung der Lösung zunächst unbeeinflusst vom laufenden Betrieb erfolgt, notwendige Tests ebenfalls separiert erfolgen, gleichermaßen aber ein zügiger Transfer in das initial gemeinsam aufgesetzte Projekt erfolgen wird.

Offen blieb noch der betriebswirtschaftliche Aspekt des Projekts. Das initial vorgesehene Budget hatte keinerlei Spielraum zur Untersuchung von möglichen Pivotierungen. Eine nachträgliche Zusatzbudgetierung konnte weder kunden- noch lieferantenseitig angeboten werden. Gleiches galt für einen Budgetsplit. Im Rahmen der Mediation mussten hier ebenfalls neue bzw. alternative Wege aufgezeigt werden. Schlussendlich konnte externes Budget über einen Fremdinvestor, der gleichermaßen Interesse an der erfolgreichen Lösungsentwicklung zeigte, identifiziert werden.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Komplexe, herausfordernde Technologieprojekte können sich in einen Zustand bewegen, in denen die Machbarkeit und damit der Erfolg in Frage gestellt werden muss. Mittels eines konkreten Fallbeispiels wurde hierzu dargestellt, wie ein agiles Projektsetup, welches heute in Form eines flexiblen und iterativen Vorgehensmodell als Best Practice angesehen wird, an seine Grenzen kommt und das zu erklärende Scheitern offensichtlich wird. Das Projekt konnte sich aus eigener Kraft nicht mehr aus einem Deadlock lösen, der zum einen durch ein starkes Beharren an der Aufrechterhaltung des Erreichten gezeichnet war, zum anderen aber keinerlei Fortschritt mehr hinsichtlich der Erreichung des noch weit entfernten Projektziels generierte. Durch die Hinzunahme eines weiteren iterativen Zyklus in Form eines Lean-Startup-Ansatzes, parallel zum agilen Setup und ausgelöst wie auch moderiert durch eine extern neu hinzugefügte Instanz, dem Mediator, konnte das Projekt repariert werden. Ein Perseverieren des bis dato Erreichten bei gleichzeitigen, hiervon abgetrennten Innovationszyklen, wurde so ermöglicht. Die Erfolge aus Letzteren konnten schrittweise dem Kernprojekt zugeführt werden und erlaubten es, das sich in einem chaotischen Zustand befindliche Projekt wieder in die Richtung der Beherrschbarkeit zurückzuführen.

Der untersuchte Anwendungsfall hat zu einer weiteren Maßnahme im Rahmen des Lean-Startup-Ansatzes geführt: die technologisch notwendigen Veränderungen sind so gravierend, dass es einer signifikanten Co-Finanzierung bedarf. Daher entschied man sich für die Einwerbung von Mitteln für förderungsfähige Forschungsvorhaben. Schlussendlich konnte auch dies erfolgreich umgesetzt werden, so dass davon auszugehen ist, dass das Kernprojekt hierdurch signifikante Impulse erfahren wird, indem die Erkenntnisse aus den Forschungsaktivitäten schrittweise einfließen werden.

Der hier gewählte Ansatz wurde nur exemplarisch angewandt, ist aber leicht auf gleichartige Projekte übertragbar. In einer folgenden Arbeit sollten die Anforderungen an die Mediatoren:innen-Rolle untersucht und formuliert werden.

Abschließend muss darauf hingewiesen werden, dass grundsätzlich die hier gewählte Projektmethodik, das agile Vorgehensmodell, in Frage gestellt werden sollte. Jüngere Studien zeigen, dass gerade die Korrelation zwischen ausgewähltem Vorgehensmodell und Projekterfolg nur schwach ausgeprägt ist (siehe z.B. die Untersuchungen durch [Pa01]), das beschriebene Unternehmen jedoch die agile Methodik hinsichtlich einer hohen Erfolgsaussicht auswählte. Ob es sich bei der aufgetretenen chaotischen Zustandssituation um einen systematisch resultierenden Effekt handelte, der durch eine grundsätzlich andere Projektmethodik hätte mitigiert werden können, kann im Rahmen dieser Einzelstudie nicht beantwortet werden. Diese Anmerkung soll aber die Anwendbarkeit der hier vorgestellten Methodik in keinster Weise schmälern, da das agile Vorgehen bei komplexen Projekten aktuell die höchste Akzeptanz und Verbreitung hat und somit im Regelfall vorliegt.

Literatur

- [Ba01] Baccarini, D. The concept of project complexity—a review, in: *International Journal of Project Management*, vol. 14, no. 4, pp. 201–204, (1996)
- [Blo01] Blossch, M., Osmond, N., Norton, D., *Enterprise Architects Combine Design Thinking, Lean Startup and Agile to Drive Digital Innovation*. (2016)
- [Cr01] San Cristóbal, J. R., Carral L., Diaz, E., Fraguera, J. A., Iglesias, G., *Complexity and Project Management: A General Overview*, in: *Complexity*, vol. 2018, Article ID 4891286, (2018) <https://doi.org/10.1155/2018/4891286>
- [De01] Dekra, *Digitalisierung im Gebrauchtwagen Business von Autohäusern in Deutschland, Studie der Dekra GmbH*, (2021)
- [Do01] Dorst, K., The core of 'design thinking' and its application, in *Design Studies*. 32 (6). (2011)
- [Fa01] Farland, D.; Gomez, Ch. (2013). *Organized Anarchy*. In: *Organizational Analysis*. Coursera. pp. 59–77 (2013)
- [Fe01] Fernandez, D. J., Agile project management—agilism versus traditional approaches, in: *Journal of Computer Information Systems* 49.2, pp. 10-17, (2008)
- [Fl01] Fleig, J., *Projektchaos Regeln brechen und Projekte retten*, <https://www.business-wissen.de/artikel/projektchaos-regeln-brechen-und-projekte-retten/> März (2014), letzter Abruf 24.6.2023.
- [GiBr01] Girmscheid, G., Brockmann, C., The inherent complexity of large scale engineering projects, in: *Project Perspectives*, vol. 29, pp. 22–26, (2008)
- [KaVa01] Karlesky, M., Vander Voord, M., Agile project management, in: *ESC 247.267* (2008): 4
- [Lu01] Luke, D., C., *Accelerating the User Experience with IBM Design Thinking + Agile + DevOps*, at: *IBM InterConnect 2017, Las Vegas* (2017)
- [Ma01] Martincevic, I., Kozina, GF., The impact of new technology adaptation in business, in: *Economic and social development: book of proceedings* pp. 842-848, (2018)
- [Pa01] Pace, M., A correlational study on project management methodology and project success.. In: *Journal of Engineering, Project, and Production Management* 9.2 pp. 56 – 65 (2019).
- [Re01] Remington, K., Zolin, R., Turner, R., A model of project complexity: distinguishing dimensions of complexity from severity. in: *Proceedings of the 9th International Research Network of Project Management Conference, Berlin, IRNOP*, (2009)
- [Ri01] Richardson, K. A., *Managing complex organizations: complexity thinking and the science and art of management*, in: *Emergence: Complexity and Organization*, vol. 10, p. 13, (2008)

- [Ri02] Darrell, R., Elk, S., Berez, St.. Doing agile right: Transformation without chaos. Harvard Business Press, (2020)
- [SB01] Specht, D., Behrens, St. Strategische Planung mit Roadmap, in: Möhrle, Martin G., Isenmann, Ralf (Hrsg.). Technologie-Roadmapping, (2005)
- [Sn01] Snowden, D. Cynefin, A Sense of Time and Place: an Ecological Approach to Sense Making and Learning in Formal and Informal Communities. In: Conference proceedings of KMAC at the University of Aston, July (2000)
- [Sn02] Snowden, D. Cynefin: a sense of time and space, the social ecology of knowledge management. In: Knowledge Horizons : The Present and the Promise of Knowledge Management ed. C Despres & D Chauvel Butterworth Heinemann October (2000)
- [Su01] Surma, L., Principles of Mediation as the Basis of this Process, in: Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Finansów i Prawa w Bielsku-Białej 1, pp. 38-41 (2018):
- [St01] Stacey RD. Strategic management and organisational dynamics: the challenge of complexity. 3rd ed. Harlow: Prentice Hall, (2002)
- [Tu01] Turk, D., France, R., Rumpe, B., Limitations of agile software processes. In: Third international conference on eXtreme programming and agile processes in software engineering (XP 2002), pp. 43-46. (2002)
- [WiHi01] Williams, T., Hillson, D., Editorial–PMI Europe 2001, in: International Journal of Project Management, vol. 20, no. 3, pp. 183-184, (2002)

Prozessmanagement im Land Brandenburg – Erhebung in Brandenburger Kommunalverwaltungen und Vergleich mit Hessen und Sachsen

Robert Wernitz¹, Alexander Lübbe² und Frank Hogrebe³

Abstract: In einer Befragung wurde untersucht, in welchem Ausmaß Prozessmanagement in den Brandenburger Kommunalverwaltungen eingesetzt wird. Dazu wurde die Methodik von Hogrebes Studie „Effizientes Prozessmanagement in Hessen“ repliziert und auf die Brandenburger Kommunalverwaltungen angewandt. Untersucht wurden die Fokusbereiche Prozessdurchführung, Prozessgestaltung, Prozessorganisation und Prozessautomation. Die Ergebnisse zeigen, dass das Prozessmanagement in den Brandenburger Kommunalverwaltungen in allen vier Fokusbereichen kaum ausgeprägt ist. Ein Vergleich der Ergebnisse mit der Ursprungsstudie aus Hessen und einer Replikationsstudie aus Sachsen verdeutlicht, dass die drei Bundesländer nicht weit voneinander abweichen und das obwohl hierbei Erhebungen der Jahre 2016, 2018 und 2022 miteinander verglichen werden.

Keywords: Prozessmanagement, Prozessmodellierung, Organisation, Optimierung, Automatisierung, Digitalisierung, Verwaltungsmodernisierung, Öffentliche Verwaltung, Kommunen, E-Government.

1 Einleitung

Das Ziel des Onlinezugangsgesetzes, die Verwaltungsleistungen von Bund, Ländern und Kommunen bis zum Ende des Jahres 2022 auch in elektronischer Form anzubieten, wurde verfehlt [Wi22]. Dabei sollte die Bereitstellung von behördlichen Produkten, als digitale Leistungen, zu einer Modernisierung der Verwaltung führen. Eine solche Produktorientierung ermöglicht die Einbeziehung der zugrundeliegenden Prozesse und damit auch die Etablierung von Prozessmanagement [Ha19]. Dieser Zusammenhang wurde durch das Brandenburgische E-Government-Gesetz untermauert. Es fordert, dass Verwaltungsabläufe, die erstmals elektronisch unterstützt werden, anhand gängiger Methoden dokumentiert, analysiert und optimiert werden sollen (vgl. §8 BbgEGovG). Dies ist insbesondere für die kommunale Ebene von Bedeutung, da sie an einer Vielzahl von Verwaltungsleistungen beteiligt ist.

¹ Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz Brandenburg, EU-Zahlstelle, Henning-von-Tresckow-Straße 2-13, 14467 Potsdam, robert.wernitz@gmx.de

² Technische Hochschule Wildau, Fachbereich Wirtschaft, Informatik, Recht, Hochschulring 1, 15745 Wildau, alexander.luebbe@th-wildau.de

³ Hessische Hochschule für öffentliches Management und Sicherheit, Fachbereich Verwaltung am Campus Wiesbaden, Schönbergstraße 100, 65199 Wiesbaden, frank.hogrebe@hfpv-hessen.de

Angesichts der verfehlten Ziele des Onlinezugangsgesetzes und einer möglichen Neuauflage dieses Gesetzes, erscheint die Untersuchung des Einsatzes von Prozessmanagement in Kommunalverwaltungen relevant. Im Gegensatz zu den Bundesländern Hessen und Sachsen fehlen hierzu Untersuchungen für Brandenburg. Daher hatte diese Arbeit das Ziel, den Einsatz von Prozessmanagement in Brandenburg zu erheben. Dabei wurde das Untersuchungsdesign von Hogrebes Forschungsprojekt zum „Effizienten Prozessmanagement in Hessen“ [Ho17a] für Brandenburg übernommen. Durch eine bereits erfolgte Replikationsstudie für Sachsen [SW18] wurde ein Vergleich der drei Bundesländer ermöglicht. Dieser Beitrag fokussiert auf die Kernergebnisse einer Bachelorarbeit, in deren Rahmen die Untersuchung durchgeführt wurde [We22].

2 Forschungsstand

Der Einsatz von Prozessmanagement in der öffentlichen Verwaltung war bereits in der Vergangenheit Gegenstand verschiedener Untersuchungen. Dabei unterscheiden sich diese hinsichtlich der Perspektive der Autorenschaft und in der Auswahl des Untersuchungsgegenstands. Die Ziele dieser Untersuchungen sind jedoch vergleichbar. Sie wollen anhand erhobener Daten Aussagen zum Prozessmanagement in der öffentlichen Verwaltung oder Teilaspekten treffen.

Unter anderem auch Detemple et al., die in einem Kooperationsprojekt von PwC und IMTB schon 2014 den Umgang mit Prozessmanagement in der Verwaltung untersuchten, um Empfehlungen für diese zu erarbeiten [De14]. Zu diesem Zweck wurden 228 Verwaltungen auf Ebene von Bund, Ländern und Kommunen mit einem Fragebogen online befragt und Interviews mit Vertretenden aller Verwaltungsebenen geführt. Dabei stellte sich heraus, dass zwar Prozessmanagement in den Behörden eingesetzt wird, jedoch meist zeitlich und organisatorisch begrenzt. Zudem wurde deutlich, dass Prozessinformationen häufig gar nicht erhoben oder uneinheitlich ausgewertet werden. Bezüglich Notationen und Werkzeugen zeigten die Daten keine dominierenden Standards. Auch bei der Organisation des Prozessmanagements kommt die Studie zum Ergebnis, dass klare Strukturen und Verantwortlichkeiten fehlen.

Mit Fokus auf die kommunale Ebene untersuchte ein Forschungsprojekt von Hogrebe aus 2016 das Prozessmanagement in der hessischen Verwaltungspraxis, anhand der vier Fokusteilbereiche „Prozessdurchdringung“, „Prozessgestaltung“, „Prozessorganisation“ und „Prozessautomation“ [Ho17a]. An dieser Studie nahmen 166 hessische Kommunalverwaltungen in Form einer Onlinebefragung teil. Die Ergebnisse belegten, dass für die aus Kundensicht gebildeten Produkte nur teilweise Prozesse beschrieben waren. Eine grafische Prozessdokumentation fand zum Großteil kaum bis gar nicht statt. Ebenso wie bei der Untersuchung von Detemple et al. konnten auch bei den hessischen Kommunalverwaltungen keine Präferenzen bezüglich Notationen oder Werkzeugen festgestellt werden, sondern eher der Versuch mit vorhandener OFFICE-Software Prozesse abzubilden. Auch dort fehlte es an der organisatorischen Einrichtung von Prozessmanagement und -controlling. Passend dazu konnten nur bei wenigen Kommunen Verwaltungsleistungen online beantragt werden.

Ein studentisches Projekt aus 2018 von Schmidt und Wetzorke replizierte die hessische Studie für die sächsischen Kommunalverwaltungen und kam dabei zu vergleichbaren Ergebnissen [SW18]. Sie befragten ebenfalls mit einer Onlinebefragung 60 sächsische Kommunalverwaltungen. Dabei untersuchten sie auch einen vermuteten Zusammenhang zwischen der Verwaltungsgröße bzw. der Investitionsbasis der Verwaltungen mit dem Umfang der Prozessmanagementaktivitäten, welcher nicht belegt werden konnte. Ferner verdeutlichten sie mit einem zusätzlichen Teilziel, dass die Kommunalverwaltungen Prozessmanagement relevant für E-Government Vorhaben hielten, aber die bisherigen Maßnahmen als nicht erfolgreich einschätzten.

Aktuellere Ergebnisse lieferte die Studie von Becker, Fuhsy und Halsbenning, welche den Stand von Prozessmanagement in den deutschen Behörden und Organisationen des öffentlichen Sektors untersuchten und das zusätzlich unter Anbetracht der OZG-Umsetzung [BFH21]. Dazu wurde 2020 eine Onlinebefragung mit 732 Teilnehmenden von allen Verwaltungsebenen durchgeführt. Auch wenn die Ergebnisse dieser Studie einen Fortschritt in Bezug auf die organisatorische Einrichtung und den verwendeten Methoden feststellen konnten, wurde deutlich, dass die Durchführung von Prozessmanagement in Behörden weiterhin eine Ausnahme und nicht die Regel ist. Obwohl die Daten einen vermehrten Einsatz moderner Methoden wie BPMN 2.0 und PICTURE nachweisen konnten, wurde auch hier gezeigt, dass die meistverwendeten Prozessmanagement-Werkzeuge OFFICE-Programme sind.

In der bisherigen Forschung zum Prozessmanagement in der öffentlichen Verwaltung wurden meist alle Verwaltungsebenen betrachtet, unter anderem auch bei Freitag et al. [Fr18] und Höhne et al. [Hö21], deren Untersuchungen an dieser Stelle nicht weiter thematisiert werden, aber ähnliche Erkenntnisse hervorbrachten. Studien, wie die von Hogrebe sowie Schmidt und Wetzorke, welche bundeslandspezifisch die kommunale Ebene allein betrachten, sind dagegen Ausnahmen.

3 Methodisches Vorgehen

Die vorliegende Untersuchung ist eine Replikationsstudie von Hogrebes Studie „Effizientes Prozessmanagement in Hessen“ [Ho17a]. Aus diesem Grund wurde das Forschungsdesign der hessischen Studie zur Untersuchung der Brandenburger Kommunalverwaltungen übernommen.

So wurde bspw. der Onlinefragebogen aus der Ursprungsstudie übernommen. Wie auch in den vorhergehenden Studien wurde eine Vollerhebung durchgeführt, d.h. alle Brandenburger Kommunalverwaltungen wurden zur Teilnahme eingeladen. Wie bereits in Hessen waren die Landkreise und ihre Kreisverwaltungen kein Teil der Untersuchung, sondern ausschließlich Gemeinden und Städte. Brandenburg hatte zum Zeitpunkt der Untersuchung im Sommer 2022 vier kreisfreie Städte und 409 Gemeinden. Davon waren 138 Gemeinden amtsfrei, mit einer eigenen Verwaltung. Weitere 266 hatten keine eigene Verwaltung, da sie einem der 50 Ämter Brandenburgs angehörig waren. Eine einzelne Gemeinde wurde mitverwaltet und hatte keine eigene Verwaltung.

Vier weitere Ortsgemeinden bildeten eine Verbandsgemeinde mit einer zusammengeführten Verwaltung. Somit betrachtete die Untersuchung eine Grundgesamtheit von 193 Kommunalverwaltungen [Mi22a].

Die Datenerhebung erfolgte mit einem Online-Fragebogen mit acht Teilen, der mit dem Umfrage-Tool "LamaPoll" erstellt und veröffentlicht wurde. Dieser Fragebogen enthielt 23 inhaltliche Fragen zu den vier Schwerpunktbereichen "Prozessdurchdringung", "Prozessgestaltung", "Prozessorganisation" und "Prozessautomation" analog zu den Fragen in der hessischen Studie [Ho17a]. Die Durchführung der Datenerhebung erfolgte ebenfalls analog zur ursprünglichen hessischen Studie, um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Aus diesem Grund wurde für die Erhebung ein Befragungszeitraum von acht Wochen festgelegt, welcher am 16.06.2022 begann und am 11.08.2022 endete. Zur Teilnahme an der Befragung wurden jeweils die obersten Kommunalleitungen (Oberbürgermeisterinnen und Oberbürgermeister, Bürgermeisterinnen und Bürgermeister, Amtsdirektorinnen und Amtsdirektoren) per E-Mail gebeten. Hierfür wurden die online öffentlich verfügbaren E-Mail-Adressen aus dem Kommunalverzeichnis genutzt und die Funktionsträgerinnen und Funktionsträger jeweils namentlich adressiert [Mi22b]. An die Teilnahmemöglichkeit wurde zwei Mal erinnert, erstmals am 27.06.2022 und ein zweites Mal gegen Ende der Befragung, am 01.08.2022. Für die Auswertung der erhobenen Daten wurden die Ergebnisse jeder Frage einzeln zusammen mit dem jeweiligen Fokusfeld bewertet und mit den Ergebnissen der ursprünglichen Studie aus Hessen [Ho17a] sowie mit den Ergebnissen der Replikationsstudie aus Sachsen [SW18] verglichen.

4 Ergebnisse

4.1 Grunddaten

Von den insgesamt 193 angeschriebenen Kommunalverwaltungen Brandenburgs, haben 69 mindestens eine Frage beantwortet, eine Beteiligungsquote von 35,75 Prozent. Im Vergleich dazu war die Beteiligungsquote an der hessischen Studie von 2016 mit 38,96 % leicht höher, bei einer Grundgesamtheit von 426 Kommunalverwaltungen und 166 Teilnehmenden. Deutlich niedriger hingegen war die Beteiligung bei der sächsischen Replikationsstudie von 2018, mit 19,35 % bei einer Grundgesamtheit von 310 Kommunalverwaltungen und 60 Teilnehmenden.

Die Befragung der Teilnehmenden, bezüglich ihrer Grunddaten, erfolgte nach ihrer Funktion innerhalb der Verwaltung und der Größenklasse der Kommune, die sie vertraten. Zur Funktion machten 68 Teilnehmende der Brandenburger Befragung Angaben. Hiervon waren 43 Teilnehmende Oberbürgermeisterinnen und Oberbürgermeister bzw. Bürgermeisterinnen und Bürgermeister oder die Vertretung im Amt (63,24 %). Der Anteil von Amtsdirektorinnen und Amtsdirektoren oder Vertretungen im Amt betrug neun Teilnahmen (13,24 %) und der von Leitungen der Informationstechnik, Organisation oder Kämmerei zusammengefasst sieben Teilnahmen (10,29 %).

Neun weitere Teilnehmende hatten eine andere Funktion (13,24 %), wie z. B. Abteilungsleiter des Bürgerservice, Amtsleiter des Haupt- und Ordnungsamts, Referent der Bürgermeisterin, Verwaltungsdezernent, Öffentlichkeitsarbeit oder Sachbearbeitung. Anders als bei den anderen beiden Bundesländern war der Anteil der obersten kommunalen Verwaltungsleitungen (Oberbürgermeisterinnen und Oberbürgermeister, Bürgermeisterinnen und Bürgermeister, Amtsdirektorinnen und Amtsdirektoren) in Brandenburg mit 76,47 % höher. Hierbei ist jedoch anzumerken, dass diese Frage abweichend von der ursprünglichen Studie auf die Brandenburger Gegebenheiten angepasst wurde. Denn die Auswahl wurde um die Funktion der Amtsdirektorin bzw. des Amtsdirektors ergänzt, welche es in Hessen und Sachsen nicht gibt.

Funktion	Brandenburg (n = 68)	Hessen (n = 165)	Sachsen (n = 59)
Oberbürgermeisterin /Oberbürgermeister	1,47%	0,61%	0%
Bürgermeisterin /Bürgermeister	61,76%	66,06%	40,68%
Amtsdirektorin /Amtsdirektor	13,24%	-	-
Sonstige	23,53%	33,33%	59,32%

Tab. 1: Ergebnisse: Frage 1 - Welche Funktion üben Sie in Ihrer Kommune aus?

Zur Größenklasse äußerten sich 69 Teilnehmende Brandenburgs. Die Einteilung der Kommunalverwaltungen erfolgte wie bereits in der ursprünglichen Studie nach den KGSt Größenklassen [KG22]. Die Größenklassen der befragten Kommunalverwaltungen waren wie folgt: Drei Verwaltungen (4,35 %) gehörten zur Größenklasse 1-3 mit über 100.000 Einwohnenden, eine (1,45 %) zur Klasse 4 mit 50.000-100.000 Einwohnenden, sechs (8,70 %) zur Klasse 5 mit 25.000-50.000, 19 (27,54 %) zur Klasse 6 mit 10.000-25.000 und 40 (57,97 %) zur Klasse 7 mit weniger als 10.000 Einwohnenden. Die prozentuale Verteilung dieser Größenklassen der Teilnehmenden ähnelt der Verteilung in Hessen und Sachsen. Nur bei den Anteilen der Größenklassen 6 und 7 gibt es zwischen Brandenburg und Hessen im Vergleich zu Sachsen Abweichungen von etwa 10 %.

Anzahl der Einwohnenden	Brandenburg (n = 69)	Hessen (n = 166)	Sachsen (n = 59)
≥ 100.000 Einwohnende	4,35%	3,01%	5,08%
50.000 bis 100.000 Einwohnende	1,45%	2,41%	1,69%
25.000 bis 50.000 Einwohnende	8,70%	7,23%	8,47%
10.000 bis 25.000 Einwohnende	27,54%	33,13%	16,95%
weniger als 10.000 Einwohnende	57,97%	54,22%	67,80%

Tab. 2: Ergebnisse: Frage 2 - Größenklasse Ihrer Kommune

4.2 Fokusfeld „Prozessdurchdringung“

Das erste Fokusfeld befasste sich mit der übergeordneten Fragestellung, wie flächendeckend Verwaltungsprozesse in Brandenburger Kommunen erfasst und dokumentiert sind. Hierzu wurden in der Untersuchung vier Fragen gestellt, von denen hier zwei exemplarisch betrachtet werden.

Die Frage 3 der Befragung beschäftigte sich damit, ob die Kommunalverwaltungen Produkte gebildet haben, welche aus Kundensicht die Dienstleistungen der Behörde erkennen lassen. Eine Erläuterung zur Frage konkretisierte, dass mit Kundinnen und Kunden außenstehende Stellen, wie Bürgerinnen und Bürger, Unternehmen oder andere Behörden gemeint sind. Von insgesamt 65 Teilnehmenden, die diese Frage beantworteten, wählten 27 Teilnehmende die bejahenden Antwortmöglichkeiten (41,54 %) und 15 die verneinenden (23,08 %). Mit „teilweise“ beantworteten 19 Teilnehmende diese Frage (29,23 %), womit dies gleichauf mit „ja“ die am häufigsten gewählte Einzelantwortmöglichkeit war. Auffällig war, dass vier Teilnehmende nicht wussten, ob sie solche Produkte gebildet haben oder nicht (6,15 %).

Mit diesen Ergebnissen liegt Brandenburg unterhalb der Ergebnisse aus Hessen und Sachsen, die beide prozentual mehr bejahende oder weniger verneinende Antworten erhielten.

Bundesland	ja	eher ja	teilweise	eher nein	nein	weiß nicht
Brandenburg (n = 65)	29,23%	12,31%	29,23%	10,77%	12,31%	6,15%
Hessen (n = 164)	31,10%	28,66%	22,56%	9,15%	6,71%	1,83%
Sachsen (n = 59)	22,03%	25,42%	28,81%	13,56%	10,17%	0%

Tab. 3: Ergebnisse: Frage 3 - Haben Sie in Ihrer Verwaltung Produkte gebildet, die aus Kundensicht die Dienstleistungen Ihrer Behörde erkennen lassen?

Daran anknüpfend diente Frage 4 der Untersuchung dazu herauszufinden, ob zu diesen gebildeten Produkten korrespondierend Prozesse beschrieben sind, die das Verwaltungsverfahren zur Erstellung des Produkts nachvollziehbar machen. Hierbei handelte es sich um eine Zusatzfrage, die nur durch diejenigen beantwortet werden konnte, die bei der vorherigen Frage Antworten von „ja“ bis „eher nein“ angaben. Somit äußerten sich zu dieser Frage 52 Teilnehmende, wovon 15 diese bejahten (28,85 %). Der Großteil jedoch äußerte sich mit „eher nein“ oder „nein“ (36,54 %). Dennoch war die am häufigsten gewählte Einzelantwortmöglichkeit „teilweise“, mit 32,69 %. Verglichen mit den anderen beiden Bundesländern, haben die Brandenburger Ergebnisse an dieser Stelle prozentual mehr Antworten in Richtung „ja“ und weniger in Richtung „nein“. Besonders an Brandenburg ist die hohe Anzahl derjenigen die mit „teilweise“ antworteten. Letztlich ist jedoch bei allen drei Bundesländern festzustellen, dass diese Frage überwiegend verneint wurde.

Bundesland	ja	eher ja	teilweise	eher nein	nein	weiß nicht
Brandenburg (n = 52)	15,38%	13,46%	32,69%	25,00%	11,54%	1,92%
Hessen (n = 150)	15,33%	10,00%	25,33%	29,33%	16,00%	4,00%
Sachsen (n = 53)	5,66%	11,32%	26,42%	28,30%	28,30%	0,00%

Tab. 4: Ergebnisse: Frage 4 - Sind zu den gebildeten Produkten korrespondierend Prozesse beschrieben, die das Verwaltungsverfahren zur Erstellung des Produkts nachvollziehbar machen?

Zusammenfassend zeigt das erste Fokusfeld, dass die Definition von Produkten in der Brandenburger Verwaltung lückenhaft ist und nur „teilweise“ Prozesse für Produkte hinterlegt sind, ähnlich wie in Sachsen und Hessen.

4.3 Fokusfeld „Prozessgestaltung“

Im zweiten Fokusfeld wurden sechs Fragen zu den übergeordneten Fragestellungen gestellt, welche Darstellungsformen (sogenannte Notationen) für die Abbildung öffentlicher Vorgänge zum Einsatz kommen und welche Erfahrungen dazu vor Ort vorliegen.

Beginnend mit Frage 7 zielte diese darauf ab, in Erfahrung zu bringen, ob in der befragten Behörde Verwaltungsverfahren grafisch dokumentiert sind. Eine Antwort auf diese Frage gaben 55 Teilnehmende ab. Davon bestanden drei Antworten aus den Antwortmöglichkeiten „ja“ oder „eher ja“ (5,45 %) und 44 aus „eher nein“ oder „nein“ (80,00 %). Dabei ist herauszuheben, dass 34 Teilnehmende (61,82 %) eindeutig mit „nein“ antworteten, was damit die am häufigsten gegebene Antwort war. Mit „teilweise“ antworteten sieben Teilnehmende (12,73 %). Im Vergleich der Ergebnisse von Brandenburg und Sachsen zu dieser Frage ist zu erkennen, dass diese ähnlich sind mit Verschiebungen zwischen den Antwortmöglichkeiten „ja“ und „eher nein“ zugunsten Sachsens. Ebenfalls vergleichbar sind die Ergebnisse von Brandenburg und Hessen, mit Verschiebungen zwischen den Antwortmöglichkeiten „eher nein“ und „nein“, zugunsten Hessens.

Bundesland	ja	eher ja	teilweise	eher nein	nein	weiß nicht
Brandenburg (n = 55)	3,64%	1,82%	12,73%	18,18%	61,82%	1,82%
Hessen (n = 153)	1,96%	1,96%	14,38%	27,45%	52,29%	1,96%
Sachsen (n = 59)	8,47%	0,00%	13,56%	11,86%	62,71%	3,39%

Tab. 5: Ergebnisse: Frage 7 - Sind in Ihrer Behörde Verwaltungsverfahren grafisch dokumentiert?

Folgerichtig sollte mit Frage 8 herausgefunden werden, welche Darstellungsform bzw. Modellierungsnotation zur Erstellung der grafischen Prozessdarstellungen in der jeweiligen Kommunalverwaltung verwendet wird. Anders als bei der Replikationsstudie aus Sachsen, wurde für die Brandenburger Befragung die ursprüngliche Antwortmöglichkeit als Freitext beibehalten und nicht in eine Mehrfachauswahl mit Ergänzungsoption umgewandelt. Der Grund für das Beibehalten war, dass es auch von Interesse ist herauszufinden was die Teilnehmenden unter einer Darstellungsform bzw. Modellierungsnotation für grafische Prozessdarstellungen verstehen. Deshalb kam es, wie bereits in Hessen, zu einem weiten Spektrum der angegebenen Darstellungsformen, wobei 13 Teilnehmende Angaben machten. Durch die offene Frage war es den Teilnehmenden auch möglich mehrere Darstellungsformen in einer Antwort zu nennen, weshalb die Anzahl der Darstellungsformen, mit 15 Nennungen, die Anzahl der Teilnehmenden überstieg.

Die am häufigsten genannte Darstellungsform, war das Tabellenkalkulationsprogramm Excel bzw. eine tabellarische Darstellung, mit vier Nennungen (26,67 %). Es wurden aber auch vier Modellierungsnotationen bzw. Modellierungsprogramme genannt (26,67 %). Das waren zum einen die Notationsstandards BPMN 2.0 und DMN, aber auch PICTURE-BPMN und PICTURE (jeweils 6,67 %). Ferner wurde auch einmal Flowchart und Swimlane genannt (6,67 %), welche Vorgänger des Notationsstandards BPMN 2.0 sind. Hinzu kommen jeweils einmal die OFFICE-Programme Word und PowerPoint, sowie zwei unbekannte Produkte (jeweils 6,67 %). Auch die Ergebnisse aus Hessen zeigten eine weite Bandbreite an Darstellungsformen, wobei dort Flussdiagramme, wie sie z.B. mit Visio erstellt werden, am häufigsten genannt wurden, gefolgt vom Tabellenkalkulationsprogramm Excel und dem Präsentationsprogramm PowerPoint. Modellierungsnotationen oder -programme kamen kaum vor, lediglich PICTURE und FaMoS.

Nennungen	Brandenburg (n = 13)	Hessen (n = 29)	Sachsen (n = 20)
BPMN	2	0	3
PICTURE	1	1	11
DMN	1	0	0
Flowchart, Swimlane	1	0	0
Flussdiagramme bzw. Visio	0	8	6
Tabellarisch bzw. MS Excel	4	4	9
Präsentations- programm bzw. PowerPoint	1	2	3
Textverarbeitungs- programm bzw. Word/textlich	1	2	0
Sonstige Antworten	4	11	3

Tab. 6: Ergebnisse: Frage 8 - Welche Darstellungsform (sog. Modellierungsnotation) wird zur Erstellung der grafischen Prozessdarstellungen in Ihrer Verwaltung verwendet? (Auszug)

In Sachsen sind die Ergebnisse zu dieser Frage eindeutiger. Dort gibt es klare Mehrheiten für PICTURE, gefolgt von Excel. Weniger häufig wurden Flussdiagramme, BPMN und PowerPoint genannt.

Zusammenfassend zeigt das zweite Fokusfeld, dass grafische Notationsstandards für Brandenburger Verwaltungsverfahren selten genutzt werden und stattdessen eine Vielzahl von Darstellungsformen wie Tabellen und OFFICE-Software zum Einsatz kommen.

4.4 Fokusfeld „Prozessorganisation“

Das dritte Fokusfeld umfasste drei Fragen zu den übergeordneten Fragestellungen, wie Prozessmanagement – soweit vorhanden – in Brandenburgischen Kommunen organisiert wird und ob es Prozessverantwortliche oder ein Prozesscontrolling gibt.

Zunächst wurde mit Frage 13 der Untersuchung danach gefragt, ob in der befragten Behörde ein Prozessmanagement organisatorisch eingerichtet ist. Dazu erhielten die Teilnehmenden die Erläuterung, dass unter den Aufgaben des Prozessmanagements in einer Verwaltung zu verstehen ist, die Prozesse zu erfassen, zu bündeln und – wo sinnvoll – Vereinheitlichungen bzw. Standardisierungen vorzunehmen. Diese Frage haben in der Brandenburger Befragung 54 Teilnehmende beantwortet. Werden die bejahenden Antwortmöglichkeiten zusammengefasst, dann haben zehn Kommunalverwaltungen ein Prozessmanagement organisatorisch eingerichtet (18,52 %) und 13 „teilweise“ (24,07 %). 31 antworteten mit „eher nein“ oder „nein“ (57,41 %). Damit hatten Brandenburgische Kommunalverwaltungen prozentual häufiger ein Prozessmanagement eingerichtet als die Bundesländer Hessen und Sachsen.

Bundesland	ja	eher ja	teilweise	eher nein	nein	weiß nicht
Brandenburg (n = 54)	9,26%	9,26%	24,07%	24,07%	33,33%	0,00%
Hessen (n = 139)	3,60%	2,88%	23,02%	20,14%	50,36%	0,00%
Sachsen (n = 59)	6,78%	5,08%	18,64%	11,86%	57,63%	0,00%

Tab. 7: Ergebnisse: Frage 13 - Ist in Ihrer Behörde ein Prozessmanagement organisatorisch eingerichtet?

Anhand von Frage 14 sollte festgestellt werden, ob in den Kommunalverwaltungen auch ein Prozesscontrolling organisatorisch eingerichtet ist. Eine Erläuterung zur Frage definierte für die Teilnehmenden, dass die Aufgaben des Prozesscontrollings sind die Verwaltungsprozesse zu hinterfragen, zu bewerten, darüber zu berichten und ggf. zu optimieren. Hierzu machten erneut 54 Brandenburger Kommunalverwaltungen Angaben, wovon sechs Teilnehmende „ja“ oder „eher ja“ auswählten (11,11 %) und 12 „teilweise“ (22,22 %). Verneint haben diese Frage 36 Kommunalverwaltungen (66,67 %). Nach diesen Ergebnissen hatte Brandenburg auch hier prozentual häufiger ein Prozesscontrolling eingerichtet als Hessen und Sachsen.

Bundesland	ja	eher ja	teilweise	eher nein	nein	weiß nicht
Brandenburg (n = 54)	1,85%	9,26%	22,22%	16,67%	50,00%	0,00%
Hessen (n = 141)	3,55%	2,13%	20,57%	21,28%	52,48%	0,00%
Sachsen (n = 59)	1,69%	3,39%	11,86%	16,95%	66,10%	0,00%

Tab. 8: Ergebnisse: Frage 14 - Ist in Ihrer Behörde ein Prozesscontrolling organisatorisch eingerichtet?

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass in Brandenburgischen Kommunalverwaltungen öfter Prozessmanagement und -controlling eingerichtet sind als in den Bundesländern Hessen und Sachsen. Dennoch haben insgesamt mehr als die Hälfte der befragten Kommunalverwaltungen kein organisatorisches Prozessmanagement oder -controlling.

4.5 Fokusfeld „Prozessautomation“

Gegenstand des letzten Fokusfelds waren die Ergebnisse von acht Fragen hinsichtlich der übergeordneten Fragestellungen, welche Verwaltungsleistungen online abgewickelt werden können und welche kundenorientierten Antragsverfahren medienbruchfrei sind. Hierzu sollte die Frage 16 der Untersuchung aufzeigen, ob in der jeweiligen Kommunalverwaltung Verwaltungsleistungen online beantragt werden können. An dieser Frage beteiligten sich 54 Teilnehmende, wovon 11 „eher ja“ oder „ja“ auswählten (20,37 %) und 22 „teilweise“ (40,74 %). Die Antwortmöglichkeiten „eher nein“ oder „nein“ wählten hingegen 20 Teilnehmende (37,04 %), zuzüglich einer Kommunalverwaltung, die das nicht wusste (1,85 %). Diese Ergebnisse ähneln, mit Ausnahme leichter Schwankungen, derer aus Sachsen. Wohingegen nach den Ergebnissen aus Hessen dort mehr Verwaltungsleistungen online beantragt werden können.

Bundesland	ja	eher ja	teilweise	eher nein	nein	weiß nicht
Brandenburg (n = 54)	16,67%	3,70%	40,74%	12,96%	24,07%	1,85%
Hessen (n = 141)	28,37%	4,96%	42,55%	9,22%	14,89%	0,00%
Sachsen (n = 59)	20,34%	1,69%	40,68%	10,17%	27,12%	0,00%

Tab. 9: Ergebnisse: Frage 16 - Können in Ihrer Behörde Verwaltungsleistungen online beantragt werden?

Korrespondierend zu Frage 16 sollte Frage 20 ermitteln, ob die Kommunalverwaltungen auch medienbruchfreie Antragsverfahren aus Kundensicht anbieten. Dazu hatte die Frage die Erläuterung, dass Antragsverfahren aus Kundensicht dann medienbruchfrei sind, wenn die gesamte Kommunikation aus Sicht des Antragsstellers mit der Verwaltung elektronisch erfolgt. Damit gemeint war auch, dass die Bestandteile eines solchen Verfahrens, wie die Anträge, Vorgangsbearbeitung, Auskünfte, Bescheide und Entrichtung von Gebühren, vollständig online abgewickelt werden. Von den 54 Kommunalverwaltungen, die an dieser Frage teilnahmen, konnten zwei Antworten nicht in das Ergebnis einfließen, da diese Teilnehmenden bei Frage 16 mit „nein“ antworteten, aber bei der dieser Frage mit „teilweise“ oder „eher nein“. Nach Bereinigung der Ergebnisse, stimmten zwei Teilnehmende der Frage mit „ja“ zu (3,85 %) und neun weitere antworteten mit „teilweise“ (17,31 %). Die verneinenden Antwortmöglichkeiten „eher nein“ oder „nein“ wurden dagegen von 40 Teilnehmenden gewählt (76,92 %). Bei diesen Ergebnissen ordnet sich Brandenburg damit zwischen Hessen und Sachsen ein. Dabei ist anzumerken, dass bei den hessischen Ergebnissen eine „eher nein“-Antwort nicht verwertet werden konnte, da diese Teilnehmende bei Frage 16 mit „nein“ geantwortet hatte.

Bundesland	ja	eher ja	teilweise	eher nein	nein	weiß nicht
Brandenburg (n = 52)	3,85%	0,00%	17,31%	32,69%	44,23%	1,92%
Hessen (n = 133)	3,76%	3,01%	13,53%	24,06%	42,86%	12,78%
Sachsen (n = 58)	1,72%	1,72%	13,79%	12,07%	70,69%	0,00%

Tab. 10: Ergebnisse: Frage 20 - Verfügt Ihre Behörde über medienbruchfreie Antragsverfahren aus Kundensicht?

Zusammenfassend zeigt sich, dass in Brandenburg, wie auch in Sachsen und Hessen, nur wenige Verwaltungsdienstleistungen online angeboten und noch weniger als medienbruchfreie Prozesse intern abgewickelt werden können.

5 Diskussion

Bei der Interpretation der Ergebnisse muss zunächst zur Kenntnis genommen werden, dass nur 69 von 193 teilnahmeberechtigten Kommunalverwaltungen auch teilgenommen haben. Dies schränkt die Repräsentativität der Ergebnisse ein, da anzunehmen ist, dass Kommunalverwaltungen mit einem ausgeprägten Prozessmanagement eher dazu bereit sind, an einer solchen Befragung teilzunehmen. Zudem gibt es potenziell verzerrende Effekte wie den der sozialen Erwünschtheit [FF22]. Durch die Verwendung eines Onlinefragebogens und dem Verweis auf die Anonymität der Antworten, werden diese Auswirkungen als gering eingeschätzt. Entscheidender ist, dass die Studie unter den gleichen Bedingungen wie 2016 in Hessen und 2018 in Sachsen durchgeführt wurde und damit eine Vergleichbarkeit zwischen Bundesländern ermöglicht.

Die Beteiligungsquote von 35,75% kann als ein gutes Ergebnis für eine Onlinebefragung betrachtet werden [FF22]. Damit wurde die Brandenburger Befragung deutlich besser als die sächsische und nur etwas schlechter als die hessische Befragung angenommen. Dabei sind bei der Betrachtung der prozentualen Verteilung die Bürgermeisterinnen und Bürgermeister (in der Befragung 61,76 %, in Realität 72,02 %) sowie Amtsdirektorinnen und Amtsdirektoren (in der Befragung 13,24 %, in Realität 25,91 %) in Brandenburg etwas unterrepräsentiert gewesen, wohingegen die Oberbürgermeisterinnen und Oberbürgermeister gut repräsentiert wurden (in der Befragung 1,47 %, in Realität 2,07 %) [Mi22b]. Die Repräsentation der Größenklassen der Kommunen stimmte fast genau mit der tatsächlichen Verteilung der Bevölkerung vom 31.12.2021 überein [Am22]. Mit Ausnahme des Anteils der Größenklasse 1-3, da dieser nicht der Realität entspricht. In der Befragung gaben drei Teilnehmende an der Größenklasse 1-3 anzugehören und damit mehr als 100.000 einwohnende Personen zu besitzen. Jedoch gibt es mit Potsdam in Brandenburg nur eine Stadt, mit solch einer Bevölkerungszahl. Demzufolge sind zwei Angaben zur Größenklasse falsch.

Die Ergebnisse der Fokusfelder belegen die Notwendigkeit zur Einführung eines flächendeckenden Prozessmanagements in den Kommunalverwaltungen Brandenburgs. Bereits das erste Fokusfeld macht dies deutlich. Die Ergebnisse von Frage 3 zeigen, dass eine Produktbildung aus Kundensicht nicht in allen Kommunalverwaltungen stattfindet. Dabei spiegeln die kommunalen Produkte das Ergebnis der Dienstleistungen und damit den Output der Verwaltung wider. Per Prozessdefinition ist die Festlegung des Outputs ein Bestandteil von Prozessen und eine Voraussetzung für das Prozessmanagement [Ga20]. Aber nicht nur für eine prozessorientierte Verwaltung im Sinne des New Public Managements ist eine Produktorientierung erforderlich [Ha19] [Pi21]. Denn auch haushaltsrechtlich müssen die Kommunen, ihre Leistungen als Produkte für Stellen außerhalb der Verwaltung - ihre Kundinnen und Kunden - beschreiben (vgl. § 2 Nr. 33, 35 und § 6 Absatz 4 KomHKV).

Da nicht alle Kommunen Produkte aus Kundensicht gebildet haben, ist es nicht überraschend, dass es hierzu auch nicht überall korrespondierende Prozessbeschreibungen gibt, wie die Ergebnisse von Frage 4 zeigen. Ohne solche Prozessbeschreibungen fehlt die nötige Transparenz, um die Schritte einer Verwaltungsleistung verwaltungsintern und -extern vom Anfang bis zum Ende nachvollziehbar zu machen. Damit können auch keine Optimierungspotentiale entdeckt und genutzt werden, die zur Effizienzsteigerung und Verwaltungsmodernisierung bzw. -digitalisierung führen.

Die Ergebnisse des zweiten Fokusfelds belegen zudem die geringe Bedeutung etablierter Prozessmanagement-Methoden. Denn die grafische Darstellung von Verwaltungsverfahren in Prozessmodellen findet in den Brandenburger Kommunen kaum statt. Dabei können die Daten der Befragung keine Erkenntnisse dazu liefern, in welcher anderen Form die Prozesse dokumentiert werden, in den Fällen, wo dennoch Prozessbeschreibungen existieren. Es ist davon auszugehen, dass es sich hierbei um schriftliche Prozessbeschreibungen handelt. Jedoch sind grafische Prozessmodelle gegenüber Beschreibungen in Textform überlegen, wenn es darum geht Optimierungspotenziale zu erkennen [Ho17b]. Das weite Spektrum der genannten Darstellungsformen belegt, dass es keinen einheitlichen Notationsstandard für die Dokumentation von Verwaltungsabläufen in den Brandenburger Kommunen gibt, sondern eher versucht wird mit vorhandener OFFICE-Software Prozessmanagement zu betreiben. Die geringe Bedeutung von Prozessmanagement in den Brandenburger Kommunen spiegelt sich auch in der organisatorischen Verankerung wider, worauf die Ergebnisse vom dritten Fokusfeld hindeuten. Demnach ist in der Organisation der Behörden mehrheitlich kein Prozessmanagement eingerichtet. Noch weniger ausgeprägt ist diesbezüglich das Prozesscontrolling. Somit lässt sich vermuten, dass das bisherige Prozessmanagement - wenn überhaupt - eher operativ und organisatorisch begrenzt stattfindet als strategisch.

Die Ergebnisse des letzten Fokusfelds sind von besonderer Relevanz, weil sie den Zusammenhang zwischen dem Einsatz von Prozessmanagement und der Verwaltungsdigitalisierung verdeutlichen. Laut den Daten können in den Brandenburger Kommunalverwaltungen bisher nur teilweise Verwaltungsleistungen online beantragt werden. Noch deutlich weniger vorhanden sind medienbruchfreie Antragsverfahren aus Kundensicht. Dabei geben die Daten keinen Aufschluss hinsichtlich der Medienbruchfreiheit innerhalb der Verwaltungen. Denn für eine vollständige Verwaltungsdigitalisierung sollten Prozesse nicht nur aus Kundensicht medienbruchfrei sein, sondern auch verwaltungsintern.

Die alleinige Betrachtung dieses Status quo, macht die Dringlichkeit einer flächendeckenden Einführung bzw. Ausweitung von Prozessmanagement deutlich. Der Vergleich der Ergebnisse mit denen von Hessen und Sachsen verschärft diese Erkenntnis. Denn auch wenn einige Antworten zu besseren Ergebnissen für Brandenburg führten, weichen die drei Untersuchungen insgesamt nicht weit voneinander ab und dass obwohl hierbei die Jahre 2016, 2018 und 2022 miteinander verglichen werden. Somit liegt der gegenwärtige Stand des Prozessmanagements der Brandenburger Kommunen, vier bis sechs Jahre hinter dem von Hessen und Sachsen. Vorausgesetzt die beiden Bundesländer haben sich seitdem diesbezüglich verbessert.

Für Aussagen hinsichtlich einer bundesweiten Einordnung der Brandenburger Kommunen fehlt es an gleichartigen Untersuchungen aus anderen Bundesländern. Jedoch passen die Ergebnisse in den bisherigen Forschungsstand. Bemerkenswert ist, dass alle im Forschungsstand betrachteten Untersuchungen seit 2014 zu ähnlichen Ergebnissen geführt haben und das, obwohl es seit 2017 mit der DIN SPEC 90158 auch einen Handlungsleitfaden für Prozessmanagement in der öffentlichen Verwaltung gibt. Denn sie alle stellen in ihren Ergebnissen fest, dass Prozessmanagement nicht flächendeckend eingesetzt wird, es keinen einheitlichen Modellierungsstandard gibt und häufig eine organisatorische Einrichtung des Prozessmanagements in den Behörden fehlt.

6 Fazit

Die verschiedenen Untersuchungen der letzten Jahre zeigen die geringe Bedeutung von Prozessmanagement im bisherigen Verwaltungshandeln. Zu diesem Ergebnis kommt auch die durchgeführte Untersuchung der Brandenburger Kommunalverwaltungen. Denn Verwaltungsprozesse werden dort nur teilweise erfasst und dokumentiert, wobei etablierte Modellierungsnotationen kaum eingesetzt werden. Die Komponenten Prozessmanagement, Prozesscontrolling und Prozessverantwortliche sind in den Kommunen weitgehend nicht organisatorisch eingerichtet. Dabei ist Prozessmanagement ein wichtiges Werkzeug der Verwaltungsdigitalisierung, was auch der Gesetzgeber erkannt und durch rechtliche Bestimmungen zum Ausdruck gebracht hat. Dabei sollte eine vollständige Verwaltungsdigitalisierung auch die verwaltungsinternen Prozesse einbeziehen und nicht nur den Zugang zur Verwaltung erleichtern, wie es Ziel des Onlinezugangsgesetzes war. Die festgestellten Defizite passen in den Forschungsstand seit 2014. Die Daten legen einen Stillstand bei der Adoption von Prozessmanagement in der Verwaltung nahe. Somit ergibt sich für die künftige Forschung die Frage, welche Faktoren eine stärkere Adoption von Prozessmanagement in der öffentlichen Verwaltung verhindern.

Literaturverzeichnis

- [Am22] Amt für Statistik Berlin-Brandenburg: Statistischer Bericht A I 4 / A V 2 - j / 21. Bevölkerungsentwicklung und Flächen der kreisfreien Städte, Landkreise und Gemeinden im Land Brandenburg 2021, 2., korrigierte Ausgabe, Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, Potsdam, 2022.
- [BFH21] Becker, J.; Fuhsy, S.; Halsbenning, S.: Prozessmanagement in der öffentlichen Verwaltung. Status quo und Handlungsempfehlungen zur Verwaltungsmodernisierung, Universitäts- und Landesbibliothek Münster, Münster, 2021.
- [De14] Detemple, P. et al.: Prozessmanagement - notwendiger Baustein für die Verwaltungsmodernisierung. Status quo und Handlungsempfehlungen, PwC, IMTB Group GmbH, 2014.

- [FF22] Föhl, U.; Friedrich, C.: Quick guide Onlinefragebogen. Wie Sie Ihre Zielgruppe professionell im Web befragen, 1. Auflage, Springer Gabler, Wiesbaden u.a., 2022.
- [Fr18] Freitag, S. et al.: Wie Prozessmanagement Erfolg bewirkt. Studie 2018: Prozessmanagement im öffentlichen Dienst, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg, MACH AG Sankt Augustin u.a., 2018.
- [Ga20] Gadatsch, A.: Grundkurs Geschäftsprozess-Management. Analyse, Modellierung, Optimierung und Controlling von Prozessen, 9. Auflage, Springer Vieweg, Wiesbaden, 2020.
- [Ha19] Halsbenning, S. et al.: Prozesse und Prozessmanagement in der öffentlichen Verwaltung. In (Stember, J. u.a. Hrsg.): Handbuch E-Government. Springer Gabler, Wiesbaden, S. 245-265, 2019.
- [Ho17a] Hogrebe, F.: Prozessmanagement in der öffentlichen Verwaltung. Überblick, Bewertung, Handlungsempfehlungen, Forschung und Lehre für die Verwaltungspraxis Band 12, Verlag für Verwaltungswissenschaft, Frankfurt, 2017.
- [Ho17b] Hogrebe, F.: Prozessmodellierung in der öffentlichen Verwaltung. Prozesse darstellen, verstehen und verbessern, Forschung und Lehre für die Verwaltungspraxis Band 13, Verlag für Verwaltungswissenschaft, Frankfurt, 2017.
- [Hö21] Höhne, M. et al: Prozesse effizient managen und nachhaltig verbessern. Process Management & Analytics Studie, BearingPoint, BPM&O, Frankfurt, 2021.
- [KG22] KGSt, Größenklassen der KGSt, <https://www.kgst.de/groessenklassen>, Stand: 21.03.2023.
- [Mi22a] Ministerium des Innern und für Kommunales, Kommunale Verwaltungsstruktur, <https://service.brandenburg.de/service/de/adressen/kommunalverzeichnis/kommunalstruktur/#>, Stand: 21.03.2023.
- [Mi22b] Ministerium des Innern und für Kommunales, Kommunalverzeichnis, <https://service.brandenburg.de/service/de/adressen/kommunalverzeichnis/>, Stand: 21.03.2023.
- [Pi21] Piesold, R.: Kommunales E-Government. Grundlagen und Bausteine zur Digitalisierung von Verwaltungen, 1. Auflage, Springer Gabler, Berlin u.a., 2021.
- [SW18] Schmidt, S.; Wetzorke, M.: Prozessmanagement im Freistaat Sachsen – Erhebung auf kommunaler Ebene und Vergleich mit dem Bundesland Hessen. Projektarbeit, Fortbildungszentrum des Freistaates Sachsen Fachbereich Allgemeine Verwaltung, Hochschule für öffentliche Verwaltung und Rechtspflege Meißen (FH), Meißen, 2018.
- [We22] Wernitz, R.: Der Einsatz von Prozessmanagement im Land Brandenburg - Eine Untersuchung der Brandenburger Kommunalverwaltungen. Bachelorarbeit an der Technischen Hochschule Wildau, Wildau, 2022.
- [Wi22] Wittenhorst, T.: Onlinezugang zu Verwaltungsleistungen: Ziele verfehlt – folgt 2023 Neustart?, <https://www.heise.de/news/Onlinezugang-zu-Verwaltungsleistungen-Ziele-verfehlt-folgt-2023-Neustart-7444852.html>, Stand: 21.03.2023.

Informationssicherheit in den Arbeitsalltag nachhaltig integrieren:

Informationssicherheitskultur verstehen, mit Serious Games sensibilisieren und das Informationssicherheitsbewusstsein der Mitarbeitenden erhöhen

Regina Schuktomow¹, Hubertus von Tippelskirch² und Margit Scholl³

Abstract: Um das Informationssicherheitsniveau in Unternehmen zu erhöhen, muss Informationssicherheit gelebt werden. Dabei ist das Verständnis einer mannigfaltigen Informationssicherheitskultur in kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) unabdingbar. Regelmäßige Sensibilisierung der Mitarbeitenden durch verzahnte Methoden wie analoge und digitale Serious Games führen tendenziell zur Steigerung des Informationssicherheitsbewusstseins sowie zur nachhaltigen Einbettung der Informationssicherheit in den Arbeitsalltag. Es wird gezeigt, wie KMU ihr Informationssicherheitsniveau erhöhen und die Informationssicherheitskultur verbessern können. Resultierende Erkenntnisse aus dem Forschungsprojekt „Awareness Labor KMU (ALARM) Informationssicherheit“ führen zu praktischen Hilfestellungen für KMU. Die Sicherheitskultur wird näher beleuchtet und Modelle zum Verständnis dazu aufgezeigt. Formen der kreativ und praxisnah gamifizierten Instrumente, wie sie in dem vorliegenden Projekt entwickelt, in der Praxis erprobt und kostenfrei durch die Förderung zur Verfügung gestellt werden, können erfolgreich zur nachhaltigen Sensibilisierung von Mitarbeitenden und Führungskräften genutzt werden. Damit wird die Notwendigkeit von Informationssicherheitsmaßnahmen in Unternehmen anschaulich diskutierbar und eine entsprechende, gezielte Kompetenz- und Personalentwicklung motiviert.

Keywords: Informationssicherheit und Awareness, Informationssicherheitskultur, Serious Games, Sensibilisierung, KMU

1 Einleitung

Bereits der Bericht „Die Lage der IT-Sicherheit in Deutschland“ [BSI21] konstatiert einen erheblichen Bedarf an mehr Cybersicherheit in der deutschen Wirtschaft. So haben im Jahr 2021 z.B. die Meldungen von Sicherheitsvorfällen an das Bundesministerium für Sicherheit und Informationstechnik (BSI) mit 14,8 Millionen einen bisherigen Höchstwert erreicht. Die meisten Vorfälle werden der unzureichenden Sensibilisierung von Mitarbeitenden zugeschrieben [BSI21] [BMI21]. KMU sind von besonderer Bedeutung, denn sie tragen maßgeblich zum wirtschaftlichen Erfolg Deutschlands bei. Ohne ein ausreichendes

¹ Technische Hochschule Wildau (TH Wildau), Fachbereich Wirtschaft, Informatik, Recht (WIR), Hochschulring 1, 15745 Wildau, regina.schuktomow@th-wildau.de

² TH Wildau, Fachbereich WIR, Hochschulring 1, 15745 Wildau, hubertus.tippelskirch@th-wildau.de

³ TH Wildau, Fachbereich WIR, Hochschulring 1, 15745 Wildau, margit.scholl@th-wildau.de

und zeitgemäßes Informationssicherheitsniveau in KMU ist dieser Erfolg gefährdet. Viele Unternehmen würden gerne ihre Informationssicherheit verbessern, allerdings erscheint es ihnen als eine große Herausforderung [BSI22]. Es ist daher notwendig, die Informationssicherheitskultur zu verstehen, Hilfe zur Selbsthilfe sowie praxisnahe und einfach umsetzbare Konzepte zur fortlaufenden Erhöhung des Informationssicherheitsniveaus und der Informationssicherheitskultur in KMU bereitzustellen, die auch das Bewusstsein für Informationssicherheit aller Mitarbeitenden steigern (oft als Awareness = bewusste Wahrnehmung bezeichnet). Denn beispielsweise besagt der Data Breach Investigations Report von Verizon, dass 82 Prozent der Verstöße durch unbewusstes Verhalten und/oder aktive (Fehl-) Entscheidungen von Menschen ermöglicht wurden, die den Diebstahl von Anmeldeinformationen, Phishing, Missbrauch oder Fehler beinhalteten [Ve22]. Um Informationssicherheitsniveau zu erhöhen muss offenbar ein Grundverständnis an Informationssicherheitskultur in Unternehmen vorhanden sein und vor allem gelebt werden. Dabei ist es für KMU wichtig, Hilfsangebote niederschwellig zu gestalten, um eine praxisorientierte Umsetzung von technisch-organisatorischen Maßnahmen unter Berücksichtigung der ISO/IEC Normfamilie 2700x bzw. der BSI-Standards 200-1 bis 200-4 zu initiieren, wozu auch Sensibilisierungs- und Schulungsmaßnahmen gehören.

Dienstleistungen von Unternehmen, die sich auf aufwändig simulierte Softwareangriffe spezialisiert haben, um Mitarbeitende zum Thema Cyberbedrohungen zu schulen, können vielversprechend für KMU sein. Doch es wurde mehrmals nachgewiesen, dass der isolierte Einsatz von ausschließlich digitalen Tools und Software wie z. B. simulierte Phishing-Angriffe keine nachhaltige und langfristige Wirkung haben und vor allem nicht zur gewünschten und notwendigen Verhaltensänderung beitragen [EN18] [VSB20] [Sa22] [BSN16]. Mitarbeitende ermüden von rein digitalen Schulungskonzepten, bei denen es in den meisten Fällen darum geht, nicht auf den Fehler hereinzufallen [Sa22]. Vor diesem Hintergrund verfolgt das Projekt „Awareness Labor KMU (ALARM) Informationssicherheit“ das Ziel, KMU dabei zu unterstützen, ihre Sicherheitskultur – einhergehend mit einer Personal- und Kompetenzentwicklung der Mitarbeitenden – durch miteinander verzahnte Maßnahmen zu erhöhen. Im Projekt wird iterativ in drei Phasen agil und partizipatorisch ein innovatives Gesamtszenario für Informationssicherheit mit analogen und digitalen erlebnisorientierten Serious Games, „Vor-Ort-Simulationen“ und weiteren Überprüfungen wie Quiz und Awareness-Messungen entwickelt und erprobt. Abbildung 1 skizziert das Gesamtszenario und den Prozess des Forschungsprojektes.

Im dreijährigen Forschungsprojekt „ALARM Informationssicherheit“ wurden iterativ in drei Phasen u.a. sieben analoge und sieben digitale Serious Games entwickelt. Die Inhalte der Serious Games beruhen auf vorab durchgeführten Umfragen und tiefenpsychologischen Interviews, die mit Pilotunternehmen stattfanden. Es ging dabei darum, den konkreten Bedarf in KMU festzustellen und die relevanten Informationssicherheitsthemen zu definieren. Jedes Unternehmen hat verschiedene Aufgabenbereiche, die von einer unterschiedlichen Anzahl der Mitarbeitenden durchgeführt werden. Jede der Tätigkeiten hat eigene Anforderungen und Regeln die beachtet werden müssen. Die Informationssicherheit an sich als Thema spielt hierbei eine große Rolle. Der Forrester-Umfrage von 2020,

bei der 315 IT-Entscheidungsträger abgestimmt haben, ist zu entnehmen, dass die Cyberangriffe von Unternehmen heute als Bedrohung anerkannt werden und 87 Prozent aller Entscheidungsträger besorgt über einen solchen externen Angriff sind [Fo20]. Fast 80 Prozent der befragten Unternehmen haben innerhalb des letzten Jahres einen Sicherheitsverstoß erlebt, die zum Verlust von Kundendaten, Verlust von sensiblen Unternehmensdaten und vor allem finanziellen Verlusten führten. Nach Angaben von Forrester Research kostet der durchschnittliche Datenverstoß bis zu 7 Millionen Dollar pro Vorfall, von der Reaktion und Benachrichtigung, Produktivitätsverluste, potenzielle Klagen, Bußgelder, Geldstrafen und anderen Verbindlichkeiten. Im Allgemeinen nehmen auch die Verstöße gegen die Datenschutzrichtlinien [Fo20]. Um das Risiko einer nicht korrekten Reaktion auf z.B. externe Angriffe zu minimieren, müssen Unternehmen vorausschauend handeln und Präventionsmaßnahmen treffen. Dafür langen technische Maßnahmen allein nicht aus. Vielmehr müssen die eigenen Mitarbeitenden nachhaltig für das Thema der Informationssicherheit sensibilisiert werden.

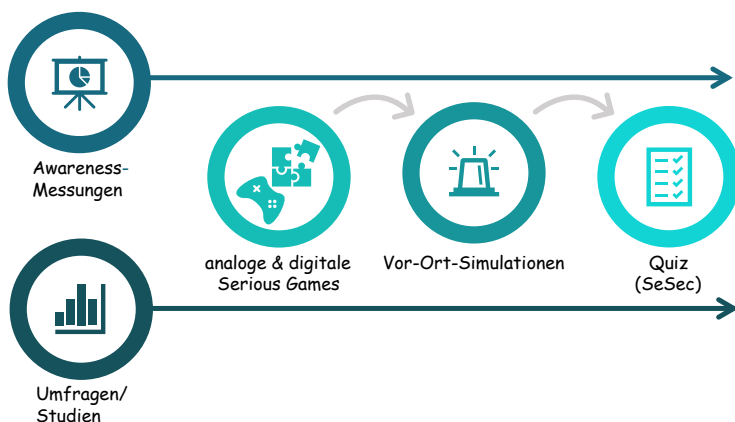


Abb. 1: Gesamtszenario und Prozess der Sensibilisierung

Das Projekt „ALARM Informationssicherheit“ befasste sich dazu mit Tätigkeitsprofilen [GioJ] in Unternehmen. Aus den Tätigkeitsprofilen wurden Sicherheitsprofile abgeleitet und daraus Kompetenzprofile erstellt. Die Sicherheitsprofile stellen eine Bewertung dar, ob z.B. eine bestimmte Tätigkeit ein hohes Sicherheitsrisiko und hohen Angriffspunkt für das Unternehmen darstellt und in welcher Weise. So hat z.B. das Tätigkeitsprofil *Allgemeine Büroverwaltung* wie z.B. Sekretariat zur Verwaltung von Betriebsmittel ein hohes Sicherheitsrisiko wegen der zahlreichen verfügbaren internen Informationen und enge Arbeit mit Kunden, da es den zentralen Punkt für Informationsmanagement darstellt. Zum Sekretariat gehören neben der allgemeinen Büroverwaltung Administration und Organisation wie z.B. Terminkoordination oder Datenbankpflege. Unter Berücksichtigung des IT-Grundschutz-Kompodium nach BSI-Standard [BSI20] können konkrete Anforderun-

gen für die Erweiterung der Kompetenzen der Mitarbeitenden im Bereich der Informationssicherheit gestellt (Kompetenzprofile) und z.B. konkrete Ziele für Schulungen und Weiterbildungsmöglichkeiten konzipiert werden.

Parallel wurden "Vor-Ort-Simulationen" („Angriffe“) entwickelt, die Teil der integrativen Sensibilisierungsstrategie sind, um den Reifegrad der Unternehmen zu überprüfen. Die Ergebnisse ermöglichen den Aufbau einer IT-Sicherheitsstrategie und dienen als Grundlage für niederschwellige Sicherheitskonzepte, um ebenfalls die Sensibilisierung der Mitarbeitenden zu erhöhen. Die Themen der "Vor-Ort-Angriffe" leiten sich aus den Tätigkeits- und Sicherheitsprofilen der Pilotunternehmen ab und sind in Abb. 2 dargestellt. Aus den durchgeführten „Vor-Ort-Simulationen“ sind praktische Handlungsempfehlungen sowie niederschwellige Sicherheitskonzepte für Unternehmen entstanden.

1. Phishing	Beschaffung persönlicher Daten anderer Personen mit gefälschten E-Mails.
2. Passwort Breach Service	Mithilfe der geschäftlichen E-Mailadressen wird geprüft, ob persönliche Identitätsdaten bereits im Internet veröffentlicht wurden und missbraucht werden könnten.
3. Smishing	Unter Smishing versteht man das Phishing nach sensiblen Daten per SMS.
4. Tailgating	Physischer „Einbruch“ in das Unternehmen, um sensible Daten zu stehlen.
5. “BlackOut Szenario”/Incident Response Prozess	Simulierter Ransomware-Angriff mit dem Ziel den Incident Response Prozess in den Unternehmen zu aktivieren.
6. CEO Fraud	Betrugsmethode über E-Mail als Kommunikationsmittel, bei der sich Angreifende als Geschäftsführer, Manager oder Chef eines Unternehmens ausgeben.
7. Live-Hacking	Bildungs- und Informationsveranstaltung zur Entwicklung von persönlichem Risikobewusstsein und zur Sensibilisierung der Durchführung von Sicherheitschecks der IT-Infrastruktur auf organisatorischer Ebene.

Abb. 2: Durchgeführte „Vor-Ort-Angriffe“ in Pilotunternehmen

Ein weiterer Bestandteil des Gesamt szenarios ist der „Security Self Check (SeSec)“, ein Selbsttest als niederschwellige Sensibilisierungsmaßnahme, der dazu dient, Daten zum Wissenstand eines Probanden zu ermitteln. Er ermöglicht auch den Vergleich mit anderen Teilnehmenden des Selbsttests und erweitert oder aktualisiert den Wissenstand der Probanden durch eine sofortige Auswertung. Das zentrale Ziel bestand darin, Indikatoren zu ermitteln und basierend darauf, Lernpfade und Empfehlungen für gezielte Sensibilisierungsmaßnahmen zu entwickeln, die sich aus den erkannten Wissenslücken durch den Selbsttest ergeben.

Begleitend zur Entwicklung der Maßnahmen und Durchführung von Awareness-Trainings wurden Awareness-Messungen in Pilotunternehmen und mit Studierenden durchgeführt. Awareness-Messungen sind eine Methode, um das Bewusstsein und die Wahrnehmung von Mitarbeitenden in Bezug auf Themen der Informationssicherheit zu messen. Das Ziel dieser Messungen besteht darin, den Kenntnisstand und das Verständnis der Mitarbeitenden in Bezug auf die relevanten Themen zu erfassen. Awareness-Messungen sind individuell gestaltbar und können verschiedene Formen annehmen, einschließlich Fragebögen, Online-Tests, Schulungen oder praktischen Tests wie Phishing-Simulationen. Sie können quantitative Daten liefern, indem sie beispielsweise den Prozentsatz der richtigen Antworten auf Fragen oder den Anteil der Mitarbeitenden, die eine bestimmte Richtlinie oder Sicherheitspraxis kennen, erfassen. Darüber hinaus können sie qualitative Erkenntnisse liefern, indem sie beispielsweise die Einstellungen, Wahrnehmungen und Haltungen der Mitarbeitenden durch offene Fragen oder Interviews erfassen. Aufgrund von geringer Datenmenge im Projektverlauf konnte nur eine positive Tendenz der Messungen festgestellt werden. Allerdings erwies sich das Messkonstrukt als erfolgreich und sollte weiterhin zu Forschungszwecken eingesetzt werden, um qualitativ und quantitativ fundierte Aussagen machen zu können.

2 Informationssicherheitskultur verstehen und fördern

Anhand der aktuellen Forschung im Rahmen des Forschungsprojektes „ALARM Informationssicherheit“ entsteht 2023 ein Report zu Informationssicherheitskulturen in KMU, in dem das Ziel verfolgt wird, nicht nur eine Bewertungshilfe zur Einschätzung Stärken und Schwächen der Akteure und ihrer Organisation zu entwickeln, sondern darüber hinaus das soziale und organisatorische Arbeitsumfeld für aktuelle Maßnahmen und den Nährboden für zukünftige Veränderungen zu erfassen. Wichtig ist dabei die Informationssicherheitskultur zu verstehen und zu fördern. Ein solches Hilfsmittel bildet die Grundlage für eine strategische Steigerung der Informationssicherheit in den untersuchten Unternehmen, welche auch von anderen KMU zur Selbsteinschätzung herangezogen und Teil eines bewussten Veränderungsmanagements werden kann. Eine kulturelle Betrachtungsweise scheint bei derartig verschiedenen Aspekten, wie den Akteuren, dem Zwischenmenschlichen, dem persönlichen und allgemeinen Ethikverständnis, etablierten Prozessen und Organisationsebenen gefordert.

2.1 Informationssicherheitskultur – Teil der Unternehmenskultur

Ethos bedeutet Sitte, Gewohnheit oder eine Einstellung und die zugehörige Wissenschaft wird Ethik genannt und von den Zusammenhängen vom richtigen Handeln und Wollen angetrieben [SM16]. Im menschlichen Verhalten ist das „Ethos“ die Grundlage, wobei „Ethik“ daraus die Leitlinien begründet, die bestimmen, wie das Ethos gelebt wird. In der Moral definiert sich das Spezifische, artikuliert als konkrete Regeln [Sc20]. Arbeitsethos

soll die unterbewussten, verinnerlichten und benennbaren, unterstützten Werte beschreiben. Arbeitsmoral ist die angewandte Form des Ethos, definiert richtige und falsche Verhaltensweisen [AN10], und wird im Folgenden als verhaltenssteuernde Kraft im „Machen“ interpretiert. Arbeitsethik mit konkreten ethischen Normen, Regeln und Kriterien für die angemessene Ausübung des Arbeitsethos und als systemischer Ort der Moral [AN10] wird im Folgenden als „Sollen“ interpretiert. Geraten Moral im „Machen“ und Ethik im „Sollen“ aus dem Gleichgewicht, ergeben sich Sicherheitslücken. Damit ist bereits das Spannungsfeld einer Informationssicherheitskultur beschrieben. Bei der Informationssicherheitskultur handelt es sich um einen Teil der Unternehmenskultur. Ein theoretischer Ansatz zur Modellierung einer Informationssicherheitskultur in Unternehmen findet sich in dem Konzept zur Organisationskultur von Edgar Schein [Sc85]. Modellierung der Unternehmenskultur stellt dabei Scheins Kulturebenen-Model aus 1) beobachtbaren Artefakten, 2) Gefühlen und unterstützten und benannten Werten und 3) verinnerlichten Grundannahmen [Sc90]. Eine zusammenfassende Definition einer gesunden Informationssicherheitskultur beinhaltet demnach aus wissenschaftlicher und unternehmerischer Perspektive nach da Veiga et al. 2020 [da20] folgende Bestandteile, die leicht modifiziert auch dem entwickelten Ansatz zugrunde liegen:

Die Informationssicherheitskultur steht im Zusammenhang mit dem Verhalten von Menschen in einem organisatorischen Kontext, wie in einem KMU, zum Schutz von Informationen. Innerhalb der Organisation werden Informationen unter Einhaltung von Informationssicherheitsrichtlinien und -verfahren verarbeitet. Es besteht ein Verständnis für die Umsetzung der Anforderungen in einer aufmerksamen Art und Weise, die durch regelmäßige Kommunikation, Bewusstseinsbildung, Schulung und Ausbildungsinitiativen eingebettet ist. Individuelle Verantwortlichkeiten und Rollen sind den Mitarbeitenden klar und bewusst. Das erlernte und routinierte Verhalten wird mit der Zeit Teil der etablierten Arbeitsweise. Dieses ist das Ergebnis der Annahmen, Werte und Überzeugungen der Mitarbeitenden, sowie ihres Wissens, ihrer Einstellung und ihrer Wahrnehmung bezüglich des Schutzes von Datenbeständen. Die Informationssicherheitskultur wird durch die Vision der Geschäftsleitung zusammen mit den unterstützenden Führungskräften in Übereinstimmung mit den Informationssicherheitsrichtlinien gesteuert. Interne und externe Faktoren beeinflussen diesen Steuerprozess. Ein angemessenes Umfeld aus Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) unterstützen die Umsetzung, welche in den Artefakten der Organisation und dem Verhalten der Mitarbeitenden sichtbar wird. Dadurch wird ein vertrauensvolles Umfeld für alle Beteiligten geschaffen und Integrität etabliert.“ Ergänzte Definition nach da Veiga et al. 2020 [da20].

2.2 Informationssicherheitskultur als Erkenntnisökonomie

Anhand des Ansatzes von van Niekerk und Solms [vS10] Informationssicherheitskultur durch eine Angebot-Nachfrage-Beziehung darzustellen, den Dienstleistungsphasen, und den Produktionsfaktoren nach Gutenberg [Gu83] und dem Konzept des Compliance Bud-

gets von Beuement, Sasse und Wonham [BSW08] wurde die Informationssicherheitskultur als Erkenntnisökonomie (Information Security Culture as Economy of Cognition - ISCEC) modelliert (Ausprägung als Dienstleistungsprozess s. Abb. 3).

Zu van Niekerk und Solms [vS10] gibt es vier wesentliche Unterscheide in der Betrachtung. Die Erkenntnisvektoren „Womit“, „Was“, „Wie“ und „Warum“ beschreiben im neuen Modell in der Perspektive des ausführenden Individuums die Kräfte, welche die Kultur zusammenhalten und verändern lassen. Tauscht man das „Warum“ durch ein „Wozu“ in der Perspektive der Entscheidungstragenden oder durch ein „Welche Folgen“ in der Nachhaltigkeitsperspektive werden alle Kulturkreise abgedeckt. Dazu einige konkrete Beispiele im Dienstleistungsprozess (vgl. Abb. 3).

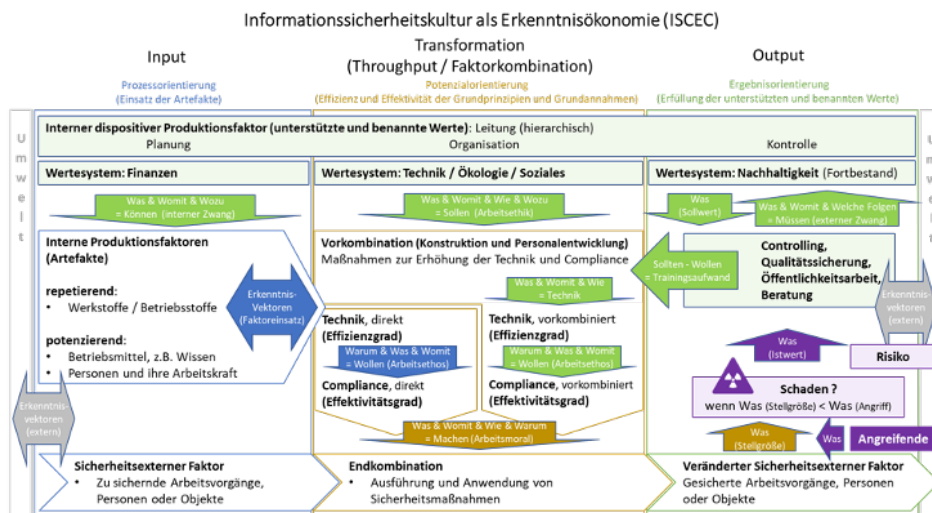


Abb. 3: Interne Dienstleistung Informationssicherheit – Phasendarstellung, Produktionsfaktoren und Informationssicherheitskultur (Erkenntnisvektoren) – vereinfachte Darstellung

Das „Was“ beschreibt den Output. Aus Sicht der Unternehmensleitung bildet das „Was“ die Ziele, daher benannte Werte als Inhalte. Werden diese in Richtlinien niedergeschrieben bilden sie als Artefakt ein Betriebsmittel, das neben Kapital und Arbeitszeit als Input eingesetzt werden kann und beschreibt „Womit“ ein Arbeitsvorgang gesichert wird. Zusammen bedingen sie mit der Motivation („Wozu“) der planenden Entscheidungstragenden den Faktoreinsatz und somit das Handlungsbudget, das „Können“. Zur Umsetzung der Richtlinie muss das „Wie“ vermittelt und in einem Vorkombinationsprozess mit dem „Was“ und „Womit“ als (allgemeine) Technik trainiert werden, wodurch die Unternehmensleitung die Effizienz und das Informationssicherheitsangebot steuern kann.

Wird eine Maßnahme im Vorkombinationsprozess mit dem „Was“ und „Womit“ durch das „Warum“ nicht genügend begründet, verankert oder automatisiert, obwohl aufwendig trainiert wurde, wird die Maßnahme nicht ausgeführt und ist damit nicht effektiv. Ein geringes Compliance Budget bedingt eine geringe Informationssicherheitsnachfrage. Diese Handlungsgrenze beschreibt aus Perspektive des Individuums das „Wollen“ und dessen Arbeitsethos. Die Effektivität wird daher maßgeblich über Sensibilisierung des „Warums“ gesteuert. Dort wo Technik und Compliance im Ist-Zustand ihr Gleichgewicht finden entsteht Informationssicherheit in Form des „Machens“ als Ausdruck der Arbeitsmoral.

Durch gute Organisation kann somit dieses in Einklang mit dem angestrebten Gleichgewicht, dem „Sollen“, und der verbundenen Arbeitsethik gebracht werden. Damit das Unternehmen nachhaltig bestehen kann ist eine Kontrollinstanz zwingend notwendig, die das Budgetziel „Müssen“ und das Handlungsgleichgewicht „Sollten“ definiert, indem sie alle Faktoren abgleicht, auch externe, zu denen im besonderen Maße die Angreifenden und das verbundene Schadensrisiko gehören (vgl. Abb. 3).

Während auf rein finanziell und leistungsorientierte Wertesysteme basierte Ansätze oft scheitern Informationssicherheitskultur positiv zu verändern [JG07], und die von der Wissenschaft vorgegebenen Ansprüche und technische Entwicklungen KMU überfordern [JG07], bietet die Erkenntnisökonomie einen Ansatz, der neben Rotstift und Zeigefinger die Stärke als familiär verbundene „Trutzburg“ und Schwäche für „Verstrickungen“ [Po21] der KMU berücksichtigt. Auch wenn Erkenntnisökonomie umfangreiche und komplexe Zusammenhänge umfasst, bietet sie für alle Beteiligten einen einfachen Einstieg und Umgang im Alltag, da man nur vier Fragen mitdenken muss: „Was“, „Womit“, „Wie“ und „Warum“. Dieses bildet ein intuitives Bewusstsein für die Kultur und die dahinter wirkenden Mechanismen. Informationssicherheitskultur lässt sich als Subkultur der Organisationskultur eines Unternehmens durch Edgar Scheins Kulturebenen-Model aus 1) beobachtbaren Artefakten, 2) unterstützten und benannten Werten und 3) verinnerlichten Grundannahmen erfassen. Die Kernaussagen der Informationssicherheitskultur als Erkenntnisökonomie, denen auch Unternehmen folgen sollten, können folgend zusammengefasst werden:

1. Informationssicherheitskultur bedarf eines umfassenden Ansatzes.
2. Drei Kulturebenen (Artefakte, unterstützte Werte und Grundannahmen bzw. Grundprinzipien) und deren vier Erkenntnisvektoren („Womit“, „Was“ und „Warum“ bzw. „Wie“) müssen bei allen Maßnahmen mitgedacht und ins richtige Verhältnis gesetzt werden, da die Menschen in der Informationssicherheitskultur größtenteils entscheidungsfreie Individuen sind.
3. Drei Rollen, Funktionen, Orientierungen sowie Bewertungssysteme korrespondieren zu den drei Kulturebenen und es müssen sowohl zugehörige Kennzahlen als auch Detektoren geschaffen werden.
4. Kombinationen von Erkenntnisvektoren beschreiben Steuervektoren, Expansionspfade (Effizienz durch Technik), Handlungsgrenzen (Effektivität durch Compliance) und deren Gleichgewichte (Informationssicherheitskulturniveaus)

5. Kommunikation spiegelt eine Kultur wider. Wissensvermittlung ist Kommunikation. Erkenntnisse können durch Wissensvermittlung beeinflusst werden. Wissen allein langt jedoch nicht. Die Kräfte die eine Kultur zusammenhalten und verändern sind gelebte Erkenntnisse. Der Niederschlag dessen findet sich in den drei Kulturebenen.
6. Wirtschaftlichkeit ist fester Bestandteil der Informationssicherheitskulturen fast aller Unternehmen. Die Forschung muss das anerkennen und bewusste Entscheidungen gegen Informationssicherheit akzeptieren. Anpassbarkeit der Komplexität an das KMU, Nutzung von ökonomischen Logiken und Transfer in wirtschaftstheoretische Modelle ist die Konsequenz.
7. Leitung ist Führung durch Entscheidung und Organisation durch Kommunikation. Ein Verständnis der Verhältnismäßigkeit von Erkenntnisvektoren befähigt Entscheidungstragende im Unternehmen oder im Staat ein Unternehmen so versorgen, dass dessen Risiken besser verwaltet werden können. Zu wenig erkanntes und umgesetztes Wissen gefährdet somit den Selbsterhalt in der Zukunft und damit die Nachhaltigkeit des Unternehmens. Kontrollmechanismen sichern die Leitungsebene ab. Die Berücksichtigung der Informationssicherheitskultur gehört somit zu einem ganzheitlichen, ökonomischen Optimierungs- und Managementprozess.

2.3 Zusammenhang von Veränderungsmanagement, Informationssicherheitskultur und Serious Games

Als umfassender Ansatz erfasst die Erkenntnisökonomie ebenfalls Konzepte zum Veränderungsmanagement. Hierbei bietet sich im Blick auf Informationssicherheitskultur die Verwendung eines ADKAR-Changemanagement-Modells (Awareness-Desire-Knowledge-Ability-Reinforcement for change) an, wie es da Veiga [da18] in Anlehnung an den Change-Management-Dienstleister Prosci durch Kombination mit einem Umfragebogen zur Bestandsaufnahme (as-is assessment) und Erfolgskontrolle weiterentwickelt haben. Die Erfolgskontrolle gilt dabei als Vorbereitung der verstärkenden Anschlussmaßnahmen (reinforcing the change), zur Diagnose von Lücken, Widerständen und Durchführung von Korrekturmaßnahmen. Der Veränderungsprozess dazwischen besteht aus zwei Bestandteilen, nämlich der Veränderungsvorbereitung und des eigentlichen Veränderungsmanagements. Sowohl die vier genannten Veränderungsmanagement-Prozessschritte als auch die in den letzten beiden Prozessschritten integrierten ADKAR-Elemente lassen sich durch eine Kombination der Erkenntnisökonomie als Verständnishilfe und Serious Games als impactbezogenes Verständnisvehikel maßgeblich begleiten.

Eine umfangreiche, wissenschaftlich sauber konzipierte und erprobte Umfrage, wie da Veigas Information Security Culture Assessment, kann ein geeignetes Mittel für die Bestandsaufnahme und Erfolgskontrolle sein, muss aber sprachlich, kulturell und inhaltlich an das KMU angepasst, aufwendig begleitet, kommuniziert und ausgewertet werden. Dieses zieht Ressourcen vom Compliance Budget sowohl der Unternehmensleitung als auch der Mitarbeitenden. Adrian Field beschreibt gerade im Zuge der Pandemie und zunehmende Digitalisierung eine Überforderung durch Umfragen und Feedbackaufforderungen in der Gesellschaft, eine sogenannte Umfragemüdigkeit. Dieses gilt, da die Bereitschaft

zur Beantwortung ein knappes öffentliches Gut sei [Fi20]. Im Umfeld der konkurrierenden Werte eines Unternehmens, in dem die eigentliche Tätigkeit in Konkurrenz mit der Informationssicherheit steht [KKÅ17] verschärft sich dieses Problem. Bestandsaufnahme und Erfolgskontrolle können im Blick auf eine Stärke von KMU, der oft familiären Struktur und Überschaubarkeit [Po21] daher alternativ zu Umfragen auch auf ihre empathischen Detektoren zurückgreifen, geeignete Personen in der Rolle von Beobachtern und Beobachterinnen innerhalb ihres spezifischen Wertesystems. Gute Gelegenheiten bieten dafür gemeinschaftliche Aktivitäten bei denen das Thema Informationssicherheit zur Sprache kommt und kommuniziert wird, Informationssicherheitsvorfälle und Simulationen und insbesondere moderierte und beobachtete Serious Games. Denn diese leben zum einen in einer kontrollierbaren, moderierbaren Sandkastenumgebung zum anderen durch die Diskussion. Auf der ersten, vorbereitenden Vorkombinationsstufe kann mit Hilfe der Erkenntnisökonomie die Informationssicherheitskulturmanagementstrategie mitgeformt sowie ein internes Patenschaftsmodell entworfen, und das Veränderungsmanagementteam anhand von Serious Games sensibilisiert und als Moderatoren ausgebildet werden. Durch diesen Perspektivwechsel profitieren nicht nur Menschen in den Unternehmen, sondern auch Trainierende und Wissen schaffende Menschen. Auf der zweiten, Vorkombinationsstufe können Führungskräfte und Mitarbeitende anhand der vorgestellten Theorien und Serious Games durch die vier Veränderungsmanagementelemente geführt werden. Veränderungsbewusstsein (A-wareness for change) wird durch Aufklärung auf allen Unternehmensebenen und durch erfolgreiche Kommunikation mit Blick auf alles vier Kulturebenen in ihren vier Ausprägungen erzeugt. Veränderungswillen (D-esire for change) wird durch Notwendigkeiten geschaffen, die sich aus den drei benannten ökonomischen, sozial-ökologischen und nachhaltigkeitsorientierten Wertesystemen ergeben. Beim Wissen (K-knowledge) kommt wieder das Trainingsinstrumentarium durch die Serious Games zum Tragen, wie den Lernszenarien, aber auch Selbsttests und Sicherheitskonzepten, welche im Projekt „ALARM Informationssicherheit“ entwickelt und kostenlos bereitgestellt wurden. Letztendlich werden noch das „Können“ (A-bility) auf Basis erkenntnisökonomisch optimierter Produktionsfaktoren, wie beispielsweise genügend zur Verfügung gestellter Betriebsmittel oder Zeit, und anhand Serious Games unter anderem verbesserter Selbstwirksamkeitserwartungen erweitert und damit alle beteiligten Personen stärker befähigt. Nach der eingangs beschriebenen Erfolgskontrolle bezüglich der Werteziele wiederholt sich der Prozess dann durch angepasste Anschlussmaßnahmen (R-einforcement). Es zeigt sich deutlich, dass im Veränderungsmanagementprozess für Informationssicherheitskultur die Brücke zwischen den Konzepten der Erkenntnisökonomie und den Instrumenten, wie Serious Games, geschlagen wird. Bilden erstere die Wertesysteme und Detektoren, so letztere das Vehikel und die Plattform für eine erfolgreiche und teils für KMU spezifische pragmatische Anwendungsmöglichkeit, auf die im Weiteren näher eingegangen werden soll.

3 Einsatz der Serious Games in Unternehmen zur Steigerung der Informationssicherheit

Der gamifizierte Ansatz in jeweils sieben analogen und digitalen Serious Games soll wissensbasierte Schulungen ergänzen, um die Mitarbeitenden stärker zu involvieren, zu emotionalisieren und um schließlich dadurch ihr Bewusstsein für Informationssicherheit zu erhöhen. Game-based Learning ist eine Form des Lernens und Lehrens, das Wissen auf unterhaltsame und motivierende Art den Teilnehmenden zu vermitteln [LA09]. Durch den spielerischen Ansatz in Kombination mit Narration (sinngewandte Erzählung) wird der Lerninhalt mit eigenen Erfahrungen verknüpft und regt dazu an, sich neues Wissen zu erschließen [FioJ].

	<p>Sicher zuhause wohnen & arbeiten Dieses Serious Game gibt einen Überblick über die wichtigsten betrieblichen und privaten Informationssicherheits- und Datenschutzrisiken in der eigenen Wohnung bzw. im eigenen Haus sowie über zugehörige Präventionsmaßnahmen, um Risiken zu minimieren.</p>		<p>Cyber Pairs Dieses Serious Game bricht mögliche Barrieren auf und führt zu mehr Sicherheit im Umgang mit Begriffen bzw. Bezeichnungen von gängigen bzw. neuartigen Cybercrime-Angriffen, indem es dabei unterstützt, diese auch im Detail zu verstehen und in Bezug auf mögliche Präventionsmaßnahmen unterscheiden zu können – stets verbunden mit der Fragestellung, was jede/r Einzelne von uns tun kann, um Risiken zu minimieren.</p>
	<p>Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) Dieses Serious Game vereint Aspekte von Passwortschutz und der Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA) und demonstriert, dass der Schutz von Informationen in einem großen Maße von einer sicheren Authentifizierung abhängt. Es zeigt, wie ein „starkes“, weil sicheres, Passwort gebildet wird und dass ein (1) Faktor zum Schutz sehr sensibler Informationen nicht ausreichend ist.</p>		<p>Daten- und Informationsschutz Der Schutz von Informationen und Daten von Kund/innen, Mitarbeitenden und anderen Parteien ist Teil des Geschäftes jedes Unternehmen. Dieses Serious Game unterstützt dabei, Daten- und Informationsschutz zu gewährleisten, indem der Umgang mit den wichtigsten Schutzstrategien rekapituliert und eingeübt wird.</p>
	<p>Die fünf Phasen des CEO Frauds Dieses Serious Game gibt einen Überblick über den Gesamtprozess von CEO Fraud und über Präventionsmaßnahmen – insbesondere auch für das oft übersehene „Vorspiel“ der Vorbereitungen.</p>		<p>Infoklassen-Roulette Der Zweck von Informationsklassifizierung ist der Schutz von wertvollen Informationen jeder Organisation. Die „richtigen“ Klassen hängen von den potenziellen Auswirkungen auf Verfügbarkeit, Beschädigung oder Verlust von Informationen ab. Dieses Serious Game unterstützt beim Verständnis von Informationsklassifizierung und deren Notwendigkeit.</p>
	<p>Mobile Kommunikation, Apps & Co. Dieses Serious Game sensibilisiert in Bezug auf Risiken und Präventionsmaßnahmen, die die potenziellen Gefahren mobiler Kommunikation bzw. bei Nutzung von Apps verringern.</p>		

Abb. 4: Auflistung analoger Serious Games mit Lernziel

Die digitalen und analogen Serious Games enden mit Lessons learned bzw. mit Goldenen Regeln, die den Spielenden die wichtigsten Lerninhalte des Spiels nochmals ins Bewusstsein rufen. Um alle Mitarbeitenden „abzuholen“ und zu deren Kompetenzentwicklung beizutragen, werden im vorliegenden Projekt Awareness-Trainings eingesetzt, welche analoge und digitale Serious Games beinhalten. Diese behandeln auf die Bedarfe von KMU

abgestimmte Informationssicherheits-Themen, z. B. Passwortsicherheit, CEO-Fraud, Homeoffice, Informationsklassifizierung, Social Engineering, Apps, Messenger-Dienste [Po21]. In Abbildungen 4 und 5 sind alle digitalen und analogen Serious Games mit deren Lernzielen dargestellt. Die analogen Serious Games sind mit Moderationsanleitungen ausgestattet, so dass eine für Informationssicherheit zuständige Person die Moderation übernehmen kann. Die analogen Serious Games werden als Lernstationen aufgebaut. Die damit verbundene Spieldauer ist skalierbar, so dass sie von 15 Minuten bis zu einer Stunde Lernmaterial bieten. Die digitalen Serious Games können als Vertiefung und Ergänzung zu den analogen eingesetzt werden oder unabhängig von diesen. Die Mischung von analogen und digitalen Serious Games verfolgt den ganzheitlichen Ansatz und führt zur Abwechslung und wirkt auf Teilnehmende belebend und motivierend. Mitarbeitende können die Serious Games, deren Themen sie interessieren, unabhängig von Zeit und Ort spielen. Bei den digitalen Serious Games handelt es sich um immersive Geschichten, die Alltags-situationen aus dem Berufsleben in KMU darstellen [Pr22]. In Kombination mit einer auditiven und visuellen Ansprache ermöglichen sie das Eintauchen der Spielenden in die Situationen, so dass die Spielenden Bezüge zu ihrem Arbeitsalltag herstellen können [Yp14].



Abb. 5: Auflistung digitaler Serious Games mit Lernziel

Es empfiehlt sich, an erster Stelle eine oder mehrere Personen mit der Aufgabe der Sensibilisierung für Informationssicherheit im Unternehmen zu beauftragen. Danach folgt eine Bestandsaufnahme des Informationssicherheitsniveaus. Dabei ist wichtig zu erfassen, welche Schwachstellen es in Unternehmen gibt, welche Bereiche bereits ausreichend geschützt sind und wo noch Bedarf an Schutzmaßnahmen besteht. Eine kurze Umfrage an alle Mitarbeitende zu deren Sicherheitsverhalten im Unternehmen sowie zur Kenntnis über Schutzmaßnahmen gegen Cyberbedrohungen wird Aufschluss über die interne Sicherheitslage im Unternehmen geben. Der Einsatz der Serious Games regt zum Erfahrungsaustausch an, der eine wichtige Rolle beim Erlernen neuer Inhalte darstellt. Um den Erfolg von Sensibilisierungs- und Schulungsmaßnahmen zu erfassen, sollten Awareness-Messungen durchgeführt werden und Feedback zum Serious Game eingeholt werden. Dies ermöglicht Wünsche der Teilnehmenden zu berücksichtigen und sie intrinsisch zu motivieren und somit höheres Verständnis für Cyberrisiken zu erlangen. Hier können die im Projekt entwickelten Umfragen zu Informationssicherheitskultur und zur Messung des Bewusstseins für Informationssicherheit unterstützen. Es ist notwendig Sensibilisierungsmaßnahmen, wie den Einsatz von Serious Games, in regelmäßigen Abständen einzusetzen, um kontinuierliche Verbesserung des Informationssicherheitsniveaus zu erreichen.

4 Mehrwert für Wirtschaft und Gesellschaft

Informationssicherheit muss gelebt werden. Dies kann nur funktionieren, wenn Menschen sich der Informationssicherheitsgefahren bewusst sind und präventiv aktiv dagegenhandeln und das eigene Verhalten im Arbeits- sowie Privatumfeld nachhaltig ändern. Eine vertrauenswürdige Informationssicherheits-, Fehler- und Kommunikationskultur im Unternehmen ist dabei essentiell. Mitarbeitenden sollen Ängste und Bedenken im Falle einer falschen Entscheidung genommen werden. Es ist wichtig, über Fehler und Erfolge miteinander zu sprechen, um das eigene und das Verhalten anderer zu reflektieren und gemeinsam über mögliche Lösungen nachzudenken. In diesem Zusammenhang darf Sensibilisierung für Informationssicherheit nicht als eine einzelne Maßnahme betrachtet werden. Alle Maßnahmen des vorgestellten innovativen und praxisnahen Gesamtzenarios können und sollten immer wieder eingesetzt werden, denn Informationssicherheit ist ein fortlaufender Prozess. Befragungen (Sicherheitskultur, Awareness-Messung) sollten wiederholt werden, analoge und digitale Serious Games können in geeigneten Situationen zur Erinnerung absolviert oder für neue Mitarbeitende als Einstieg genutzt werden. Sicherheitskonzepte, Handlungsempfehlungen, Goldene Regeln sollten präsent platziert, immer wieder diskutiert und ggf. aktualisiert werden. Damit Mitarbeitende sich leichter sicherheitskonform verhalten können, bedarf es der Unterstützung des Top-Managements des Unternehmens [Sa22]. Durch den Einsatz von vielfältigen kreativen Methoden und gebündelten Maßnahmen entsteht durch das vorliegende Projekt ein Instrument zur Selbsthilfe für KMU, welches die Mitarbeitenden befähigt, achtsamer im Umgang mit möglichen Risiken zu sein, und so zur Steigerung des Informationssicherheitsniveaus des gesamten Unternehmens beiträgt.

5 Ausblick

Um eine erfolgreiche und nachhaltige Sensibilisierung zu erreichen, muss diese interaktive und abwechslungsreiche Methoden beinhalten, Austausche im diskursiven Setting fördern, kurzweilig sein und in wiederkehrenden Abständen zu aktuellen Themen stattfinden. Das innovative und praxisnahe Gesamtszenario ist als ganzheitliches Konzept zu betrachten, das zu der dringend notwendigen Sensibilisierung von Führungskräften und Mitarbeitenden und zu einer gezielten Personalentwicklung in KMU beiträgt. Informationssicherheit wird durch die verschiedenen Maßnahmen des Gesamtszenarios im Zusammenhang mit den zunehmend digitalen Arbeitsprozessen konkret (be-)greifbar gemacht, gleichzeitig werden die Mitarbeitenden der Unternehmen emotional berührt und aktiv in die Maßnahmen einbezogen. Eine nachhaltige und unternehmensweite Informationssicherheitskultur soll damit aufgebaut und etabliert werden. Bei dem im vorliegenden Projekt entwickelten Gesamtszenario steht der Diskurs und der Austausch von Erfahrungen und Wissen im Vordergrund. Für eine deutschlandweite Nutzung und Erhöhung des Informationssicherheitsniveaus in Unternehmen, müssen Strukturen geschaffen werden, die breitenwirksamen Einsatz von Moderatorenschulungen und Awareness-Trainings ermöglichen, um Multiplikatoren für Serious Games und das Gesamtszenario des Forschungsprojektes auszubilden und Mitarbeitende sensibilisieren zu können.

6 Danksagung

Wir danken dem Bundesministerium für Wirtschaft und Klimapolitik (BMWK) für die Förderung des Projekts Awareness Labor KMU (ALARM) Informationssicherheit. Wir möchten uns auch bei den beteiligten Pilotunternehmen, Unterauftragnehmer und assoziierten Partnern sowie bei der gesamten Forschungsgruppe für ihre hilfreichen kritischen Kommentare und Austausche bedanken.

7 Literaturverzeichnis




- [AN10] Aßländer, M. S.; Nutzinger, H. G.: Der systematische Ort der Moral ist die Ethik! Einige kritische Anmerkungen zur ökonomischen Ethik Karl Homanns. Zeitschrift für Wirtschafts- und Unternehmensethik 3/11, S. 226–248, 2010.
- [BMI21] Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI) (2021): Cybersicherheitsstrategie für Deutschland 2021. Berlin.
- [BSI20] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) (2020): IT-Grundschutz-Kompendium. Edited by Bonn Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. Bonn, Deutschland: Reguvis Fachmedien GmbH.
- [BSI21] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) (2021): Die Lage der IT-Sicherheit in Deutschland 2021. Bonn.

- [BSI22] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) (2022): Cyber-Sicherheit für KMU. Die TOP 14 Fragen. Berlin.
- [BSN16] Bada, M., Sasse, A. & Nurse, J. (2016): Cyber Security Awareness Campaigns. Why do they fail to change behaviour?. In: Proceedings of International Conference on ICT for Sustainable Development. ICT4SD 2015 Volume 2. 1st ed. 2016. Singapore, s.l.: Springer Singapore (Advances in Intelligent Systems and Computing, 409).
- [BSW08] Beautement, A.; Sasse, M. A.; Wonham, M.: The compliance budget. In (Bishop, M. Hrsg.): Proceedings of the 2008 workshop on New security paradigms. ACM, New York, NY, S. 47–58, 2008.
- [da18] da Veiga, A.: An approach to information security culture change combining ADKAR and the ISCA questionnaire to aid transition to the desired culture. In: *Information and Computer Security* 5/26, S. 584–612, 2018.
- [da20] da Veiga, A. et al.: Defining organisational information security culture—Perspectives from academia and industry. *Computers and Security* 92, S. 101713, 2020.
- [EN18] ENISA (European Union Agency for Network and Information Security) (2018): Cybersecurity Culture Guidelines: Behavioural Aspects of Cybersecurity.
- [Fo20] Forrester Consulting Thought Leadership Paper Commissioned By Palo Alto Networks 2020
- [Fi20] Field, A.: Survey fatigue and the tragedy of the commons: Are we undermining our evaluation practice? *Evaluation Matters—He Take Tō Te Aromatawai*, S. 1–11, 2020.
- [FioJ] Fingerhut, K. (o. J.): Narration als Lernform im Fachunterricht und die Erweiterung von Sprachkompetenz im Fachunterricht. <https://docplayer.org/63632962-Narration-als-lernform-im-fachunterricht-und-die-erweiterung-von-sprachkompetenz-im-fachunterricht-gekuerzte-fassung.html>, letzter Zugriff 25.4.2022.
- [GioJ] Gittermann, A. n.d. „Wie erstelle ich ein Tätigkeitsprofil“ Engagiert! Mitgestalten, Engagementförderung der EKKW.
- [Gu83] Gutenberg, E.: Die Produktion. Springer, Berlin, Heidelberg, 1983 (1951).
- [JG07] Johnson, M. E.; Goetz, E.: Embedding Information Security into the Organization. *IEEE Security & Privacy Magazine* 3/5, S. 16–24, 2007.
- [KKÅ17] Karlsson, F.; Karlsson, M.; Åström, J.: Measuring employees’ compliance – the importance of value pluralism. *Information and Computer Security* 3/25, S. 279–299, 2017.
- [LA09] Linek, S. B. & Albert, D. (2009): Game-based Learning: Gender-Specific Aspects of Parasocial Interaction and Identification. Conference: International Technology, Education and Development Conference (INTED). 2009.
- [Po21] Pokoyski, D., Matas, I. & Haucke, A. (2021): Qualitative Wirkungsanalyse Security Awareness in KMU: Tiefenpsychologische Grundlagenstudie im Projekt Awareness Labor KMU (ALARM) Informationssicherheit. Scholl, M. (Hrsg), Technische Hochschule Wildau, Wildau.
<https://alarm.wildau.biz/sttic/d6490e49f8d31adfa35259134b8d1b9d/220316-alarm-studie-final.pdf>.

- [Pr22] Prott, F., Küchler, U., Schuktomow, R. & Scholl, M. (2022): Serious Games als Lernmethode zur Steigerung der Informationssicherheit. AKWI-Tagungsband zur 35. AKWI-Jahrestagung, 2022, 325–334.
- [Sa22] Sasse, A., Hielscher, J., Friedauer, J., Menges, U. & Peiffer, M. (2022): Warum IT-Sicherheit in Organisationen einen Neustart braucht. In: 18. Deutscher IT-Sicherheitskongress des BSI.
- [Sc20] Scholl, M.: (How) Can Directive (EU) 2019/1937 on whistleblowers be used to build up a security and safety culture in Institutions? *International Journal of Information Security* 2/7, S. 40–57, 2020.
- [Sc85] Schein, E. H.: *Organizational Culture and Leadership*. Jossey-Bass Publishers, San Francisco, 1985.
- [Sc90] Schein, E. H.: Organizational culture. *American Psychologist* 2/45, S. 109–119, 1990.
- [SM16] Schanz, R.; Müller-Vorbr uggen, M.: Ethik. (Ethics). In (Gessler, M. Hrsg.): *Kompetenzbasiertes Projektmanagement (PM 3)*. Handbuch für die Projektarbeit, Qualifizierung und Zertifizierung auf Basis der IPMA Competence Baseline Version 3.0. GPM Deutsche Gesellschaft für Projektmanagement e.V, Nürnberg, S. 1091–1103, 2016.
- [Ve22] Verizon, 2022. *Data Breach Investigations Report (DBIR) 2022*. <https://verizon.com/business/resources/reports/2022/dbir/2022-data-breach-investigations-report-dbir.pdf>, accessed June 28, 2022.
- [VSB20] Volkamer, M. Sasse, M. A. & Boehm, F. (2020): Analysing Simulated Phishing Campaigns for Staff. In: *Computer Security. ESORICS 2020. Lecture Notes in Computer Science, Vol 12580*. Springer, Cham, 312–328.
- [vS10] van Niekerk, J. F.; Solms, R. von: Information security culture: A management perspective. *Computers & Security* 4/29, S. 476–486, 2010.
- [Yp14] Ypsilanti, A.; Vivas, A.B.; R ais anen, T.; Viitala, M.; Ij as, T.; Ropes, D.: Are Serious Video Games Something More than a Game? A Review on the Effectiveness of Serious Games to Facilitate Intergenerational Learning. *Education and Information Technologies*, 19, S. 515–529, 2014.

Zukunft des Lernens

Kritische Reflexion und Handlungsansätze zum Einsatz Generativer KI in der Wirtschaftsinformatik-Lehre

Claudia Lemke ¹, Vera G. Meister ², Doris Weßels ³

Abstract: Die digitalen Technologien verändern die Gesellschaft, auch die akademischen Wissenschaftssysteme sind betroffen. Das erfordert verstärkte Überlegungen zum Einsatz solcher Technologien und zu ihrem Einfluss auf Lehre und Studium. Der Beitrag fokussiert die Relevanz von AI-Literacy im Kontext des Einsatzes Generativer KI aus zwei Perspektiven. Zunächst wird die Wahrnehmung und Bereitschaft von Studierenden, KI-basierte Tools zur automatisierten Textgenerierung zu nutzen, empirisch untersucht. Im zweiten Teil wird ein auf Ko-Kreation ausgerichtetes Lehrkonzept modelliert, das neben fachlichen auch AI-Literacy-Kompetenzen adressiert. Die Ergebnisse führen zu Handlungsansätzen, insbesondere für Wirtschaftsinformatik-Studiengänge.

Keywords: Automatisierte Textgenerierung, Generative KI, Studium der Wirtschaftsinformatik, Ko-Kreation, AI-Literacy.

1 Einleitung

Die modernen digitalen und vernetzten Technologien als Ausprägung der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT oder kurz IT) verändern bereits anhaltend, ganz grundsätzlich und vor allem irreversibel Wirtschaft und Gesellschaft [LB15], so auch im Bildungsbereich unter anderem die akademischen Wissenschaftssysteme. Einerseits treffen Dozierende heute auf eine Generation Studierender, die mit diesen Technologien aufgewachsen sind und bereits durch deren Einfluss ihr Kommunikations- und Interaktionsverhalten verändert haben. Zudem haben heutige Lernende andere Erwartungen an das Lernen einschließlich der entsprechenden Einstellungen dazu. Andererseits fördern die umfassenden Möglichkeiten des Einsatzes dieser Technologien im Lehr- und Lernbetrieb von Hochschulen neue Formen der Lehre und Studierendenbetreuung, die tiefgreifende strukturelle Reformen nach sich ziehen.

Insbesondere die Technologien der Künstlichen Intelligenz (KI, englisch AI) weisen hier einen umfassenden transformativen Charakter auf, der Lernen und Lehren mit und über KI neu justieren wird [Le+21]. Je tiefer und umfassender diese Technologie in den Bil-

¹ Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin, Fachbereich Duales Studium, Alt-Friedrichsfelde 60, Berlin, 10315, claudia.lemke@hwr-berlin.de, <https://orcid.org/0000-0003-0151-1489>

² Technische Hochschule Brandenburg, Fachbereich Wirtschaft, Magdeburger Straße 50, 14770 Brandenburg an der Havel, vera.meister@th-brandenburg.de, <https://orcid.org/0000-0002-2780-0222>

³ Fachhochschule Kiel, Fachbereich Wirtschaft, Sokratesplatz 2, 24149 Kiel, doris.wessels@fh-kiel.de, <https://orcid.org/0000-0002-0151-4228>

dungsbereich eindringt, umso wichtiger wird es auch hier, dass alle beteiligten Stakeholder im Verständnis und Umgang mit dieser Technologie selbst ausgebildet werden. AI-Literacy [LM20] wird zu einer wesentlichen Schlüsselkompetenz für uns Menschen, gerade im Bildungsbereich. Als ein Set von Fertigkeiten und Kompetenzen befähigen diese die Einzelne und den Einzelnen, KI kritisch zu beurteilen, aber auch mit KI effektiv zu kommunizieren und zu arbeiten, und dies sowohl im professionellen Umfeld als auch privat [LM20, S.2].

Vor dem Hintergrund der besonderen Herausforderungen eines interdisziplinären Studienfachs wie der Wirtschaftsinformatik (WI), erfährt AI-Literacy eine gesonderte Bedeutung. Die WI muss sowohl zeitgemäße und tiefgehende technologische Fertigkeiten vermitteln als auch grundlegende betriebswirtschaftliche Kenntnisse in der Anwendung dieser Technologien. Dazu gehört unter anderem, die vielfältigen Modelle und Konzepte von KI verstehen und einordnen zu können. In der jüngsten Vergangenheit sind dies insbesondere die Modelle der Generativen KI. Solche KI-Modelle generieren aus komplexen und vielfältigen Eingabewerten mit Hilfe vortrainierter Lerndaten menschlichen Leistungen ähnliche Inhalte [Li+23] und adressieren damit Lern- und Lehrfelder in der WI von der Programmierung über technische Konzepte bis ganz allgemein zum Verfassen wissenschaftlicher Arbeiten.

Dieser Beitrag beleuchtet beide Seiten des Einsatzes von Generativer KI in unserem Studienfach der WI. Aus der Perspektive der Studierenden wird gezeigt, angelehnt an die Strukturen des Projektes KI-Schreibwerkstatt [MW23], wie Studierende die Nutzung von automatisierten Textgenerierungstools als Ausprägung Generativer KI reflektieren. Die Lehrendenperspektive hingegen wird über ein auf Ko-Kreation ausgerichtetes Lehrkonzept modelliert, das neben fachlichen auch AI-Literacy-Kompetenzen adressiert. Somit beginnt der Beitrag mit einigen definitorischen Grundlagen und führt weiter zu den besonderen Herausforderungen eines WI-Studiums.

2 Grundlagen

Bereits seit einiger Zeit verändern die digitalen und vernetzten Technologien die Prozesse und Strukturen im Bildungsbereich, insbesondere im Bereich der akademischen Bildung. Der Bereich EdTech (Educational Technology) verzeichnet seit Jahren stetige Zuwachszahlen in Bezug auf das Angebot der Lösungen aber auch hinsichtlich des Investitionsvolumens. Führende Motive sind dabei die Steigerung der Qualität der Lehre, eine höhere Effizienz im Lernen und Lehren und eine zunehmende Chancengleichheit für den Zugang zu Bildungsangeboten [EI23]. Mit der zunehmenden Verbreitung von KI-basierten Lösungen erreicht zudem die Ko-Kreation eine neue Qualität. Unter Ko-Kreation soll die Kollaboration von Mensch und Maschine bei der Lösung von Aufgaben und/oder der Schaffung von Artefakten verstanden werden.

Für den Begriff der KI selbst besteht kein einheitlicher definitorischer Konsens [Mo+20]. Eine bedeutende Ursache hierfür besteht darin, dass die KI selbst ein bewegliches Ziel ist,

das permanenten Anpassungen unterliegt. Für den Kontext des vorliegenden Beitrags wird die Definition der UNESCO zugrunde gelegt. Demnach sind Systeme der künstlichen Intelligenz Systeme der Informationsverarbeitung, die als integrierte Modelle und Algorithmen die Fähigkeit des Lernens besitzen und kognitive Aufgaben für die Vorhersage und Entscheidungsfindung in materiellen und virtuellen Umgebungen erledigen. Sie können mit einem unterschiedlichen Grad an Autonomie arbeiten, da diese Systeme durch die Auswertung von Daten und der Berechnung von Korrelationen Wissen modellieren und darstellen können [UN22]. Die Definition der UNESCO fokussiert stark auf die Fähigkeiten der KI zum Lernen, orientiert sich aber in ihrer Definition auch an anderen KI-Ansätzen wie z. B. den statistischen Methoden. Diese Sichtweise findet sich auch in der europäischen Definition zum AI Act wieder, adressiert jedoch stärker explizit die weiteren Teilbereiche der KI wie die logik- und wissensbasierten Systeme und die statistischen Methoden [EC21]. In den Definitionen wird sichtbar, dass die Modelle und Methoden der KI grundsätzlich in zwei voneinander getrennte Bereiche eingeordnet werden können, in die regelbasierten und in die konstruktivistischen Methoden [Th12]. Erste besitzen einen definierten Regelsatz zur Ausführung von spezifischen Aufgaben, beispielsweise ein Schachalgorithmus, der alle theoretisch und praktisch möglichen Schachregeln enthält und somit die Aufgabe des Schachspiels lösen kann. Diese Systeme benötigen in aller Regel wenig Daten für eine Ausführung. Konstruktivistische Systeme hingegen basieren auf dem Prinzip des Lernens (in unterschiedlichen Ausprägungen) und nutzen dafür Daten in großem, zum Teil immensum Umfang. Modelle der neuronalen Netzwerke sind hier sehr prominent und werden als Beispiel des maschinellen Lernens betrachtet. Zunehmend vermischen sich diese beiden Methoden und ermöglichen neue Formen von KI-Systemen. Die generativen KI-Systeme sind hierfür ein Beispiel. Die Definition der UNESCO nimmt Bezug auf diese zunehmende Kombination der verschiedenen KI-Modelle. Daher scheint sie die für diesen Beitrag geeignetste Definitionsausprägung zu sein.

Generative KI ist ein Oberbegriff für sogenannte General Purpose Systems, die auf maschinellem Lernen (ML) und natürlicher Sprachverarbeitung (NLP) basieren und neue Inhalte wie Text, Audio, Video, Softwarecode oder Simulationen erstellen. Solche Systeme nutzen riesige Datenmengen, um ihre tiefen neuronalen Netze zu trainieren und auf der Grundlage ihrer probabilistischen Natur Muster für multimediale neue Inhalte wie Kunst, Bilder, Filme, Musik, Texte oder Softwareprogramme zu konzipieren. Ein leistungsstarker Vertreter dieser KI-Systeme sind die Large Language Models (LLMs). Diese Systeme stellen "generative mathematische Modelle der statistischen Verteilung von Tokens" ([Sh23] S. 2) als universelle Sprachverarbeitungswerkzeuge dar. Diese vortrainierten Modelle werden durch ein neuronales Netz parametrisiert, das seine Trainingsdaten aus der riesigen Menge an öffentlich verfügbarem, von Menschen generiertem Text bezieht. Mit ihrer Fähigkeit, eine probabilistische Verteilung von Wortfolgen (Tokens) zu liefern, modellieren sie natürlichsprachliche Texte auf der Grundlage von Statistik, Informationstheorie und maschinellem Lernen [Li122]. Dieser Umwandlungsprozess zeigt das derzeitige Potenzial großer Sprachmodelle, die es Menschen ermöglichen, dem System Fragen in natürlicher Sprache zu stellen (sogenannte Prompts) und Antworten zu erhalten.

Die daraus resultierenden vielfältigen Herausforderungen für Wirtschaft und Gesellschaft stehen nicht im Fokus dieses Beitrags. Hier verweisen wir auf einschlägige, international anerkannte Literatur wie z. B. [Be+21, FC20]. Der Beitrag widmet sich vielmehr der Sicht auf solche Systeme aus der Studierenden- und der Lehrenden-Perspektive, vor allem für WI-Studiengänge.

3 Besondere Herausforderungen für WI-Studiengänge

Informationssysteme in Wirtschaft, Verwaltung und im privaten Bereich sind nach [GI17] Gegenstand der Wirtschaftsinformatik. Die aktuelle Entwicklungsdynamik KI-integrierender Informationssysteme verändert damit für Studierende und Lehrende der WI nicht nur die Prozesse, sondern auch den Gegenstand des Lernens und Lehrens. Während eine Weiterentwicklung von Curricula durch Aufnahme KI-thematisierender Module bereits seit einigen Jahren zu beobachten ist, wird AI-Literacy als unverzichtbare Querschnittskompetenz in der WI-Community noch zu wenig diskutiert und implementiert. Die Autoren sehen daher ein Erfordernis, AI-Literacy detailliert zu operationalisieren und den engen Bezug zu WI-Kompetenzen zu verdeutlichen.

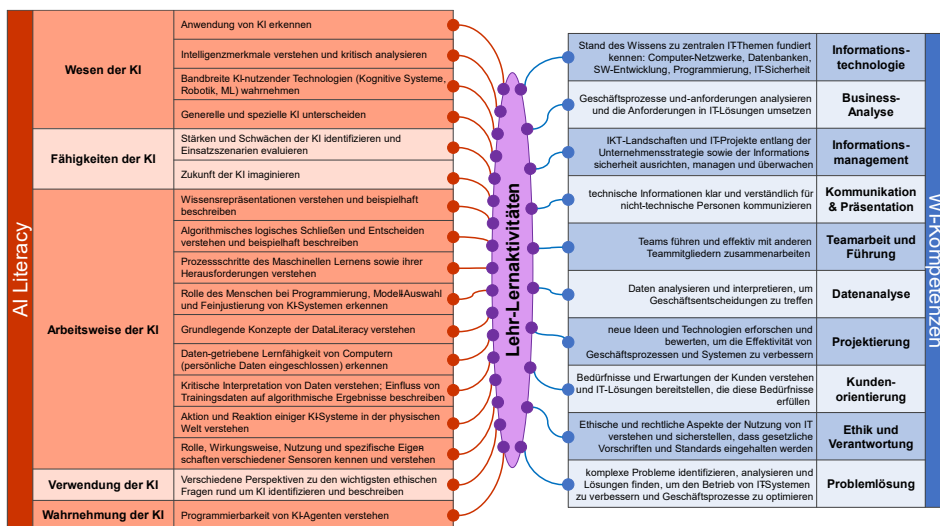


Abb. 1: Abstraktes Mapping von AI-Literacy-Kompetenzen nach [LM20] und klassischen WI-Kompetenzen über Lehr-Lernaktivitäten in WI-Modulen

Für die Erarbeitung des Schaubildes in Abb. 1 wurden zunächst die in [LM20] systematisch herausgearbeiteten Kompetenzen der AI-Literacy in eine knappe, handlungsorientierte Form gebracht (z. B. Anwendung von KI erkennen). Die WI-Kompetenzen wurden aus den Rahmenempfehlungen für die Ausbildung in Wirtschaftsinformatik an Hochschulen [GI17] und einer Vielzahl von offen publizierten WI-Studiengangprofilen extrahiert.

Auch hier wurde die handlungsorientierte Form gewählt (z. B. Geschäftsprozesse analysieren). Dieses Modell kann bei der Konzeption von Lehrveranstaltungen im WI-Studium genutzt werden, um Lehr-Lernaktivitäten so zu definieren, dass AI-Literacy-Kompetenzen systematisch mitbedacht werden.

In den folgenden Abschnitten werden zwei Use Cases vorgestellt und diskutiert, die jeweils auf die Verknüpfungen von AI-Literacy- und WI-Kompetenzen Bezug nehmen. Abschnitt 4 greift die Studierendensicht auf, die mit Hilfe einer empirischen Umfrage zur LLM-Readiness bei WI-Studienanfänger:innen ermittelt wurde. Abschnitt 5 widmet sich der reflektierten Berücksichtigung von AI-Literacy-Kompetenzen in der Phase der Konzeption einer Lehrveranstaltung im WI-Studium und damit der Lehrendensicht. Hier wird ein gestaltungsorientierter Ansatz verfolgt.

4 Use Case Studierendensicht: LLM-Readiness

Es wird zunächst der Rahmen für die Durchführung eines Studierendenprojektes zur LLM-Readiness dargestellt und das Umfragedesign kurz eingeführt. In der Folge werden die Ergebnisse diskutiert und in Anlehnung an das Konzept des Technology-Readiness-Indexes interpretiert.

4.1 Umfragedesign LLM-Readiness

Die Zielsetzung von KI-Schreibwerkstätten für Studierende besteht darin, zunächst den Kenntnisstand der Studierenden hinsichtlich des Einsatzes KI-basierter Techniken des NLP zu erheben. Durch den Werkstatt-Charakter bei der gemeinsamen Aufgabebearbeitung der studentischen Teams, die gezielt an neue (in der Regel für die Studierenden unbekannt) KI-gestützte Schreibwerkzeuge inklusive Digital Research Assistant Tools herangeführt werden, können im zweiten Schritt die spezifischen Veränderungen im akademischen Schreibprozess der Lernenden analysiert werden. Basierend auf diesen Ergebnissen sollen die Implikationen für die Förderung der studentischen Schreibkompetenz unter Berücksichtigung der Anforderungen guter wissenschaftlicher Praxis abgeleitet und konkrete Handlungsempfehlungen für die Hochschulen formuliert werden.

Diese Ideen wurden für ein kleineres Studierendenprojekt LLM-Readiness an der HWR Berlin übernommen, bei dem Erstsemester-Studierende der Wirtschaftsinformatik während der Lehrveranstaltung "Einführung in die Wirtschaftsinformatik" erste Erfahrungen im Umgang mit den KI-basierten Tools zur automatisierten Textgenerierung (insbesondere LLMs) sammeln sollten und diese dann fragebogengestützt auswerten sollten. Ziel war es, eine erste Stimmung zu erhalten, wie Studierende diese Tools wahrnehmen und wie sie sich im Umgang und ihrer Bereitschaft, solche Tools zu nutzen, selbst einschätzen. Das übergeordnete Lernziel dieses Projektes bestand darin, einzelne KI-Kompetenzen (AI-Literacy) am Beispiel der Nutzung von LLMs zu stärken und einen differenzierten Blick auf die KI-basierten Methoden zur automatisierten Textgenerierung zu entwickeln,

einschließlich ihrer Risiken und digital-ethischen Auswirkungen. Somit sollten die Studierenden befähigt werden, an diesem Beispiel die Auswirkungen digitaler und vernetzter Technologien auf unser Leben und unsere Arbeit besser beurteilen zu können. Dafür mussten die Studierenden selbst drei Texte verfassen inklusive einer genau definierten Analyse dieser sowie einer Qualitätskontrolle gemäß wissenschaftlicher Arbeitsweisen, wie Quellennachweis und Überprüfung des Wahrheitsgehalts. Im Anschluss wurden die Studierenden gebeten, anhand von vorgegebenen Fragen ihre Erfahrungen zu reflektieren. Aufgrund der gruppenbasierten Arbeitsweise nahmen die Studierenden sowohl an einer Gruppen- als auch an einer Einzelumfrage teil. Die Designparameter der durchgeführten Umfrage sind folgende:

- Erstsemester-Studierende Wirtschaftsinformatik B. Sc. dual der Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin (HWR Berlin) im Modul "Einführung in die Wirtschaftsinformatik" (4SWS)
- Einzelumfrage Grundgesamtheit Studierende Jahrgang 2022: 118
- Einzelumfrage Stichprobe gültige bzw. abgeschlossene Teilnahmen vs. ungültige Teilnahmen: 111 von 112 (94,06%)
- Einzelumfrage: Zehn Aussagen mittels fünfstufiger Likert-Skala (1: stimme überhaupt nicht zu; 5: stimme vollständig zu)
- Gruppenumfrage Grundgesamtheit entsprechend Gruppengröße von max. 7 Studierenden Jahrgang 2022: 18 Gruppen
- Gruppenumfrage Stichprobe gültige bzw. abgeschlossene Teilnahmen vs. ungültige Teilnahmen: 18 von 20 (100%)
- Gruppenumfrage: zwei Freitextfragen
- Umfragetool: LamaPoll, Lamano GmbH & Co. KG Berlin, kostenpflichtiger Account
- Zeitraum der Textgenerierung durch die Studierenden: 22. November bis 04. Dezember 2022
- Zeitraum der Umfrage: 22. Dezember 2022 bis 08. Januar 2023

Die Studierenden erhielten vor der Umfrage die Aufgabe, drei unterschiedliche Texte zu generieren unter der freien Wahl der KI-basierten Systeme. Die Texte sollten in Vorbereitung der Beantwortung der Umfrage generiert und ausgewertet werden und sollten wenigstens diese Form eines Promptes enthalten:

- a) Erstellung einer Stellenausschreibung Wirtschaftsinformatiker:in mit dem Schwerpunkt Digitale Transformation in einer öffentlichen Verwaltung (Text 1)
- b) Erstellung eines Kurz-Essays zum Thema 'Erkennen von Fake News und Desinformationen in sozialen Medien' (Text 2)

- c) Erstellung einer Übersicht über die Möglichkeiten des Schutzes von Honigbienen vor Parasiten (Text 3)

Im Zuge der Umfrage entsprechend der definierten Designparameter mussten die folgenden Statements anhand einer 5-stufigen Likert-Skala (1 = stimme überhaupt nicht zu; 5 = stimme vollständig zu) beantwortet werden. Nachfolgend sind die zehn Statements aufgeführt:

- A. Ich muss im Zeitalter von KI viel kritischer und bewusster lesen als früher. Lesekompetenz wird bedeutsamer.
- B. Ich werde im Zeitalter von KI viel leichter ein Opfer von Fake News und Desinformationen.
- C. Im Zeitalter von KI verliert die Fähigkeit des eigenen Schreibens für mich perspektivisch an Bedeutung.
- D. Ich empfinde ein Unbehagen, das Vorgehen der KI-basierten Tools, die ich eingesetzt habe, nicht im Detail zu verstehen und nachvollziehen zu können (Black Box).
- E. Ich empfinde ein Unbehagen beim Einsatz dieser KI-basierten Tools, weil ich das Gefühl habe, potenzielle Leser:innen meiner Texte zu täuschen.
- F. Das Schreiben wird durch den Einsatz dieser KI-basierten Tools kreativer und ich bekomme mehr Inspirationen und bessere Ideen.
- G. Mir hat das Arbeiten mit diesen KI-basierten Tools viel Spaß und Freude bereitet.
- H. Ich empfinde mich als Autor:in des unter meiner Leitung durch die KI-basierten Tools generierten Textes.
- I. Diese KI-basierten Tools unterstützen Studierende dabei, Schreibblockaden zu vermeiden oder zu überwinden.
- J. Die Hochschulen sollten zukünftig keine schriftlichen Haus-, Studien- und Abschlussarbeiten zu Prüfungszwecken nutzen, weil die Urheberschaft der Texte nicht sicher geprüft werden kann.

Zusätzlich sollten die definierten Arbeitsgruppen über ihren Prozess der Texterstellung und Bewertung zwei reflektierende Fragen in Form von Freitext beantworten:

- Welchen Eindruck hatten Sie von der Leistungsstärke der KI-basierten Tools zur automatisierten Textgenerierung, die Sie verwendet haben? (Hinweis: Bitte nennen Sie gerne die Tools mit ihren Stärken und Schwächen, die Sie wahrgenommen haben!)
- Was müssten die KI-basierten Tools zur automatisierten Textgenerierung im Idealfall können, damit Sie solche Tools zur Unterstützung Ihres Schreibprozesses in Ihrer täglichen Praxis einsetzen würden?

4.2 Ergebnisdiskussion und Ableitung möglicher Erkenntnisse

In Abb. 2 sind die gewählten KI-basierten Tools zur automatisierten Textgenerierung aufgeführt mit der jeweiligen Nutzungshäufigkeit (vgl. Abb. 2). Für alle drei Texte sollte nachweisbar gezeigt werden, welche Textpassagen menschlich sind bzw. manuell erstellt wurden und welche von den KI-basierten Modellen (mit Nennung des Tools) stammen einschließlich eines eventuell vorgenommenen Prompt-Engineerings. Zudem sollte die Quellenarbeit dokumentiert werden und die Studierenden sollten eine persönliche Einschätzung zur Güte der Texte abgeben. Damit entsprachen die geforderten Ergebnisdokumente einer Art Protokoll oder Versuchsaufbau, um detailliert und nachvollziehbar den Hergang der jeweiligen Textgenerierung zeigen zu können. Die Thematiken wurden bewusst im Sinne einer beruflichen bzw. fachlichen Nähe zu den möglichen Inhalten gewählt. Für den dritten Text wurde die Hypothese vertreten, dass hier die Studierenden die geringste eigene Erfahrung mitbringen, und sie daher besonderen Herausforderungen in Bezug auf Quellenarbeit und Prüfung der inhaltlichen Korrektheit gegenüberstehen.

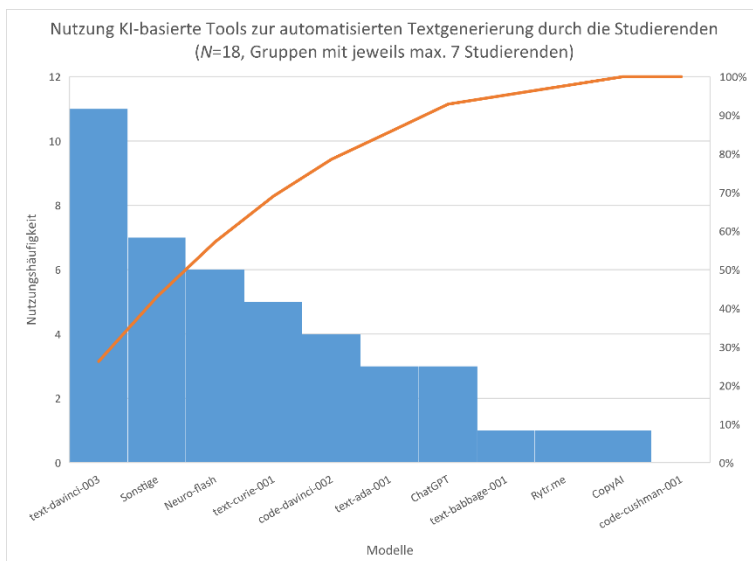


Abb. 2: Verwendete KI-basierte Tools zur automatisierten Textgenerierung durch die Studierenden

Die Mehrzahl der Texte wurde von den jeweiligen Gruppen auf Basis von GPT-3 (Generated Pre-Trained Transformer 3) im Playground der Plattform der Firma OpenAI bearbeitet bzw. unter Nutzung von Tools, die auch auf GPT-3 basieren. Die hohe Häufigkeit in der Angabe unter der Rubrik ‚Sonstige‘ zeigt, dass einige Gruppen unsauber bei der Erfassung ihrer korrekten Toolbezeichnung waren, denn durch die Möglichkeit der Angabe von Tools unter dieser Rubrik notierten die Studierenden entweder Playground oder allgemein nur GPT-3 von OpenAI, was jedoch praktisch nur über die Auswahl eines jeweiligen Modells über dem Playground von OpenAI nutzbar war und somit korrekt hätte

benannt werden müssen. Ebenso verhält es sich mit der Angabe des Tools ChatGPT, das praktisch nicht verwendet werden konnte, auch wenn sich der Zeitpunkt der Fertigstellung der Texterstellung zufälligerweise überschneidet mit dem Launch von ChatGPT Ende November 2022. Diese Aussagen bei der Toolnutzung unterliegen damit einer Ungenauigkeit, zeigen aber durch die gewählte unbereinigte Darstellung zugleich die Fehleranfälligkeit beim Ausfüllen von Umfragen durch Studierende.

Im nachfolgenden werden die Ergebnisse der Einzelumfrage näher gezeigt. Die Ergebnisse aus der Gruppenumfrage fließen in die Diskussion der Ergebnisse ein, insbesondere bei der Ableitung möglicher Erkenntnisse. Eine tiefergehende Diskussion über die qualitative Güte sowie die korrekte wissenschaftliche Arbeitsweise der Gruppen für die drei generierten Texttypen ist nicht Gegenstand dieses Beitrags.

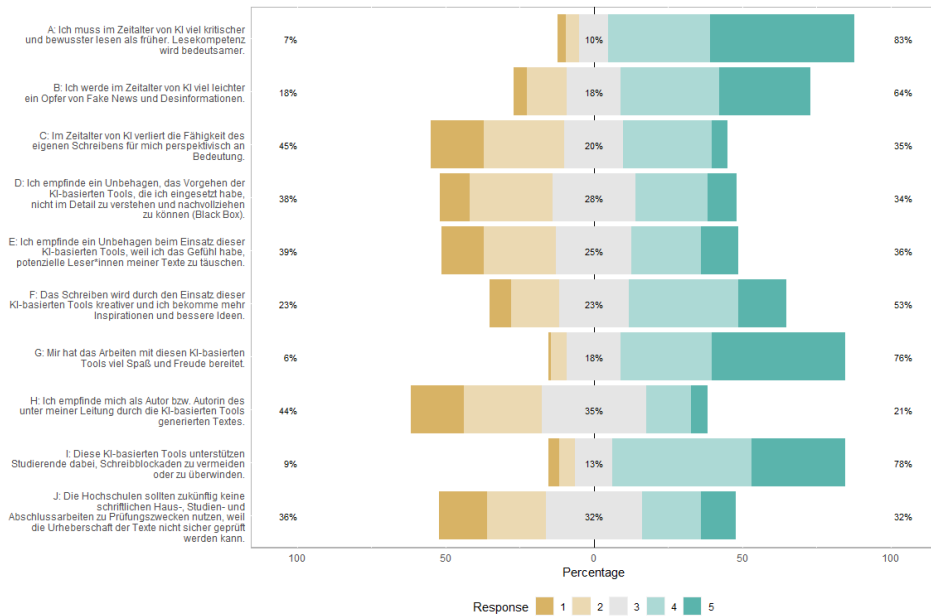


Abb. 3: Verteilung der Einschätzungen der Stichprobe $N=111$ über die zehn vorgegebenen Aussagen (gemäß 5-stufiger Likert-Skala)

Wie im Umfragedesign sichtbar, wurden den Studierenden zehn Aussagen präsentiert, wie sie auch den Teilnehmenden der KI-Schreibwerkstätten zur Reflexion gegeben werden. Abb. 3 zeigt die Einschätzungen der teilnehmenden Studierenden ($N=111$) in Bezug auf diese zehn Aussagen. So zeigt sich, dass Studierende sehr wohl eine reflektierte Wahrnehmung besitzen, was die Veränderung von KI-spezifischen Kompetenzen betrifft (83 % Zustimmung, teilweise und vollständig). Skills im Kontext von AI-Literacy, die zur Steigerung von Fähigkeiten beitragen, z. B. Fake News und Desinformationen besser einschätzen zu können, werden so auch von den Studierenden gesehen (64 % Zustimmung,

teilweise und vollständig). Eine hohe Zustimmung sehen wir auch bei Aussagen, die man im weitesten Sinne der Arbeitserleichterung bzw. der allgemeinen Fähigkeit junger Menschen im Umgang mit digitalen Tools zuordnen kann, vgl. Aussagen G und I (76 % bzw. 78 % Zustimmung, teilweise und vollständig). Werden die Aussagen A-J der Umfrage zusätzlich nach spezifischen Kriterien sortiert, wie z.B. auf die Möglichkeiten zur Ableitung einer Bereitschaft der Studierenden zur Nutzung dieser für sie neuen Technologie, ergibt sich ein noch klareres Bild.

Das Konzept des *Technology Readiness Index* (TRI 1.0) von [Pa00] bzw. TRI 2.0 von [PC15] ist als Theorie hierfür brauchbar, das es die Bereitschaft von Nutzer:innen gegenüber einer neuen Technologie und ihrem Adaptionsgrad misst. Vier Dimensionen, die entweder eine positive oder negative Einflussnahme ausüben, zeigen die Höhe dieser Bereitschaft an, eine neue Technologie auch tatsächlich zu nutzen. Optimismus und Innovationsneigung fördern die Bereitschaft, Unbehagen und Unsicherheit bzw. Ungewissheit verringern Nutzungsbereitschaft. Bei vollständiger Anwendung des Konzepts werden 36 Items, die diesen vier Dimensionen zugeordnet werden, über eine 5-stufige Likert-Skala gemessen und statistisch ausgewertet [Pa00]. In der Umfrage unseres Beitrags war es nicht das Ziel, diese statistisch anspruchsvolle Form der Untersuchung mittels TRI 1.0/2.0 nach [Pa00; PC15] fortzuführen, sondern lediglich einen ersten Eindruck auf der Grundlage einer Selbstreflexion durch die Studierenden als Nutzer:innen-Gruppe zu ermitteln. Die vier Dimensionen dienen hier als Strukturhilfe, die zehn Aussagen entsprechend ihrer zu erwarteten positiven oder negativen Wirkung auf die Bereitschaft zuzuordnen, wie nachfolgend ersichtlich:

- *Optimismus* (Optimism) im Sinne einer positiven Sicht auf eine neue Technologie: Aussagen F, G, H
- *Innovationsneigung* (Innovativeness) im Sinne der Tendenz, in der Nutzung einer neuen Technologie Pionier oder Gedankenführer zu sein: Aussagen C, I
- *Unbehagen* (Discomfort) im Sinne des empfundenen Mangels an Kontrolle über die neue Technologie: Aussagen D und E
- *Unsicherheit/Ungewissheit* (Insecurity) im Sinne eines Misstrauens gegenüber der neuen Technologie: Aussagen A, B und J

Dieser Use Case versteht sich demnach eher als Adaption der Arbeiten aus den KI-Schreibwerkstätten. Dennoch eignen sich die definierten Dimensionen nach TRI für eine tiefere Strukturierung der Ergebnisse, um einzelne Erkenntnisse aus den Aussagen der Studierenden sichtbar abzuleiten. Abb. 4 zeigt die Verteilung aller Aussagen entsprechend der vier Dimensionen.

Nach dieser Strukturierung zeigt sich klar, dass die Studierenden eine positive Wahrnehmung gegenüber dieser neuen Technologie haben. Die entsprechenden Aussagen zeigen überwiegend einen hohen Grad an Zustimmung (teilweise, vollständig), ebenso bei der Wahrnehmung der Studierenden, durch diese Toolnutzung eine Pionierrolle einzunehmen und damit als innovativ zu gelten. Gleichzeitig zeigt auch die eher kritische Einschätzung

gegenüber den Tools klare Tendenzen. Das lässt auf eine differenzierte Wahrnehmung schließen. Die Studierenden sind sehr wohl in der Lage, zu verstehen, dass sie in Zukunft kritischer mit Texten umgehen müssen und dass zugleich bestimmte Fertigkeiten einer fundierten wissenschaftlichen Arbeitsweise erhalten bleiben müssen. Auch wenn diese Umfrage nicht repräsentativ ist für einen Studienjahrgang insgesamt, so umfasst die Stichprobe dennoch eine fast vollständige Kohorte an einer Hochschule. Mit einem durch die Metadaten abgefragten Durchschnittsalter von 19,6 Jahren sehen wir Studierende, die trotz oder wegen der Einschränkungen der SARS-CoV-19-Pandemie eine selbstreflektierte Wahrnehmung im Umgang mit neuen Technologien besitzen. Das sollte Hochschulleitungen und Lehrende eher positiv stimmen [Gi+23, Ka+23], Lösungsansätze zu finden, diese Tools auch tatsächlich in die Lehre einzubinden. Spaß, Freude, Kreativität, Verhindern von Schreibblockaden sind Kriterien, die diese Gruppe von Studierenden als klaren Mehrwert solcher Tools betrachten.

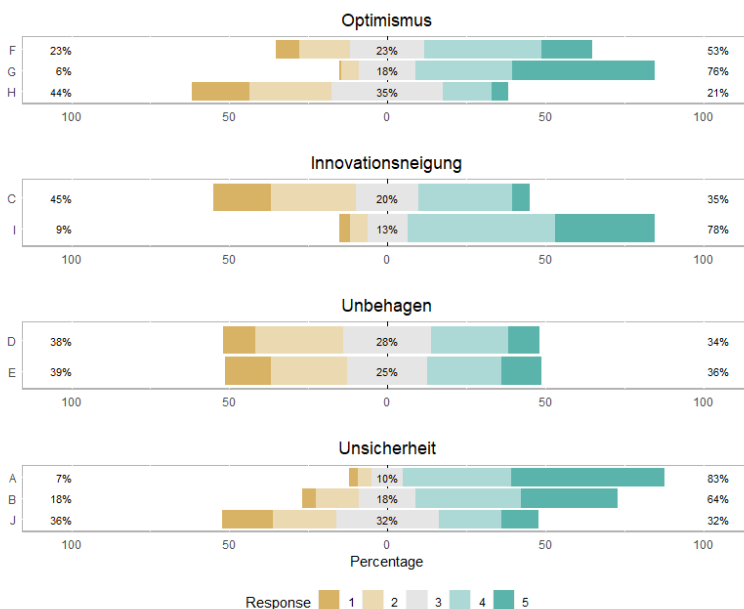


Abb. 4: Gruppierung der Aussagen entsprechend der vier Dimensionen (N=111; gemäß 5-stufiger Likert-Skala)

In der gruppenbasierten Beantwortung der Fragen schließlich zeigten sich immer wieder Aussagen wie „einfacher Zugang zum Tool“ oder „sehr einfache Benutzung“ als für Studierende positiv besetzt. Dies verdeutlicht, dass zukünftig die Förderung solcher Kompetenzen in WI-Studiengängen verstärkt und eng mit den grundlegenden Fertigkeiten des wissenschaftlichen Arbeitens verknüpft werden sollte. Durch den Ausbau von Formen der Kollaboration und der Ko-Kreation kann dies effektiv gefördert werden.

5 Use Case Lehrendensicht: Technische Wissensmodellierung

In diesem Abschnitt wird am Beispiel des Wahlpflichtmoduls Technische Wissensmodellierung dargestellt, wie das in Abschnitt 3 vorgestellte Modell der Verknüpfung von AI-Literacy- und WI-Fachkompetenzen als Referenzrahmen zur Konzeption von Lehr-Lernaktivitäten (LLA) verwendet werden kann. Die Studierenden des Masterstudiengangs Wirtschaftsinformatik sollen zunächst einschlägige semantische Technologien (insbesondere RDF, SPARQL, schema.org) verstehen und anwenden lernen. Darauf aufbauend sollen sie Anwendungsfälle und Herausforderungen bei der Integration von semantischen Technologien auch unter Einsatz generativer KI-Modelle analysieren und schließlich Lösungsansätze für geschäftsrelevante Probleme konzipieren und projektieren.

Zunächst soll gezeigt werden, dass ein solcher konzeptioneller Ansatz auf die Mehrzahl (7 von 10) der in Abb. 1 gelisteten WI-Kompetenzfelder einzahlt.

- *Informationstechnologie:* Die Studierenden erwerben fundiertes Wissen zu formalisierten Auszeichnungs- und Abfragesprachen sowie zu RDF-Datenbanken.
- *Business-Analyse:* Im Kontext praktischer Anwendungsfälle analysieren die Studierenden die jeweiligen Geschäftsprozesse und Geschäftsanforderungen.
- *Kommunikation & Präsentation:* Die Studierenden präsentieren und dokumentieren die Projektergebnisse, auch mit Fokus auf nicht-technische Personen.
- *Teamarbeit und Führung:* Die Studierenden entwickeln einen Lösungsansatz im Team und nehmen dabei Führungsrollen entlang ihrer individuellen Stärken ein.
- *Projektierung:* Im Rahmen des Projektes bewerten die Studierenden das Verbesserungspotenzial des gewählten Lösungsansatzes im Anwendungsfall.
- *Ethik & Verantwortung:* Die Studierenden berücksichtigen bei der Projektierung die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften, insbesondere des Datenschutzes.
- *Problemlösung:* Die Studierenden identifizieren komplexe Probleme im Anwendungsfall, diskutieren und bewerten geeignete Lösungsansätze.

Das hier betrachtete Modul ist somit ein typisches WI-Fachmodul. Das Lehrkonzept richtet sich primär an den fachspezifischen Lernzielen aus. Für die Konzeption von LLAs sowie deren Evaluation im Hinblick auf die Entwicklung von AI-Literacy-Kompetenzen (ALK) nach [LM20], soll zunächst ein weiteres, stärker curricular orientiertes AI-Literacy-Modell eingeführt werden ([Ng+21], S. 4). Es unterscheidet vier Kategorien der AI-Literacy. Für jede dieser Kategorien wird eine LLA des Moduls konzipiert (vgl. Tab. 1).

Tab. 1: Zuordnung von LLA zu AI-Literacy-Kategorien nach [Ng+21]

Lehr-Lernaktivität (LLA)	Kategorie
LLA1. Technisches Wissensmodell erarbeiten Domänenwissen im Anwendungsfall unter Verwendung von RDF, schema.org und TURTLE konzeptualisieren, formalisieren und serialisieren • Ergebnisse visualisieren und evaluieren •	KI kennen und verstehen

Wissensmodell durch generative KI textbasiert erweitern lassen • Ergebnisse interpretieren und evaluieren	
<i>LLA2. Wissensmodell domänenspezifisch abfragen</i> charakteristische Wissensfragen für die Domäne erarbeiten und begründen • Wissensmodell in Triple-Store laden • SPARQL-Abfragen durch generative KI erstellen lassen • Abfragecode interpretieren und evaluieren • SPARQL-Abfragen durchführen • <u>Ausgaben überprüfen und präsentieren</u> • <u>Vorgehen reflektieren</u>	KI nutzen und anwenden
<i>LLA3. Prototypische Anwendung entwickeln</i> Suchanwendung für Domänen-Expert:innen (ohne technische Expertise) konzipieren • User-Anforderungen analysieren • KI-Schnittstellen ermitteln und evaluieren • vertikalen Prototypen bauen und testen • Ergebnisse präsentieren und dokumentieren	KI evaluieren und entwickeln
<i>LLA4. Ethische Perspektiven implementieren</i> UI-Design für Anwendung unter Berücksichtigung von Fairness, Transparenz und Datenschutz entwickeln und evaluieren	KI-Ethik berücksichtigen

[LM20] elaborieren 17 ALKs in fünf Clustern (s. Abb. 1). Zwei dieser Kompetenzen beziehen sich auf KI-Systeme mit Schnittstellen zur physischen Welt. Eine weitere adressiert Prozessschritte und Herausforderungen des Maschinellen Lernens. Beide Aspekte haben keinen direkten Bezug zum Modul. Im Weiteren wird exemplarisch nachgewiesen, dass die restlichen 14 ALKs durch die in Tab. 1 beschriebenen LLAs gefördert werden.

LLA1 verdeutlicht das Zusammenspiel kognitiver und ML-basierter KI-Technologien und damit die *Bandbreite KI-nutzender Technologien*. In diesem Kontext können auch die Begriffe der *generellen und speziellen KI* diskutiert sowie das *Verständnis für Wissensrepräsentationen* gestärkt werden. Indem verschiedene Textqualitäten für die Erweiterung des Wissensmodells getestet werden, können *Stärken und Schwächen der KI identifiziert und Einsatzszenarien evaluiert* sowie die *datengetriebene Lernfähigkeit von KI-Systemen* gezeigt werden. LLA2 bietet einen guten Einstieg in die Diskussion der *Intelligenzmerkmale* verschiedener Technologien auch im Vergleich mit menschlicher Intelligenz. Daran können sich Experimente zum Verständnis des *algorithmischen Schließens und Entscheidens* intelligenter Aktoren anschließen. Überprüfung und Präsentation der Abfrageergebnisse erfordern Kompetenzen der *Data Literacy* sowie eine *kritische Interpretation der Daten*. LLA1 und LLA2 sind als veranstaltungsintegrierte Übungen und Diskussionen konzipiert und machen das neue Niveau der Ko-Kreation von Mensch und Maschine erlebbar.

LLA3 in Verbindung mit LLA4 wird als Projekt durchgeführt. Bei der Konzeption der Anwendungen können die Studierenden reflektieren, *welche technologischen Artefakte KI nutzen und welche nicht*. Ausgehend vom aktuell implementierbaren Design können sie *zukünftige, weitergehende Anwendungen der KI imaginieren* und zugleich die *Rolle des Menschen bei der Programmierung und Feinjustierung der KI-Systeme* reflektieren. Der Vergleich verschiedener Implementierungen fördert das Verständnis für die *Programmierbarkeit von KI-Agenten*. LLA4 schließlich geht unmittelbar mit der *bewussten Auseinandersetzung mit wichtigen ethischen Fragen rund um KI* einher.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Mit Blick auf die aktuelle Entwicklungsgeschwindigkeit generativer KI – und hier speziell der großen KI-Sprachmodelle – entstehen neuartige Wertschöpfungsketten (präziser: Wertschöpfungs-Netzwerke), die in der Verbindung von technologischer Entwicklung und dem Entstehen neuer Märkte und Geschäftsfelder für die zeitgemäße und zukunftsorientierte Lehre der Wirtschaftsinformatik von besonderer Relevanz sind.

Gerade für die Bindestrich-Disziplin der WI ist eine holistische Sicht auf technologiegetriebene und komplexe neue Wirtschaftssysteme besonders bedeutsam. Die neuen Formen der Wertschöpfungsketten von der Entstehung der vortrainierten Foundation-Modelle, die wie das Primärsystem interpretiert werden können, über die nachgelagerten oder im Verbund mit dem Primärsystem agierenden Sekundärsysteme bis hin zur Integration in die IT-Landschaften von Unternehmen führen zu neuen Anforderungen an die Kompetenzen angehender IT-Fachkräfte.

Die Bedeutung der Integration generativer KI-Funktionalität in Organisationsprozesse ist derzeit (Stand Juni 2023) sehr anschaulich an den Funktionserweiterungen (Plugins) von ChatGPT mit dem dahinterliegenden Sprachmodell GPT-4 zu beobachten. Es entstehen über derartige Plugin-Stores potenzialstarke neue Märkte, die sich sehr dynamisch und mit schnellem Wachstum entwickeln dürften.

Zukunftsorientierte Lehre in der WI muss sich daher mit hoher Priorität diesen neuen KI-Kompetenzbereichen widmen und diese in den Curricula der Studiengänge adäquat berücksichtigen. Hierzu gehören nicht nur die Anpassung vorhandener Module wie z.B. IT-, Change- und Innovationsmanagement, sondern auch die Entwicklung neuer Lernangebote wie das Prompt Engineering, das Alignment von KI-Modellen, das anwendungs- bzw. domänenspezifische Finetuning oder auch das zielgruppenspezifische Reinforcement Learning with Human Feedback - inklusive der damit verbundenen ethischen und rechtlichen Fragenstellungen.

Aber grundsätzlich sind potenziell alle Fachrichtungen betroffen. Für die WI kommt verstärkend hinzu, dass KI-Technologien maßgeblich den Gegenstand dieser Wissenschaft betreffen: die Informationssysteme in Wirtschaft und Gesellschaft. Die im Rahmen einer Schreibwerkstatt durchgeführte Untersuchung zur LLM-Readiness bei WI-Studierenden des ersten Semesters zeigte neben einer grundsätzlich positiven Wahrnehmung auch Unsicherheiten im Hinblick auf bestimmte Risiken (Fake News, Desinformation) und Unwägbarkeiten im Lernprozess (Reliabilität klassischer Prüfungsformen). Daraus ist eine klare Notwendigkeit zur Stärkung der AI-Literacy der Studierenden abzuleiten. Zugleich besteht eine intensive Verflechtung von WI-Fachkompetenzen und AI-Literacy-Kompetenzen. Bei der Konzeption von Lehrveranstaltungen empfehlen die Autorinnen deshalb eine auf Ko-Kreation und Reflexion orientierte Gestaltung von Lehr-Lernaktivitäten. Das vorgestellte, auf WI adaptierte Referenzmodell lässt sich auf weitere Module der WI transferieren. Vergleichbare Ansätze sind auch in anderen Studiengängen umsetzbar.

Literaturverzeichnis

- [Be+21] Bender, E. et al.: On the Dangers of Stochastic Parrots. In: Conference Proceedings FAccT '21. ACM, New York, 610–623, 2021. [DOI](#).
- [EI23] Education Intelligence Unit: Artificial Intelligence in Education. Survey 2023. [Link](#), Zugriff am 28. März 2023.
- [EC21] European Commission, Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council Laying Down Harmonised Rules on Artificial Intelligence (Artificial Intelligence Act) and Amending Certain Union Legislative Acts Com/2021/206 Final, 2021, [Link](#), Zugriff am 09. Juni 2023.
- [FC20] Floridi, L., Chiriatti, M.: GPT-3: Its Nature, Scope, Limits, and Consequences, *Minds & Machines* 30, S. 681–694, 2020. [DOI](#).
- [GI17] Gesellschaft für Informatik e. V.: Rahmenempfehlungen für die Ausbildung in Wirtschaftsinformatik an Hochschulen. GI, 2017. [DOI](#).
- [Gi+23] Gimpel, H. et al.: Unlocking the Power of Generative AI Models and Systems such as GPT-4 and ChatGPT for Higher Education. [Link](#), Zugriff am: 28. März 2023.
- [Ka+23] Kasneci, E. et al.: ChatGPT for Good? On Opportunities and Challenges of Large Language Models for Education. In: *Learning and Individual Differences*, 103(2023).
- [LB15] Lemke, C., Brenner, W.: Einführung in die Wirtschaftsinformatik, Band 1: Verstehen des digitalen Zeitalters, Springer, 2015.
- [Le+21] Lemke, C. et al.: Lernen und Lehren mit und über KI, Chancen für die Reformierung der Bildung, In *POLITIKUM, Künstliche Intelligenz*, Heft 1, 2021, 54-61. DOI: <https://doi.org/10.46499/1608.1787>.
- [Li22] Li, H.: “Language models: past, present, and future”, *Communications of the ACM*, Vol. 65, No. 7, 2022, pp 56–63.
- [Li+23] Lim, W. M. et al.: Generative AI and the future of education: Ragnarök or reformation? A paradoxical perspective from management educators. In: *The International Journal of Management Education*, 2023(21)2. [DOI](#).
- [LM20] Long, D., Magerko, B.: What is AI Literacy? Competencies and Design Considerations, In: Conference Proceedings of CHI '20, ACM, New York, 2020. [DOI](#).
- [MW23] Meyer, E., Weßels, D.: Natural Language Processing im akademischen Schreibprozess – mehr Motivation durch Inspiration? In Schmohl, Tobias & Watanabe, Alice & Schelling, Kathrin (Hg.): *Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung: Chancen und Grenzen des KI-gestützten Lernens und Lehrens*, 2023, S. 227-251, 1. Auflage. Bielefeld
- [Mo+20] Monett, D. et al. (eds.): Special Issue “On Defining Artificial Intelligence.” *Journal of Artificial General Intelligence*, 11(2), S. 1-100, 2020.
- [Ng+21] Ng, D. T. K. et al.: Conceptualizing AI literacy – An exploratory review. In: *Computers and Education – Artificial Intelligence* 2 (2021). [DOI](#).
- [Sh23] Shanahan, M.: “Talking About Large Language Models”, *arXiv*, [online], <http://arxiv.org/abs/2212.03551>, Zugriff am 06. Juni 2023.

- [Pa00] Parasuraman, A.: Technology Readiness Index (TRI). In: Journal of Service Research, 2(4)2000, S. 307-320.
- [PC15] Parasuraman, A., Colby, C. L.: An Updated and Streamlined Technology Readiness Index: TRI 2.0., In: Journal of Service Research, 18(1), S. 59-74, 2015.
- [Th12] Thórisson, K.R.: A New Constructivist AI. In: Wang, P., Goertzel, B. (eds) Theoretical Foundations of Artificial General Intelligence. Atlantis Thinking Machines, vol 4. Atlantis Press, Paris, 2012. [DOI](#).
- [UN22] UNESCO: Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence. UNESCO, Paris, France, 2022. [Link](#), Zugriff am: 28. März 2023.

Untersuchung der Wirkung von Data Storytelling auf das Datenverständnis von Dashboard-Nutzer:innen

Valeria Zitz¹, Prof. Dr. Patrick Baier²

Abstract: Mit dem zunehmenden Einsatz von Big Data und Unternehmensanalysen hat Data Storytelling als wirksames Mittel zur Vermittlung von analytischen Erkenntnissen an das Publikum an Popularität gewonnen, um die Entscheidungsfindung zu unterstützen und die Unternehmensleistung zu verbessern. Allerdings gibt es nur wenige empirische Belege für die Auswirkungen von Data Storytelling auf das Datenverständnis. Diese Studie validiert das Konzept des Data Storytelling als Konstrukt im Hinblick auf seine Wirkung auf das Datenverständnis der Nutzer. Basierend auf einer empirischen Datenanalyse zeigen die Ergebnisse dieser Studie, dass Data Storytelling-Kompetenz positiv mit der Unternehmensleistung assoziiert ist, was teilweise durch die Entscheidungsqualität vermittelt wird. Diese Ergebnisse bieten eine theoretische Grundlage für die weitere Untersuchung potenzieller Antezedenzen und Konsequenzen von Data Storytelling.

Keywords: Business Analytics, Business Intelligence, Dashboards, Data Storytelling, data-driven Storytelling, Data Understanding

1 Einleitung

In der heutigen Geschäftswelt sammeln Unternehmen riesige Datenmengen an, um Entscheidungen optimal zu treffen und damit die Unternehmensleistung zu optimieren. Der Erfolg dieses Vorhabens hängt dabei von der Kompetenz bei der Datenanalyse sowie von der Umwandlung der Ergebnisse in verwertbare Erkenntnisse ab [Da19a, Da19b]. Zu diesem Zweck setzen Unternehmen zunehmend eine Vielzahl von Business-Analytics-Lösungen ein, um aus den gesammelten Daten aussagekräftige und relevante Erkenntnisse zu gewinnen und die Entscheidungsfindung sowohl auf strategischer als auch auf operativer Ebene zu optimieren [DZ19]. Die steigende Anzahl von Unternehmen, die Big-Data-Verfahren einsetzen, hat zu einem gesteigerten Interesse an den Forschungen zum Thema Geschäftsanalytik und dessen Herausforderungen geführt [SKIW17].

Frühere Forschungsarbeiten untersuchten, wie Unternehmen von Daten und Analysen durch die positive Beziehung zwischen Business Analytics und Unternehmensleistung profitieren können [Ay16]. Auch die Auswirkungen von Business Analytics auf die Wertschöpfung [SCTD12] und auf die strategische Planung [KO19] wurden bereits untersucht. Lennerholt et al. haben mehrere Herausforderungen für Business Analytics im

¹ Hochschule Karlsruhe, Fakultät Informatik & Wirtschaftsinformatik, Moltkestraße 30, 76133 Karlsruhe, valeria.zitz@gmail.com

² Hochschule Karlsruhe, Fakultät Informatik & Wirtschaftsinformatik, Moltkestraße 30, 76133 Karlsruhe, patrick.baier@hka.de

Zusammenhang mit Berichten und Data Storytelling identifiziert: Wenn Entscheidungen auf der Grundlage dieser Berichte getroffen werden sollen, muss ein hohes Maß an Vertrauen in den Menschen, der den Bericht erstellt hat, vorhanden sein [LLS20].

Trotz der Bedeutung von Data Storytelling für Geschäftsentscheidungen [MT17] und Wissenschaftskommunikation [Zh18] ist es in der wissenschaftlichen Literatur immer noch ein Nischenthema. Zwar wird Storytelling immer wieder als wichtiges Instrument genannt und wurde sogar in den 2017 Creativity Trends des CIO Magazine aufgeführt [Ga17], dennoch sind die Auswirkungen von Data Storytelling auf das Datenverständnis der Nutzer:innen noch nicht systematisch untersucht worden. Der Nachweis, dass Data Storytelling das Datenverständnis verbessert, steht noch aus. Ohne ein tieferes Verständnis der Auswirkungen von Data Storytelling auf das Datenverständnis, das eine wichtige Motivation für den Einsatz von Data Storytelling ist, bleibt es jedoch unklar, ob diese Motivation gerechtfertigt ist.

Data Storytelling bezeichnet den Prozess, Daten in eine narrative Struktur einzubetten, um Informationen und Erkenntnisse auf eine anschauliche und überzeugende Art und Weise zu präsentieren. Dabei verbindet Data Storytelling gutes Storytelling mit Datenvisualisierung und Datenerklärung und kann als eine automatisch generierte, schriftliche Erklärung von Daten definiert werden [NS20]. Diese Form der Datenvisualisierung hat in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen und wird voraussichtlich durch die jüngsten Entwicklungen im Bereich der Large Language Models (LLM) weiter an Relevanz gewinnen. Obwohl derzeitige Programme wie PowerBI diese Funktionen noch nicht basierend auf diesen mächtigen LLM implementiert haben, besteht die Erwartung, dass zukünftige Entwicklungen in diesem Bereich Data Storytelling noch effektiver machen werden.

Die vorliegende Studie trägt dazu bei, das Verständnis von Data Storytelling und seine Auswirkungen auf das Datenverständnis der Nutzer:innen zu erweitern. Die zentralen Erkenntnisse aus einem Experiment zeigen, dass der Einsatz von Data Storytelling das Datenverständnis der Proband:innen verbessert und von ihnen positiv wahrgenommen wird. Insbesondere das Verständnis von unbekanntem Metriken ist höher, wenn Dashboards Data Storytelling enthalten im Vergleich zu Dashboards mit Smart Narrative oder ohne zusätzlichen Text. Um das volle Potenzial von Data Storytelling zu erforschen, werden weitere Untersuchungen mit einem integrierten Data-Mining-Test angestrebt. Zusätzlich ist es relevant, das Interesse der Nutzer:innen an dem Thema zu erfassen und das Potenzial von Data Storytelling, mehr Interesse zu wecken, zu untersuchen.

Insgesamt trägt diese Arbeit dazu bei, die Lücke in der Forschung zum Thema Data Storytelling zu schließen und einen fundierten Beitrag zum Verständnis seiner Auswirkungen auf das Datenverständnis und die Entscheidungsfindung zu liefern.

2 Literaturübersicht

Im Folgenden wird Data Storytelling als eine wichtige Methode zur effektiven Kommunikation von Daten definiert und dessen Rolle bei der Visualisierung von Daten erläutert. Es werden bewährte Praktiken vorgestellt, die sich auf die nahtlose Integration von Datenvisualisierung und Erzählung konzentrieren. Anschließend werden Softwarelösungen vorgestellt, die Data Storytelling als integrierte Funktion ermöglichen.

2.1 Data Storytelling

Data Storytelling verbindet gutes Storytelling mit Datenvisualisierung und Datenerklärung und kann als eine automatisch generierte, schriftliche Erklärung von Daten definiert werden [NS20]. Bei Data Storytelling handelt es sich um eine sich schnell entwickelnde Forschungsrichtung, die sich auf Techniken zur Verbesserung des Datenverständnisses, des Informationsausdrucks und der Kommunikation konzentriert [SSXCFWC19].

Das Ziel von Data Storytelling ist es, Daten effizienter und effektiver zu kommunizieren [MT17]. Laut Nussbauer Knaflie (2015) erfordert Data Storytelling zwei grundlegende Fähigkeiten, die bereits in der Grund- und Sekundarschulbildung vermittelt werden. Mathematik wird benötigt, um Zahlen zu erfassen, auszuwerten und zu interpretieren. Die Sprache wird dann verwendet, um Zahlen in Wörter, Wörter in Sätze und schließlich in Geschichten zu verwandeln [Nu15].

Im Folgenden werden verschiedene Ansätze zur Definition von Erfolgsfaktoren und verschiedenen Tools für Data Storytelling vorgestellt.

Neifer et al. [NS20]:

1. Komplexität reduzieren
2. Visualisierungsmöglichkeiten
3. Fokus auf die zentrale Geschichte
4. Anpassung der Geschichte an das Publikum
5. Die Geschichte erzählen (Struktur und Dramaturgie)
6. Die richtigen Daten auswählen
7. Gemeinsame Arbeit an der Datengeschichte
8. Das Publikum zum Handeln motivieren

Behera und Swain (2019):

1. Identifizierung der Betrachter:innen
2. Ziele der Betrachter:innen dokumentieren
3. Definition von KPIs um zu betrachten, überwachen und verfolgen
4. Identifizierung des einzigen Zwecks der Geschichte

Ojo & Heravi (2018) Schemata:

1. Zweck: Informieren, Überzeugen, Erklären
2. Medium: Browser, Mobile
3. Story-Typ: Drill-Down, Hybrid-Diashow, Interaktivität, Autor:innen-/ Leser:innen-gesteuert
4. Repräsentation: Grafik mit Anmerkungen, Video, Magazinstil, Bild, Web-App, Frage, Spiel, Grafiken
5. Interaktivität: Interaktiv, Filterung, Auswahl, Suche, Statische Graphen
6. Technologien: Javascript, Excel, HTML, Python, Illustrator, jQuery, Tableau

Watson (2017): Bewährte Praktiken

1. Konzentration auf die Geschichte
2. Analyse des Publikums
3. Festlegen der Rahmenbedingungen
4. Definition des Problems oder des Konflikts
5. Aufzeigen der Lösung und der Zukunft

Die Vielfalt der Ansätze und Empfehlungen von Neifer et al., Ojo & Heravi, Behera und Swain sowie Watson bereichert das Data Storytelling. Die Schwerpunkte liegen auf der Reduzierung von Komplexität und der Anpassung an das Publikum, der Auswahl von Zweck, Medium und Repräsentationsform, der Identifizierung der Betrachter:innen und der Analyse des Publikums. Watson betont zusätzlich die Festlegung von Rahmenbedingungen. Diese vielfältigen Aspekte ermöglichen eine individuelle Anpassung des Data Storytelling an die jeweiligen Anforderungen und den Kontext, um eine effektive und zielgerichtete Datenkommunikation zu erreichen und somit eine effektive und zielgerichtete Kommunikation von Daten zu gewährleisten.

2.2 Tools für Data Storytelling

Mehrere Studien zur Generierung natürlicher Sprache (Natural Language Generation, NLG) zeigen, dass es möglich ist, aus verschiedenen Datentypen beschreibenden Text zu erzeugen [GA07, MLSJK19]. Viele Methoden verwenden Vorlagen, um Sätze zu generieren [SW12, LLJR13], und es wurden Techniken entwickelt, die automatisch eine Vorlage anreichern [DWYL18, YSZWL20]. Neben den wissenschaftlichen Ansätzen gibt es bereits einige Softwareprodukte, die Textgeneratorfunktionen anbieten, die den Data-Storytelling-Ansätzen bis zu einem gewissen Grad ähnlich sind:

- **Microsoft PowerBI - Smart Narrative:** wandelt Visualisierungen in Texte um (auch: integriert Text mit eigenen berechneten Werten).
- **Tableau - Explain the data:** erstellt eine Übersicht über den Datensatz, einschließlich statistischer Metriken und Ausreißer.

- **Toucan Tuco - Storytelling Studio:** hilft Anwender:innen bei der Erstellung von Datengeschichten, wählt geeignete Diagramme aus und bietet ein Tool zur Erstellung von Geschichten, um den Kontext zu spezifizieren und ein Glossar zu erstellen.
- **Arria NLG:** erstellt Daten- und Visualisierungszusammenfassungen in Textform.
- **Lexio:** fasst Datensätze in Textform zusammen, bietet angeheftete Metriken und Einblicke in die Trends der Daten.
- **Yellowfin:** kombiniert Visualisierungen und Zusammenfassungen in Textform.

Im Rahmen dieser Arbeit ist es von besonderer Relevanz, sich auf Techniken zu konzentrieren, die darauf abzielen, aussagekräftige Textinhalte auf Grundlage strukturierter Daten zu generieren. Unter den verschiedenen verfügbaren Softwarelösungen hat sich PowerBI als das Tool mit der größten Nutzeranzahl etabliert. Daher wurde es für diese Studie ausgewählt, um bedeutende Datenfakten aus einem Datensatz zu extrahieren und sowohl die Interpretation der Daten als auch deren entsprechende Visualisierung zu unterstützen.

3 Experiment

Data Storytelling hat in jüngster Zeit an Bedeutung gewonnen, da es als effektives Mittel zur Vermittlung von analytischen Erkenntnissen und zur Verbesserung der Entscheidungsfindung in Unternehmen dient. Trotz der steigenden Popularität gibt es jedoch nur begrenzte empirische Belege für die Auswirkungen von Data Storytelling auf das Datenverständnis. Das folgende Experiment zielt darauf ab, das Konzept des Data Storytelling als Konstrukt zu validieren und seine Wirkung auf das Datenverständnis der Nutzer zu untersuchen. Durch eine umfassende empirische Datenanalyse wird gezeigt, dass eine hohe Data Storytelling-Kompetenz positiv mit der Leistung korreliert. Die Ergebnisse dieser Studie legen den Grundstein für weitere Untersuchungen potenzieller Ursachen und Auswirkungen von Data Storytelling.

3.1 Experimentaufbau

Im Experiment werden die drei Dashboards mit unterschiedlichen Kennzahlen nacheinander in verschiedenen Darstellungsarten bereitgestellt, welche im folgenden Unterkapitel genauer betrachtet werden. Für jedes Dashboard sollen Wissensfragen mit Hilfe des jeweiligen Dashboards beantwortet und anschließend die Nutzungserfahrung ausgewertet werden. Das Experiment beginnt mit einer Einführung und der Aushändigung eines Fragebogens, der weitere Instruktionen und die Links zu den Dashboards enthält. Im Folgenden wird der Aufbau des Fragebogens beschrieben.

Demografische Fragen werden an den Anfang der Umfrage gestellt, um später die Signifikanz zwischen den Gruppen untersuchen zu können. Die demografischen Fragen umfassen die typischen Aspekte Geschlecht, Altersgruppe, Bildung, aber auch die Selbsteinschätzung der Datenverarbeitungsfähigkeiten und die Selbsteinschätzung des Wissens über epidemiologische Metriken. Im Anschluss an die demografischen Fragen werden die drei verschiedenen Dashboard-Teile nacheinander in einzelnen Abschnitten in unterschiedlicher Darstellungsreihenfolge evaluiert.

Die Kombinationen von Komponenten und Darstellungen sind in Tab. 1 zu sehen. In der anschließenden Auswertung der Umfrage wurden die in den Wissensfragen erreichten Punkte als Punktzahl festgehalten. Die Wissensfragen zu den dargestellten Metriken stehen als Multiple-Choice-Antworten zur Verfügung und sollen Aufschluss über das Verständnis der Daten geben, das durch die jeweilige Darstellung entstanden ist.

Version	Part 1	Part 2	Part 3
VN 1	SN	DS	Non
VN 2	SN	Non	DS
VN 3	DS	Non	SN
VN 4	DS	SN	Non
VN 5	Non	SN	DS
VN 6	Non	DS	SN

Tab. 1: Die Kombinationen von Komponenten (Part 1 bis Part 3) und Darstellungen Smart Narrative (SN), Data Storytelling (DN) und reine Datendarstellung (Non) in den jeweiligen Versionen (VN 1 – VN 6)

3.2 Gezeigte Metriken und Dashboard Repräsentationen

Um die Auswirkungen von Data Storytelling auf das Verständnis von Daten zu untersuchen, wurden epidemiologische Metriken im Zusammenhang mit der Coronavirus-Pandemie (COVID-19) zur Repräsentation ausgewählt. Die Daten, Metriken und ihre Erklärungen wurden von der OurWorldInData-Website [RMR20] übernommen. Für den Versuchsaufbau wurden die ausgewählten Metriken auf drei Dashboards verteilt. Das erste Dashboard (Abb. 1) enthält durch die deutschen Medien bekannte Metriken wie COVID-19-Todesfälle, COVID-19-Fälle und die Positivrate. Das zweite Dashboard (Abb. 2) enthält Kennzahlen, die in den Medien kaum beleuchtet wurden: die COVID-19-Todesrate und die Übersterblichkeit. Das dritte Dashboard (Abb. 3) zeigt die Übersterblichkeit aufgeschlüsselt nach verschiedenen Altersgruppen.

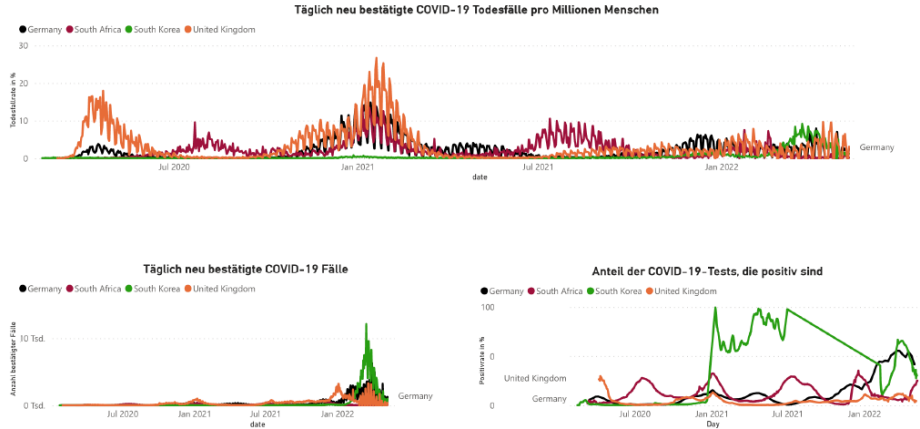


Abb. 1: Das Dashboard aus Part 1 des Experiments stellt die Kennzahlen wie COVID-19-Todesfälle, COVID-19-Fälle und die Positivrate dar.

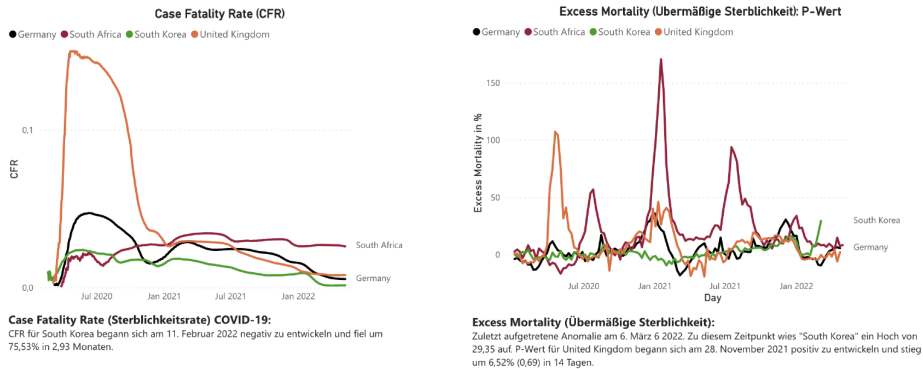


Abb. 2: Das Dashboard aus Part 2 in der Repräsentation Smart Narrative (SN) Experiments stellt die Kennzahlen Case Fatality Rate (CFR) und die Excess Mortality (Übermäßige Sterblichkeit) dar.

Excess Mortality (Übermäßige Sterblichkeit): Todesfälle durch alle Ursachen im Vergleich zur Schätzung auf der Grundlage der Vorjahre

Der Begriff "Excess Mortality", zu deutsch: übermäßige Sterblichkeit, wird in der Epidemiologie und im öffentlichen Gesundheitswesen verwendet. Excess Mortality bezieht sich auf die Anzahl der Todesfälle aus allen Ursachen während einer Krise, die über das hinausgeht, was wir unter "normalen" Bedingungen erwartet hätten. In diesem Fall interessiert uns, wie die Zahl der Todesfälle während der COVID-19-Pandemie im Vergleich zu den Todesfällen ist, die wir erwartet hätten, wenn die Pandemie nicht aufgetreten wäre - eine entscheidende Größe, die nicht bekannt ist, aber auf verschiedene Weise geschätzt werden kann. Die reine Zahl der übermäßigen Todesfälle gibt uns ein Gefühl für die Größenordnung, ist aber aufgrund der großen Bevölkerungsunterschiede zwischen den Ländern weniger vergleichbar. Um bessere Vergleiche zwischen den Ländern zu ermöglichen, messen wir die überhöhte Sterblichkeit als prozentuale Differenz zwischen der gemeldeten und der prognostizierten Zahl der Todesfälle. Diese Kennzahl wird als P-Score bezeichnet und wie folgt berechnet:

$$P\text{-Score} = (\text{gemeldete Todesfälle} - \text{prognostizierte Todesfälle}) / \text{prognostizierte Todesfälle} * 100$$

Aber warum ist es sinnvoll, die P-Werte für verschiedene Altersgruppen zu betrachten?

Das Diagramm im vorherigen Abschnitt zeigte P-Werte für alle Altersgruppen - diese werden durch Unterschiede im Sterberisiko nach Alter und in der Altersverteilung der Länder beeinflusst. Länder mit einer älteren Bevölkerung - die ein höheres Sterberisiko, auch aufgrund von COVID-19, haben - weisen beispielsweise standardmäßig höhere P-Werte für alle Altersgruppen auf. Die Betrachtung der P-Werte für verschiedene Altersgruppen ist daher für einen Ländervergleich aufschlussreich.



Abb. 3: Das Dashboard aus Part 3 des Experiments stellt in der Repräsentation Data Storytelling (DS) die Excess Mortality (Übermäßige Sterblichkeit) aufgeteilt in Altersgruppen dar.

Jedes der Dashboards wurde in drei verschiedenen Teilen der Umfrage mit unterschiedlichen Darstellungen präsentiert: Dashboards ohne zusätzlichen Text, wie in Abb. 1 dargestellt, enthalten nur die beschrifteten Diagramme ohne erklärende Texte. Dashboards mit Smart Narrative, wie in Abb. 2 dargestellt, stellen die beschrifteten Diagramme dar, die mit automatisch generierten Texten ergänzt wurden, die durch die Funktion Smart Narrative in Power BI (Microsoft) erstellt wurden. Abb. 3 zeigt die beschrifteten Diagramme, die mit von Menschen geschriebenen Texten ergänzt wurden. Diese Texte wurden von OurWorldInData [RMR20] übernommen und in das Dashboard als Data Storytelling entsprechend den Erfolgsfaktoren integriert.

4 Ergebnisse

Der folgende Abschnitt stellt die signifikanten Effekte dar, die in den Daten gefunden wurden. In den Fällen, in denen signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppen gefunden wurden, wird das Ergebnis angegeben. In den Fällen, in denen keine signifikanten Unterschiede gefunden wurden, werden diese aus Platzgründen nicht erwähnt. Anschließend werden die Einschränkungen der Studie diskutiert.

4.1 Signifikante Effekte

Vergleich der verschiedenen Repräsentationstypen hinsichtlich des Datenverständnisses

Die erzielte Punktzahl, die das Datenverständnis widerspiegelt, ist signifikant höher, wenn die Proband:innen die Dashboards mit Data Storytelling nutzen, im Vergleich zu den anderen Darstellungsformen. In Abb. 4 (a) wird sowohl die Gesamtpunktzahl als auch die Punktzahl in Teil 2 nach der Art der Repräsentation dargestellt. Es ist anzumerken, dass die Teilnehmer:innen maximal 7 Punkte in den Wissensfragen erreichen konnten.

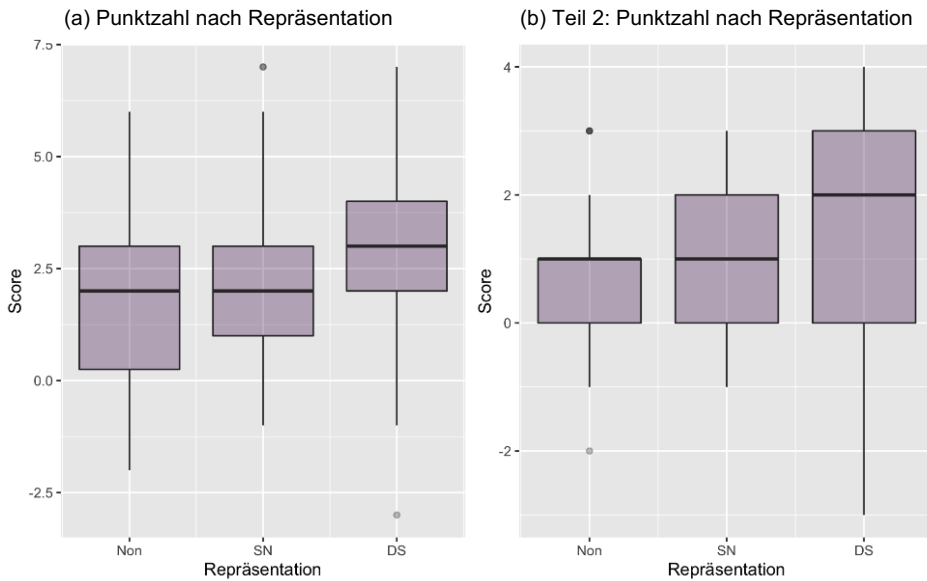


Abb. 4: Erreichte Punktzahlen der Proband:innen nach Repräsentation (ohne zusätzlichen Text (Non), Smart Narrative (SN) und Data Storytelling (DS)) aufgeschlüsselt: linke Abbildung zeigt alle Punktzahlen (a) und rechte Abbildung zeigt Punktzahlen aus Teil 2 (b)

Während zwischen den Repräsentationen in Teil 1 und Teil 3 keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Punktzahlen bestand, konnten in Teil 2 signifikante Effekte hinsichtlich der Punktzahl festgestellt werden, wie in Abb. 4 (b) zu sehen ist. Demnach schneiden die Proband:innen bei der Nutzung von Data Storytelling im Durchschnitt besser ab als mit den anderen Darstellungen.

Vergleich der verschiedenen Bildungsniveaus hinsichtlich des Datenverständnisses

Die Teilnehmer:innen wurden in drei Gruppen eingeteilt, basierend auf ihrem Bildungsniveau und ihrem akademischen Ausbildungsbereich, wobei auch die Nähe des Ausbildungsbereichs zum Thema Daten berücksichtigt wurde. Diese Gruppierung

ermöglichte eine differenzierte Analyse der Ergebnisse. Während es keinen signifikanten Unterschied zwischen Proband:innen mit unterschiedlichen Bildungsniveau in Bezug auf die erreichte Punktzahl gab, wurden bei Betrachtung der Daten aller Teile signifikante Effekte für Teil 1 und für Teil 3 gefunden, wie in Abb. 5 zu sehen ist. Demnach schneiden die Proband:innen mit einem hohen Bildungsniveau im Bereich Data Mining in Teil 1 und 3 des Experiments im Durchschnitt besser ab als mit einem niedrigen Bildungsniveau im Data Mining.

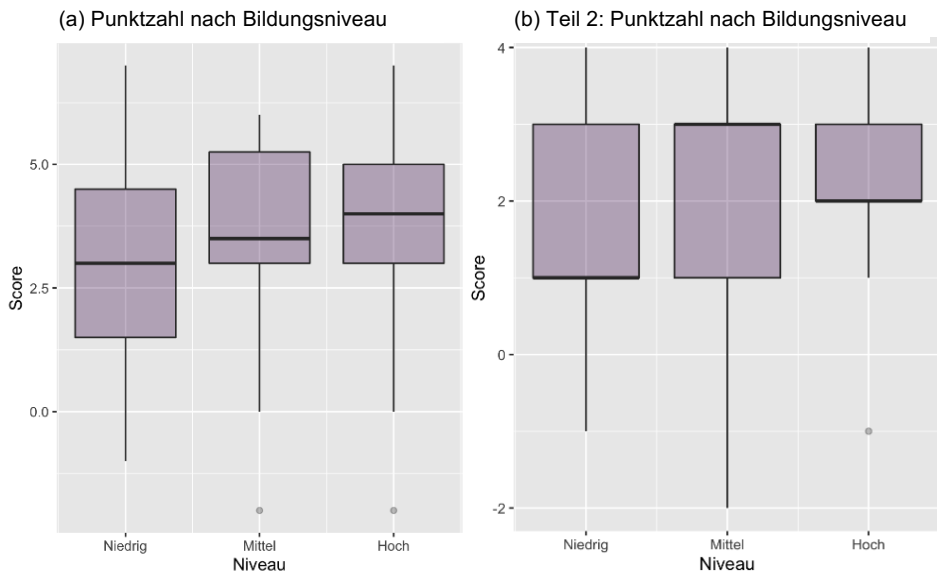


Abb. 5: In Teil 1 (a) bzw. in Teil 3(b) erreichte Punktzahl der Proband:innen aufgeschlüsselt nach den verschiedenen Bildungsniveaus der Proband:innen (Niedrig, Mittel, Hoch)

Vergleich der verschiedenen Bildungsniveaus in Bezug auf ihre Präferenz für Dashboard-Darstellungen

Die Ergebnisse in Abb. 6 verdeutlichen signifikante Unterschiede zwischen den Proband:innen mit unterschiedlichen Präferenzen hinsichtlich ihrer Datenverarbeitungsfähigkeiten. Es zeigt sich, dass die Mehrheit der Proband:innen mit mittlerem und hohem Bildungsniveau eine deutliche Präferenz für Data Storytelling aufweist im Vergleich zu den meisten Proband:innen mit einem niedrigeren Bildungsniveau. Dies könnte darauf hinweisen, dass Teilnehmer:innen mit einem höheren Bildungsniveau möglicherweise eine größere Affinität und Vertrautheit mit Datenvisualisierungstechniken und -methoden haben und damit einer niedrigeren mentalen Beanspruchung gegenüber stehen. Ihre umfassendere Ausbildung und Erfahrung

im Umgang mit Daten könnten sie dazu befähigen, die Vorteile und den Wert von Data Storytelling besser zu erkennen und zu schätzen. Es ist auch möglich, dass Proband:innen mit einem niedrigeren Bildungsniveau weniger vertraut mit den Möglichkeiten von Datenvisualisierung sind, daher die thematische Auseinandersetzung als höhere mentale Beanspruchung wahrnehmen und somit zu simplen Darstellungsformen tendieren.

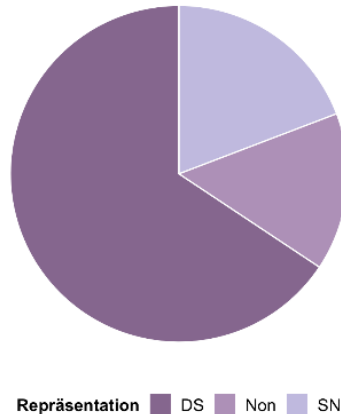


Abb. 6: Präferenzen der Proband:innen hinsichtlich der Dashboard-Repräsentationen ohne zusätzlichen Text (Non), Smart Narrative (SN) und Data Storytelling (DS)

4.2 Limitations

Da im Rahmen des Experiments keine eindeutige Prüfung der Kenntnisse im Bereich Data Mining stattfand, sondern das Niveau auf der Grundlage von Bildung und Selbsteinschätzung eingestuft wurde, kann dies einen Einfluss auf das Ergebnis haben. Da die untersuchten Gruppen ein überdurchschnittliches Interesse an Technik haben, ist nicht klar, ob die gezogenen Schlussfolgerungen für die gesamte Gesellschaft gelten. Da das Interesse der Proband:innen am Thema epidemiologische Metriken variieren kann, ist nicht klar, ob die Ergebnisse auf Themen übertragbar sind, die auf größeres Interesse und eine positivere Einstellung stoßen, was sich positiv auf das Verständnis für bisher unbekannte Metriken auswirken könnte.

5 Fazit

Die vorliegende Studie liefert starke Hinweise darauf, dass der Einsatz von Data Storytelling tatsächlich das Datenverständnis der Nutzer:innen unterstützt und von den meisten Teilnehmer:innen des Experiments positiv wahrgenommen wird. Es wurde festgestellt, dass Dashboards mit Data Storytelling ein höheres Datenverständnis für

unbekannte Metriken ermöglichen im Vergleich zu Dashboards mit Smart Narrative oder ohne zusätzlichen Text.

Um das volle Potenzial von Data Storytelling weiter zu erforschen, könnten zukünftige Untersuchungen die Integration eines Data-Mining-Tests einbeziehen. Es wäre interessant, auch das Interesse der Nutzer:innen an dem Thema zu berücksichtigen und zu untersuchen, ob Data Storytelling das Potenzial hat, ein stärkeres Interesse zu wecken.

Mit der Verfügbarkeit von fortschrittlichen Sprachmodellen, wie GPT-4 und anderen, ist zu erwarten, dass Softwarelösungen in Zukunft qualitativ hochwertigere Texte generieren können, insbesondere in Bezug auf Funktionen wie Smart Narrative. Daher wäre es empfehlenswert, zukünftige Studien durchzuführen, um die Auswirkungen dieser verbesserten Textgenerierung auf das Datenverständnis und die Wahrnehmung der Nutzer:innen zu untersuchen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Data Storytelling einen positiven Einfluss auf das Datenverständnis hat und von den meisten Proband:innen als vorteilhaft empfunden wird. Zukünftige Forschung sollte sich auf die Weiterentwicklung von Textgenerierungstechnologien konzentrieren und deren Auswirkungen auf Data Storytelling untersuchen.

6 Literaturverzeichnis

- [Ay16] Aydiner, A. S., Tatoglu, E., Bayraktar, E., Zaim, S., and Delen, D. Business analytics and firm performance: The mediating role of business process performance. 96:228–237.
- [Da19a] Daradkeh, M. (2019a). Critical success factors of enterprise data analytics and visualization ecosystem. *International Journal of Information Technology Project Management*, 10(3):34–55.
- [Da19b] Daradkeh, M. (2019b). Determinants of self-service analytics adoption intention. *Journal of Organizational and End User Computing*, 31(4):19–45.
- [DZ19] Delen, D. and Zolbanin, H. M. (2018). The analytics paradigm in business research. *Journal of Business Research*, 90:186–195.
- [DWYL18] Dou, L., Qin, G., Wang, J., Yao, J.-G., and Lin, C.-Y. (2018). Data2Text studio: Automated text generation from structured data. In *Proceedings of the 2018 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing: System Demonstrations*, pages 13–18, Brussels, Belgium. Association for Computational Linguistics.
- [GA07] Galanis, D. and Androutsopoulos, I. (2007). Generating multilingual descriptions from linguistically annotated OWL ontologies: the NaturalOWL system. In *Proceedings of the Eleventh European Workshop on Natural Language Generation (ENLG 07)*, pages 143–146, Saarbrücken, Germany. DFKI GmbH.
- [KO19] Kunc, M. and O'Brien, F. A. (2019). The role of business analytics in supporting strategy processes: Opportunities and limitations. *Journal of the Operational Research Society*, 70(6):974–985.

- [LLS20] Lennerholt, C., Laere, J. V., and Söderström, E. (2020). User-related challenges of self-service business intelligence. *Information Systems Management*, 38(4):309–323.
- [LLJR13] Li, B., Lee-Urban, S., Johnston, G., and Riedl, M. (2013). Story generation with crowdsourced plot graphs. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 27(1):598–604.
- [LSSIHS17] Lugmayr, A., Sutinen, E., Suhonen, J., Islas Sedano, C., Hlavacs, H., and Suero Montero, C. (2017). Serious storytelling - a first definition and review. *Multimedia Tools and Applications*, 76:15707–15733.
- [MT17] Mack M, Tischler R, V. J. (2017). Interactive analytical storytelling. from the fireplace to the boardroom. BARC Research Study. BARC, Würzburg.
- [MLSJK19] Mishra, A., Laha, A., Sankaranarayanan, K., Jain, P., and Krishnan, S. (2019). Storytelling from structured data and knowledge graphs : An NLG perspective. In *Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics: Tutorial Abstracts*, pages 43–48, Florence, Italy. Association for Computational Linguistics.
- [NS20] Neifer T, Schmidt A, B. P. G. A. (2020). Data science canvas: Ein Instrument zur Operationalisierung von Daten. *Big Data: Anwendung und Nutzungspotenziale in der Produktion*. Bd. 37.
- [Nu15] Nussbaumer Knaflic, C. (2015). *Storytelling with data: a data visualization guide for business professionals*. Hoboken: John Wiley & Sons, 2:165–185.
- [RMR20] Ritchie, H., Mathieu, E., Rod'es-Guirao, L., Appel, C., Giattino, C., Ortiz-Ospina, E., Hasell, J., Macdonald, B., Beltekian, D., and Roser, M. (2020). Coronavirus pandemic (covid-19). *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/coronavirus>.
- [SCTD12] Seddon, P. B., Constantinidis, D., Tamm, T., and Dod, H. S. (2012). How does business analytics contribute to business value? *Information Systems Journal*, 27:237–269.
- [SSXCFWC19] Shi, D., Shi, Y., Xu, X., Chen, N., Fu, S., Wu, H., and Cao, N. (2019). Task-oriented optimal sequencing of visualization charts. In *2019 IEEE Visualization in Data Science (VDS)*, pages 58–66.
- [SKIW17] Sivarajah, U., Kamal, M. M., Irani, Z., and Weerakkody, V. (2017). Critical analysis of big data challenges and analytical methods. 70:263–286.
- [SW12] Swanson, R. and Gordon, A. S. (2012). Say anything: Using textual case-based reasoning to enable open domain interactive storytelling. *ACM Trans. Interact. Intell. Syst.*, 2(3).
- [Ga17] von Gagern S. (2017). User experience, multiscreen-design und virtual reality: 6 *Kreativitätstrends 2017 – und wie sie damit umgehen*.
- [YSZWL20] Ye, R., Shi, W., Zhou, H., Wei, Z., and Li, L. (2020). Variational template machine for data-to-text generation. In *International Conference on Learning Representations*.
- [Zh18] Zhang, Y. (2018). Converging data storytelling and visualisation. In *Entertainment Computing – ICEC 2018*, pages 310–316. Springer International Publishing.

Prä- versus postkoordinierende Ontologien

Johannes Busse¹

Abstract: Unsere Leitfrage lautet: *Was stelle ich als Dozent mir vor, wenn ich den Studierenden zeigen will, was eine Ontologie „ist“?* Folgende Position wird argumentativ entwickelt: Besonders interessant ist es, sich nicht einen Baum (oder DAG etc.) von Klassen vorzustellen, sondern *eine Sammlung von Unterschieden, die einen Unterschied machen*. Denn es macht einen Unterschied, ob man nach Gemeinsamkeiten sucht oder ob man mögliche Unterschiede zu systematisieren versucht. Um in der Lehre den Aufbau und die Verwendung von Ontologien praktisch zu unterrichten, sollte eine Kunst des probleminduzierten Unterscheidens entwickelt werden. Als Werkzeug und Notation bietet sich GenDifS an, da sich hier Unterschiede expliziter unterscheiden lassen als in anderen Kombinationen von Ontologie-Sprache und -Visualisierung.

Keywords: Ontologie, Linked Open Data, Selbstexploration, GenDifS

1 Einführung

Im zweiten Semester in unserem neuen Bachelorstudiengang Verwaltungsinformatik unterrichte ich das Modul *Linked Open Government Data*, in dem insbesondere auch Kompetenz bzgl. des nationalen Metadatenportals govdata.de vermittelt werden soll. GovData verlangt von den Datenbereitstellern, dass sie ihre Daten „im RDF-Format und konform zum geltenden Metadatenstandard [DCAT-AP.de](https://www.govdata.de/dcat-ap)“ bereitstellen ([govdata.de > sparql-as-sistent](https://www.govdata.de/sparql-as-sistent)). Dreh- und Angelpunkt dieses Technologiestapels sind Semantic Web Ontologien. Für die Verschlagwortung von Datensätzen ist die Thesaurus-Ontologie SKOS Standard, die auch von GovData, dem EU-Thesaurus EUROVOC sowie dem schon in GovData erwähnten Metadaten-Standard [\[DCAT22\]](https://www.govdata.de/dcat-22) referenziert wird. Nach einem Hype vor gut 20 Jahren und einem Tal der Enttäuschung vor gut 10 Jahren hat sich das Semantic Web inzwischen offensichtlich als Standard für die Datenmodellierung durchgesetzt.

Wenn Studierende einer Bindestrich- (hier: Verwaltungs-)Informatik die Zusammenarbeit zwischen technischen Dienstleistern und ihrem Auftraggeber verantworten wollen, müssen sie die grundlegenden Prinzipien von RDF(S), Metadatenmodelle, Semantic Web etc. verstehen. Auch für Studierende nicht primär technischer Fächer wird offensichtlich eine Einführung in das Semantic Web und Ontologien benötigt. Anders als bei Informatik- oder KI-Studiengängen können wir bei diesen Adressaten nicht auf formal-logisches Vorwissen aufbauen, sondern müssen auf konkrete, einschlägige Ontologien zurückgreifen, die in der Praxis eine Rolle spielen.

¹ HAW Landshut, Fakultät Informatik, HAW Landshut, Am Lurzenhof 1, 84036 Landshut
busse@haw-landshut.de, <https://orcid.org/0000-0002-7051-6198>

2 Leitende Fragestellung

Der vorliegende Aufsatz diskutiert nicht die Didaktik einer solchen Einführung, sondern dient der Vergewisserung, was das für ein Ding ist, in das eingeführt werden soll. Insbesondere soll eine systematische Reflexion unter Kollegen angeregt werden zur Frage: *Was stellen wir als Ontologen; und was stelle ich als Dozent mir eigentlich vor, was eine Ontologie „ist“?* Obwohl ich mich im Bereich Semantic Web Ontologien als Experte bezeichnen würde, verfüge ich doch nicht über ein umfassendes Modell verschiedener Sichtweisen auf den Begriff der Ontologie. Umso mehr muss ich, wenn ich in meiner Lehre in Ontologien einführen will, zumindest selbst über ein einigermaßen konsistentes Verständnis verfügen, wohin der Unterricht gehen soll.

3 Methodologie

Im vorangehenden Text wird ein Kernthema dieses Aufsatzes aus der Ich-Perspektive vorgestellt: *Umso mehr muss ich, wenn ich in meiner Lehre in Ontologien einführen will, zumindest selbst über ein einigermaßen konsistentes Verständnis verfügen, wohin der Unterricht gehen soll.*

Die Ich-Perspektive mag ungewöhnlich erscheinen, sie irritiert und gilt unter nicht wenigen Kollegen als unwissenschaftlich. Sie ist aber in diesem Aufsatz methodisch gewollt und bedarf einer besonderen Thematisierung. Weil philosophische Methodendiskussion ein wichtiger Teil einer jeden Wissenschaft ist, wollen wir diese Perspektive gemeinsam reflektieren.

Im einfachsten Fall handelt es sich bei der Ich-Form lediglich um eine Syntax, die Passivsätze vermeiden will: Was versteht man / was verstehen wir / was verstehe ich unter X? Denkbar ist die Ich-Form natürlich auch als Ausdruck von Narzissmus, aber auch als Gegenteil von Unsicherheit oder Bescheidenheit. Eine mit *IMHO* (in my humble opinion) getaggte Nachricht gibt eben nicht vor, dass es sich hier um sicheres oder maßgebliches Wissen handele. Der Ich-Bezug zeigt vielmehr an, dass hier nur eine von vielen möglichen Meinungen vorliegt. In all diesen Fällen würde sich das „ich“ syntaktisch durch ein „wir“ oder „man“ oder durch Passivkonstruktionen ersetzen lassen.

In diesem Aufsatz trifft all das nicht zu. Tatsächlich will der Autor eigene Vorstellungen reflektieren. Nicht primär aus narzisstischen Gründen und auch nicht primär aus einer selbstkritischen „IMHO“-Einstellung gegenüber intersubjektiven Erkenntnismöglichkeiten. Sondern weil auch in der Design Science Forschung (DS Research, DSR) die Subjektivität der Erkenntnis – auch wenn sie mit Objektivität oder wissenschaftlichem Rigor in einem Spannungsfeld zu stehen scheint – eine bedeutende Rolle spielt. Wir wollen diese Spannung in diesem Methodenteil genauer beleuchten.

Laut Hevner gehören zu den Rahmenbedingungen einer Problemlösung im Rahmen der Design Science Forschung (DS Research, DSR) die “goals, tasks, problems, and opportunities that define business needs”, wie sie durch die “roles, capabilities, and characteristics of people within the organization” ([\[HMP+04\]](#), p.81) wahrgenommen und beschrieben werden. Schon der Problemraum in der DSR ist also ganz wesentlich durch subjektive Elemente bestimmt. Aber auch der DS-Researcher selbst ist kein außenstehender, sondern ein teilnehmender Beobachter, dessen eigenes Verstehen als konstitutiver Teil zur Problemdefinition beiträgt. Es sind auch seine persönlichen, subjektiven Eigenschaften, die wesentlich zur Problemlösung beitragen:

Design-science research in IS addresses what are considered to be wicked problems [...] those problems [are] characterized by [...] a critical dependence upon human cognitive abilities (e.g., creativity) [...] and] human social abilities (e.g., teamwork) to produce effective solutions. ([\[HMP+04\]](#), p.81)

Den subjektiven, kreativen, sozial eingebundenen, handelnden und verantwortungsfähigen Menschen im wissenschaftlichen Prozess unsichtbar zu machen, ist mit Bezug auf Hevner nicht zielführend. Es ist gut und richtig, in der Wissenschaft Objektivität einzufordern. Man würde aber das Kind mit dem Bade ausschütten, wenn man methodisch systematisch ausblenden würde, was Subjektivität, Erleben, Erfahrung, Kreativität, Gefühle und moralische Bewertungen zum Erkenntnisprozess beitragen. Besser ist es, auch solche subjektiven Elemente methodisch adäquat zu begleiten.

Auch wenn uns unser Bauchgefühl sagt, dass selbst ein unbestimmtes Bauchgefühl gelegentlich einen berechtigten Platz in der Forschung hat, fühlen sich Wissenschaftler in Bezug auf Bauchgefühl zu Recht unwohl. Die spannende Frage lautet also, wie sich der Geltungsanspruch menschlicher Lösungsbeiträge mit dem in der Design Science Forschung so energisch eingeforderten Rigor reflektieren lässt.

Eine anerkannte Methode ist die des Diskurses. In einem Dagstuhl-Forschungstreffen ([\[Bu23b\]](#)) hatten sich knapp 20 Menschen aus Praxis und Wissenschaft in einem offenen, transdisziplinären Workshop-Format zusammengefunden, das insbesondere dazu diente, nicht Antworten und Ergebnisse zu präsentieren, sondern in fragender Haltung Ansatzpunkte des Zweifels an Sichergeglaubtem zu finden. Das Ziel bestand darin, *neue* Fragen zu stellen. Einer der anspruchsvollsten Aufgaben innerhalb unserer Diskurse bestand darin, die eigenen wissenschaftlichen Voraussetzungen und Vorurteile sichtbar zu machen und vorausgehend diese überhaupt einmal zu erkennen. Angestoßen werden solche Prozesse z. B. durch Fremdheitserfahrungen, Nichtverstehen oder kognitive Dissonanzen, wie sie vielleicht nur bei Transdisziplinarität vorkommen.

Eine wichtige Voraussetzung in Diskursen, die geeignet sind, die Grundlagen des eigenen Faches zu überprüfen und kritische Anfragen nicht schon frühzeitig zurückzuweisen, ist Ambiguitätstoleranz. Eine wichtige Methode, die eigene Meinung einer solchen Überprüfung zu unterziehen, ist die Selbstexploration, wie sie z. B. auch in der klientenzentrierten Psychotherapie nach Carl R. Rogers als zentrale Dialogform eingesetzt wird, nämlich ein

„Aussprechen (verbalisieren) des eigenen inneren Erlebens und der gegenwärtigen Erfahrung sowie der damit verbundenen Gefühle und Bewertungen einer Person“ [Wikipedia > Selbstexploration](#).

Verbalisieren vom innerem Erleben und Gefühlen durch Selbstexploration: Als wissenschaftliches Element in der Wirtschaftsinformatik scheint dies tatsächlich weit hergeholt. Und doch gibt uns gerade auch Hevner gute methodologische Gründe an die Hand, auch solche Gedankenexperimente nicht dogmatisch auszuschließen, sondern als Möglichkeit der Weiterentwicklung der DSR zu erkennen:

[...] As a result [...] a theory of design in information systems, of necessity, is in a constant state of scientific revolution (Kuhn 1996). ([HMP+04], p.81)

Wer als Strukturwissenschaftler im Bereich Ontologien unterwegs ist, wird feststellen, dass man es nicht nur mit belanglosen Glasperlenspielen zu tun hat, sondern dass ein enger Zusammenhang besteht zwischen den Modellen der formalen (hier Semantic Web-)Ontologien und der eigenen Interpretation und Sicht auf Welt. Ontologien sind kognitiv wirksam. Als oberste Meta-Modelle sind sie das Mittel der Wahl z. B. zur semantischen Datenintegration. Gleichzeitig sind oberste Meta-Modelle nun einmal dadurch definiert, dass sich nur noch bedingt höhere Meta-Meta-Modelle finden und formal erfassen lassen, die man bei einem Konflikt von Sichtweisen auf Welt als gemeinsame Sprache heranziehen könnte. Umso wichtiger ist es für Semantic Web Ontologen, immer wieder neu zu reflektieren, welche philosophisch-ontologischen Implikationen unsere Semantic Web Ontologien haben, und sich dazu grundlegend erst einmal selbst klar zu werden, was man selbst sich unter einer Ontologie vorstellt.

Damit ist auch der wissenschaftliche Ertrag dieses Methodenteils angedeutet: Die Beschäftigung mit Ontologien erfordert es, auch Selbstexploration in den Methodenkanon der DSR aufzunehmen.

4 Stufen ontologischer Präzision

Wer über Ontologien schreibt, zitiert typischerweise zuallererst Tom Gruber: “An ontology is an explicit specification of a conceptualization” ([IGr95](#)). Das ist sozusagen die Arbeitsdefinition, die die Szene zusammenhält. Pragmatiker sind mit dieser Definition zufrieden und bereit, jede in der Praxis hilfreiche Wissensrepräsentation (z. B. Glossar, Terminologie, Thesaurus, Taxonomie, Wortnetz) zumindest als „leichtgewichtige“ Ontologie zu bezeichnen.

Dogmatiker – zu denen sich auch der Autor dieses Textes zählt – interessieren nur „schwergewichtige“, voll formalisierte Ontologien, aus denen eine anspruchsvolle formale Logik nicht hinwegzudenken ist, ebenfalls mit Berufung auf Gruber:

In such an ontology, definitions associate the names of entities in the universe of discourse [...] with human-readable text describing what the names mean, and formal axioms that constrain the interpretation and well-formed use of these terms. Formally, an ontology is the statement of a logical theory.[fn 1:] To specify a conceptualization one needs to state axioms that *do* constrain the possible interpretations for the defined terms. ([Gr95], p.2, Hervorhebung Gruber).

[Bi21] differenziert kenntnisreich und detailliert verschiedene Typen von Ontologien.

5 Ontologie-Visualisierung: Baum, DAG, Semantisches Netz?

Um eine Ontologie nutzbar zu machen, müssen ihre Strukturen geeignet visualisiert und die Ontologie mit geeigneten Werkzeugen erstellt, gepflegt, auf Konsistenz überprüft, in abgeleitete Wissensrepräsentationen exportiert und anderen Applikationen zur Verfügung gestellt werden. In der Semantic Web Community wird typischerweise das Experten-Tool Protégé ([Mu15]) genutzt. Protégé hat verschiedene Visualisierungs-Plugins (Google Image Search > “protege visualization plugin”), die in den meisten Fällen allerdings nur Views liefern und somit nicht editierbar sind. In der GUI des Editors ist die Baum-Ansicht im linken Fenster dominant, mit der Klassen ausgewählt werden, um sie dann in den anderen Fenstern im Detail editieren zu können. Bei einer Mehrfach-Vererbung kommt dieselbe Klasse an verschiedenen Stellen im Baum vor – eine suboptimale Lösung, die nicht skaliert und schnell unübersichtlich wird.

Ontologien als Baum zu visualisieren, funktioniert in den oberen Ebenen einer Ontologie meist recht gut. Da aber in praxisrelevanten Ontologien in tieferen Schichten rasch auch Mehrfach-Vererbungen auftreten, skaliert die Baum-Metapher nicht, sondern wir müssen mit gerichteten, azyklischen Graphen (directed acyclic graph, DAG) als Visualisierung arbeiten.

Bisweilen werden Ontologien auch als ein Semantisches Netz visualisiert, so z. B. auch im (eher irreführenden als hilfreichen) Artikel [https://de.wikipedia.org/wiki/Ontologie_\(Informatik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Ontologie_(Informatik)). Stuckenschmidt zeigt, wie schwierig die Überführung dieses Beispiels in eine formale Logik ist, die tatsächlich praktisch verwendbar ist ([St11], S.30ff, 40-51). Dennoch sind semantische Netze in der Praxis als informelle Wissensrepräsentationen extrem relevant und unter bestimmten Bedingungen tatsächlich auch als Visualisierung einer Ontologie geeignet.

Aus der Sicht eines Dogmatikers ist eine Ontologie einerseits ein formales System, eine formal-logisch axiomatisierte Terminologie. Andererseits gibt es in der Praxis viele Wissensrepräsentationen, die eben *nicht* voll formalisiert werden dürfen, um praktisch relevant zu werden: Eine Terminologie, ein Wortnetz, ein Thesaurus, ein Semantisches Netz,

ein Knowledge Graph leben oft von ihrer semantischen Unbestimmtheit und Interpretationsoffenheit. Der praktische Zugang zur Wissensrepräsentation geschieht über Repräsentationen der Wissensrepräsentation, die in der Praxis funktionieren – und das sind nicht Text- oder LaTeX-Dateien mit prädikatenlogischen Formeln; sicher nicht RDF/XML Quelltext; und auch nur sehr eingeschränkt Serialisierungen wie z. B. Turtle (Terse RDF Triple Language, ttl), auch wenn gerade Turtle explizit für eine menschliche Bearbeitung vorgesehen ist.

Wer meint, dass formale Ontologie wenig mit philosophischer Ontologie zu tun habe, irrt. Eine formale Ontologie modelliert nicht nur, bildet nicht nur ab, sondern formt und tradiert auch Sichtweisen auf Welt. Ontologien sind ein Teil der digitalen Realität, der allein durch die Formalisierungssprache deutliche Biases erzeugen kann. “An encoding bias results when representation choices are made purely for the convenience of notation or implementation.” ([Gr95], S. 3). Wo Ontologien mit digitalen Werkzeugen erstellt werden, wird das, was wir sehen, nicht nur durch die Ontologiesprache geformt, sondern auch durch die Visualisierungen und durch die Software, mit denen wir Ontologien erstellen (kommunizieren, nutzbar machen etc.).

6 Prä- vs. Post-Koordination

Die Bibliothekswissenschaft trägt mit einer grundlegenden Unterscheidung zu unserer Fragestellung bei. Die sogenannte *Prä-Koordination* setzt hier komplexe Klassen aus einfachen Klassen, Restriktionen etc. zusammen. Ziel ist es, ein klassifizierendes Objekt in möglichst genau eine möglichst genau passende und zu diesem Zweck möglichst genau beschriebene Klasse einzuordnen ([SS00], S.72). Ein Beispiel: Hengst = männliches Pferd, Rappe = schwarzes Pferd, Rapphengst = schwarzer Hengst (oder besser männlicher Rappe?). Prä-Koordination erzeugt im schlimmsten Fall eine kombinatorische Explosion von Klassen. Bei Mehrfach-Vererbungen greift eine Darstellung als Baum zu kurz, es entsteht ein gerichteter azyklischer Graph (DAG) von Subklassen-Beziehungen.

Im Gegensatz zur Prä-Koordination verzichtet die sogenannte *Post-Koordination* darauf, komplexe Klassen quasi auf Vorrat herzustellen. Stattdessen wird ein zu klassifizierendes Objekt in mehrere Klassen eingeordnet und damit als ein Punkt oder Unterraum in einem n-dimensionalen Merkmalsraum beschrieben. Wie kann man sich den Unterschied zwischen einer prä- und post-kooordinierten Ontologie vorstellen? Hier sei eine Metapher erlaubt: Wer eine Prä-Koordination anstrebt, wird bei einer Ontologie an einen großen, fein verästelten Baum (oder allgemeiner ein DAG) aus Klassen denken. Wer eine Post-Koordination anstrebt, wird bei einer Ontologie an ein Wäldchen von kleinen, nur überschaubar verästelten Bäumchen denken – oder eben an einen höherdimensionalen Merkmalsraum.

Wenn man auf geschlossene, prä-kooordinierende Begriffssysteme abzielt, lenkt man den Blick auf den Klassen-Baum oder den DAG. Wenn man auf ein post-kooordinierendes Begriffs-System abzielt, sind weniger die Klassen an sich interessant als vielmehr deren Un-

terschiede. Ontologie lässt sich bei diesem Ansatz vor allem als eine Systematik von Unterschieden verstehen. Gewiss: Auch Unterschiede werden technisch mit Hilfe von Klassen kommuniziert. Aber es wechselt die Ordnung: Wer prä-koordinierend in einem Gegenstandsbereich Klassen sucht, konstruiert Klassen aus der „ersten Reihe“. Wer dagegen nach Unterschieden für eine Post-Koordination sucht, um Klassen aus der ersten Reihe unterscheiden zu können, konstruiert Klassen aus der „zweiten Reihe“.

7 Das Modellierungsbeispiel „Gewässer“

Wir wollen den Unterschied zwischen einer prä- und einer post-koordinierenden Ontologie an einem nichttrivialen Beispiel verdeutlichen. Ausgangsbasis ist der Inhalt der englischen Seite https://en.wikipedia.org/wiki/Body_of_water. Hier werden 91 Beispiele für Gewässer in Form eines Glossars aufgeführt: Verschiedenartigste Gewässer werden normalsprachlich anschaulich erläutert, wobei die Erläuterungen teilweise durch Links auf andere Wikipedia-Seiten angereichert sind. Bei den Erläuterungen der Einträge handelt es sich um frei formulierten Text, der von den Definitionen der verlinkten Wikipedia-Seiten unabhängig ist. Wir greifen diejenigen Beispiele heraus, die dann unten in Abb. 2 wieder eine Rolle spielen (Abb. 1):

Canal	an artificial waterway, usually connected to (and sometimes connecting) existing lakes, rivers, or oceans. (rc)
Channel	the physical confine of a river, slough or ocean strait consisting of a bed and banks. See also stream bed and strait. (rc)
Lagoon	a body of comparatively shallow salt or brackish water separated from the deeper sea by a shallow or exposed sandbank, coral reef, or similar feature. (nscm)
Lake	a body of water, usually freshwater, of relatively large size contained on a body of land. (nsc)
Maar	NO ENTRY (snc)
Puddle	a small accumulation of water on a surface, usually the ground. (tns)
Pond	a body of water smaller than a lake, especially those of artificial origin. (nsc)
Pool	various small bodies of water such as a swimming pool, reflecting pool, pond, or puddle. (nsc)
Reservoir	a place to store water for various uses, especially drinking water, which can be a natural or artificial (see lake and impoundment). (sc)
River	a natural waterway usually formed by water derived from either precipitation or glacial meltwater, and flows from higher ground to lower ground. (rnc)
Rivulet (UK, US literary)	a small or very small stream. (rnc)
Runnel	NO ENTRY (rnc)

Sea	a large expanse of saline water connected with an ocean, or a large, usually saline, lake that lacks a natural outlet such as the Caspian Sea and the Dead Sea. In common usage, often synonymous with the ocean. (nscm)
Stream	a body of water with a detectable current, confined within a bed and banks. (rc)
Tarn	a mountain lake or pool formed in a cirque excavated by a glacier. (nsc)
Torrent	NO ENTRY (rc)
Trickle	NO ENTRY (rc)

Abb. 1: Annotierter Textauszug aus der Seite https://en.wikipedia.org/wiki/Body_of_water

Zu den Annotationen in Abb. 1: Kürzel wie (rc) oder (nscm) etc. am Ende jedes Eintrags sind nicht auf obiger Seite enthalten, sondern stammen von mir und werden unten erklärt. Einträge mit NO ENTRY sind in obiger Seite nicht enthalten, sondern wurden von mir hinzugefügt, um weiter unter einen Vergleich mit der FCA zu ermöglichen.

Aus dieser Auswahl an Beispielen „im Kopf“ einen Baum (oder verallgemeinert einen DAG) aus Ober- und Unterklassen zu erzeugen, fällt schwer. Das liegt nicht an der Auswahl: Die Aufgabe wird nicht einfacher, wenn wir alle 91 Beispiele auf obiger Wikipedia-Seite betrachten. Wir suchen also einen systematischen Ansatz der Strukturierung. Eine mögliche Methode wäre diese:

1. Identifiziere für einen uns interessierenden Gegenstandsbereich (z. B. „Gewässer“) eine Menge von typischen und relevanten *Elementarsätzen*, z. B. obige Auswahl.
2. Tagge jeden Elementarsatz mit einem oder mehreren Elementen aus einer genau definierten Menge von Merkmalen. In unserem Beispiel könnten dies sein: *temporary*, *running*, *natural*, *stagnant*, *constant*, *maritime*.
3. Konstruiere aus der Menge von Merkmalsmengen mit einem systematischen Verfahren einen DAG aus Klassen-Inklusionen.

Schritt 1 liefert obige Wikipedia-Seite. Schritt 2 erzeugt die in Klammern notierten Buchstaben als Repräsentationen der Merkmale. Schritt 3 wird z. B. durch das Verfahren https://en.wikipedia.org/wiki/Formal_concept_analysis (FCA) geleistet. Das mathematische Ergebnis des FCA-Verfahrens ist eine halbgeordnete Menge (ein *Verband*), die man insbesondere als *Hasse-Diagramm* visualisieren kann, in unserem Fall wie in Abb. 2.

Das Wikipedia-Beispiel ist stark vereinfacht, zeigt aber das Prinzip: In der FCA taggen wir manuell oder automatisch einen Korpus von Elementarsätzen durch vorgegebene Merkmale und errechnen aus der entstehenden Tabelle ein Liniendiagramm. Das Liniendiagramm können wir nun sofort als Ontologie interpretieren oder darauf aufbauend die Auswahl der Merkmale bewerten, ggf. ändern, nach Bedarf verfeinern etc.

Wie man FCA als Werkzeug einsetzen kann – auch um Merkmale zu schöpfen –, zeigen Christoph Lübbert und Thomas Zeh anhand einer Abbildung aus dem Wikipedia-Artikel [https://de.wikipedia.org/wiki/Ontologie_\(Informatik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Ontologie_(Informatik)) kenntnisreich auf ([LZ22]).

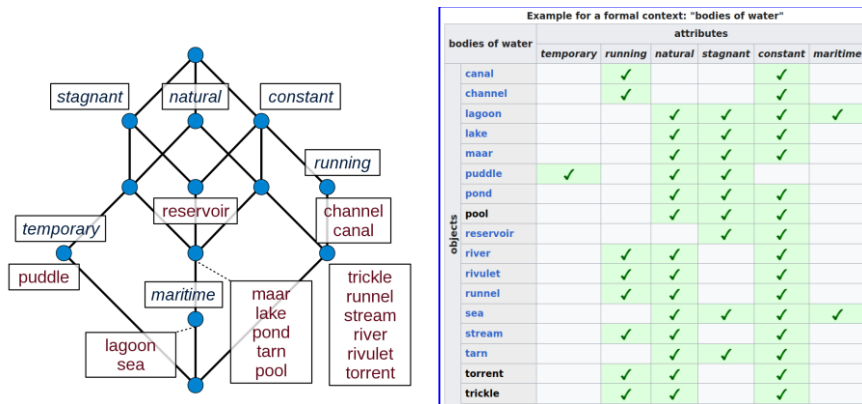


Abb. 2: Abbildungen aus https://en.wikipedia.org/wiki/Formal_concept_analysis.
 Rechts der sog. „formale Kontext“ mit den Beispielen aus Abb.1;
 links das daraus automatisch erzeugte Liniendiagramm.

Betrachtet man das Liniendiagramm aus Abb. 2 genauer, sieht man, dass in keinem Beispiel die Merkmale *r* und *s* gleichzeitig auftauchen: Zumindest in dem von uns analysierten Korpus aus 17 Beispielen gibt es offensichtlich keine Gewässer, die gleichzeitig fließend und stehend sind, und auch keine, die gleichzeitig fließend und temporär sind.

Lebensweltliches Wissen bestätigt: Fließend oder stehend schließt sich sachlogisch aus. Fließend und temporär hingegen erzeugt kein Problem– hier fehlen uns in obiger Auswahl einfach noch Beispiele, die diese Kombination zeigen. In obiger FCA werden die Merkmale *temporary*, *running* (de: fließend), *natural*, *stagnant* (de: stehend), *constant*, *maritime* als unstrukturierte Menge betrachtet. Es wäre aber durchaus wünschenswert, auch bezüglich der Merkmale etwas Hintergrundwissen erfassen zu können, also die Merkmale in Teilmengen von sachlogisch zusammengehörigen (und einander genau deshalb ausschließenden) Merkmalen zu ordnen. Die FCA erlaubt es, dies technisch zu tun, lediglich das Wikipedia-Beispiel zur FCA ist hier nicht mehr differenziert genug. Ergänzend zur technischen Machbarkeit stellt sich die Frage, woher dieses Hintergrundwissen kommt: Wird es der FCA durch eine geeignete Datenstruktur *ex ante* mitgegeben, oder lässt es sich *ex post* – ggf. auch iterativ – aus einer Iteration aus FCA-Durchläufen ablesen?

Wir sehen: Eine (Primär-)Systematik von Gewässern lässt sich auf einer (Sekundär-)Systematik jener Merkmale aufbauen, mit denen man Gewässer unterscheiden kann. Eine mögliche Grundlage der Sekundär-Systematik sind Gruppierungen wie z. B. stehend vs. fließend, temporär vs. dauerhaft, Süß- vs. Salzwasser usw.

Die deutsche Seite <https://de.wikipedia.org/wiki/Gewässer> macht genau das: Sie entwickelt explizit und hoch strukturiert, wonach sich Gewässer unterscheiden lassen, schon im Inhaltsverzeichnis:

- 1.2 Nach Lage des Wasserkörpers [JB: oberirdisch, unterirdisch]
- 1.3 Nach Stellung im Gewässersystem [JB: Binnengewässer, Meere]
- 1.4 Nach dem Strömungsverhalten [JB: strömend, stehend]
- 1.5 Nach Wasserführung im Zeitverlauf [JB: perennierend, intermittierend]

Diese Wikipedia-Seite klassifiziert nicht Gewässer selbst, sondern sie entwickelt Klassifikationskriterien von Gewässern. Wir erkennen hier unschwer das Prinzip der Post-Koordination wieder.

Wer – ausgehend von einer Aufzählung von Beispielen über eine Systematik von Merkmalen hin zu einer Ontologie – einen komplexen Gegenstandsbereich begrifflich systematisch ausdifferenzieren und formal darstellen will, ist zunehmend an einer Systematik von Unterschieden interessiert. Interessant sind auf diesem Weg weniger die prä-kooordinierten Klassen an sich als vielmehr die Merkmale und ihre Zusammenhänge, aus denen sich solche Klassen dann bei Bedarf kombinatorisch herstellen lassen. Nicht alle Kombinationen von Merkmalen sind in der Praxis relevant. So werden in der Praxis z. B. nur Binnengewässer, aber keine Meere nach ihrem Strömungsverhalten unterschieden; eine Gewässerordnungszahl wird nur für Flüsse angegeben, usw. Auch solche Informationen sollten in einer Systematik der Unterschiede enthalten sein.

Eine Eingangsfrage dieses Aufsatzes lautet: *Was stelle ich als Dozent mir vor, wenn ich den Studierenden zeigen will, was eine Ontologie „ist“?* Auf Grundlage obiger Argumentation sind wir bei folgender Position angekommen:

- Weniger interessant als ein Klassen-Baum (oder Netz, DAG, Hasse-Diagramm etc.) ist eine Systematik von möglichen Unterschieden zwischen Klassen.
- Eine Ontologie zu bauen, heißt darzustellen, welche Unterschiede in einem bestimmten Praxiskontext tatsächlich einen Unterschied machen.
- *Es macht einen Unterschied, ob man Gemeinsamkeiten oder Unterschiede systematisiert.* ([Zi00]).

Wenn die Visualisierung bestimmt, was man sieht; und wenn unsere Werkzeuge bestimmen, was wir gestalten können; und wenn die Grenzen unserer Sprache die Grenzen unserer Welt sind (Wittgenstein): Dann wollen wir im Kontext unserer Fragestellung nach einer Visualisierung, einem Tool, einer Sprache suchen, mit der wir Unterschiede systematisieren können.

Im vergangenen Jahr wurde u. a. im AKWI-Tagungsband die Sprache GenDifS vorgestellt, mit der sich in dem Open-Source-Tool Freemind Taxonomien grafisch entwickeln und über ein Python-Skript nach OWL und SKOS exportieren lassen ([Bu22]. GenDifS

stellt eine konzise Syntax bereit, mit der sich insbesondere ein Pattern realisieren lässt, das z. B. in <https://www.w3.org/TR/2005/NOTE-swp-specified-values-20050517/> beschrieben ist. GenDifS realisiert das seit Aristoteles bekannte Pattern *genus proximum, differentia specifica*. Im Unterschied zu anderen editierbaren Ontologie-Visualisierungen werden in GenDifS Klassen und ihre charakteristischen Unterschiede (hier Attribut-Wert-Paare) in direkter Nachbarschaft visuell modelliert.

8 Gewässer mit GenDifS

GenDifS scheint besonders geeignet zu sein, die verschiedenen Facetten einer Post-Koordination zu modellieren. Wir probieren das am Gewässer-Beispiel aus. Es entsteht folgende Mindmap:



Abb. 3: Wikipedia > Gewässer, Struktur in GenDifS

Diese Mindmap lässt sich automatisch in eine SKOS-Terminologie und eine OWL-Ontologie übersetzen, womit diese spezielle Mindmap eine formale Semantik besitzt. Die genaue formale Semantik dieser Beispiel-Mindmap ist in der Online-Fassung dieses Aufsatzes unter <http://jbusse.de/akwi2023/> > [Semantik Gewässer-Beispiel](#) beschrieben. Eine Übersicht über die formale Semantik aller GenDifS-Sprachelemente gibt die Seite <http://www.jbusse.de/gen difs/> > [GenDifS Formal Semantics](#). Es scheint, dass hier recht explizit klar wird, an welcher Stelle Unterschiede einen Unterschied machen – mehr als in anderen uns bekannten Visualisierungen einer Ontologie.

Exkurs. Auch im vorliegenden Aufsatz suchen wir ja offensichtlich nach Unterschieden, hier auf der Ebene von Modell-Typen. Was unterscheidet ein GenDifS-Modell von anderen Modelltypen? Das ließe sich durch einen Vergleich des GenDifS-Modells zum Gewässerbeispiel mit anderen Modellen und Visualisierungen zum selben Beispiel analysieren. Ergänzend wäre dann allerdings auch ein Vergleich der formalen Semantik der verschiedenen Modelle erforderlich: „Stimmt“ das denn, was da intuitiv als – ggf. wie in Protégé durch OWL-Code ergänzbare – Visualisierung modelliert wurde? Was wird tatsächlich ausgedrückt?

GenDifS implementiert das oben zitierte Pattern *Values as subclasses partitioning a “feature”* und erzeugt damit einen vergleichsweise komplexen OWL-Code, wie er manuell kaum fehlerfrei codiert werden könnte. Es stellt sich kritisch die Frage nach dem Mehrwert dieser Komplexität: Wie wird das erzeugte Modell von einer bestimmten Applikation für

einen bestimmten Usecase in einem bestimmten praxisorientierten Zusammenhang ausgewertet? Andererseits scheint GenDifS auch Komplexität zu reduzieren, indem es für ein einziges, für Taxonomien jedoch zentrales Pattern einen niederschweligen, visualisierten Zugang auch für Nichtexperten eröffnet. Darin liegt u. E. die Leistung dieses speziellen Tools insbesondere für die Erstellung von post-kordinierenden Begriffssystemen. Ende des Exkurses.

9 Zusammenfassung

Das im Gewässer-Beispiel entwickelte GenDifS-Modell visualisiert nicht nur eine Menge von möglichen Unterschieden, sondern hat auch eine formale Semantik. (Die Website <http://jbusse.de/akwi2023/> geht hierauf im Detail ein.) Im Wesentlichen werden Klassen erzeugt, die es erlauben, Dinge anhand ihrer charakteristischen Merkmale in Subclasses einzuordnen. In unserem Gewässer-Beispiel: Es gibt Meere und Binnengewässer; Binnengewässer – und nur diese – lassen sich sinnvoll in fließende und stehende Gewässer unterscheiden; ein Binnengewässer, das fließt, ist ein Fließgewässer; usw. Solche Systematiken zu modellieren, ist auch direkt in Protégé und OWL möglich, aber deutlich komplexer und fehleranfälliger.

Neu an GenDifS ist: (1) GenDifS-Taxonomien werden aus einer editierbaren Visualisierung generiert, die auch Studierenden ohne spezifische Ausbildung in OWL zugänglich ist; (2) die spezifische Verbindung von Visualisierung und Sprachelementen unterstützt es, eine Vorstellung von Ontologien zu entwickeln, in der eine Domäne nicht prä-kordinierend als Baum (oder DAG oder auch FCA), sondern post-kordinierend als eine Systematik von Merkmalen geordnet wird, die für Unterscheidungen herangezogen werden können.

Aus mathematischer Sicht bedeutet der Wechsel von Prä- nach Post-Koordination, dass man einen Gegenstandsbereich nicht mehr primär als eine Systematik (Baum, DAG etc.) von Klassen modelliert, sondern dass man nach einem n-dimensionalen Merkmalsraum sucht, der einen Gegenstandsbereich in Teilräume untergliedert. In der Praxis führt der Wechsel von „prä“ nach „post“ dazu, dass nicht mehr der Entwickler einer Ontologie schon alle Eventualitäten vorhersehen muss. Stattdessen kann die Entscheidung, welche Merkmale in einer praktischen Aufgabenstellung für eine Klassenbildung relevant werden, ad hoc getroffen werden: in der Praxis, in einer konkreten Situation, in einer bestimmten Rolle, aus einer bestimmten Perspektive – mit all den subjektiven Zutaten also, die eine Problemlösung in der DSR beeinflussen.

10 URL-Verzeichnis

In diesem Aufsatz sind verschiedene Seiten aus dem Web primärer Gegenstand der Betrachtung. Wir halten es im Kontext des Semantic Web für sinnvoll, solche Seiten als *first class citizens* zu behandeln und auch im Text über ihre URI zu identifizieren, falls diese eine sinntragende und für Kommunikation hilfreiche Repräsentation besitzt. Wir fassen diese Links deshalb in einem eigenen URL-Verzeichnis zusammen.

https://en.wikipedia.org/wiki/Body_of_water A body of water [...] is any significant accumulation of water [...]; (2023-03-10)

<https://de.wikipedia.org/wiki/Gewässer> Ein Gewässer ist in der Natur fließendes oder stehendes Wasser. (2023-06-08)

[https://de.wikipedia.org/wiki/Ontologie_\(Informatik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Ontologie_(Informatik)) Ontologie (Informatik) (2023-03-19)

https://en.wikipedia.org/wiki/Formal_concept_analysis In information science, formal concept analysis (FCA) is a principled way of deriving a concept hierarchy or formal ontology from a collection of objects and their properties.

<http://jbusse.de/akwi2023/> Online-Version und Begleitmaterial zum Aufsatz J.Busse: *Prä- versus postkoordinierende Ontologien*, AKWI 2023

<http://www.jbusse.de/gendifs/> GenDifS 0.6 (2023-06-20)

<https://protege.stanford.edu/> A free, open-source ontology editor and framework for building intelligent systems. Aktive Version im Feb 2023: 5.2.3

<https://www.govdata.de/web/guest/sparql-assistent> Der auf GovData veröffentlichte Metadatenkatalog lässt sich [...] auch maschinell abfragen und verarbeiten. Hierfür stehen ein SPARQL Endpunkt sowie die CKAN API (<https://www.govdata.de/ckan/api>) zur Verfügung.

<https://www.govdata.de> GovData ist das Datenportal für Deutschland. Im Informationsbereich finden Sie alles Wissenswerte rund um die Themen OpenData, OpenGovernment und Bürgerbeteiligung, ...

<https://www.w3.org/2016/05/ontolex/#core> [Figure 1 Lemon OntoLex Core.png](#), aus [\[CMB16\]](#)

<https://www.w3.org/TR/2005/NOTE-swbp-specified-values-20050517/> siehe [\[Re05\]](#)

11 Literatur

- [Bi21] Biagetti, Maria Teresa. 2021. "Ontologies as knowledge organization systems". Knowledge Organization 48, no. 2: 152-176. Also available in ISKO Encyclopedia of Knowledge Organization, eds. Birger Hjørland and Claudio Gnoli, <https://www.isko.org/cyclo/ontologies>
- [Bu22] Busse, J: Kernkonzepte der Taxonomiesprache GenDifS, in: Eggert, S (Hrsg.): Tagungsband zur 35. Jahrestagung des AKWI, 2022. https://doi.org/10.30844/AKWI_2022_14.

BUSSE

- [Bu23] Busse, J.; Reibold, A. (Organizers): *Ontologie, Linguistik, Terminologie, Logik. Forschung trifft Praxis*. Dagstuhl Research Meeting 23144, Apr 02 – Apr 05, 2023. <https://www.dagstuhl.de/seminars/seminar-calendar/seminar-details/23144>
- [CMB16] Cimiano, P.; McCrae, J.; Buitelaar, P.: *Lexicon Model for Ontologies*. Community Report, 10 May 2016. Final Community Group Report 10 May 2016 <https://www.w3.org/2016/05/ontolex/>
- [DCAT22] AG für GovData: [DCAT-AP.de](https://www.dcat-ap.de) Spezifikation 2.0: Deutsche Adaption des „Data Catalogue Application Profile“ (DCAT-AP) für Datenportale in Europa, 1. März 2022, zuletzt geändert am 28. Februar 2022. <https://www.dcat-ap.de/def/dcatde/2.0/spec/specification.pdf>
- [HMP+04] Hevner, A.; March, S.; Park, J. et al: *Design Science in Information Systems Research*. MIS Quarterly Vol. 28 No. 1, pp. 75-105/March 2004. https://www.researchgate.net/publication/201168946_Design_Science_in_Information_Systems_Research
- [Gr95] Gruber, T.R.: *Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing?* International Journal of Human-Computer Studies, 43(5-6):907–928, November 1995. <https://doi.org/10.1006/ijhc.1995.1081>
- [LZ22] Lübbert, C.; Zeh, T.: *Skizze eines Verfahrens zur Erstellung von Ontologien mittels Formaler Begriffsanalyse*. Informatik Spektrum (2022) 45:3–12, <https://doi.org/10.1007/s00287-021-01397-1>
- [Mu15] Musen, M.A. *The Protégé project: A look back and a look forward*. AI Matters. Association of Computing Machinery Specific Interest Group in Artificial Intelligence, 1(4), June 2015. DOI: 10.1145/2557001.25757003.
- [Re05] Rector, A.: *Representing Specified Values in OWL: “value partitions” and “value sets”*. W3C Working Group Note 17 May 2005. <https://www.w3.org/TR/swbp-specified-values/>
- [SS00] Stock, W.; Stock, M.: *Wissensrepräsentation. Informationen auswerten und bereitstellen*. Oldenbourg 2008. <https://doi.org/10.1524/9783486844900>
- [St11] Suckenschmidt, H.: *Ontologien*. Springer, 2. Auflage 2011
- [Zi00] Zimmerli, W. Ch.: *Vom Unterschied, der einen Unterschied macht*. *Information, Netzwerkdenken und Mensch-Maschine-Tandem*. Aus: Mittelstraß, Jürgen (Hrsg.): *Die Zukunft des Wissens*. Akademie Verlag, 2000, S.115-128. <https://doi.org/10.1515/9783050078618-014>

Dieser Aufsatz liegt auch online unter <http://jbusse.de/akwi2023/> in einer html-Fassung vor. Dort finden sich auch ergänzende Materialien.

Zur Integration von OpenStreetMap in LogisticsLab für Lehrveranstaltungen zu logistischen Entscheidungen

Mike Steglich¹

Abstract: Logistische Entscheidungsprobleme sind Bestandteil vieler Lehrveranstaltungen in den Bereichen Logistik, Management und Operations-Research. Es ist sinnvoll, diese Entscheidungsprobleme anhand von Fallstudien zu veranschaulichen, die von Studierenden mit geeigneter Software reproduziert und eigenständig gelöst werden können. Derartige Softwaresysteme müssen den größten Teil der in solchen Lehrveranstaltungen diskutierten Probleme abbilden und eine interaktive und intuitive Vorgehensweise bei der Problemlösung ermöglichen.

Eine weitere wichtige Anforderung an solche Systeme besteht darin, die Studierenden bei der zeitaufwendigen Erfassung von Daten, wie z.B. der Koordinaten der Knoten eines logistischen Netzwerks sowie der Distanzen bzw. Fahrtzeiten, zu unterstützen. Weiterhin sollten logistische Entscheidungsunterstützungssysteme eine interaktive Darstellung des Problems und der zugehörigen Lösung in einer Karte ermöglichen. Diese Aspekte können durch die Integration von webbasierten Geoinformationssystemen, wie z.B. Google Maps oder OpenStreetMap, realisiert werden. Es ist allerdings festzustellen, dass die Mehrzahl der aus inhaltlicher Sicht für Lehrveranstaltungen verwendbaren Softwaresysteme keine Geoinformationssysteme integriert hat.

Diese fehlenden Funktionalitäten führten zur Motivation, die akademische Logistiksoftware LogisticsLab um OpenStreetMap-Funktionalitäten zu erweitern. Der vorliegende Beitrag stellt diese Integration und die dadurch verbesserten Möglichkeiten der Behandlung realistischer logistischer Entscheidungsprobleme in Lehrveranstaltungen vor. Mit der damit einhergehenden stärkeren Fokussierung auf das Verständnis und die Interpretation der Lösung des behandelten Problems kann auf interaktive und intuitive Weise ein besseres Verständnis für logistische Entscheidungen erlangt werden.

Keywords: OpenStreetMap, Logistische Entscheidungsfindung, Visualisierung von Problemen und Lösungen, automatisierte Erfassung von Netzwerkdaten

1 Einleitung

Studierende, die Logistikmanagement, Supply Chain Management usw. studieren, werden mit Entscheidungsproblemen hinsichtlich der Beförderung und Lagerung von Gütern (z.B. Transport-, Rundreise-, Briefträger-, Netzwerkfluss-, Tourenplanungs- und Standortprobleme) konfrontiert. In diesem Zusammenhang wird eine geeignete Software benötigt, die

¹ Technische Hochschule Wildau, Fachbereich Wirtschaft, Verwaltung, Recht, Hochschulring 1, 15745 Wildau, mike.steglich@th-wildau.de

in erster Linie den größten Teil der Lehrveranstaltungen diskutierten Probleme implementiert hat und zugleich eine intuitive sowie interaktive Arbeitsweise ermöglichen muss.

Zusätzlich gilt es, das betrachtete Problem adäquat zu visualisieren. Dazu wurden lange Zeit, wie in Abb. 1 am Beispiel einer alten Version von LogisticsLab zu sehen, einfache schematische Darstellungen verwendet, bei denen für die Knoten oft Kreise bzw. Rechtecke und für die Kanten einfache Geraden oder Pfeile verwendet wurden.

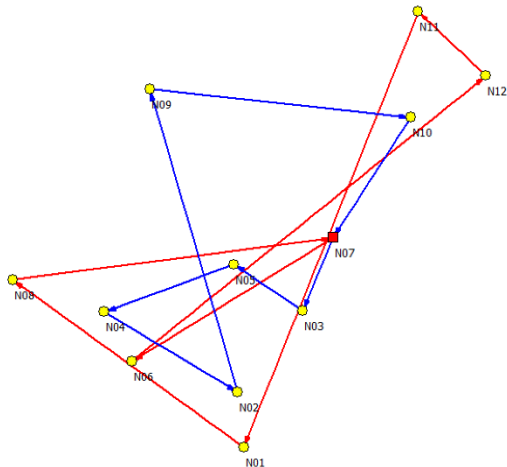


Abb. 1: Abbildung eines Netzwerkes mit Grafikprimitiven in LogisticsLab 4

Eine solche Darstellung ist für Probleme, die reale Adressen und Straßen verwenden, nicht adäquat. Daher sollten in einer Logistiksoftware Karten webbasierter Geoinformationssysteme, wie z.B. Google Maps oder OpenStreetMap, integriert sein [Go23, Op23a], um so ein Logistikproblem sowie dessen Lösung auf realen Straßenkarten abbilden zu können. Zur Illustration ist in Abb. 2 das gleiche Problem nochmals unter Verwendung von OpenStreetMap in der aktuellen Version von LogisticsLab dargestellt.

Da der Fokus von Lehrveranstaltungen auf dem Problemverständnis sowie der Lösung bzw. Interpretation des betrachteten Problems und nicht auf der Datenbeschaffung liegen sollte, hat eine solche Software weiterhin die Studierenden bei der zeitintensiven Erfassung der Daten interaktiv zu unterstützen. So ist es z.B. sehr aufwendig, die Koordinaten eines logistischen Netzes, die für die grafische Darstellung notwendig sind, per Hand zu erfassen. Zusätzlich sind die Distanzen oder Fahrtzeiten zu bestimmen, was wiederum ohne entsprechende Softwareunterstützung sehr zeitintensiv ist. Derartige Daten können mittels webbasierter Geoinformationssysteme [De13, 342ff] ermittelt werden. Neben kommerziellen Anbietern wie *Google Maps*, *Bing Maps* bzw. *Apple Maps* [Ap23; Go23; Mi23] bietet sich das offene *OpenStreetMap* [Op23a] an, da damit die bei massenhaften Datenabfragen ggf. anfallenden Kosten bzw. datenrechtliche Probleme vermieden werden können.

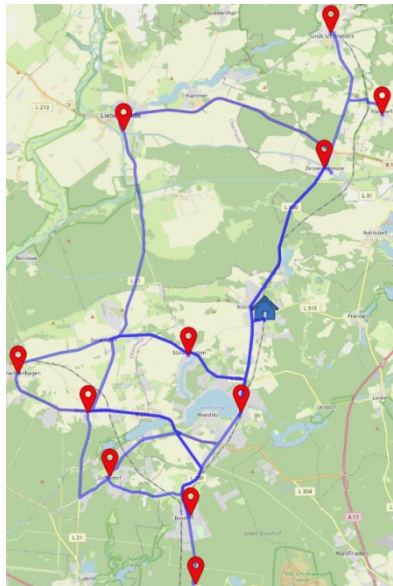


Abb. 2: Abbildung eines Netzwerkes mit OpenStreetMap in LogisticsLab 5

Die Mehrzahl der aus inhaltlicher Sicht für Lehrveranstaltungen verwendbaren Softwaresysteme hat keine Geoinformationssysteme integriert. Dieser Sachverhalt führte zur Motivation, die akademische Logistiksoftware LogisticsLab um OpenStreetMap-Funktionalitäten zu erweitern. Der vorliegende Beitrag stellt diese Integration und die dadurch verbesserten Möglichkeiten der Behandlung realistischer logistischer Entscheidungsprobleme in Lehrveranstaltungen vor.

2 Der Stand der Integration webbasierter Geoinformationssysteme in akademisch nutzbarer Logistik-Software

Zur Lösung logistischer Entscheidungsprobleme in Lehrveranstaltungen scheinen eine Vielzahl unterschiedlicher Softwaresysteme einsetzbar. Diese lassen sich in

- Simulationssoftware,
- Optimierungs-Add-Ins für Tabellenkalkulationsprogramme,
- Optimierungsumgebungen insbesondere mathematische Modellierungssprachen,
- kommerzieller Logistiksoftware sowie
- Akademische Logistiksoftware

einteilen, für die in [St21] ein umfassender Überblick gegeben wurde. In diesem Beitrag wurde dargestellt, dass Simulationssysteme oft das Lösen logistischer Entscheidungsprobleme von Studierenden verlangen, diese Funktionalitäten allerdings nicht implementiert

haben, so dass zusätzlich eine Optimierungssoftware benötigt wird. Mit Optimierungs-Add-Ins für Tabellenkalkulationsprogramme und Optimierungsumgebungen können grundsätzlich alle logistischen Entscheidungsprobleme abgebildet und gelöst werden. Allerdings benötigen die Studierenden ein hohes Maß an Kenntnissen in Operations-Research-Techniken, um die Probleme zu formulieren, zu lösen und zu interpretieren, da solche Programme keine interaktive und intuitive Vorgehensweise ermöglichen [Mas13]. Aus diesen Gründen können diese drei Arten von Softwaresystemen aus den weiteren Betrachtungen ausgeschlossen werden.

Hinsichtlich des Einsatzes kommerzieller Logistiksoftware in Lehrveranstaltungen konnte in [St21] aufgezeigt werden, dass die für Hochschulen angebotenen vergünstigten oder kostenlosen Versionen oft in ihren Funktionen oder der Problemgröße eingeschränkt sind. Ein weiteres Problem besteht darin, dass eine kommerzielle Logistiksoftware oft nicht die gesamte Bandbreite der in Lehrveranstaltungen behandelten Entscheidungsprobleme abdeckt. Hinsichtlich der Integration von Geoinformationssystemen ist festzustellen, dass kommerzielle Logistik-Softwaresysteme oftmals, wie in Abb. 3 für anyLogistics [An23] zu sehen, diese für eine interaktive Unterstützung der Nutzer bei der Generierung der Problemdata und für eine grafische Repräsentation des Problems und der Lösung durch reale Straßenkarten nutzen.

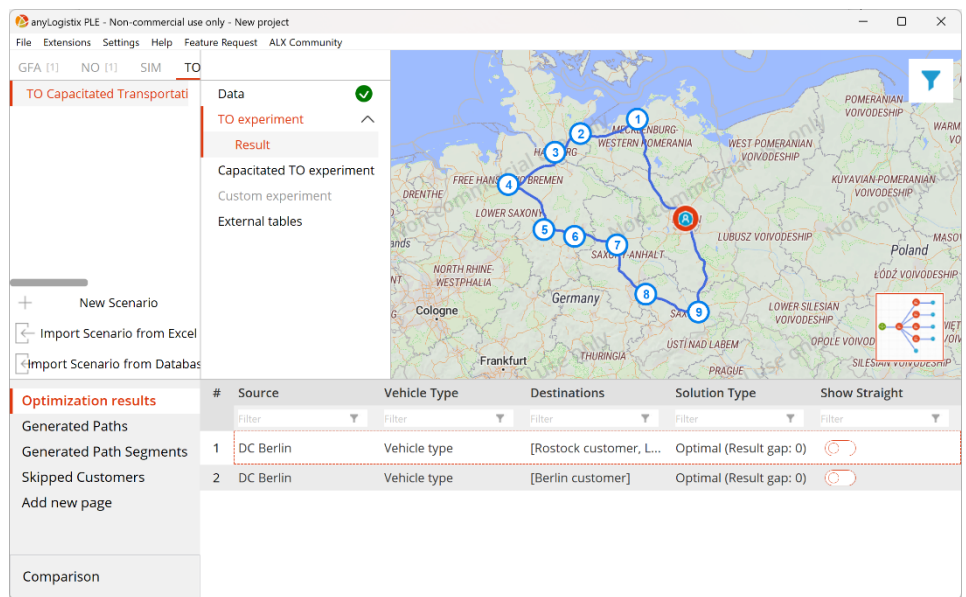


Abb. 3: Benutzeroberfläche von anyLogistics

Akademische Logistiksoftware, die ein breites Spektrum an unterstützten logistischen Entscheidungsproblemen bietet, ist selten vertreten. Als wichtiges Beispiel kann die Logistik-Toolbox der Technischen Universität Dresden [To13] genannt werden, die eine hohe Anzahl von Problemen der Beschaffungs- und Produktionslogistik implementiert hat. Allerdings integriert diese Software, wie in Abb. 4 zu sehen, keine Geoinformationssysteme und beinhaltet daher weder eine adäquate grafische Darstellung eines Problems noch eine interaktive Unterstützung der Studierenden bei der Generierung von Koordinaten und Straßendistanzen bzw. -fahrzeiten.

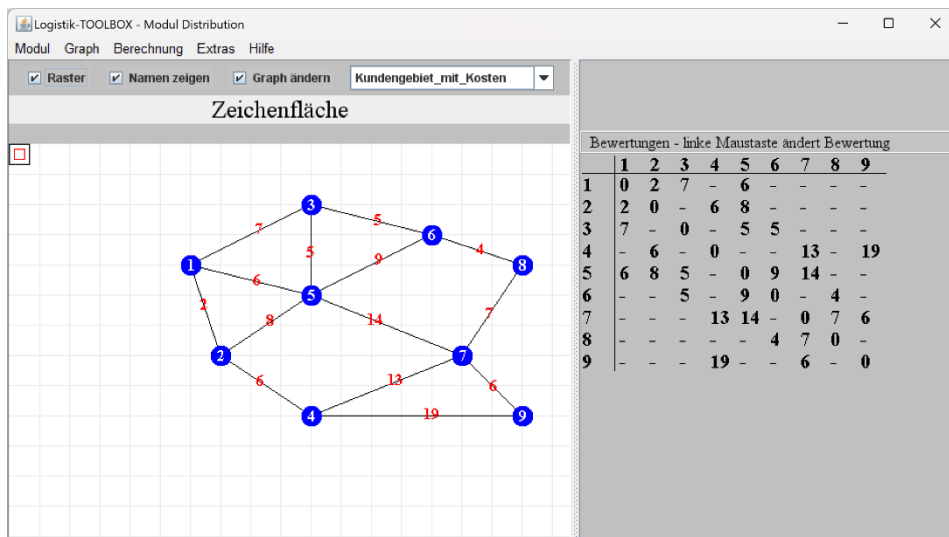


Abb. 4: Benutzeroberfläche von Logistik-Toolbox

Ein weiteres Beispiel ist ein von Gragas & Ramalinho [GR16] entwickeltes webbasiertes Entscheidungsunterstützungssystem für Tourenplanungsprobleme. Die Kombination aus einem einfach zu bedienenden webbasierten Tool, dem didaktischen Ansatz sowie die Integration von Google Maps ist sehr interessant. Allerdings wird das unter dem Link <http://vrp.upf.edu/> zu findende System offensichtlich nicht mehr gepflegt und ist nicht mehr vollständig funktionsfähig.

Anhand der in [St21] getroffenen Aussagen und der in diesem Abschnitt dargestellten Aspekte ist festzuhalten, dass nur im sehr eingeschränkten Maße Softwaresysteme existieren, die die Mehrzahl der an Hochschulen behandelten Probleme und eine intuitive bzw. interaktive Arbeitsweise unterstützen. Von den verbleibenden Systemen integrieren lediglich kommerzielle Logistiksysteme Geoinformationssysteme, wobei die für Hochschulen relevanten vergünstigten oder kostenlosen Versionen oft in ihren Funktionen oder der Problemgröße eingeschränkt sind. Aus diesen Gründen bot es sich für die LogisticsLab-

Entwickler an, diese Software, die schon immer ein breites Spektrum logistischer Entscheidungen sowie eine intuitive bzw. interaktive Arbeitsweise unterstützt, um OpenStreetMap-Funktionalitäten zu erweitern.

3 Integration von OpenStreetMap-Funktionalitäten in LogisticsLab

3.1 Überblick

LogisticsLab ist eine akademische Software zur Entscheidungsunterstützung in der Logistik. Diese Software wurde ursprünglich in den 1990er Jahren unter dem Namen *EUS-Lehrsoftware* von Dieter Feige für Logistiklehrveranstaltungen an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg entwickelt und vom Autor dieses Artikels grundlegend überarbeitet und erweitert. LogisticsLab wird für den akademischen Gebrauch kostenlos und ohne Gewähr zur Verfügung gestellt. Sie kann unter <http://logisticslab.org> heruntergeladen werden und ist für Microsoft Windows verfügbar.

LogisticsLab enthält sechs eigenständige Module, mit denen klassische Transport- und Engpass-Transportprobleme, Netzwerkflussprobleme (z.B. Transshipment-Probleme), geschlossene und offene Travelling-Salesman- sowie Briefträger-Probleme, kapazitierte Tourenplanungsprobleme mit Kundenzeitfenster, diskrete Single-Source-Standortprobleme (insbesondere Warehouse-Location-, Set-Covering-Location- und Maximal-Covering-Probleme) sowie kontinuierliche p-Median- und p-Zentrenproblemen in unterschiedlichen Varianten gelöst werden können [Log23].

LogisticsLab ist auf eine intuitive und interaktive Arbeitsweise ausgerichtet und unterstützt das durch eine moderne Benutzeroberfläche. Diese besitzt für jeden Programmteil eine einheitliche Struktur, wie sie in Abb. 5 für LogisticsLab/VRP beispielhaft dargestellt ist. Neben den üblichen Elementen verfügt die Benutzeroberfläche über einen Netzwerkbereich auf der linken Seite und einen Datenbereich auf der rechten Seite des Programmfensters. Der Netzwerkbereich dient der grafischen Darstellung des Problems in einer OpenStreetMap-Karte. Im Datenbereich können die Daten über spezifische Register interaktiv eingegeben und geändert werden.

In LogisticsLab sind OpenStreetMap-Funktionalitäten zur Unterstützung der Visualisierung und der Datengenerierung für realistische logistischer Entscheidungsprobleme integriert.

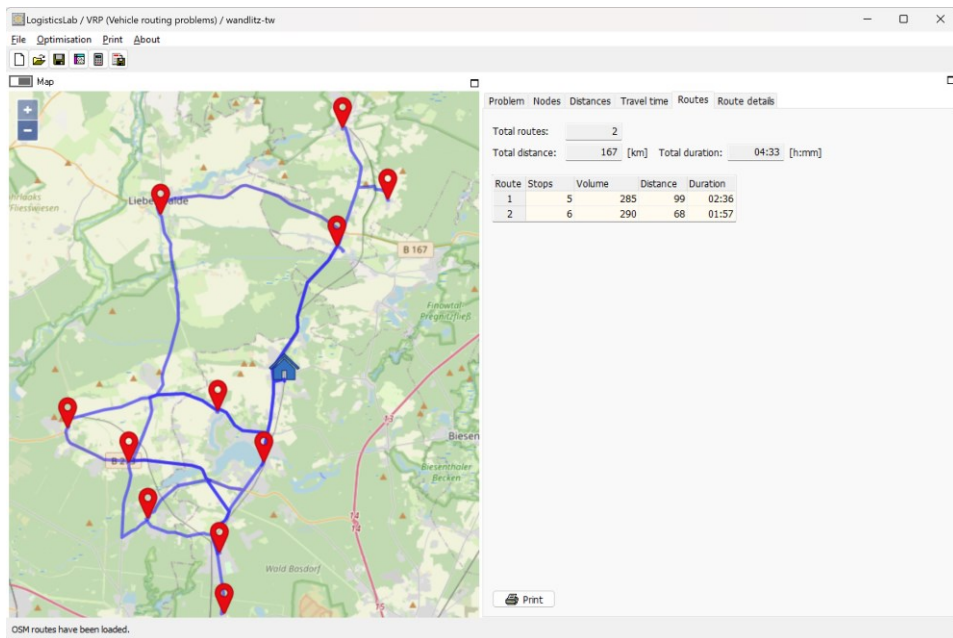


Abb. 5: Benutzeroberfläche von LogisticsLab/VRP

3.2 Integration von OpenStreetMap-Karten

Die Kartendaten webbasierter Geoinformationssysteme [De13, S. 342ff] eignen sich im hohen Maße, um realitätsnahe Aufgabenstellungen bzw. deren Lösungen, die realen Adressen und Straßen verwenden, adäquat zu visualisieren. Aus den genannten datenrechtlichen und Kostengründen haben sich die LogisticsLab-Entwickler entschieden, OpenStreetMap zu integrieren.

Die *OpenStreetMap Foundation* (OSMF) stellt Kartendaten z.B. für Webseiten und Applikationen gemäß der Open Data Commons Open Database Lizenz (ODbL) zur Verfügung [Op23b]. Die Karten dürfen für jeden Zweck verwendet sowie unter der gleichen Lizenz geändert und weitergegeben werden. Es existiert eine sehr große Gemeinschaft, die ständig die Kartendaten verbessert und erweitert. Die Nutzung der Karten benötigt keine Registrierung oder sonstige Erfassung von Nutzerdaten und ist kostenlos.

Wie in Abb. 5 zu sehen, sind OpenStreetMap-Karten im Netzwerkbereich der LogisticsLab-Oberfläche integriert und können vergrößert bzw. verkleinert sowie gedreht werden. In erster Linie dient die Karte der Darstellung der Netzwerknote eines Problems. In Abhängigkeit des Typs eines Knotens ergänzt LogisticsLab diese Karten um problemspezi-

STEGLICH

fische Marker. So stellt die linke Karte in Abb. 6 ein Transportproblem mit blauen Häuschen für Anbieter und roten Pins für die Kunden dar. In der rechten Karte ist ein Umladeproblem mit Angebotsknoten, die durch blaue Pins visualisiert werden, Umladeknoten mit Pins in Ocker und Nachfrageknoten mit roten Pins dargestellt. Klickt ein Nutzer auf einen Marker wird ein Pop-Up-Fenster mit zusätzlichen Informationen eingeblendet, wie in Abb. 7 für das Depot eines Tourenplanungsproblems zu sehen ist.

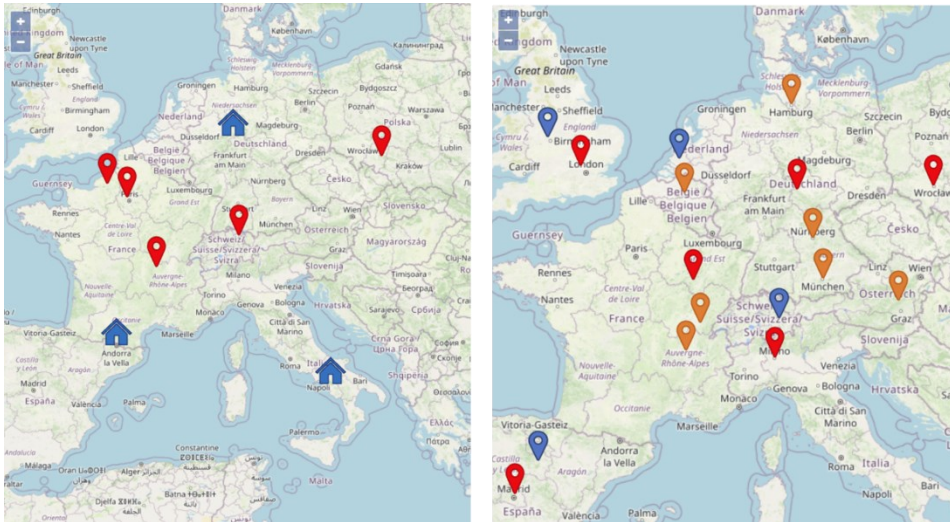


Abb. 6: Marker für Knoten in LogisticsLab

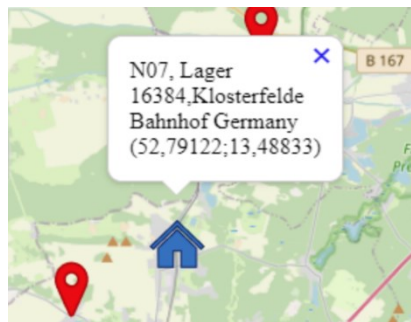


Abb. 7: Marker mit Pop-Up

Zusätzlich werden die Karten in LogisticsLab zur Visualisierung gefundener Lösungen verwendet, indem die ebenso über OpenStreetMap-Funktionalitäten zu findenden Routen auf realen Straßen in der Karte durch blaue Verbindungen dargestellt werden. Dabei können einzelne Routen bzw. Teilstücke mit der Farbe Ocker hervorgehoben werden. So zeigt Abb. 8 einen Teil der Lösung für ein Umladeproblem in LogisticsLab/NWF, wobei die

Route zwischen einem Werk in Soria, Spanien und einem Umladeknoten in Frebuans, Frankreich hervorgehoben wurde.

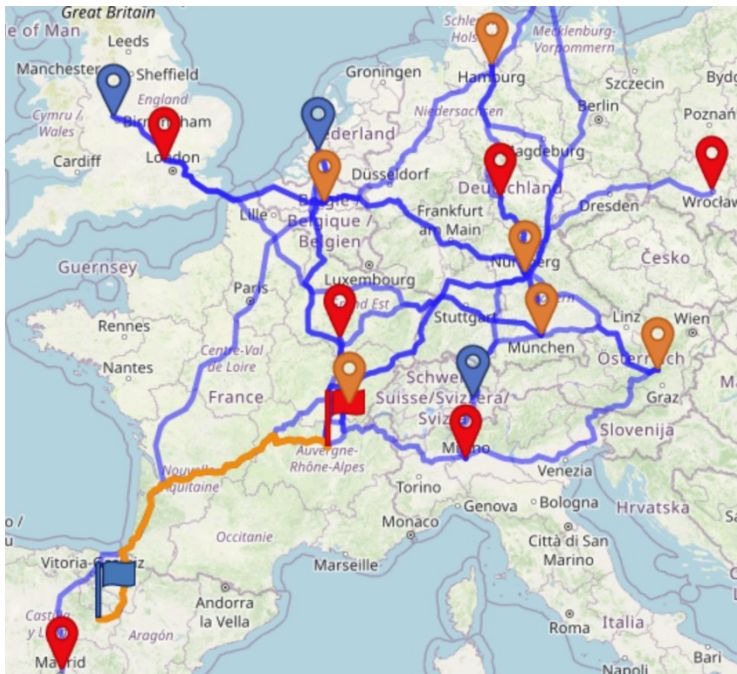


Abb. 8: Darstellung einer Lösung in LogisticsLab/NWF

3.3 Integration von Geocoding-Funktionalitäten von Photon

Die Erfassung und Eingabe von Daten der Netzwerkknoten ist problemabhängig teilweise sehr aufwändig. Dabei liegt ein Schwerpunkt auf den geografischen Koordinaten, die einerseits für die Darstellung in einer Karte und andererseits für die Ermittlung von Distanzen und ggf. Fahrtzeiten zwischen den einzelnen Knoten benötigt werden.

Hierbei bietet es sich an, mittels eines *Geocoders* anhand einer Adresse oder eines Adressfragments die geografischen Koordinaten des betrachteten Knotens zu ermitteln [Op23c]. LogisticsLab verwendet den Open-Source-Geocoder *Photon* [Ph23], der mit OpenStreet-Map-Daten arbeitet und über eine webbasierte API (Application Programming Interface) angesprochen werden kann. Die Suche erfordert keine vorgegebene Struktur, sondern erfolgt „search-as-you-type“ und ist multilingual [Ph23]. Da die Zugriffe auf dem originalen Photon-Server bei einem extensiven Gebrauch beschränkt werden können, wurde für LogisticsLab ein eigener Photon-Server aufgesetzt, der von der Technischen Hochschule Wildau gehostet wird.

STEGLICH

In LogisticsLab kann Photon auf zwei unterschiedliche Arten verwendet werden. Eine Möglichkeit besteht darin, die Adressen oder Teile der Adressen der Knoten in den entsprechenden Spalten einer Knotenliste einzutragen und dann die geografischen Koordinaten über den Photon-Server zu ermitteln. In Abb. 9 ist ein Beispiel für ein Tourenplanungsproblem gegeben, wobei zu erwähnen ist, dass aus Darstellungsgründen mehrere Spalten in der Tabelle ausgeblendet wurden. Tourenplanungsprobleme werden mit LogisticsLab/VRP gelöst. Im Datenbereich dieses Moduls wurde im Register *Nodes* zwei Kunden mit ihren Adressen eingegeben. Im Anschluss können die Breiten- und Längengrade aller Knoten über die Schaltfläche *All coords* oder für den ausgewählten Knoten über *Node coords* abgerufen werden.

Nr.	ID	Name	Lat	Long	City	PostCode	Street
1	N01	K1			Schönwalde	16384	Hauptstr. 63b
2	N02	K2			Basdorf	16384	Fuchsienstr. 7

—

Abb. 9: Knotenliste vor Ermittlung der Koordinaten in LogisticsLab/VRP

Nach erfolgreichem Abruf der Koordinaten werden diese automatisch in der Knotenliste eingetragen (Abb. 10) und die Knoten mittels der Koordinaten in der Karte dargestellt.

Nr.	ID	Name	Lat	Long	City	PostCode	Street
1	N01	K1	52,68601	13,44322	Schönwalde	16384	Hauptstr. 63b
2	N02	K2	52,71357	13,44019	Basdorf	16384	Fuchsienstr. 7

—

Abb. 10: Knotenliste nach Ermittlung der Koordinaten in LogisticsLab/VRP

Zusätzlich ist es möglich, über die in allen Programmteilen für Knoten zur Verfügung stehende Schaltfläche *Search & Add* mit einem Adressfragment nach einer vollständigen Adresse sowie den zugehörigen geografischen Koordinaten zu suchen und in die Knotenliste als neuen Knoten einzufügen. So kann man z.B., wie in Abb. 11 zu sehen, den Eintrag für das Jagdschloss in Groß Schönebeck im Land Brandenburg zu suchen. Die Adresse und die zugehörigen Koordinaten werden im Anschluss an die Knotenliste angefügt (Siehe Abb. 12).

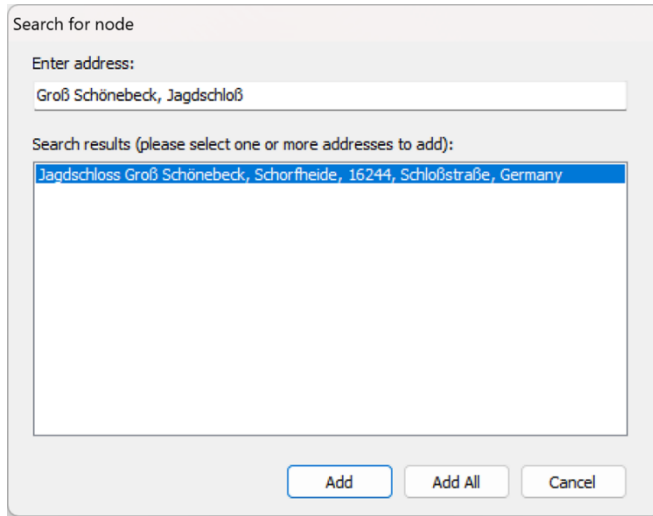


Abb. 11: Adresssuche in LogisticsLab

Nr.	ID	Name	Lat	Long	City	PostCode	Street
1	N01	K1	52,68601	13,44322	Schönwalde	16384	Hauptstr. 63b
2	N02	K2	52,71357	13,44019	Basdorf	16384	Fuchsienstr. 7
3	N03	Jagdschloss Groß Schönebeck	52,90501	13,53151	Schorfheide	16244	Schloßstraße

Abb. 12: Hinzugefügter Knoten nach Adresssuche

3.4 Ermittlung von Distanzen, Fahrtzeiten und Routen mit OSRM

Um ein logistisches Entscheidungsproblem lösen zu können, ist es notwendig die Gewichte der die einzelnen Knoten verbindenden Kanten zu bestimmen. Für Aufgabenstellungen mit realen Adressen und Straßen können in LogisticsLab die Distanzen und Fahrtzeiten über die *Open Source Routing Machine* (OSRM) abgerufen werden. Zusätzlich wird OSRM nach Abschluss einer Optimierung genutzt, um für die Lösung die Routen auf realen Straßen abrufen und letztlich in einer Karte darstellen zu können.

OSRM ist ein Open-Source-Projekt, das OpenStreetMap-Daten verwendet, um kürzeste Pfade in Straßennetzen auf sehr effiziente Weise zu bestimmen [Op23d]. Für OSRM steht eine webbasierte API mit den folgenden Funktionalitäten zur Verfügung:

- *Nearest* – Gibt für Koordinaten die nächstgelegene Lokation im Straßennetz zurück,
- *Route* – Bestimmt die kürzeste oder schnellste Route zwischen Koordinaten,

- *Table* – Bestimmung von Distanz- bzw. Fahrtzeitmatrizen auf der Basis der kürzesten bzw. schnellsten Routen,
- *Match* - Verbindet GPS-Tracks mit dem Straßennetz,
- *Trip* - Löst das Traveling Salesman Problem mit einer Greedy-Heuristik und
- *Tile* – Generierung von Mapbox-Vektorkacheln. [Os23]

LogisticsLab verwendet die *Table*-Funktionalitäten, um die Distanz- bzw. Fahrtzeitmatrizen zu bestimmen. Für OSRM existieren mehrere frei verfügbare Server, deren Zugriffe analog Photon bei einem extensiven Gebrauch beschränkt werden können. Daher wurde für LogisticsLab ein eigener OSRM-Server aufgesetzt, der von der Technischen Hochschule Wildau gehostet wird.

Sind alle Knoten mit ihren geografischen Koordinaten in LogisticsLab verfügbar, kann der Dialog zur Bestimmung der Distanz- bzw. Fahrtzeit- oder ggf. der darauf basierenden Kostenmatrix, wie in Abb. 13 beispielhaft für LogisticsLab/VRP dargestellt, aufgerufen werden. Die generierten Matrizen werden anschließend in den entsprechenden Datenbereichen automatisch eingefügt (Abb. 14).

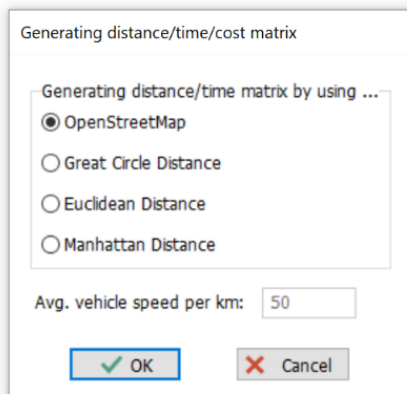


Abb. 13: Dialog zur Bestimmung von Distanzen und Fahrtzeiten in LogisticsLab/VRP

Nachdem alle Daten eines Problems inklusive der Distanz- oder Fahrtzeit- oder einer darauf basierenden Kostenmatrix vorliegen, kann das Problem gelöst werden. Um die Lösung auf adäquate Weise in der Karte darzustellen, wird durch LogisticsLab automatisch die *Route*-Funktionalität des involvierten OSRM-Servers angesprochen, um die Routen auf den realen Straßen abzurufen. Diese werden anschließend, wie in Abb. 8 zu sehen, in der Karte dargestellt und können ggf. hervorgehoben werden.

Problem	Nodes	Distances	Travel time	Routes	Route details
Method: OSM					
Nr	From\To	1	2	3	
1	N01	0	3	9	
2	N02		3	0	6
3	N03		9	6	0
4	N04		12	9	8
5	N05		13	10	5
6	N06		8	5	7

Problem	Nodes	Distances	Travel time	Routes	Route details
Method: OSM					
Nr	From\To	1	2	3	
1	N01		00:00	00:05	00:13
2	N02		00:05	00:00	00:09
3	N03		00:13	00:09	00:00
4	N04		00:17	00:14	00:10
5	N05		00:19	00:16	00:07
6	N06		00:11	00:08	00:09

Abb. 14: Distanzen und Fahrtzeiten in LogisticsLab/VRP

4 Zusammenfassung

Studierende, die in Kursen mit logistischen Entscheidungsproblemen konfrontiert werden, benötigen geeignete Software zur Lösung und Interpretation realistischer Fallstudien. Es konnte in diesem Beitrag gezeigt werden, dass nur im sehr eingeschränkten Maße Softwaresysteme existieren, die die Mehrzahl der an Hochschulen behandelten Probleme und eine intuitive bzw. interaktive Arbeitsweise unterstützen.

Weiterhin sollten logistische Entscheidungsunterstützungssysteme eine interaktive Darstellung des Problems und der zugehörigen Lösung in einer Karte sowie eine interaktive Unterstützung bei der Erfassung von geografischen Koordinaten und von Distanz- bzw. Fahrtzeitmatrizen ermöglichen. Diese Aspekte können durch die Integration von webbasierten Geoinformationssystemen realisiert werden. Von den grundsätzlich für Lehrveranstaltungen geeigneten Systemen integrieren lediglich kommerzielle Logistiksysteme Geoinformationssysteme, wobei aber die für Hochschulen relevanten vergünstigten oder kostenlosen Versionen oft in ihren Funktionen oder der Problemgröße eingeschränkt sind. Aus diesen Gründen bot es sich für die LogisticsLab-Entwickler an, diese Software, die schon immer ein breites Spektrum logistischer Entscheidungen sowie eine intuitive bzw. interaktive Arbeitsweise unterstützt, um OpenStreetMap-Funktionalitäten zu erweitern.

Der vorliegende Beitrag stellte die Integration von OpenStreetMap-Funktionalitäten in LogisticsLab und die dadurch verbesserten Möglichkeiten der Behandlung realistischer logistischer Entscheidungsprobleme in Lehrveranstaltungen vor. Mit der damit einhergehenden stärkeren Fokussierung auf das Verständnis und die Interpretation der Lösung des behandelten Problems kann auf interaktive und intuitive Weise ein besseres Verständnis für logistische Entscheidungen erlangt werden.

Literatur

- [An23] anyLogistix: anyLogistix - Personal Learning Edition, <https://www.anylogistix.com/personal-learning-edition/>, Stand: 07.03.2023.
- [Ap23] Apple: Apple Maps, <https://developer.apple.com/maps>, Stand: 07.03.2023.
- [De13] de Lange, N. (2013). Geoinformatik in Theorie und Praxis. Springer Spektrum.
- [Go23] Google: Google Maps Platform APIs nach Plattform, <https://developers.google.com/maps/apis-by-platform>, Stand: 07.03.2023.
- [GR16] Grasas, A., Ramalhinho, H.: Teaching distribution planning. A problem-based learning approach. The International Journal of Logistics Management, 27(2), S. 377-394, 2016.
- [Log23] LogisticsLab: <http://www.logisticslab.org/>, Stand: 31.03.2023.
- [Mas13] Mason, A. J.: SolverStudio: Ein neues Werkzeug für bessere Optimierung und Simulationsmodellierung in Excel. INFORMS Transactions on Education, S. 45-52, 2013.
- [Mi23] Microsoft: Bing Maps APIs, <https://www.microsoft.com/en-us/maps/choose-your-bing-maps-api>, Stand: 07.03.2023.
- [Op23a] OpenStreetMap.org: OpenStreetMap, <https://www.openstreetmap.org>, Stand: 07.03.2023.
- [Op23b] OpenStreetMap: About, <https://www.openstreetmap.org/about>, Stand: 07.03.2023.
- [Op23c] OpenStreetMap: OpenStreetMap-Wiki Geocoding, <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Geocoding#Geocoders>, Stand: 07.03.2023.
- [Op23d] OpenStreetMap: OSRM API-Dokumentation, <http://project-osrm.org/docs/v5.5.1/api>, Stand: 07.03.2023.
- [Os23] Open Source Routing Machine: GitHub, <https://github.com/Project-OSRM/osrm-backend>, Stand: 07.03.2023.
- [Ph23] Photon, <https://photon.komoot.io>, Stand: 07.03.2023.
- [St21] Mike Steglich: LogisticsLab: An academic software for decision-making in logistics, in: AKWI - Anwendungen und Konzepte der Wirtschaftsinformatik 14(2021), p. 42-52.
- [To13] Tu Dresden: Toolbox, <https://tu-dresden.de/bu/wirtschaft/bwl/log/studium/materialien/toolbox>, 2013, Stand: 07.03.2023.

Zukunftsfähige Konzepte

Personalisierung im Internet

Ethische Bewertung und Akzeptanz aus Nutzerperspektive

Birte Malzahn¹, Peter Konhäusner² und Robin Streckies³

Abstract: Im Internet sind verschiedene Formen der Personalisierung von Inhalten weit verbreitet. Dabei sind ethisch bedenkliche Möglichkeiten aus rechtlicher Sicht häufig zulässig. Um die Einstellung von Nutzer*innen zu Personalisierungsmethoden im Internet zu untersuchen, wurde eine empirische Studie durchgeführt und n = 150 Datensätze ausgewertet. Dabei zeigt sich, dass Nutzer*innen der Personalisierung von Inhalten im Internet gegenüber kritisch eingestellt sind. Auch wenn die Personalisierungsformen immer eine Auswertung persönlicher Daten erfordert, zeigen sich je nach Zweck der Personalisierung jedoch Unterschiede in der Bewertung durch die Nutzer*innen. Die Ergebnisse zeigen mögliche Konsequenzen für den Gesetzgeber als auch für Anbieter von Inhalten auf.

Keywords: Personalisierung im Internet, digitale Plattformen, digitale Ethik

1 Einleitung

Jeder Umgang mit personenbezogenen Daten gegen den Willen der betroffenen Person ist als Eingriff in das Recht auf informationelle Selbstbestimmung anzusehen [Jand16]. Eine Datenverwendung ist nur zulässig, wenn der Gesetzgeber oder der / die Betroffene sie gebilligt hat [Jand16]. Auf diesem Grundsatz fußt unter anderem die europäische Gesetzgebung der Datenschutzgrundverordnung [ScES18].

Personenbezogene Daten im Internet setzen sich zusammen aus Nutzungsdaten (z. B. Surfverhalten), die häufig im Hintergrund erfasst werden, und Inhaltsdaten (z. B. Suchanfragen, Bestelldaten), die von den Nutzer*innen selbst generiert werden [Jand16]. Die Nutzung vieler Internetdienste setzt voraus, dass die Nutzer*innen umfangreiche Zugriffsrechte auf persönliche Informationen wie Verbindungs- oder Standortdaten gewähren [Jand16]. Nutzer*innen, die dem nicht zustimmen wollen, können den entsprechenden Dienst nicht nutzen [Jand16]. Das Einverständnis wird durch das Zustimmung zu den allgemeinen Geschäftsbedingungen des Dienstes erteilt („informed consent“) [BrOP20].

¹ Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, Treskowallee 8, 10318 Berlin, malzahn@htw-berlin.de, <https://orcid.org/0000-0001-5361-1794>

² GISMA University of Applied Sciences, Konrad-Zuse-Ring 11, 14469 Potsdam, peter.konhaeusner@gisma.com, <https://orcid.org/0000-0001-6717-1304>

³ Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, Treskowallee 8, 10318 Berlin, robin.streckies@student.htw-berlin.de

Unternehmen, öffentliche Institutionen und auch Regierungen sind zunehmend an Daten über Nutzer*innen bzw. Bürger*innen interessiert [Heng20]. Erforderlich ist jedoch eine Beschäftigung mit der Frage, wie die digitale Transformation zum Wohle der Menschen verfolgt werden kann, ohne dass dabei die Rechte Einzelner verletzt werden [Heng20]. Einerseits sollen die Chancen des Wandels genutzt werden, andererseits müssen entsprechende rechtliche Rahmenbedingungen fortlaufend angepasst werden [Heng20]. Benötigt werden klare Regeln, wer welche Daten zu welchem Zweck verwenden darf [Heng20].

Auch die Personalisierung von Inhalten im Internet erfordert eine Auswertung personenbezogener Daten. Bisherige Studien setzten sich vor allem mit den rechtlichen [Goll20, RoWL21] und organisationalen [HaBC17, ScNe17] Aspekten in Bezug auf personalisierte Werbung und Ethik auseinander. Bei der vorliegenden Studie soll der Fokus vor allem auf die Nutzer*innenperspektiven der diversen Werbeformen gelegt werden. Dieses Paper untersucht die Einstellung von Nutzer*innen zu verschiedenen Personalisierungsformen im Internet: Personalisierung von Empfehlungen, Personalisierung von Werbung und Personalisierung von Preisen. Hierzu wurde eine empirische Untersuchung durchgeführt und $n = 150$ Datensätze ausgewertet. Aus den Ergebnissen sollen Implikationen für Wirtschaft und Gesellschaft abgeleitet werden. Folgende Forschungsfragen sollen dafür untersucht werden:

1. Wie bewerten Nutzer*innen den Nutzen verschiedener Personalisierungsmethoden im Internet?
2. Wie bewerten Nutzer*innen diese Personalisierungsmethoden in ethischer Hinsicht?
3. Inwieweit akzeptieren Nutzer*innen diese unterschiedlichen Personalisierungsmethoden?

Das Paper ist wie folgt aufgebaut: Zunächst werden theoretische Grundlagen dargelegt. Darauf aufbauend wird die durchgeführte Studie erläutert sowie deren Ergebnisse dargestellt und diskutiert. Das Paper schließt mit einem Fazit.

2 Personalisierte Inhalte im Internet und deren Bewertung

Sowohl Ethik als auch Recht haben das Ziel, das Leben einer Gemeinschaft auf Basis allgemein anerkannter Werte und Regelungen zu verbessern [Rösc22]. Ethische Aussagen orientieren sich am guten und gerechten Handeln [Schi19]. Große Teile des Rechts haben moralische und ethische Bezüge [Rösc22], beispielsweise bei gesetzlichen Vorgaben zum Umweltschutz [BLWW19]. *Digitale Ethik* beschäftigt sich mit „individuellen, ökonomischen und technischen Bedingungen für einen menschengerechten Fortschritt im digitalen Zeitalter“ [Spie21]. Auch Informationsprozesse erfolgen zunehmend in digitalen Räumen [Rösc22]. In ethischer Hinsicht sind dabei Aspekte wie Meinungs- und Informationsfreiheit, Datenschutz, Schutz der Privatsphäre sowie informationelle Selbstbestimmung zu berücksichtigen [Rösc22].

Digitalisierung im Bereich des Marketings führt zu mehr Transparenz entlang der Customer Journey [EBBB20]. Die Überwachung der Nutzung von digitalen Angeboten ist Betreibern beispielsweise durch Cookies und verschiedene Tracking- bzw. Analyse-Verfahren möglich [SHRR21]. In diesem Zusammenhang nutzen Unternehmen vermehrt Big Data-Analyse-Methoden [AALA19]. Durch die Zusammenführung von verschiedenen Charakteristika kann der Betreiber ein Profil erstellen, das eine mitunter eindeutige Identifikation der Nutzer*innen ermöglicht [ZhJi18]. Von Unternehmen können solche Daten in weiterer Folge u. a. für zielgerichtetes Marketing verwendet werden [Rich16]. Je besser Marketing-Maßnahmen auf eine Zielgruppe abgestimmt sind, desto stärker ist die zu erwartende Reaktion der Nutzer*innen [Schu12].

Eine Personalisierung von Inhalten im Internet kann vor allem auf Empfehlungen, Werbung sowie Preise angewandt werden [Hobb20]. Personalisierte Produktempfehlungen basieren auf Nutzerdaten: U. a. Medienunternehmen setzen Algorithmen ein, um anhand von Nutzungsmustern und Suchbegriffen die Popularität von Inhalten zu prognostizieren [Heis16]. Daten zum Surf- und Konsumverhalten sowie Nutzerprofile werden dabei automatisiert ausgewertet und daraus Präferenzen abgeleitet [Heis16]. Inhalte können dadurch vorselektiert und personalisiert auf die prognostizierten Interessen der Nutzer*innen ausgerichtet werden [Heis16]. Ziele des Anbieters sind eine Steigerung der Konversionsrate, eine Erhöhung der Nutzungsdauer und das Maximieren der Anzahl der aufgerufenen Inhalte [BeMü20]. So lassen sich beispielsweise bei Netflix unterschiedliche Streaming-Empfehlungen in Abhängigkeit der Nutzungshistorie beobachten [Stre22]. Plattformen nutzen auch monetäre Incentivierungen, um Nutzer*innen zur Herausgabe von Daten anzuregen [KoCD21]. Bedenklich ist dabei u. a. die Entstehung von Filterblasen. Empfohlen und weiterentwickelt werden vor allem Inhalte mit hohen Klickzahlen; andere potenziell interessante Inhalte, die außerhalb des durch den Algorithmus festgestellten Interessensfokus liegen, sind für Nutzer*innen schwer auffindbar [BeMü20]. Zudem wird die Vielfalt der insgesamt angebotenen Inhalte eingeschränkt [BeMü20].

Digitale Kanäle werden auch vermehrt für das Verbreiten von Werbebotschaften genutzt [Schi19]. Online-Werbung bezeichnet die Gesamtheit aller Werbeformen und Werbekonzepte, über die werbliche Informationen im Internet verbreitet werden [Kreu21]. Realisiert werden kann Online-Werbung z. B. über Bild- oder Videoeinblendungen auf Webseiten [Kreu21], u. a. auch als verschiedene Formen des Social Media Marketings [Körb16]. Dabei sind *personalisierte* Werbeinblendungen für Unternehmen besonders erfolgsversprechend [Körb16]. Neben den bekannten Nachteilen können durch Personalisierung von Empfehlungen und Werbung jedoch auch Vorteile entstehen, nicht nur für die Unternehmen, sondern auch für Nutzer*innen: Sie können Zeit sparen und möglicherweise eine objektiv bessere Produktwahl treffen [HäTr00]. Zugleich können personalisierte Inhalte Nutzer*innen bei der Verarbeitung einer hohen Anzahl an Werbeinformationen unterstützen [AnMe03].

Personalisierte Preisdifferenzierung im Online-Handel bedeutet, den Preis für ein Produkt oder eine Dienstleistung für einzelne Nutzer*innen individuell in Echtzeit festzulegen [Hose19]. Die Festlegung des individuellen Preises basiert dabei auf online gesammelten

Informationen über die einzelnen Nutzer*innen [Hose19]. Ziel ist es, auf Basis einer prognostizierten Solvenz sowie Präferenz die Preisbereitschaft der einzelnen Nutzer*innen abzuleiten und darauf aufbauend durch individuelle Preise die Konsumentenrente bestmöglich abzuschöpfen [Hose19]. So können von (vermeintlich) weniger solventen Nutzer*innen niedrigere Preise verlangt werden, während anderen Nutzer*innen z. B. aufgrund des Wohnortes oder des benutzten Endgerätes ungünstigere Konditionen angeboten werden [SFWD21]. Diese Vorgehensweise konnte z. B. bei einer Partnervermittlung nachgewiesen werden, die Preise für Mitgliedschaften in Abhängigkeit des angegebenen Einkommens der Nutzer*innen individualisierte [MaMS21]. Werden Preise jedoch aufgrund der Zuordnung in eine bestimmte Gruppe festgelegt, besteht die Gefahr einer Diskriminierung [SFWD21]. Problematisch sind personalisierte Preisfestlegungen v. a. dann, wenn die individuelle Preissetzung für den Kunden nicht erkennbar ist bzw. deren Einflussfaktoren nicht transparent sind [SFWD21].

Tab. 1 fasst die Perspektiven der Anspruchsgruppen zusammen.

	Unternehmen	Nutzer*innen	Online-Agenturen
Vorteile	Direkte Anpassung an die Kundenbedürfnisse Höhere Effizienz der Werbemaßnahmen (Transparenz Customer Journey)	Passgenaue Angebote Geringere Transaktionskosten	Abbilden von Nutzer*innen-Profilen möglich (Big Data) Nachverfolgen der Nutzer*innen über Lebenszyklus hinweg
Nachteile	Steigender Wettbewerbsdruck am Werbemarkt Compliance-Notwendigkeit (rechtliche Rahmenbedingungen)	„Filter-Blasen“ und mögliche Diskriminierung Empfundene Aufdringlichkeit der Werbung (Manipulation)	Ständige Anpassungen an die Rahmenbedingungen notwendig

Tab. 1 Perspektiven der Anspruchsgruppen auf individualisierte Inhalte (Eigene Darstellung)

Die rechtliche Perspektive ist in diesem Zusammenhang separat von den ethischen Bedenken zu betrachten. Mit der Verwendung persönlicher Daten können Verletzungen der Privatsphäre der Nutzer*innen verbunden sein [Schi19]. Problematisch ist insbesondere, wenn für Nutzer*innen keine Transparenz hinsichtlich des Ursprungs, der Nutzung und Verwertung ihrer Daten besteht [Körb16]. Eine transparente Kommunikation der Datenweitergabe sowie -speicherung erscheint in Hinblick auf den globalen, vernetzten Wettbewerb, jedoch auch hinsichtlich des Vertrauens der Nutzer*innen von Bedeutung [Oehl21]. Bei der Erhebung und Auswertung der Daten sind daher rechtliche Vorgaben

wie die Zustimmung der Nutzer*innen zu Tracking-Cookies und die Einhaltung der Vorschriften der Datenschutzgrundverordnung zu beachten [BrOP20]. Eine gesetzliche Regulierung algorithmischer Dienste ist allerdings nur eingeschränkt möglich, da sich diese dynamisch verändern und global angeboten werden [Heis16]. In Bezug auf die laufende rechtliche Auseinandersetzung mit personalisierten Preisen werden klare und einheitliche Vorschriften der Gesetzgebung gefordert [BoSt18, Hose19].

3 Studie

3.1 Methodik und Durchführung der Studie

Um die Forschungsfragen zu beantworten, wurden Daten aus einer empirischen quantitativen Untersuchung ausgewertet [BrHU22]. Quantitative Verfahren untersuchen ausgesuchte Merkmale mit Zahlenwerten auf Basis einer größeren Stichprobe [BrHU22]. Die Erhebung wurde über eine Online-Umfrage realisiert, die v. a. über Social Media-Kanäle geteilt wurde. Eine Teilnahme an der Umfrage war zwischen dem 29. Juli und 10. August 2022 möglich [Stre22].

Der deutschsprachige Fragebogen war folgendermaßen aufgebaut: Im Einleitungsteil wurden die Zielsetzung der Studie erläutert sowie Hinweise zum Datenschutz gegeben. Jeder befragten Person wurde per Zufallsfunktion einer von vier unterschiedlichen Fragebögen zugeordnet (Personalisierung von Empfehlungen, Werbung, Preisen oder Webseiten). Die Probanden sollten anschließend verschiedene Fragen zu der entsprechenden Personalisierungsform beantworten. Im Verlauf der Befragung wurde ein kurzer Erklärungstext zu der jeweiligen Personalisierungsform integriert. Die Fragebögen waren dabei analog aufgebaut. Abschließend wurden demographische Eigenschaften der befragten Person erfasst.

3.2 Beschreibung der Stichprobe und der erhobenen Daten

An der Studie nahmen insgesamt $n=197$ Personen teil. Für dieses Paper lag der Fokus auf personalisierten Inhalten in Form von Empfehlungen, Werbung und Preisen. Aus diesem Grund wurden 47 Datensätze zum Thema Personalisierung von Webseiten nicht in die Auswertung miteinbezogen.

Die Anzahl der berücksichtigten Datensätze der einzelnen Fragebögen setzte sich wie folgt zusammen: 53 Datensätze zu Personalisierung von Empfehlungen, 48 Datensätze zu Personalisierung von Werbung und 49 Datensätze zu Personalisierung von Preisen. Die Anzahl der ausgewerteten Datensätze lag insgesamt bei $n = 150$.

Die ausgewertete Stichprobe umfasste 74 weibliche Personen, 75 männliche Personen und eine diverse Person. Das Durchschnittsalter der Stichprobe lag bei 38 Jahren. Tab. 2 zeigt die Zusammensetzung der Stichprobe nach Berufsgruppen.

Berufsgruppe	Auszub.	Stud.	Angest. / Beamte	Selbstständig	Rentn. / Pension.	Sonst.
Anzahl	3	36	86	10	14	1

Tab. 2 Verteilung der Stichprobe nach Berufsgruppen (Eigene Darstellung)

Tab. 3 zeigt die Items der Auswertung. Die Bewertung dieser Items erfolgte über eine 5-stufige Likert-Skala: Von 1 (stimme gar nicht zu) bis 5 (stimme voll und ganz zu).

Nutz	Es ist hilfreich, dass Empfehlungen / Werbung / Preise im Internet automatisch an mich und meine Bedürfnisse angepasst werden.
Eth I	Ich habe ethische Bedenken hinsichtlich personalisierter Empfehlungen / Werbung / Preise.
Eth II	<i>Ich habe ethische Bedenken dahingehend, dass meine persönlichen Daten und mein Verhalten auf der Webseite unbemerkt genutzt wird, um Inhalte auf mich zuzuschneiden.</i>
Eth III	<i>Ich habe ethische Bedenken dahingehend, dass ich keine Kenntnis darüber habe, auf welchen Daten die Personalisierung basiert.</i>
Eth IV	<i>Ich habe ethische Bedenken dahingehend, dass ich oder andere Menschen aufgrund von bestimmten Eigenschaften durch automatische Personalisierung (preislich) diskriminiert werden können.</i>
Akz I	Mich stört, dass Empfehlungen / Werbung / Preise im Internet automatisch an mich und meine Bedürfnisse angepasst werden.
Akz II	Ich bin <i>damit einverstanden</i> , dass Online-Anbieter meine Daten wie Klicks, Mausbewegungen und Profilingaben nutzen, um mir personalisierte Empfehlungen / Werbung / Preise bereitzustellen zu können.
Akz III	Um personalisierte Empfehlungen / Werbung / Preise im Internet zu umgehen, nutze ich entsprechende Programme oder stimme den Cookie-Richtlinien nicht zu.
Akz IV	Ich wünsche mir strengere rechtliche Regularien zur Beschränkung von personalisierten Empfehlungen / Werbung / Preise.

Tab. 3 Items der Auswertung (Eigene Darstellung)

4 Ergebnisse und Beantwortung der Forschungsfragen

Tab. 4 zeigt die Ergebnisse der Befragung in Form von Mittelwerten und Standardabweichungen je erfasstem Item.

Item Empf	Nutz	Eth I	Eth II	Eth III	Eth IV	Akz I	Akz II	Akz III	Akz IV
Mean Empf	3,32	3,23	3,67	4,24	3,35	2,96	2,58	2,92	3,45
<i>SD Empf</i>	<i>1,12</i>	<i>1,23</i>	<i>1,23</i>	<i>1,01</i>	<i>1,35</i>	<i>1,27</i>	<i>1,03</i>	<i>1,27</i>	<i>1,29</i>
Mean Werb	2,65	3,50	4,02	4,42	3,36	3,35	2,21	3,42	3,88
<i>SD Werb</i>	<i>1,31</i>	<i>1,22</i>	<i>1,14</i>	<i>1,06</i>	<i>1,30</i>	<i>1,48</i>	<i>1,20</i>	<i>1,27</i>	<i>1,23</i>
Mean Preise	2,18	3,88	4,19	4,47	4,40	3,94	1,69	2,96	4,41
<i>SD Preise</i>	<i>1,11</i>	<i>1,17</i>	<i>1,12</i>	<i>0,95</i>	<i>1,01</i>	<i>1,05</i>	<i>0,85</i>	<i>1,37</i>	<i>0,81</i>

Tab. 4 Ergebnisse: Mittelwerte und Standardabweichungen (Eigene Darstellung)

Die Items EthII, EthIII und EthIV (detaillierte Fragen zu ethischen Bedenken, farblich hervorgehoben in Tab. 4) konnten nur bewertet werden, wenn in Frage EthI angegeben wurde, dass grundsätzlich ethische Bedenken bestehen (Wert größer 1 auf einer Skala von 1 bis 5). In neun Datensätzen war dies nicht der Fall: In vier Datensätzen zu personalisierten Empfehlungen, in drei Datensätzen zu personalisierter Werbung und in zwei Datensätzen zu personalisierten Preisen. Die angegebenen Werte für die Items EthII bis EthIV beruhen somit insgesamt auf der Auswertung von 141 Datensätzen.

Auf Basis der erhobenen Daten können im Folgenden die Forschungsfragen beantwortet werden.

Forschungsfrage 1: Wie bewerten Nutzer*innen den Nutzen verschiedener Personalisierungsmethoden im Internet?

Die höchste Bewertung des Nutzens erzielen personalisierte Empfehlungen mit einem durchschnittlichen Wert von 3,32 (Skala von 1 bis 5). Weniger hilfreich wird personalisierter Werbung eingeschätzt (Mittelwert 2,65), der Nutzen von personalisierten Preisen wird im Vergleich am geringsten eingestuft (Mittelwert 2,18). Der Nutzen der drei Personalisierungsformen wird somit von Nutzer*innen durchschnittlich als mittel bis gering eingestuft, wobei der Nutzen von personalisierten Empfehlungen über personalisierte Werbung hin zu personalisierten Preisen abnehmend bewertet wird. Es zeigt sich, dass Nutzer*innen von einem persönlichen Nutzen der betrachteten Personalisierungsformen eher nicht überzeugt sind.

Forschungsfrage 2: Wie bewerten Nutzer*innen diese Personalisierungsmethoden in ethischer Hinsicht?

Die ethischen Bedenken sind im Mittel bei personalisierten Preisen am höchsten und bei personalisierten Empfehlungen am geringsten. Die größten Bedenken bestehen bei allen drei Personalisierungsformen dahingehend, dass die Herkunft der Daten, auf denen die Personalisierung beruht, nicht bekannt ist (EthIII, Mittelwerte von 4,24 bis 4,47 auf einer Skala von 1 bis 5). Bei personalisierten Preisen ist die Sorge bzgl. einer Diskriminierung am höchsten (EthIV, Mittelwert 4,40). Ethische Bedenken werden insgesamt als mittel bis

hoch eingestuft. Es zeigt sich insgesamt, dass Nutzer*innen diese Praxis aus ethischer Perspektive eher kritisch einstufen.

Forschungsfrage 3: Inwieweit akzeptieren Nutzer*innen diese unterschiedlichen Personalisierungsmethoden?

Die Akzeptanz hinsichtlich aller drei Personalisierungsformen ist mittel bis niedrig. Besonders stören sich die Befragten an personalisierten Preisen (AkzI, Mittelwert 3,94) bzw. sind am wenigsten mit der Personalisierung von Preisen einverstanden (AkzII, Mittelwert 1,69). Vergleichsweise am wenigsten stören sich die Teilnehmenden an personalisierten Empfehlungen (Mittelwert 2,96) bzw. sind mit diesen einverstanden (Mittelwert 2,58). Individuelle Maßnahmen (Programme oder Nichtzustimmen zu Cookie-Richtlinien) werden insbesondere zum Schutz vor personalisierter Werbung ergriffen (AkzIII, Mittelwert 3,42). Die Befragten wünschen sich strengere gesetzliche Regelungen zur Beschränkung der unterschiedlichen Personalisierungsformen, vor allem zur Beschränkung personalisierter Preise (AkzIV, Mittelwert 4,41). Dies zeigt, dass Nutzer*innen sich im Mittel durch aktuelle technische Möglichkeiten und gesetzliche Regelungen vor allen drei Personalisierungsformen nicht ausreichend geschützt fühlen und hier eine Verantwortung des Gesetzgebers sehen.

5 Diskussion

Die Ergebnisse legen dar, dass verschiedene Formen von personalisierten Inhalte im Internet von Nutzer*innen als wenig nützlich und ethisch eher als bedenklich eingeschätzt werden. Die Akzeptanz der betrachteten Personalisierungsformen ist eher gering. Es zeigt sich, dass Nutzer*innen Schutzmaßnahmen ergreifen bzw. sich einen stärkeren Schutz des Gesetzgebers vor den unterschiedlichen Personalisierungsformen wünschen. Schutzmaßnahmen ergreifen Nutzer*innen v. a. vor personalisierter Werbung. Viele Nutzer*innen sind nicht damit einverstanden, Anbietern ihre Daten zur Verfügung zu stellen, um auf ihre Interessen zugeschnittene Werbeeinblendungen zu erhalten, wie es u. a. über das Zustimmung zu Cookie-Richtlinien möglich wäre. Zudem sind Ad-Blocker zum Schutz vor Werbeeinblendungen weit verbreitet. Schutzmaßnahmen vor individualisierten Empfehlungen oder Preisen sind dagegen weniger bekannt und werden damit auch weniger genutzt. Einen stärkeren Schutz durch den Gesetzgeber wünschen sich die Nutzer*innen insbesondere vor personalisierten Preisen. Es lässt sich somit konstatieren, dass die rechtliche Situation in Deutschland hinsichtlich personalisierter Inhalte im Internet nicht den Wünschen der Konsument*innen gerecht wird. Der Nutzen personalisierter Inhalte scheint v. a. auf Seite der Unternehmen zu liegen. Der Gesetzgeber wird aus Sicht der Nutzer*innen in der Pflicht gesehen, einschränkende Regelungen zu erlassen.

Aus Sicht der Unternehmen gibt es zwei Möglichkeiten, auf die Wünsche der Nutzer*innen nach einem größeren Schutz der persönlichen Daten einzugehen. Zum einen besteht die Möglichkeit, digitale Angebote und Leistungen so zu konstruieren, dass keine Daten

der Nutzer*innen zu Auswertungszwecken erfasst werden, wie es bspw. bei Nutzung der Suchmaschine Qwant versprochen wird. Es ist unwahrscheinlich, dass viele Unternehmen diesen Weg wählen, da die Auswertung von Nutzerdaten aus wirtschaftlicher Sicht sehr lukrativ erscheint. Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Verwendung von Daten transparent an die Nutzer*innen zu kommunizieren und so Vertrauen aufzubauen. Werden beispielsweise Preise intransparent personalisiert, z. B. wenn der Preis einer Reise bei der Buchung über ein Mobilgerät günstiger ist [MaMS21], kann dies zu einer Verärgerung und Abwendung der Nutzer*innen führen, wenn sie dies wahrnehmen. Dagegen kann eine transparente und auch als gerecht wahrgenommene Individualisierung von Preisen (bspw. niedrigere Preise für Studierende) von Nutzer*innen akzeptiert werden [Hose19]. Analog sollten Unternehmen darauf achten, individualisierte Empfehlungen und individualisierte Werbung transparent als solche zu kennzeichnen und auch die Herkunft der Daten, auf denen die Inhalte basieren, offenzulegen. So weist beispielsweise der Onlinehändler Amazon bei einigen Produktempfehlungen mit dem Hinweis „Wird oft zusammen gekauft“ darauf hin, dass diese aus Verkaufsstatistiken abgeleitet werden. Fraglich bleibt jedoch, ob Unternehmen überhaupt ihr Verhalten ändern werden, solange keine gesetzlichen Regelungen dies erforderlich machen und Nutzer*innen keine realistischen Alternativen beim Erwerb von Leistungen und Produkten zur Verfügung stehen.

6 Fazit

Die Ergebnisse zeigen, dass personalisierte Inhalte im Internet von Nutzer*innen eher kritisch bewertet werden. Allerdings haben die Zielsetzung bzw. der Nutzen der personalisierten Inhalte einen Einfluss auf die Bewertung durch die Nutzer*innen. So werden personalisierte Empfehlungen weniger kritisch betrachtet als personalisierte Preise.

Aus technischer Perspektive gibt es für Nutzer*innen keine ausreichenden Schutzmöglichkeiten vor einer Auswertung ihrer persönlichen Daten mit dem Ziel, personalisierte Inhalte zu erstellen. Um die Nutzer*innen zu schützen, wird eine politische Verantwortung gefordert. Hier nachvollziehbare, gerechte Regeln zu schaffen, wird eine der Herausforderungen der unmittelbaren Zukunft der globalen Märkte sein. Wie diese Regelwerke weltweit geltend und auch exekutierbar gemacht werden können, ist jedoch unklar. Es zeigt sich, dass die Politik und die gesetzlichen Rahmenwerke den Anforderungen hinterherhinken.

Limitationen der Studie ergeben sich aus der Stichprobe. So ist der Altersdurchschnitt in der Stichprobe im Vergleich zur Gesamtbevölkerung eher gering, und der Anteil der verschiedenen Berufsgruppen entspricht nicht dem jeweiligen Anteil an der Gesamtbevölkerung in Deutschland. In einer größeren Stichprobe könnten zudem Unterschiede zwischen verschiedenen Alters- und Berufsgruppen identifiziert werden.

Auch war die Datenerhebung auf Deutschland begrenzt. Für weitere Forschungsarbeiten stellt sich die Frage, wie die Personalisierung von Empfehlungen, Werbung und Preisen

in anderen Kulturen und Ländern wahrgenommen wird. Um eingehender die Beweggründe für die Bewertung von personalisierten Inhalten verstehen zu können, bietet sich zudem eine weiterführende qualitative Studie mit Einsatz von Experteninterviews und Beobachtungen an.

Literaturverzeichnis

- [AALA19] Anshari, M.; Almunawar, M. N. ; Lim, S. A.; Al-Mudimigh, A.: Customer Relationship Management and Big Data Enabled: Personalization & Customization of Services. *Applied Computing and Informatics* Bd. 15, 2019, Nr. 2, S. 94–101, 2019.
- [AnMc03] Ansari, A.; Mela, C. F.: E-Customization. *Journal of Marketing Research* Bd. 40, Nr. 2, S. 131–145, SAGE Publications Inc., 2003.
- [BeMü20] Bernhard, M.; Mühling, T.: Verantwortungsvolle KI im E-Commerce: Eine kurze Einführung in Verfahren der Künstlichen Intelligenz in der Webshop-Personalisierung. Springer Gabler, Wiesbaden, 2020.
- [BLWW19] Bartneck, C.; Lütge, C. ; Wagner, A. R. ; Welsh, S.: Ethik in KI und Robotik. Hanser, München, 2019.
- [BoSt18] Bourreau, M.; de Streel, A.: The Regulation of Personalised Pricing in the Digital Era. Rochester, NY, 2018.
- [BrHU22] Brosius, H.-B. ; Haas, A.; Unkel, J.: Methoden der empirischen Kommunikationsforschung: Eine Einführung. 8. Auflage. Springer VS, Wiesbaden, 2022.
- [BrOP20] Breen, S.; Ouazzane, K.; Patel, P.: GDPR: Is your Consent Valid? *Business Information Review* Bd. 37, Nr. 1, S. 19–24, SAGE Publications Ltd., 2020.
- [EBBB20] Evanschitzky, H.; Bartikowski, B.; Baines, T.; Blut, M.; Brock, C.; Kleinlercher, K.; Naik, P.; Petit, O.; u. a.: Digital Disruption in Retailing and Beyond. *Journal of Service Management Research (SMR)* Bd. 4, Nr. 4, S. 187–204, 2020.
- [Goll20] Golland, A.: Datenschutzrechtliche Fragen personalisierter Preise — Herausforderungen von Algorithmen im Schnittbereich von Ethik, Ökonomie und Datenschutz. In: *Computer und Recht* Bd. 36, Verlag Dr. Otto Schmidt, Nr. 3, S. 186–194. 2020.
- [HaBC17] Hauser, C.; Blumer, H.; Christen, M.: Ethische Herausforderungen Für Unternehmen Im Umgang Mit Big Data : Zenodo, 2017.
- [HäTr00] Häubl, G.; Trifts, V.: Consumer Decision Making in Online Shopping Environments: The Effects of Interactive Decision Aids. *Marketing Science* Bd. 19, INFORMS, Nr. 1, S. 4–21, 2000.

- [Heis16] Heise, N.: Algorithmen. In: (Heesen, J., Hrsg.): Handbuch Medien- und Informationsethik. J.B. Metzler Verlag, Stuttgart, S. 202–209, 2016.
- [Heng20] Hengstschläger, M.: Einleitung. In: (Hengstschläger, M. ; Rat für Forschung und Technologieentwicklung, Hrsg.): Digitaler Wandel und Ethik. Salzburg München : Ecwin, 2020.
- [Hobb20] Hobbs, R.: Propaganda in an Age of Algorithmic Personalization: Expanding Literacy Research and Practice. Reading Research Quarterly Bd. 55, Nr. 3, S. 521–533, 2020.
- [Hose19] Hosell, S.: Individualisierte Preise und Dynamic Pricing im Internet - Eine Betrachtung aus Konsumentensicht. In: (Winnen, L. ; Rühle, A. ; Wrobel, A., Hrsg.): Innovativer Einsatz digitaler Medien im Marketing: Analysen, Strategien, Erfolgsfaktoren, Fallbeispiele. Springer Gabler, Wiesbaden, S. 19–27, 2019.
- [Jand16] Jandt, S.: Informationelle Selbstbestimmung. In: (Heesen, J., Hrsg.): Handbuch Medien- und Informationsethik. J.B. Metzler Verlag, Stuttgart. S. 195–201, 2016.
- [KoCD21] Konhäusner, P.; Cabrera Frias, M. M.; Dabija, D.-C.: Monetary Incentivization of Crowds by Platforms. Információs Társadalom Bd. 21, Nr. 2, S. 97, 2021.
- [Körb16] Körberer, N.: Werbeethik. In: (Heesen, J., Hrsg.): Handbuch Medien- und Informationsethik. J.B. Metzler Verlag, Stuttgart, S. 319–324. 2016.
- [Kreu21] Kreuzer, R. T.: Praxisorientiertes Online-Marketing: Konzepte - Instrumente - Checklisten. 4. Auflage. Wiesbaden : Springer Gabler, 2021.
- [MaMS21] Malzahn, B.; Majuntke, V.; Streckies, R.: Alles hat (s)einen Preis – Eine empirische Studie zur Preisdifferenzierung im Onlinehandel. In: (Nees, F. ; Stengel, I. ; Meister, V. ; Barton, T. ; Herrmann, F. ; Müller, C. ; Wolf, M., Hrsg.): Angewandte Forschung in der Wirtschaftsinformatik 2021: Tagungsband zur 34. AKWI-Jahrestagung. mana-Buch, Heide, 2021.
- [Oehl21] Oehler, A.: Der technologische Wandel: Herausforderungen in der Digitalen Welt. In: Kenning, P. ; Oehler, A. ; Reisch, L. A. (Hrsg.): Verbraucherwissenschaften: Rahmenbedingungen, Forschungsfelder und Institutionen. Wiesbaden : Springer Fachmedien, S. 33–46. 2021.
- [Rich16] Richter, P.: Big Data. In: (Heesen, J., Hrsg.): Handbuch Medien- und Informationsethik. J.B. Metzler Verlag, Stuttgart, 2016.
- [RoWL21] Ronft, S.; Weißschädel, T.; Linser, A.: Limitationen des Einsatzes psychologischer Beeinflussung aus ethischer und juristischer Perspektive. In: Ronft, S. (Hrsg.): Eventpsychologie: Veranstaltungen wirksam optimieren: Grundlagen, Konzepte, Praxisbeispiele. Wiesbaden : Springer Fachmedien, S. 109–144. 2021.

- [Rösc22] Rösch, H.: Informationsethik. In: (Kuhlen, R. ; Lewandowski, D. ; Semar, W. ; Womser-Hacker, C., Hrsg.): Grundlagen der Informationswissenschaft. 7. Auflage. De Gruyter Saur, Boston, 2022.
- [ScES18] Schneble, C. O.; Elger, Bernice Simone ; Shaw, David: The Cambridge Analytica Affair and Internet-Mediated Research. EMBO Reports Bd. 19, Nr. 8, 2018.
- [Schi19] Schicha, C.: Medienethik. UVK Verlag, München, 2019.
- [Schu12] Schwarz, U.; Hutter, Katharina: Marketing-Management: Wie sich das Verhalten von Konsumenten beeinflussen lässt. In: (Hoffmann, S. ; Schwarz, U. ; Mai, R., Hrsg.): Angewandtes Gesundheitsmarketing. Springer Fachmedien, Wiesbaden, S. 45–55, 2012.
- [ScNe17] Schauster, E.; Neill, M.: Have the Ethics Changed? An Examination of Ethics in Advertising and Public Relations Agencies. In: Journal of Media Ethics Bd. 32, Routledge, Nr. 1, S. 45–60. 2017.
- [SFWD21] Seidenschwarz, H.; Faltermeier, J.; Wierer, Q.; Deichner, N.; Wittmann, G.; Beer, A.; Schenk, J.: Empirie zu personalisierten Preisen im E-Commerce - Abschlussbericht zu einer Studie im Auftrag des Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz (BMJV) : ibi research an der Universität Regensburg GmbH; trinnovative GmbH, Regensburg, 2021.
- [SHRR21] Stürze, S.; Hoyer, M.; Righetti, C.; Raszta, M.: Agiles Marketing Performance Management: 10 Erfolgsfaktoren für eine dynamische Optimierung des Marketing-ROI in der Praxis. Springer Gabler, Wiesbaden Heidelberg, 2021.
- [Spic21] Spiekermann, S.: Digitale Ethik: Ein Wertesystem für das 21. Jahrhundert. Droemer, München, 2021.
- [Stre22] Streckies, R.: Personalisierung im Internet: Untersuchung des Bewusstseins, der Akzeptanz und ethischen Bedenken von Nutzer*innen. Berlin, Hochschule für Technik und Wirtschaft, Masterarbeit, 2022.
- [ZhJi18] Zheng, W.; Jin, L.: A Consumer Decision-Making Model in M-Commerce: The Role of Reputation Systems in Mobile App Purchases. In: (Information Resources Management Association, Hrsg.): Mobile Commerce: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications : IGI Global, 2018.

IT-Sicherheit in der agilen Softwareentwicklung

Integration von IT-Sicherheitsmaßnahmen am Beispiel des Vorgehensmodells Scrum

Julia Wiesel¹ und Can Adam Albayrak²

Abstract: Die Einbindung von Aspekten der IT-Sicherheit in die agile Softwareentwicklung ist mit vielen Herausforderungen verknüpft. In diesem Beitrag wird untersucht, welche Vorschläge innerhalb der Literatur für eine Integration von IT-Sicherheit in das agile Vorgehensmodell Scrum beschrieben werden. Zudem wird die Eignung dieser Aspekte der IT-Sicherheit in der Praxis empirisch analysiert. Der Beitrag gibt damit eine Übersicht in welchem Umfang und in welcher Form IT-Sicherheit in Scrum integriert werden kann. Zudem wird aufgezeigt, welche Methoden zur Integration von IT-Sicherheit bereits heute in der Praxis Anwendung finden und wie deren Verwendung in Bezug auf ihren Nutzen in der Praxis eingeschätzt wird.

Keywords: IT-Sicherheit, agile Vorgehensmodelle, Scrum, Scrum-Artefakte, Experteninterviews
(**keywords:** IT security, agile process models, Scrum, Scrum artifacts, expert interviews)

1 Einleitung

Agile Vorgehensmodelle haben sich heutzutage insbesondere in Softwareentwicklungsprojekten in der Praxis etabliert. Auch in Bezug auf die Forschung hat sich hierbei ein Paradigmenwechsel ergeben. In Literatur und Praxis wird nicht länger die Sinnhaftigkeit des Einsatzes von agilen Vorgehensmodellen diskutiert und hinterfragt, da sich die Modelle in der Praxis bewährt haben. Mittlerweile wird in den Diskussionen viel mehr die Frage gestellt, inwieweit die agilen Ansätze am besten in Unternehmen eingesetzt und verwendet werden können. [Koi17]

Diese Untersuchung knüpft an diesen Paradigmenwechsel an, indem der Einsatz agiler Vorgehensmodelle unter Berücksichtigung der Integration von Aspekten und Anforderungen der IT-Sicherheit betrachtet und untersucht wird. Die Einbindung von IT-Sicherheit in den agilen Kontext ist in der Literatur ein kontrovers diskutiertes Thema. Während einige Wissenschaftler die Integration von IT-Sicherheitspraktiken in agile

¹ Julia Wiesel, Technische Hochschule Köln, Steinmüllerallee 1, 51643 Gummersbach, E-Mail: julia.wiesel@gmx.de

² Prof. Dr. Can Adam Albayrak, Hochschule Harz, Friedrichstr. 57-59, 38855 Wernigerode, E-Mail: calbayrak@hs-harz.de und Technische Hochschule Köln, Steinmüllerallee 1, 51643 Gummersbach, E-Mail: Can_Adam.Albayrak@th-koeln.de

Vorgehensweisen als schwierig und ineffizient ansehen [Ko06], widerlegen andere Wissenschaftler gerade in jüngeren Studien diese Inkompatibilität und rufen zu mehr Forschungsarbeit auf, um Potentiale in der Integration zu untersuchen und zu heben [RHL19].

Diese Untersuchung leistet einen Beitrag zur Analyse der Integrationsmöglichkeiten der IT-Sicherheit in agile Vorgehensmodelle. Methodisch wird bei der Analyse der Integration von IT-Sicherheitsaspekten sowohl Literatur analysiert als auch empirisch vorgegangen. Innerhalb der Analyse fokussiert sich diese Untersuchung bei der Betrachtung von Integrationsmöglichkeiten auf das agile Vorgehensmodell Scrum.

In Abschnitt 2 wird auf den theoretischen Hintergrund der Untersuchung eingegangen. Abschnitt 3 beschreibt das Forschungsdesign dieser Untersuchung. In Abschnitt 4 werden die Ergebnisse der Untersuchungen vorgestellt und diskutiert. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse erfolgt in Abschnitt 5.

2 Hintergrund

2.1 Vorgehensmodelle und das agile Vorgehen nach Scrum

In Literatur und Praxis existieren eine Vielzahl an verschiedenen Vorgehensmodellen zur Softwareentwicklung. Hierbei kann nach klassischen und agilen Vorgehensmodellen unterschieden werden. Im Laufe der beiden letzten Jahrzehnte hat sich die Praxisrelevanz klassischer Vorgehensmodelle zugunsten agiler Vorgehensmodelle stark reduziert [KL14]. Agile Vorgehensweisen sind besser an den Entwicklungsprozess von Software angepasst und ermöglichen eine schnellere Entwicklung und Einführung des Softwareproduktes bei einer gesteigerten Ergebnisqualität [Ko20]. Die Vorteile von agilen Vorgehensweisen ergeben sich hierbei z. B. durch den geringen Dokumentationsaufwand, da anstelle von Dokumentation vielmehr das Softwareprodukt im Fokus der Entwicklung steht [Be00]. Insbesondere das Vorgehensmodell *Scrum* hat in Bezug auf seine Anwendung eine hohe Praxisrelevanz und stellt das am häufigsten angewandte Vorgehen dar [Ko20] [AGH22].

Scrum wurde von Ken Schwaber und Jeff Sutherland entwickelt und auf der Konferenz OOPSLA im Jahre 1995 erstmalig vorgestellt. Das Vorgehen in Scrum skizziert sich wie folgt [SS20]:

Die Zusammenarbeit in Scrum erfolgt in interdisziplinären Teams. Innerhalb dieser Teamzusammenstellung sieht Scrum die Rollen des Product Owners, des Scrum Masters sowie des Entwicklerteams vor. Während der Scrum Master die Verantwortung für das grundsätzliche Gelingen des Scrum-Projekts übernimmt, ist der Product Owner für die Aufnahme und Priorisierung der Software-Anforderungen in den Product Backlog und den Sprint Backlog verantwortlich. Die Softwareanforderungen werden gesamtheitlich für

das Softwareprodukt im Product Backlog gesammelt und je nach Ziel des Sprints als Teilmenge in den Sprint Backlog priorisiert und überführt. Die Entwickler sind zuständig für die Erstellung des Softwareinkrements, das als Software-Version dem Nutzer zur Verfügung gestellt werden kann und dort in der Regel einen Nutzen liefert. Der Sprint und Product Backlog sowie das Softwareinkrement werden als Scrum-Artefakte betrachtet. Die Vorgehensweise ist bei Scrum maßgeblich durch den Vorgang in iterativen Zyklen bestimmt, welche in Form von sogenannten Sprints wiederholt durchlaufen werden. Für jeden Sprint wird ein Sprint-Ziel festgelegt, das im Sprint Planning festgehalten wird. Innerhalb des Sprint Plannings werden Product-Backlog-Einträge für den zu beplanenden Sprint ausgewählt sowie priorisiert und in den Sprint Backlog überführt. Auf das Sprint Planning folgt die tatsächliche Ausführung des Sprints. Innerhalb des Sprints findet ein täglicher Austauschtermin in Form des Daily Scrum statt, in dem die Entwickler inhaltliche sowie organisatorische Themen und Aufgaben in einem zeitlich eng begrenzten Zusammentreffen besprechen können. Jeder Sprint hat ein Softwareinkrement als Endergebnis. Dieses Softwareinkrement wird im Sprint Review den Projektstakeholdern präsentiert. Zudem wird innerhalb der Sprint Retrospektive die Zusammenarbeit im vorhergegangenen Sprint hinterfragt und gegebenenfalls neue Lösungswege für die Art der Zusammenarbeit festgehalten. Mit der Sprint Retrospektive ist das Scrum-Vorgehen einmal durchlaufen und beginnt dann iterativ erneut.

2.2 IT-Sicherheitsmaßnahmen und -werkzeuge

In diesem Beitrag werden verschiedene IT-Sicherheitsmaßnahmen und damit einhergehende Werkzeuge in der Anwendung in agilen Vorgehensmodellen betrachtet. Für eine bessere Verständlichkeit werden einige dieser IT-Sicherheitsmaßnahmen in diesem Abschnitt näher erläutert. Eine gute Übersicht über verschiedene IT-Sicherheitswerkzeuge bietet [Mc06] an:

- **Code-Analysen:** Code-Analysen werden angewandt, um Schwachstellen im Programmiercode festzuhalten. In der Praxis existieren hierfür statistische Codeanalyse-Werkzeuge, die speziell auf eine Programmiersprache ausgerichtet sind und den Code auf Sicherheitsfehler überprüfen können.
- **Risikoanalyse der Softwarearchitektur:** Bei einer Risikoanalyse mit Bezug auf die Softwarearchitektur werden mögliche Bedrohungen und Angriffe angenommen, dokumentiert und auf die bestehende Softwarearchitektur projiziert, so dass Mängel der Softwarearchitektur aufgedeckt werden können.
- **Penetrationstest:** Penetrationstest sind IT-Sicherheitstest bei denen die Angreiferperspektive eingenommen wird. Es wird ein gewollter Angriff auf ein IT-Netz, ein IT-System oder eine Softwareanwendung durchgeführt.
- **Risikobasierte Sicherheitstests:** Risikobasierte Sicherheitstests forcieren ein strukturiertes Vorgehen anhand eines Testplans, so dass Sicherheitsfunktionalitäten gemäß festgelegter Angriffsmuster überprüft werden können.

- Abuse Cases: Abuse Cases betrachten und fassen zusammen, wie sich ein System bei einem Angriff verhält. Die Formulierung von Abuse Cases unterstützt dabei die Position eines Angreifers anzunehmen und dabei mögliche Schwachstellen des Systems durch Nachverfolgung des Angriffs zu erkennen.
- IT-Sicherheitsanforderungen: Eine Anforderung, die sich an die IT-Sicherheit ergibt, sollte dabei die wesentlichen Funktionalitäten und Merkmale beinhalten, so dass IT-Sicherheit für das System definierbar ist und umgesetzt werden kann.

2.3 Herausforderungen bei der Integration

In der Literatur werden im Zuge der Diskussionen um Integrationsmöglichkeiten in agile Vorgehen eine große Anzahl an bestehenden Herausforderungen genannt [ORO15]: Neben der grundsätzlichen Herausforderung, dass die Erhebung von IT-Sicherheitsanforderungen oder die Durchführung von Risikoanalysen in agilen oder traditionellen Vorgehen nicht vorgesehen ist, stellen auch die Durchführung von IT-Sicherheitstest in agilen Vorgehensmodellen ein Problem dar. Die Beurteilung von IT-Sicherheit erfordert einen umfangreichen Dokumentationsprozess, der bei agilen Methoden in dieser Form nicht gegeben und vorgesehen ist. Des Weiteren werden ausschließlich funktionale Tests in agilen Vorgehensmodellen angewandt und keine IT-Sicherheitstest, so dass eine Sicherstellung der IT-Sicherheit mittels Testverfahren nicht gegeben ist. Zudem steht bei agilen Methoden zu wenig Zeit zur Verfügung, um umfangreiche IT-Sicherheitstests zu gewährleisten, damit sichergestellt ist, dass alle IT-Sicherheitsbedrohungen erfasst sind. Die Automatisierung von Testaktivitäten könnte dieser Herausforderung entgegengestellt werden, jedoch ist dies in der Praxis nicht gegeben.

Auch im Scrum-Vorgehen ergeben sich einige spezifische Herausforderungen bei der Integration von IT-Sicherheit. Hierbei nimmt unter anderem die Rolle des Product Owners, der für die Priorisierung von Anforderungen zuständig ist, eine entscheidende Rolle ein. IT-Sicherheitsanforderungen spielen häufig eine untergeordnete Rolle in Softwareentwicklungsprozess. Werden demnach IT-Sicherheitsanforderungen im Scrum-Vorgehen nicht priorisiert und damit nicht in den Sprint Backlog überführt, bleiben diese unberücksichtigt. [TP17]

3 Forschungsdesign

In diesem Beitrag bildet die Analyse von sicherheitsorientierten Scrum-Rahmenwerken die Untersuchungsbasis zur Beantwortung der Forschungsfragen. Sicherheitsorientierte Scrum-Rahmenwerke meint in diesem Beitrag Vorschläge aus der Literatur in der Scrum-Vorgehensmodelle einer Anpassung unterzogen wurden, damit diese die Integration von IT-Sicherheit ermöglichen.

Es wird zunächst untersucht, welche Vorschläge in der Literatur hinsichtlich der Integration von IT-Sicherheitsmaßnahmen in Scrum genannt werden. Die Forschungsfrage zu dieser Untersuchung lautet:

F1: Welche IT-Sicherheitsmaßnahmen können in sicherheitsorientierten Scrum-Modellen verwendet werden?

Die Auswahl der sicherheitsorientierten Scrum-Modelle ergab sich aus einer zwar ohne Verwendung einer besonderen Methode aber dennoch sehr umfassenden Literaturstudie und -recherche. Insgesamt wurden schließlich sechs sicherheitsorientierte Scrum-Rahmenwerke aus der Literatur betrachtet, die in den folgenden Publikationen beschrieben werden:

- *Security Backlog in Scrum Security Practices* der Autoren Azham, Ghani und Ithnin aus dem Jahr 2011 [AGI11],
- *A Framework for Risk Management in Scrum Development Process* der Autoren Chaouch, Mejri und Ghannouchi aus dem Jahr 2015 [CMG19],
- *A Model for Safe Agile Development* der Autoren Esteves, Rodrigues und Pinto ebenfalls aus dem Jahr 2015 [ERP15],
- *A Secure Methodology for Agile Development of Web Services* der Autoren Mougouei, Mohd Sani und Almasi aus dem Jahr 2013 [MMA13],
- *Towards a Secure SCRUM Process for Agile Web Application Development* der Autoren Maier, Ma und Bloem aus dem Jahr 2017 [MMB17] sowie
- *Secure Scrum: Development of Secure Software with Scrum* der Autoren Pohl und Hof aus dem Jahr 2015 [PH15].

Darauf aufbauend wird der Praxiseinsatz sowie die Nutzeinschätzung der in Forschungsfrage 1 generierten IT-Sicherheitsmaßnahmen innerhalb von Scrum empirisch anhand von Experteninterviews ermittelt. Die Forschungsfragen hierzu lauten wie folgt:

F2: Inwieweit werden Maßnahmen aus sicherheitsorientierten agilen Vorgehensmodellen bereits in der Praxis angewandt?

F3: Wie wird der Nutzen dieser IT-Sicherheitspraktiken im agilen Kontext eingestuft?

Zur Beantwortung von Forschungsfrage F2 und F3 wurden insgesamt sechs leitfadengestützte Experteninterviews geführt. Der Erstkontakt zu den Interviewpartnern erfolgte dabei mittels eines Anschreibens. Erfolgte eine schriftliche Reaktion auf die Anfrage wurde der Expertenstatus erfragt und überprüft. Wurde der Expertenstatus bestätigt, wurde ein Interviewtermin mit dem Experten vereinbart und durchgeführt. Um eine ausführliche Betrachtung des Forschungsgegenstandes zu gewährleisten, wurde bei der Auswahl der Experten darauf geachtet, dass die drei im Scrum-Rahmenwerk

definierten Rollen Scrum Master, Product Owner und Entwickler in der Expertenauswahl vorzufinden sind. Als weitere Voraussetzung für die Expertenauswahl wurde zudem festgelegt, dass die Experten mindestens an zwei verschiedenen Scrum-Projekten aktiv in ihrer Rolle teilgenommen haben. Somit wurde sichergestellt, dass die Experten über das benötigte Praxiswissen verfügen und die im Leitfaden definierten Fragen beantworten können. Die Rekrutierung der Experten erfolgte mittels der Plattformen Xing und LinkedIn. Diese Plattformen zeigen Personenprofile gemäß ihrer Ausbildung und des beruflichen Werdegangs und eignen sich daher insbesondere für die Gewinnung von Experten, da bereits bei der Sichtung der Personen eine Eignungsprüfung als Experten stattfinden kann. Insgesamt wurden sechs Experteninterviews durchgeführt, bei denen die Befragten zum Teil Erfahrungen aus einer Vielzahl von auch mehrjährigen Projekten in verschiedenen Scrum-Teams und Rollen mitbrachten. Die Auswertung der Daten aus den leitfadengestützten Experteninterviews erfolgte durch eine qualitative Inhaltsanalyse nach Gläser und Laudel [GL10].

4 Diskussion und Erörterung der Ergebnisse

4.1 IT-Sicherheitsmaßnahmen in Scrum

Ziel von Forschungsfrage 1 ist es festzuhalten, welche IT-Sicherheitsmaßnahmen in der Literatur innerhalb der Anwendung in Scrum vorgeschlagen werden. Bei der literaturbasierten Analyse konnte grundsätzlich festgestellt werden, dass die Berücksichtigung von IT-Sicherheitsaspekten in allen sicherheitsorientierten Scrum-Modellen die Durchführung von zusätzlichen Aktivitäten innerhalb des Scrum-Vorgehens vorsieht. In einigen Fällen wird hierbei das Scrum-Rahmenwerk um Scrum-Artefakte, Scrum-Rollen sowie um zusätzliche im Scrum-Vorgehen definierte Phasen erweitert, in anderen Fällen sind Sicherheitsaktivitäten vorgesehen, die synchron und zusätzlich zum Scrum-Vorgehen erfolgen sollen. Entsprechend können innerhalb von Scrum zwei verschiedene Verfahren zur Einbindung von IT-Sicherheitsaktivitäten festgehalten werden. Abb. 1 verdeutlicht die Einbindungsmöglichkeiten der IT-Sicherheitsmaßnahmen in Scrum.



Abb. 1: Verfahren zur Einbindung von IT-Sicherheitsmaßnahmen in Scrum

Im Folgenden werden zunächst die Maßnahmen, die eine Erweiterung des Scrum-Rahmenwerkes vorsehen, betrachtet:

- Erweiterung der Scrum-Rolle: Einführung eines *Security Masters* als gesonderte Rolle in Scrum. Der Security Master übernimmt IT-sicherheitsrelevante Aufgaben. [AGI11]
- Erweiterung Scrum-Artefakte: Erweiterung des Scrum-Rahmenwerkes um einen *Security Backlog*, in dem funktionale Anforderungen aufgenommen werden, bei denen Sicherheitsbedenken festgehalten werden konnten. [AGI11]
- Erweiterung der Scrum-Phasen: Das Scrum-Vorgehen wird um sogenannte *Spikes* erweitert, sobald Auswirkungen auf die IT-Sicherheit des zu entwickelnden Systems erkannt werden. Bei den Spikes handelt es sich um zusätzliche Phasen, die im Scrum-Vorgehen durchlaufen werden und die die Durchführung einer Risikoanalyse und Spezifizierung von IT-Sicherheitsanforderungen vorsehen. [MMA13]

Die Erweiterung des Scrum-Rahmenwerkes in Form der oben genannten Maßnahmen wird in der Literatur an einigen Stellen kritisch betrachtet, da diese Arten von Erweiterungen stark in die Strukturen von Scrum eingreifen und Abläufe verändern [PH15] [ERP15]. Die Maßnahmen werden trotz der Kritik nicht vom erweiterten Betrachtungsrahmen dieser Untersuchung ausgeschlossen.

Bei den Maßnahmen, die synchron zum Scrum-Vorgehen durchzuführen sind und damit zusätzliche Aktivitäten im Scrum-Vorgehen darstellen, konnten einige der gängigen IT-Sicherheitsmaßnahmen aus Abschnitt 2.2 festgehalten werden. Hierzu zählen die Durchführung von manuellen und automatisierten Testverfahren wie Code Analysen, Penetrationstests oder den *OWASP Dependency Check*³ [MMB17] [MMA13] sowie Risikoanalysen [ERP15] [MMB17] [CMG19] mit verschiedenen Schwerpunkten und die Formulierung von IT-Sicherheitsanforderungen mittels der Verwendung von Abuse oder Misuse Cases in sicherheitsorientierten User Stories oder Abuse Stories [MMA13] [ERP15] [PH15] [MMB17].

Des Weiteren existieren weitere spezifische Maßnahmen die synchron zum Scrum-Vorgehen durchgeführt werden sollen. Diese werden nachfolgend aufgeführt:

- (A) Personelle Erweiterung: Hinzuziehen eines IT-Sicherheitsexperten, der das Scrum-Team bei Fragen und Problemen hinsichtlich IT-Sicherheitsthemen unterstützt. Der IT-Sicherheitsexperte ist hierbei nicht Bestandteil des Scrum-Teams. [PH15] [MMB17]
- (B) Schulungsmaßnahmen: Durchführung von IT-Sicherheitstrainings für Entwickler als auch Projektstakeholder des Softwareprojektes. [AGI11]

³ Der *OWASP Dependency Check* ist ein automatisiertes Testwerkzeug, das Softwareelemente auf bekannte Schwachstellen überprüft.

- (C) Verbindungen von IT-Sicherheitsanforderungen zu den zugehörigen funktionalen Anforderungen: Farbliches Sichtbarmachen der Verbindung oder Verwendung von speziellen *S-Tags* und *S-Marks*⁴, so dass die Verbindung der Sicherheitsanforderungen zu den funktionalen Anforderungen über das gesamte Scrum-Vorgehen bestehen bleibt. [AGI11] [PH15] [ERP15]
- (D) Vorbereitende Aktivitäten zur Berücksichtigung der IT-Sicherheit vor Implementierung: In Form eines Sprint Zeros oder spezieller Meetings zu Beginn des Projekts werden mit den Projektstakeholdern die Sicherheitserwartungen und Sicherheitsvisionen festgehalten, dokumentiert und über Meilensteine terminiert. [ERP15] [MMB17]
- (E) Verfolgung der Umsetzung von IT-Sicherheitsanforderungen: Mittels eines Schuldenmechanismus wird sichergestellt, dass IT-Sicherheitsanforderungen umgesetzt werden. Wird eine IT-Sicherheitsanforderungen in einem Sprint nicht umgesetzt, wird der Wert eines Schuldenkontos erhöht. [MMB17]

Insgesamt kann festgehalten werden, dass eine Vielzahl von IT-Sicherheitsmaßnahmen aus der betrachteten Literatur generiert werden konnten. Mit den oben beschriebenen Ergebnissen wird somit Forschungsfrage F1 dieser Untersuchung beantwortet.

4.2 Bewertung der IT-Sicherheitsmaßnahmen: Praxiseinsatz und Nutzeinschätzung

Aufbauend auf den Ergebnissen aus Abschnitt 4.1 wurden die dort beschriebenen IT-Sicherheitsmaßnahmen in Experteninterviews einer Bewertung in Bezug auf ihren Praxiseinsatz (Forschungsfrage F2) und einer Nutzeinschätzung (Forschungsfrage F3) unterzogen. Innerhalb der Analyse des Praxiseinsatzes konnten drei Anwendungskategorien festgehalten werden:

- Kategorie *Vorhanden* beinhaltet die Sicherheitsmaßnahmen deren Anwendung in der Praxis tatsächlich bereits bestätigt wurde
- Kategorie *Nicht vorhanden* zeigt die Maßnahmen, für die gemäß der Expertenaussagen keine Praxisanwendung festgehalten werden konnte
- Kategorie *Vorhanden mit abweichender Anwendung* beinhaltet die IT-Sicherheitsmaßnahmen, für die eine Praxisanwendung festgehalten werden konnte, die sich jedoch von der Anwendung in den sicherheitsorientierten Scrum-Modellen unterscheidet

Das Ergebnis der Experteninterviews hinsichtlich des Praxiseinsatzes zeigt Abbildung 2.

⁴ S-Tags und S-Marks sind von [PH15] eingeführte Begrifflichkeiten der in (C) beschriebenen Maßnahme. Ein S-Tag beschreibt ein Sicherheitsrisiko, dass durch ein oder mehrere funktionale Anforderungen gegeben ist. Die S-Marks verbinden das Sicherheitsrisiko mit den betroffenen funktionalen Anforderungen. Somit wird die Sicherheitsrelevanz erkennbar dargelegt.

Vorhanden	Vorhanden mit abweichender Anwendung	Nicht vorhanden
<ul style="list-style-type: none"> • Erweiterung Scrum-Rolle • Personelle Erweiterung • Manuelle Testverfahren • Automatisierte Testverfahren • Schulungsmaßnahmen • IT-Sicherheitsanforderungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Erweiterung Scrum-Phasen • Penetrationstests • Risikoanalysen • Vorbereitende Aktivitäten • Verbindung von funktionalen und IT-Sicherheitsanforderung 	<ul style="list-style-type: none"> • Erweiterung Scrum-Artefakte • Schuldenmechanismus • Abuse, Misuse Cases, Misuse Stories oder sicherheitsorientierte User Stories

Abb. 2: Praxiseinsatz der IT-Sicherheitsmaßnahmen

Eine Maßnahme wurde als *Vorhanden* eingestuft, sobald deren Praxisanwendung von einem der Experten bestätigt wurde. Die Ausprägung des Praxiseinsatzes, die z. B. durch Mehrfachnennungen festgehalten werden könnte, wurde hierbei nicht erfasst und berücksichtigt, da es innerhalb der Forschungsfrage zunächst um den grundsätzlichen Einsatz der IT-Sicherheitsmaßnahmen im Scrum-Vorgehen geht. Hingegen wurde eine Maßnahme als *Nicht vorhanden* eingestuft, wenn alle befragten Experten den Einsatz verneinten. Der Praxiseinsatz der Kategorie *Vorhanden* und *Nicht vorhanden* ist damit klar belegt. Im nachfolgenden wird daher ausschließlich die Einordnung in die Kategorie *Vorhanden mit abweichender Anwendung* näher erläutert:

- Erweiterung Scrum-Phasen: Eine Erweiterung der Scrum-Phasen in Form von Spikes konnte in der Praxis nicht festgehalten werden. Es wurde dennoch ermittelt, dass ähnliche Maßnahmen, wie die regelmäßige Überprüfung von automatisierten Testergebnissen an festgelegten Wochentagen innerhalb eines Sprints oder ein definierter Prozessdurchlauf hinsichtlich des Umgangs mit einem IT-Sicherheitsvorfall, in der Praxis vorzufinden sind.
- Penetrationstests: Die Experten berichteten, dass die Durchführung von Penetrationstests an externe Firmen vergeben wurde. Demnach fand die IT-Sicherheitsmaßnahme zwar statt, die Durchführung wurde jedoch gesamtheitlich aus dem Scrum-Vorgehen ausgelagert.
- Risikoanalyse: In der Praxis wurde die Durchführung einer Risikoanalyse nur zu Beginn eines Scrum-Projektes bestätigt. Demnach ist eine regelmäßige Durchführung im Sprint, wie in den sicherheitsorientierten Scrum-Modellen vorgeschlagen, in der Praxis nicht vorzufinden.
- Vorbereitende Aktivitäten: Die Anwendung von vorbereitenden Aktivitäten folgt in der Praxis einer anderen Zielsetzung. So wurden spezielle Meetings vor Beginn des Projekts nicht zur Festlegung einer Sicherheitsvision oder Sicherheitsmeilensteinen verwendet, sondern es wurden vorbereitende Aktivitäten zur Planung der Softwarearchitektur durchgeführt.

- Darstellung Verbindung funktionale und IT-Sicherheitsanforderungen: Eine (farbliche) Darstellung der Verbindung konnte in der Praxis nicht festgehalten werden. Es wurde jedoch seitens der Experten bestätigt, dass IT-Sicherheitsanforderungen unter anderem direkter Bestandteil von User Stories sind. Dementsprechend erübrigt sich die Darstellung. Der Grundgedanke der Maßnahme durch die Andersartigkeit der Handhabung ist damit jedoch gegeben.

Grundsätzlich konnte damit die Praxisanwendung für alle betrachteten IT-Sicherheitsmaßnahmen geprüft werden, so dass Forschungsfrage F2 damit gesamtheitlich als beantwortet gewertet werden kann.

Insgesamt zeigt sich, dass eine hohe Anzahl der IT-Sicherheitsmaßnahmen in der gleichen oder in einer abgewandelten Form aus den sicherheitsorientierten Scrum-Rahmenwerken in der Praxis vorzufinden sind. Dies kann als Indikator für eine hohe Praxistauglichkeit der sicherheitsorientierten Scrum-Vorgehensmodelle gewertet werden. Es kann zudem festgehalten werden, dass trotz der Kritik an einer Erweiterung des Scrum-Rahmenwerkes, eine Erweiterung der Scrum-Rollen und Scrum-Phasen dennoch in der Praxis vorzufinden ist.

Innerhalb von Forschungsfrage F3 wurde anhand der Experteninterviews eine Nutzeinschätzung zu den IT-Sicherheitsmaßnahmen eingeholt. Innerhalb der Auswertung konnten hierbei drei übergreifende Hauptfaktoren festgestellt werden, die den Nutzen der IT-Sicherheitsmaßnahmen maßgeblich determinieren:

- Produkt- und Projektgegebenheiten: In einigen Fällen wurde der Nutzen von IT-Sicherheitsmaßnahmen an bestimmte Produkt- oder Projektgegebenheiten geknüpft. Eine Produktgegebenheit meint hierbei, dass der Nutzen des Einsatzes einer bestimmten IT-Sicherheitsmaßnahme abhängig von der Art des Softwareproduktes ist. Die Projektgröße oder die benötigte Flexibilität in einem Projekt sind hingegen beispielhafte Faktoren, die den Projektgegebenheiten zugeordnet werden.
- Know-how und Teamzusammensetzungen: Die Nutzeinschätzung einer IT-Sicherheitsmaßnahme ist in manchen Fällen abhängig vom vorhandenen Know-how und damit der Teamzusammensetzung im Scrum-Team.
- Verwendungskontext: Manche Experten werten den Nutzen einiger IT-Sicherheitsmaßnahmen nur unter bestimmten Verwendungskontexten als sinnvoll ein. Als Beispiel kann hierbei die Erweiterung der Scrum-Phasen genannt werden, die von einigen Experten als sinnvoll eingeschätzt wurde, wenn diese zur Durchführung von Testverfahren verwendet wird.

Abbildung 3 verdeutlicht die Abhängigkeit der eben dargelegten Faktoren in Bezug auf die Nutzeinschätzung und gibt die Gesamtnutzeinschätzung der jeweiligen Maßnahme wieder:

	IT-Sicherheitsmaßnahmen	Nutzung abhängig von ...			Gesamtnutzeneinschätzung
		Produkt- und Projektgegebenheiten	Know-how / Teamzusammenstellung	Verwendungskontext	
Erw. Scrum-Rahmenwerk	Erw. Scrum-Rolle	X	X		0
	Erw. Scrum-Artefakte	X			-
	Erw. Scrum-Phasen			X	0
Zusätzliche Aktivitäten	Personelle Erweiterung				+
	Risikoanalysen				0
	Manuelle Testverfahren	X	X	X	+
	Automatisierte Testverfahren		X	X	+
	IT-Sicherheitsschulungen				+
	Vorbereitende Aktivitäten	X	X	X	0
	IT-Sicherheitsanforderungen		X	X	+
Agenda: X = Faktor determiniert Nutzen; Gesamtnutzeneinschätzung: - = negativ; + = positiv; 0 = positive und negative Einschätzungen (widersprüchlich)					

Abb. 3: Nutzeneinschätzung und abhängige Faktoren der IT-Sicherheitsmaßnahmen

Die Gesamtnutzeneinschätzung wurde als widersprüchlich (0) bewertet, sobald eine positive und eine negative Nutzeneinschätzung durch die Experten vorlagen, die nicht an eine der abhängigen Faktoren geknüpft war. Eine positive (+) oder negative (-) Gesamtnutzeneinschätzung wurde getroffen, wenn mehrheitlich positive bzw. negative Nutzeneinschätzungen seitens der Experten vorlagen und gegenteilige Nutzeneinschätzungen an eine der Faktoren geknüpft war, die den Nutzen bedingen.

Insgesamt wurden fünf IT-Sicherheitsmaßnahmen seitens der befragten Experten mit einem positiven Nutzen bewertet. Hierbei handelt es sich um die Maßnahmen: personelle Erweiterung, manuelle sowie automatisierte Testverfahren, IT-Sicherheitsschulungen sowie die grundsätzliche Verwendung von IT-Sicherheitsanforderungen im Scrum-Vorgehen. Diesen Aktivitäten messen die Experten damit einen sinnvollen und positiven Nutzen hinsichtlich der Anwendung in Scrum bei. Ausschließlich die IT-Sicherheitsmaßnahme hinsichtlich der Erweiterung der Scrum-Artefakte in Form eines zusätzlichen Backlogs für IT-Sicherheitsanforderungen wurde mit einem negativen Nutzen und daher als nicht nützlich bzw. sinnvoll von den Experten eingeschätzt. Für vier IT-Sicherheitsmaßnahmen konnte keine finale Aussage hinsichtlich eines positiven oder

negativen Nutzens im agilen Kontext getroffen werden, da hierzu keine übereinstimmenden Aussagen seitens der Experten festgehalten werden konnten. Bei diesen IT-Sicherheitsmaßnahmen handelt es sich um die Erweiterung Scrum-Rollen, Erweiterung Scrum-Phasen, Risikoanalysen und den vorbereitenden Aktivitäten.

Forschungsfrage F3 kann damit unter Einschränkung innerhalb dieser Untersuchung beantwortet werden, da nicht für alle IT-Sicherheitsmaßnahmen eine finale Nutzen-einschätzung festgehalten werden konnte.

Insgesamt kann jedoch festgehalten werden, dass die dargelegten Ergebnisse innerhalb der Beantwortung von Forschungsfrage F2 und F3 Anwendern, die IT-Sicherheit in Scrum integrieren möchten, als Leitfaden und Handlungshilfe für die Berücksichtigung von IT-Sicherheit in Scrum dienen kann.

In Bezug auf die in Abschnitt 2.3 genannten Herausforderungen kann festgehalten werden, dass IT-Sicherheitsanforderungen und Testaktivitäten in Scrum angewandt werden und der Anwendung ein positiver Nutzen beigemessen wird. Zudem zeigen die Ergebnisse, dass es Möglichkeiten hinsichtlich der Automatisierbarkeit von IT-Sicherheitstest in der Praxis gibt. Wie in Abschnitt 2.3 beschrieben, werden in der Literatur im Zuge der Diskussionen um Integrationsmöglichkeiten bei agilen Methoden eine große Anzahl an bestehenden Herausforderungen genannt [ORO15]. Diese Herausforderungen können damit anhand der Ergebnisse dieser Untersuchung widerlegt werden.

Der Betrachtungsrahmen dieser Untersuchung stützt auf sechs der Literatur entnommen sicherheitsorientierten Scrum-Modelle. Innerhalb der Erhebung der sicherheitsorientierten Scrum-Rahmenwerke wurde auf einen systematischen Literaturreview verzichtet, so dass die Auswahl der untersuchten Rahmenwerke nach Ermessen der Autoren erfolgte. Diese Vorgehensweise wurde bewusst aufgrund zeitlicher Limitationen gemäß der Umfanglichkeit der Untersuchungen durch die Beantwortung von insgesamt drei Forschungsfragen gewählt. Es kann dementsprechend nicht ausgeschlossen werden, dass in der Literatur weitere Vorschläge hinsichtlich der Integration von IT-Sicherheitsmaßnahmen in das Scrum-Vorgehen existieren. Dennoch zeugt die Vielzahl an generierten IT-Sicherheitsmaßnahmen und deren doppelte Verwendung und Nennung in den betrachteten sicherheitsorientierten Scrum-Modellen davon, dass eine ausführliche Betrachtung hinsichtlich der Anwendung von IT-Sicherheitsmaßnahmen in Scrum vollzogen wurde.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Ziel dieses Beitrages war es, zu evaluieren, welche IT-Sicherheitsmaßnahmen im Vorgehensmodell Scrum zur Berücksichtigung von Aspekten und Anforderungen der IT-Sicherheit vorgeschlagen werden und wie sich deren Praxiseinsatz und Nutzen-einschätzung darstellen. Dieser Beitrag zeigt, dass verschiedene IT-Sicherheitsmaßnahmen zur Integration in Scrum in der Literatur vorgeschlagen werden. Die weiterführenden Analysen in Form von Experteninterviews zeigen zudem, dass einige

dieser Sicherheitsmaßnahmen in der Praxis angewandt und von Experten mit einer positiven Nutzeinschätzung bewertet werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchung bieten damit Teilnehmern in Scrum-Projekten eine Übersicht in welcher Form IT-Sicherheitsmaßnahmen in Scrum integriert werden können und zeigt die Praxis-tauglichkeit dieser IT-Sicherheitsmaßnahmen auf.

Der Praxiseinsatz sowie die Nutzeinschätzung wurden in dieser Untersuchung anhand einer relativ kleinen Untersuchungseinheit von insgesamt sechs Experten analysiert. Zukünftige Forschungen könnten die Untersuchung hierbei auf eine größere Untersuchungseinheit ausweiten, um weitere Erkenntnisse hinsichtlich des Praxiseinsatzes und Nutzens von IT-Sicherheitsmaßnahmen in Scrum zu gewinnen. Einen weiteren Forschungsansatz bieten die in dieser Untersuchung ermittelten Hauptfaktoren wie z.B. die Projekt- und Produktgegebenheiten oder das vorhandene Know-how im Team zu IT-Sicherheitsthemen, die den Nutzen von IT-Sicherheitsmaßnahmen in Scrum bedingen. Diese Faktoren könnten Bestandteil weiterer Forschungen sein, indem zum Beispiel eine verstärkte Ausdifferenzierung der Faktoren ermöglicht wird. Denkbar wäre hierbei eine Etablierung eines spezialisierten Maßnahmenkatalogs für verschiedene Arten von Softwareprojekten oder unterschiedliche Scrum-Teams gemäß dem vorhandenen Know-how zur verstärkten Berücksichtigung der IT-Sicherheit in Scrum.

Literaturverzeichnis

- [AGH22] Albayrak, C.A., Gadatsch, A., Haag, B. Agile IT-Controlling. In: HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik, 59, S. 1165–1181, 2022.
- [AGI11] Azham, Z.; Ghani, I.; Ithnin, N.: Security Backlog in Scrum Security Practices, 5th Malaysian Conference in Software Engineering 2011, Johor Bahru, Malaysia, S. 414-417, 2011.
- [Be00] Beck, K. et al: Manifesto for Agile Software Development. agilemanifesto.org, 2000.
- [CMG19] Chaouch, S.; Mejri, A.; Ghannouchi, S. A.: A framework for risk management in Scrum development process. Procedia Computer Science, S. 187-192, 2019.
- [ERP15] Esteves Maria, R.; Rodrigues Junior, L.; Pinto, N.: ScrumS – A Model for Safe Agile Development, Management of Emergent Digital EcoSystems (MEDES) 2015, Caraguatatuba,, Brasilien: ACM, S. 25-29, 2015.
- [GL10] Gläser, J; Laudel, G: Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen. VS Verlag für Sozialwissenschaften | Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2010.
- [KL14] Kuhrmann, M.; Linssen, O. (2014). Welche Vorgehensmodelle nutzt Deutschland? In (Engstler, M.; Hanser, E.; Mikusz, M.; Herzwurm, G. Hrsg) Projektmanagement und Vorgehensmodelle 2014 - Soziale Aspekte und Standardisierung. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V., S. 17-32, 2014.

- [Ko06] Kongsli, V.: Towards Agile Security in Web Applications. In: OOPSLA '06: Companion to the 21st ACM SIGPLAN symposium on Object-oriented programming systems, languages, and applications, Portland, Oregon. USA: ACM, S. 805-808, 2006.
- [Ko17] Komus, A.: Agil-klassische Mischformen - neue Chancen und Herausforderungen für PMOs und Unternehmen; www.projektmagazin.de, Stand: 12.03.2022.
- [Ko20] Komus, A.: Ergebnisbericht: Status Quo (Scaled) Agile 2019/20. BPM-Labor für Business Process Management und Organizational Excellence, www.process-and-project.net, 2020.
- [Mc06] McGraw, G.: Software Security - Building Security In. Boston: Pearson Education, Inc., 2006.
- [MMA13] Mougouei, D.; Mohd Sani, N. F.; Almasi, M. M.: S-Scrum: A Secure Methodology for Agile Development of Web Services, World of Computer Science and Information Technology Journal (WCSIT), Vol.3 No.1, S. 15-19, 2013.
- [MMB17] Maier, P.; Ma, Z.; Bloem, R.: Towards a Secure SCRUM Process for Agile Web Application Development, ARES '17: Proceedings of the 12th International Conference on Availability, Reliability and Security, Italien, S. 1-8, 2017.
- [ORO15] Oueslati, H., Rahman, M.M., ben Othmane, L.: Literature Review of the Challenges of Developing Secure Software Using the Agile Approach. 10th International Conference on Availability, Reliability and Security. Toulouse, Frankreich: IEEE, 2015.
- [PH15] Pohl, C.; Hof, H.-J.: Secure Scrum: Development of Secure Software with Scrum. The Ninth International Conference on Emerging Security Information, Systems and Technologies – SECURWARE 2015; Venedig, 2015.
- [RHL19] Rindell, K.; Hyrynsalmi, S.; Leppänen, V.: Security Assurance in Agile Software Development Methods: An Analysis of Scrum, XP and Kanban. In (Felderer, M.; Scandariato, R. Hrsg): Exploring Security in Software Architecture and Design. Hershey, USA. IGI Global, S. 47-68, 2019.
- [SS20] Schwaber, K.; Sutherland, J.: Der Scrum-Guide. www.scrumguides.org, Stand: 25.02.2023.
- [TP17] Türpe, S.; Poller, A.: Managing Security Work in Scrum: Tensions and Challenges. Proceedings of the International Workshop on Secure Software Engineering in DevOps and Agile Development. S. 34-49, 2017.

Anett Mehler-Bicher¹, Stephan Struk², Lothar Steiger³, Dirk Weitzel⁴

Abstract: Mixed Reality is becoming increasingly important in business. In the corporate environment, such as in logistics or maintenance, the use of data glasses offers extensive opportunities for process optimization and quality assurance. In the field of civil engineering, virtual models either as augmentation of reality or mapped in Virtual Reality offer new approaches to experience. The aim of this paper is to show the manifold possibilities of Mixed Reality in the corporate environment on the one hand and to discuss the psychological effects on the users on the other hand. For this purpose, selected application scenarios with corresponding realization stages are shown and analyzed regarding their psychological effects.

Keywords: Mixed Reality, Augmented Reality, Virtual Reality, augmentation of reality, application scenarios, realization stages, activation of users, involvement of users, psychological effects.

1 Introduction

Mixed Reality (MR) as an umbrella term for Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) encompasses technologies that have gained a great deal of importance in recent years and are increasingly being used commercially. [Br21] Even though the theoretical foundations were already developed in the early 1990s, the increased computing power only enables widespread use today. [Br18]

In the media, the focus is often placed on the corresponding possibilities, while the potential arising from use in the corporate environment is often still left out of the discussion. [Th18] Mixed Reality is not a passing hype. The relevance is made clear by studies of various market research institutes and will continue to increase in the discussion about the metaverse. [MSW22]

Important for the integration of new technologies into the corporate environment is the definition of application scenarios. Based on various application scenarios, answers to possible uses emerge. An important question in this context is which psychological effects Mixed Reality has on the users in different application scenarios.

The aim of this article is to introduce Mixed Reality, to distinguish Augmented Reality and Virtual Reality from each other, to describe the technical requirements, to show the current state of development, to present suitable application scenarios and realization

¹ Mainz University of Applied Sciences, Mainz, Germany, anett.bicher@hs-mainz.de

² Mainz University of Applied Sciences, Mainz, Germany, stephan.struk@hs-mainz.de

³ Mainz University of Applied Sciences, Mainz, Germany, lothar.steiger@hs-mainz.de

⁴ Mainz University of Applied Sciences, Mainz, Germany, dirk.weitzel@hs-mainz.de

After the introduction, the basics of Mixed Reality are presented, followed by realization steps and application scenarios illustrated by applications in the corporate environment. Afterwards, application scenarios and realization steps to Mixed Reality are analyzed with respect to psychological aspects. Finally, a conclusion and an outlook follow.

2 Basics of Mixed Reality

Mixed Reality (MR) as an umbrella term subsumes Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) and corresponding gradations. While Virtual Reality is understood to mean the representation and simultaneous perception of reality and its physical properties in a real-time computer-generated, interactive, virtual environment, and the real environment is consequently switched off, Augmented Reality aims to enrich the existing real world with additional computer-generated objects. [Az97] In contrast to Virtual Reality, no entirely new worlds are created, but the existing reality is supplemented with a Virtual Reality. [MS22]

There is no uniform definition of MR in the literature [Mi94]; mostly the "reality-virtuality continuum" is referred to. This postulates a steady transition between real and virtual environments [MK94] (see Figure 1).

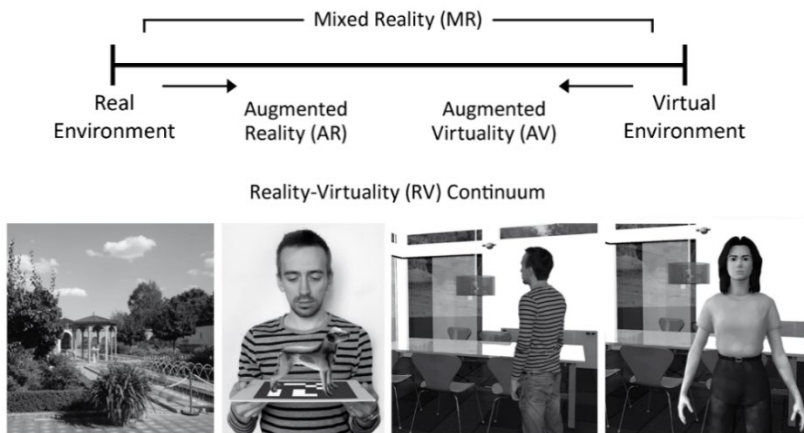


Figure 1: Reality-Virtuality-Continuum

The left area of the continuum defines environments composed only of real objects and includes all aspects observed when a real scene is viewed by a person or through any medium such as a window, camera, etc. The right-hand area, on the other hand, defines environments that consist only of virtual objects such as corresponding computer game simulations. [Mi94]

In Augmented Reality, the real component predominates, whereas in augmented virtuality, the virtual component predominates. [Az97] A distinction between Augmented Reality and augmented virtuality is rarely made in practice today. Likewise, the terms Augmented Reality and Mixed Reality – more rarely also Enhanced Reality – are often used synonymously [MS22].

Mixed Reality applications require corresponding devices or displays for their use. The displays used differ depending on the type of Mixed Reality – Augmented Reality or Virtual Reality. Virtual reality can usually only be used with data glasses. In addition to classic devices such as smartphones and tablets, data glasses are also becoming increasingly relevant for Augmented Reality. Also of interest for innovative Augmented Reality solutions are pseudo-holographic displays, which enable new application scenarios but are often less flexible in use than the classic devices [Ch22].

3 Realization Stages and Application Scenarios in Mixed Reality

3.1 Realization Stages

[PH17] distinguish according to different realization stages to classify different application purposes. Stages 1 – 3 are presented because of their practical relevance. [MS22]

- **Realization stage 1: Visualization.**
With the help of MR, computer-generated objects can be projected into the real or virtual environment. In this stage, the user is a passive observer of an MR scene.
- **Realization stage 2: Guidance & Control.**
In this stage, prefabricated scenarios of stage 1 are put into a logical sequence; the sequence is controlled by the change of the real viewing object.
- **Realization stage 3: Interaction**
Stage 3 differs from stage 2 in the way that the MR scenario does not run according to a predefined pattern, but the sequence of sub steps is controlled by the user himself. This can be done voice- or gesture-controlled. Control via input devices such as mouse, keyboard, or touchscreen, but also via facial expression or gesture control are conceivable and depend on the respective situation.

3.2 Application Scenarios

In case of VR there is no necessity to differ between applications scenarios. According to [MS22] the following application scenarios can be distinguished in relation to AR/MR. Hereby it is considered that each scenario can only be put into one group. Preventing simultaneous groups for one. Also, the related application can be abducted easily.:

- **Living Mirror**
In Living Mirror, a camera detects the viewer's face and places three-dimensional

This scenario is based on the recognition of a print medium and corresponding augmentation. Here, a distinction is made between different print media, be it collectible or greeting cards (Living Card), brochures or leaflets (Living Brochure), or packaging materials (Living Object). Further possibilities exist in the augmentation of books (Living Book) or games (Living Game print-based).

- **Living Game mobile**
Mobile devices are the basis of Living Game mobile; e.g. augmented games are brought to bear on smartphones.
- **Living Architecture**
A typical application in the field of architecture arises when a viewer wants to "experience" an impression of a room or an entire building by determining its representation himself through movements such as turning his head or walking through a real room and further actions such as speech or gestures.
- **Living Poster**
A Living Poster is understood to be an advertising message in public space that is enhanced with manipulative information elements using Augmented Reality.
- **Living Presentation**
Trade show booths and presentations must become increasingly spectacular and interesting to be perceived at all in times of information overload. AR technology can be used to achieve this goal. In addition, it is possible to display and even interact with real objects that cannot be "presented" live due to their sheer size or complexity.
- **Living Meeting**
Due to increasing globalization, more and more meetings take place as tele- or videoconferences. Augmented reality can be used to enrich tele- and videoconferences so that they almost seem like real meetings.
- **Living Environment**
All AR applications that use mobile systems to enhance real environments or facilities with additional information of any kind, such as text, 2D objects, 3D objects, video, and audio sequences, are called Living Environment.

The goal is basically a timely information acquisition (time-to-content) by the user simply by the fact that the camera captures one or more objects and thereby corresponding additional information is provided. In the case of the Living Environment, a combination of several sensors is possible and often desired. [MS22]

The list of application scenarios is not necessarily complete, as further application possibilities may arise because of technical developments. The above scenarios are open regarding their intended use. [MS22]

3.3 Combination of Realization Stages and Application Scenarios

If we combine AR/MR application scenarios with realization stages, we see that the Living Environment is suitable for the third realization stage (cf. Table 1). Static elements for generating AR/MR animations such as Living Print are more suitable for the first two

Application Scenario	Realization Stage		
	Visualization	Guidance & Control	Interaction
Living Mirror	suitable	suitable	
Living Print	suitable	suitable	
Living Poster	suitable	suitable	
Living Architecture	suitable	suitable	suitable
Living Presentation	suitable	suitable	
Living Meeting	suitable	suitable	suitable
Living Environment	suitable	suitable	suitable

Table 1: Combination of Application Scenarios and Realization Stages in AR/MR

4 Application Areas of Mixed Reality in Business Contexts

4.1 Overview

Mixed Reality with a focus on Augmented Reality can be used in almost all areas of everyday life; many applications have a rather playful character. The use of Mixed Reality leads to significant advantages in many areas such as production, construction, or logistics. Typical examples are that designers can collaborate with real and virtual colleagues on the same three-dimensional model. [MS22]

Many applications in production, construction or logistics are also possible in the corporate environment. Possible applications of MR in industry are mainly addressed to [MSW22]:

- Optimization and acceleration of industrial processes
- Immediate display and validation of planning status
- Collision control
- Evaluation of the design of new components on the existing product
- Virtual guidance directly on the real product
- Increased understanding of complex products or processes
- Simplified target/actual comparison
- Improvement of team-internal communication

Communication with customers can also be improved. Conventional advertisements are given an interactive component through the integration of Mixed Reality which offers an additional benefit. Product catalogs can be enriched accordingly and offer added value to the customer. More complex solutions are virtual studios, such as those used by television studios. These are virtual sets in which real actors are combined with Virtual Reality in real time. In both cases – as AR well as VR – users experience a significant increase in activation and involvement. [MSW22]

computer games. Mixed Reality supports complex and difficult tasks; these include especially applications in construction or maintenance of machines [MSW22].

- Maintenance area
 - By displaying important additional information on demand, difficult tasks can be performed more easily, safely and with higher quality.
 - E.g., based on an exploded view, a maintenance technician can display the machine to be repaired in 3D, move, and rotate it as desired, so that he gets a better impression and can perform the repair more quickly.
 - Another option is to show the mechanic labels for individual parts of the device as well as corresponding work instructions.
- Design
 - MR offers the possibility of simulating constructed objects in space in the design department.
 - Digital design data can be efficiently matched with existing real geometries. This also enables the broad use of digital validation methods when combining digital data with real prototypes or designs.

Further industrial applications with complex tasks have already been partially realized:

- Navigation
Navigation supplemented by Mixed Reality is conceivable in many different application areas:
 - In the maintenance of complex industrial plants
 - For operations in the field of disaster management
 - In the automotive sector, MR based head up displays are used that provide the driver with graphical navigation and traffic information in live images.
 - In aircraft, MR is used in conjunction with head-mounted or head-up displays to increase safety and efficiency in poor visibility and weather conditions. Use in military aircraft was one of the first industrial applications of MR.
 - As a complement to navigation Google began offering its users the live MR navigation in Google Maps. Pedestrians can use *Live View* instead of the normal 2D map view to see directional arrows as well as street names and additional information [Go21].
- Visualization
Although Mixed Reality is very often used for representation, there are still some application areas whose main goal is to better visualize certain aspects.
 - Display and interactive analysis of maps and terrain features, e.g., for the extraction of mineral resources or in the field of geoinformatics [VR19].
 - Representation of destroyed historical buildings or future architectural projects [In19].
 - Enrichment of museums and exhibitions by displaying virtual objects [Bi21].

- Collaboration
 - E. g., to support virtual teams in their collaboration on simulated 3D models or conferences with real as well as virtual participants [Mi21].

One example of the use of MR is education/training in the form of edutainment. Learners can view learning material on the computer via WebCam and receive information elements on the computer that provide further explanations and information on the topic under consideration. Sound sequences that go beyond this are also possible as part of the animation. This approach gives learners the feeling of tangible proximity as well as individual and interactive help. This helps to reduce or eliminate learning barriers. The aim of integrating 3D animations based on MR is above all to simulate a haptic perception for the learners and to strengthen their interest. [MSW22]

The application examples already realized clearly show that the aspect of communication in the form of visualization is in the foreground. Complex issues are simplified and made easier to understand or experience by visualizing them.

4.2 Illustration of Application Examples in Business Contexts

Based on the three realization stages, concrete examples of MR applications in the corporate context are described below. (Mehler-Bicher and Steiger, Augmented Reality - in Theorie und Praxis 2022) A distinction is made between AR and VR to illustrate the broad range of possibilities. In the case of Augmented Reality, these examples are usually living environment solutions.

- Realization stage 1: Visualization.
 - Augmented Reality
Displaying technical information during machine maintenance or product visualizations such as in [Pr18] are typical applications since an integration in real situations is possible.
 - Virtual Reality
Visualized virtual tours through computer-generated buildings or technical facilities or operation or process visualizations as e.g., in [Ko22] are suitable, especially buildings and facilities are not yet realized or cannot be used for training purposes.
- Realization stage 2: Guidance & Control
 - Augmented Reality
Instructions for the maintenance of a machine or picking as in [Si13] represent common application areas for this realization level in the enterprise context.

activities, as shown in [BM20], are typical application possibilities.

- Realization stage 3: Interaction
 - Augmented Reality
Interactive instructions for the maintenance of a machine (including the recognition of next steps or errors in the process) (see e.g., [Vu20] or collaborative work are typical applications.
 - Virtual Reality
Virtual tours of buildings or facilities that can be changed through interaction, interactive product design or collaborative work can be realized especially with tools like Mozilla Hubs, Google Spatial or other tools for generating VR spaces. These tools provide first approaches to implement metaverse aspects.

5 Psychological Effects of Mixed Reality

5.1 Research Goals

A systematic literature review shows that there have been only a few studies on the psychological effects of Mixed Reality in a corporate context to date; studies concentrate – if – on the area of marketing or on aspects outside the company, such as medicine or psychology. Therefore, the aspect of too psychological effects of Mixed Reality especially in business contexts represents a research gap and requires detailed, especially empirical investigations.

Of specific interest are activation and involvement. Activation is a basic dimension of all drive processes; through activation, the organism is supplied with energy and put into a state of readiness and performance. [Kr19] Involvement is the cognitive and affective involvement of a person in the mental processing of information related to an object [Za85].

The following three hypotheses are derived for further investigations:

H1: The use of Mixed Reality leads to a stronger activation and involvement of the participants.

H2: The degree of activation and involvement is independent of the selected corporate context.

H3: The degree of activation and involvement grows with increasing realization stage to Mixed Reality.

5.2 Results

To test hypothesis H1, we will use data from previous studies and make deductions. Basic studies show that the psychological influence of Mixed Reality can trigger long-lasting effects in individuals, as they act on the nervous system. [Ku20] Comparable to other real-

in the real physical environment.

A study on VR in a student context shows that VR applications can lead to significant stress reduction. [Mo21] The aspect of stress reduction in the workplace is focused on by another study. [Bi22] Both show that VR has a significant impact on stress levels and ways to reduce it.

However, the psychological effects of AR and VR are different due to the different technologies: While a new virtual world is created in VR and users are immersed in another world, so to speak, AR expands the existing environment with new objects and content. VR always requires the use of appropriate data glasses. AR can be performed using data glasses, but more often as a living environment on mobile devices. In principle, VR applications have a stronger emotional appeal, but many companies are increasingly focusing on AR because AR reaches a broader audience than VR due to its ease of access and because there is less fear of contact.

One study shows significantly increased activation and involvement when using data glasses-based AR applications. Subjects who had to choose between two chairs, one of which previously had a virtual avatar sitting on it that they saw through data glasses, overwhelmingly chose the empty chair not previously occupied by the avatar. It could also be shown that subjects were reluctant to perform activities normally performed alone when they were observed by a virtual avatar. This suggests that the brain perceives realistic-looking human avatars as real. [MB21]

In an enterprise context, Mixed Reality applications therefore offer great potential, e.g., to engage individuals more, make tasks faster and better, and achieve higher learning outcomes. One example is AR-enriched product displays. In general, in contrast to online stores with normal static product photos, a higher conversion rate can be measured for companies that visualize their products online through AR. Online customers see virtual products as real and are accordingly more activated or involved. If, for example, a virtual piece of furniture is placed in one's own home, the piece of furniture not only looks beautiful, but online customers have the feeling that the piece of furniture is in their own living room and fits in with the rest of the furniture. As a result, the purchase decision is much easier. [AN22]

Individuals thus unconsciously integrate Mixed Reality content into the perception of their physical environment. However, studies to date remain on the surface regarding the psychological effects of Mixed Reality technologies on the human psyche. However, it can already be stated that the more impressive the Mixed Reality application is for an individual, the stronger the activation and involvement. This can be deduced regarding the realization levels: Activation and involvement grow with increasing realization level; the individual perceives Mixed Reality sequences as increasingly real.

The evaluation of previous publications and studies shows that Mixed Reality leads to a significantly higher activation and involvement; hypothesis H1 can therefore be accepted.

Corresponding scenarios are in preparation: Using IoT-based sensor technology for data acquisition and AI algorithms for data evaluation, corresponding information is to be obtained that will enable the two hypotheses to be tested and thus close the research gap.

6 Conclusions

Mixed Reality applications are currently experiencing their commercial breakthrough and are becoming increasingly interesting for companies. Both AR and VR technologies, which are summarized under the umbrella term Mixed Reality, offer a variety of possibilities for companies, but at the same time have psychological effects on their users.

Despite the similarities that AR and VR have in terms of implementation stages, there must first be clarity within the company as to which technology should be pursued. Once this decision has been made, the next steps are to select the realization stage and, if necessary, the application scenario.

The aspect of psychological effects of Mixed Reality has not yet been sufficiently analyzed and more detailed investigations in conjunction with psychological studies are necessary. So far it can be only stated that Mixed Reality leads to higher activation. This research gap must be closed by detailed empirical analyses.

Bibliography

- [AN22] ANICA: Der psychologische Einfluss von VR und AR Technologien. <https://mazingxr.com/psychologischer-einfluss-vr-ar>, accessed 21 Jun 2023.
- [Az97] Azuma, R. T.: A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments* 6, pp. 355–385, 1997.
- [Bi21] Bishara, H.: Roam the Galleries of the Metropolitan Museum via Augmented Reality. <https://hyperallergic.com/614503/roam-the-galleries-of-the-metropolitan-museum-via-augmented-reality/>.
- [Bi22] Biener, V. et al.: Quantifying the Effects of Working in VR for One Week, 2022.
- [BM20] BMC Medical Education: Pre-graduation medical training including virtual reality during COVID-19 pandemic: a report on students' perception. <https://bmcmmededuc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12909-020-02245-8>.
- [Br18] Bresges, A.: Mobile Learning in der Schule. In (Witt, C. de; Gloerfeld, C. Eds.): *Handbuch Mobile Learning*. Springer VS, Hagen, pp. 613–655, 2018.

- [Ch22] Christou, A. et al.: 3D Touch Surface for Interactive Pseudo-Holographic Displays. *Advanced Intelligent Systems* 2/4, p. 2000126, 2022.
- [Go21] Google: View on Google Maps. <https://support.google.com/maps/answer/9332056?hl=en&co=GENIE.Platform%3DAndroid>, accessed 21 Jun 2023.
- [In19] Instructables: How to Make a Time Lapse With Your Android Phone. <https://www.instructables.com/How-to-Make-a-Time-Lapse-With-Your-Android-Phone/>, accessed 21 Jun 2023.
- [Ko22] Kompetek Interaktiv: Showreel 2022. <https://www.youtube.com/watch?v=5uRfkooUnRk>, accessed 21 Jun 2023.
- [Kr19] Kroeber-Riel, W.: *Konsumentenverhalten*. Franz Vahlen, München, 2019.
- [Ku20] Kubatek, J.: Find out how using virtual reality technology can impact people’s health. <https://4experience.co/positive-and-negative-health-impact-of-virtual-reality/>, accessed 21 Jun 2023.
- [MB21] Miller, M. R.; Bailenson, J. N.: Social Presence Outside the Augmented Reality Field of View. *Frontiers in Virtual Reality* 2, 2021.
- [Mi21] Microsoft: “You can actually feel like you’re in the same place”: Microsoft Mesh powers shared experiences in mixed reality. <https://news.microsoft.com/innovation-stories/microsoft-mesh>, accessed 21 Jun 2023.
- [Mi94] Milgram, P. et al.: Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. *Telemanipulator and Telepresence Technologies* 2351, 1994.
- [MK94] Milgram, P.; Kishino, F.: A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Trans. Information Systems* vol. E77-D, no. 12, pp. 1321–1329, 1994.
- [Mo21] Modrego-Alarcón, M. et al.: Efficacy of a mindfulness-based programme with and without virtual reality support to reduce stress in university students: A randomized controlled trial. *Behaviour research and therapy* 142, p. 103866, 2021.
- [MS22] Mehler-Bicher, A.; Steiger, L.: *Augmented Reality. Theorie und Praxis*. De Gruyter Oldenbourg, Berlin, Boston, 2022.
- [MSW22] Mehler-Bicher, A.; Steiger, L.; Weitzel, D.: Mixed Reality Applications in Business Contexts. 16. In (Joseph Rosen Ed.): *Holography*. IntechOpen, Rijeka, 2022.
- [PH17] Porter, M. E.; Heppelmann, J. E.: Why Every Organization Needs an Augmented Reality Strategy. <https://hbr.org/2017/11/why-every-organization-needs-an-augmented-reality-strategy>, accessed 21 Jun 2023.

- [Si13] Simplifier: Connect Smart Glasses and SAP with the Simplifier. <https://www.youtube.com/watch?v=ZWsbHISOqjA>, accessed 21 Jun 2023.
- [Th18] Thomas, O. et al.: GLASSROOM – Kompetenzaufbau und -entwicklung in virtuellen Lebenswelten. In (Thomas, O.; Metzger, D.; Niegemann, H. Eds.): Digitalisierung in der Aus- und Weiterbildung. Virtual und Augmented Reality für Industrie 4.0. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 2–19, 2018.
- [VR19] VR Owl | VR & AR Agency: Geopark the Hondsrug – Nature Route Enhancement. <https://www.vrowl.io/portfolio/unesco-global-geopark-the-hondsrug>, accessed 21 Jun 2023.
- [Vu20] Vuforia: Augmented Reality | Transforming How Industrial Workforces Communicate, Learn and Work. <https://www.youtube.com/watch?v=FwikxlTOidE>, accessed 21 Jun 2023.
- [Za85] Zaichkowsky, J.: Measuring the Involvement Construct. *Journal of Consumer Research* 12, pp. 341–352, 1985.

Zukunftsfähige Prototypen und Ideen

Projekt WiLMo – Wirtschaftsinformatik Lehr- und Lernmodule

Unterstützung der digitalen Hochschullehre durch Open Educational Resources

Clemens Treuling¹, Christian Czarnecki², Martin Wolf³

Abstract:

Die potenziellen Auswirkungen der Digitalisierung auf die Lehre sind seit langem Gegenstand ausführlicher Diskussionen innerhalb der Wirtschaftsinformatik (WI) (z. B. in Auth et al. 2021, Barton et al. 2019, Klotz et al. 2019). Nicht zuletzt der in nahezu allen Wirtschaftszweigen bestehende Mangel an qualifizierten Fachkräften lenkt den Diskurs auf einen verbesserten Zugang zu Bildung und gleichen Bildungschancen. Aus dieser Vision heraus und dem Schub der Digitalisierung entstehen Bildungskonzepte wie Open Educational Resources (OER), die gesellschaftlichen Problemen, wie dem des Fachkräftemangels, entgegenwirken sollen. Im Rahmen dieses Kurzbeitrags wird das Projekt WiLMo - "Wirtschaftsinformatik Lehr- und Lernmodule" vorgestellt. WiLMo wird im Rahmen von OERContent.nrw unter Beteiligung von sechs Hochschulen entwickelt und gefördert. Alle Projektbeteiligten arbeiten gemeinsam daran, einheitliche digitale Lehr- und Lernmaterialien im OER-Format für die Kernmodule der Wirtschaftsinformatik zu entwickeln und in garantiert hoher Qualität zur Verfügung zu stellen.

Keywords: Open Educational Resources (OER), WiLMo, Wirtschaftsinformatik

1 Open Educational Resources (OER)

Der vorliegende Beitrag widmet sich dem Thema OER und dessen Bedeutung im Bildungsbereich. In Zeiten der Digitalisierung und des technologischen Fortschritts gewinnen OER als Bildungskonzept zunehmend an Relevanz. Dieser Abschnitt bietet eine Einführung in das Konzept der OER und beleuchtet deren Merkmale, Potenziale und Schwächen.

¹ FH Aachen – University of Applied Sciences, treuling@fh-aachen.de

² FH Aachen – University of Applied Sciences, czarnecki@fh-aachen.de

³ FH Aachen – University of Applied Sciences, m.wolf@fh-aachen.de

1.1 Was sind Open Educational Resources (OER)?

Gemäß der allgemein anerkannten Definition der UNESCO-Kommission (2019) sind OER:

„Lern-, Lehr- und Forschungsmaterialien, in jedem Format und Medium, die gemeinfrei sind oder urheberrechtlich geschützt und unter einer offenen Lizenz veröffentlicht sind, wodurch kostenloser Zugang, Weiterverwendung, Nutzung zu beliebigen Zwecken, Bearbeitung und Weiterverbreitung durch Andere erlaubt wird“.

Diese offene Lizenz ermöglicht den kostenlosen Zugang zu Materialien sowie deren Weiterverwendung, Nutzung, Bearbeitung und Weiterverbreitung durch andere Personen. Die genannte Definition repräsentiert das international anerkannte Verständnis von OER und ist heute weitgehend akzeptiert. Die UNESCO respektiert dabei das geistige Eigentumsrecht der Urheberrechtsinhaber und gewährt der Öffentlichkeit gleichzeitig das Recht auf Zugang zu Bildungsmaterialien sowie die Freiheit, diese Materialien zu verwenden, zu bearbeiten und zu verbreiten (UNESCO, 2019). Diese Offenheit wird durch die Verfügbarkeit von OER-Materialien über das Internet gewährleistet, wodurch eine möglichst uneingeschränkte Nutzung und Wiederverwendung ermöglicht werden soll.

Materialien, die dem OER-Standard entsprechen, sollten keine technischen oder preislichen Barrieren aufweisen, wie beispielsweise nicht offengelegter Quellcode oder Kosten in Form von Abonnements, Lizenzgebühren oder Pay-per-View-Gebühren. Darüber hinaus sollten keine rechtlichen Genehmigungsschranken in Form von Urheberrechts- oder Lizenzbeschränkungen bestehen, die den Zugang zu den Materialien einschränken. Die Nutzbarkeit von OER umfasst nicht nur den freien Zugang, sondern auch die uneingeschränkte Möglichkeit zur Wiederverwendung und die Option, die OER-Materialien nach seinen individuellen Bedürfnissen anzupassen und zu verändern. Demnach sollen OER sowohl technologisch, sozial als auch rechtlich für jeden Menschen zugänglich sein (Hylén, 2020).

1.2 Vor- und Nachteile von Open Educational Resources

OER fördern die Anpassung an unterschiedliche Lernumgebungen und kulturelle Kontexte sowie die Entwicklung von geschlechtersensiblen Materialien. Darüber hinaus berücksichtigt sie die individuellen Lernbedürfnisse der Lernenden sowie die potenziellen Anforderungen der Lehrenden (UNESCO, 2019). Für Lehrende bedeutet die Nutzung von OER einen Effizienzgewinn. Anstatt Zeit in die Erstellung von Lehrmaterialien zu investieren, können Lehrende auf bereits vorhandene OER zurückgreifen, diese anpassen oder erweitern.

Ein weiterer Vorteil von OER ergibt sich in Bezug auf die anfallenden Kosten für Lernende und Lehrende. Traditionelle Lehrbücher und Bildungsmaterialien können

erhebliche Kosten verursachen. Durch den Einsatz von OER-Material entfallen diese, da die Materialien, im Sinne des Konzeptes, frei zugänglich und kostenlos nutzbar sind.

Diese Offenheit von OER-Materialien kann zu einem Fehlen einheitlicher und klar definierter Qualität-Standards führen. Jeder Verfasser hat die Möglichkeit, eigene OER-Materialien und Inhalte unabhängig der Qualität bereitzustellen oder bestehende Materialien zu verändern. Die Anwender, die diese Materialien nutzen, sind insb. als Lernende nicht hinreichend qualifiziert diese korrekt einzuschätzen. Insbesondere im Kontext eines globalen Netzwerks von verschiedenen Bildungsressourcen können hieraus Herausforderungen und Missverständnisse entstehen. (bpd, 2017). Bis dato existieren keine einheitlichen Standards für die Qualität von OER.

Die Finanzierung von OER erfolgt derzeit vorwiegend durch staatliche Förderprogramme. Es stellt sich daher die Frage, welcher Stellenwert OER zukünftig zukommen wird, wenn diese Förderungen auslaufen und Bildungseinrichtungen gezwungen sind, die Erstellung von OER aus eigenen Mitteln zu finanzieren. Die Autoren und Ersteller müssten dann aus einer rein intrinsischen Motivation Inhalte produzieren, weiterentwickeln und diese anschließend lizenzfrei und kostenlos zugänglich machen. Dies wiederum könnte sich auch auf die Qualität auswirken.

2 Vorstellung des Projektes WiLMo

Im Rahmen des von "OERContent.nrw" geförderten Projekts "WiLMo" werden gemeinschaftlich von sechs Hochschulen einheitliche Lehr- und Lernmaterialien im für die Kernmodule der Wirtschaftsinformatik (WI) entwickelt und gemäß der OER-Definition frei zur Verfügung gestellt. Ein zentrales Ziel des Projekts besteht darin, eine hochschulübergreifende fachliche Abstimmung und Qualitätssicherung zu gewährleisten. Außerdem wird die thematische Fokussierung auf die grundlegenden Fachgebiete als entscheidender Erfolgsfaktor betrachtet, um den Lehrenden ausreichenden Freiraum für die didaktische Aufbereitung und fachliche Erweiterung zu ermöglichen. Die vollständige Bereitstellung der Inhalte auf der Plattform ORCA.nrw ist bis Ende September 2024 vorgesehen. Bis zu diesem Zeitpunkt durchlaufen die Materialien mehrere Bewertungsphasen, in denen sie überprüft, angepasst und weiterentwickelt werden. Darüber hinaus erfolgt eine umfassende Erprobung der Materialien innerhalb von Lehrveranstaltungen. Auf diese Weise werden die Materialien aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet bzw. beurteilt und eine umfassende Evaluierung wird gewährleistet.

2.1 Projektziele und Inhalte

Das übergeordnete Ziel des Projektes besteht in der Entwicklung und Erstellung von einheitlichen digitalen Lehr- und Lernmaterialien für die Kernthemen der Wirtschaftsinformatik an Hochschulen:

1. Grundlagen der Wirtschaftsinformatik
2. Informations- und Prozessmanagement
3. Entwicklung von Informationssystemen und Software Engineering
4. Grundlagen betrieblicher Anwendungssysteme
5. Auswahl und Einführung betrieblicher Anwendungssysteme
6. ERP-Systeme (Architektur, Entwicklung, Betrieb)
7. Business Intelligence und Analytics

Für jedes dieser Themengebiete werden verschiedene Lehr- und Lernmaterialien erstellt.

Alle sechs beteiligten Hochschulen haben zugestimmt, die erstellten Inhalte zukünftig in ihrer eigenen Lehre zu nutzen. Somit werden, alleine durch das Konsortium, jährlich etwa 4200 Studierende erreicht. Dies kann ein Anfang für die weitere Verbreitung und Nutzung der OER-Materialien sein.

Das Projekt WiLMo strebt die Schaffung eines offenen Zugangs zu qualitativ hochwertigen Lehrmaterialien an, die von den Nutzern an ihre individuellen Bedürfnisse angepasst werden können. Durch diese Möglichkeit eröffnen sich neue Lernmöglichkeiten, wodurch die Studierenden eigenständig ihr Wissen und ihre Fähigkeiten in der Wirtschaftsinformatik weiterentwickeln können. Diese individuelle Anpassung der Materialien ermöglicht es Lernprozesse auf persönliche Interessen und Ziele abzustimmen und somit eine zielgerichtete Kompetenzentwicklung zu erreichen.

Die nachfolgende Tabelle enthält eine Übersicht der im Projekt erstellten bzw. zu erstellenden Materialien.

Phase	OER-Material
(1) Wissensvermittlung	Kommentierte Foliensätze
	Screencasts
	Interaktive Inhalte
	Fachartikel
	Praxisbeispiele
	Beiträge von Experten
	Übungsaufgaben

(2) Wissensvertiefung	Reflexionsfragen
	Fallstudien/Use Cases
	Single Player Games
	Gruppenarbeits-Übungen
	Vorlagen für Shared Workspaces
(3) Lernstandkontrolle	Quizzes
	Prüfungsfragen
	Musterlösungen
	Duell-Quizzes
	Beispiele für benotete Übungsaufgaben
Dozentenhinweise	Hilfestellungen für Dozenten

Abb. 1: zu erstellende OER-Materialien innerhalb des Projektes WiLMO

2.2 Projektorganisation und -ablauf

Das Konsortium setzt sich aus den folgenden sechs Hochschulen zusammen:

1. FH Aachen
2. HS Bielefeld
3. FH Dortmund
4. HS Hamm-Lippstadt
5. HS Niederrhein
6. TH Köln

Im Rahmen des Projektes übernimmt jede der beteiligten Hochschulen eine repräsentative Rolle für ein spezifisches Teilgebiet (siehe Abschn. 2.1) und trägt hierfür die inhaltliche Verantwortung. Die einzelnen Teilgebiete arbeiten hochschulübergreifend zusammen. Diese thematische und personelle Aufteilung gewährleistet einen permanenten standortübergreifenden Austausch, eine interdisziplinäre Expertise und eine ganzheitliche Betrachtung der einzelnen Themengebiete.

Für die Umsetzung der Projektinhalte wurden insgesamt sieben neue wissenschaftliche Stellen geschaffen. Diese übernehmen Aufgaben innerhalb der Projektkoordination oder Projektumsetzung. Insgesamt beteiligen sich ca. 20 Professorinnen und Professoren innerhalb der Teilgebiete und Projektleitung. Zur besseren Qualitätssicherung wird das

Projekt zudem durch einen externen Beirat unterstützt. Dieser Beirat setzt sich auch Studierenden, Praxisvertretern sowie Lehrenden zusammen.

Die Konsortialführung obliegt der FH Aachen. Im Rahmen der Projektsteuerung wird besonderes Augenmerk auf eine ausgewogene Kombination aus zentraler und dezentraler Steuerung sowie einer mehrstufigen Qualitätssicherung gelegt. Diese Ansätze ermöglichen eine effektive und effiziente Umsetzung der Projektziele und gewährleisten eine hohe Qualität der erstellten OER-Materialien.

Der Projektablauf sieht folgende Vorgehensweise vor:

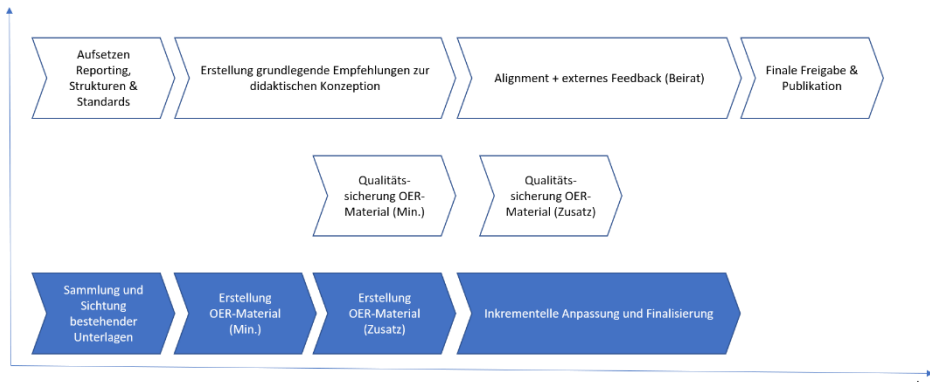


Abb. 2: Projektablauf (vereinfachte Darstellung)

2.3 Beispiele OER-Materialien im Projekt WiLMo

Wesentlicher Bestandteil der im Projekt erstellten OER-Materialien sind kommentierte Foliensätze (siehe Abb. 2). Bei der Erstellung dieser Foliensätze wird ein besonderes Augenmerk auf die Barrierefreiheit gelegt.

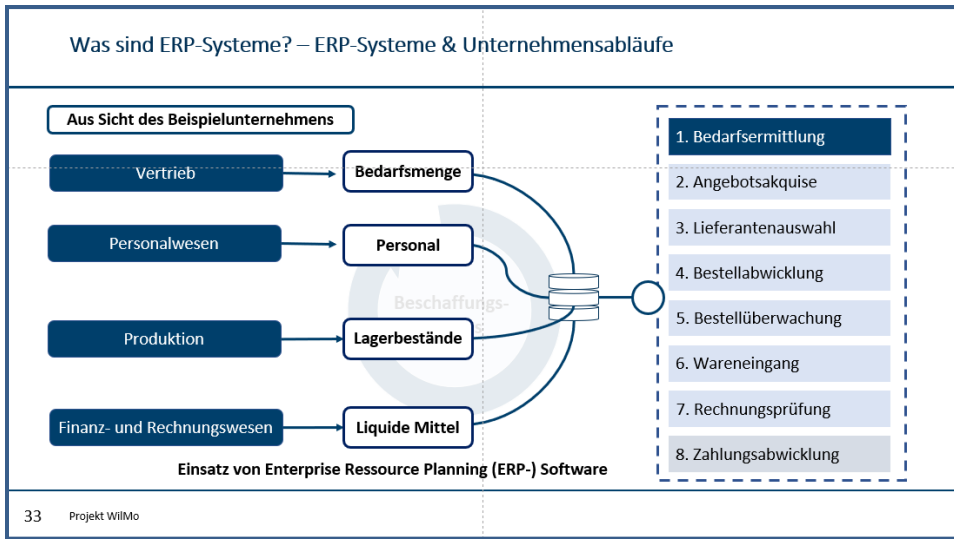


Abb. 3: Beispielhafte Darstellung einer Vorlesungsfolie (Entwicklungsstand) im Themengebiet „ERP-Systeme“

Kommentare innerhalb der Foliensätze dienen dazu, den Nutzenden weitere Erklärungen, Kontextinformationen und Anwendungshinweise bereitzustellen. Durch sollen die Benutzerfreundlichkeit und Qualität zusätzlich erhöht werden.

Als Ergänzung wird die Interaktivität der Materialien durch die Integration von h5p sichergestellt. H5p ist eine Open-Source-Software, die es ermöglicht, interaktive Inhalte wie u.a. Quizze, Übungsaufgaben oder interaktive Videos zu erstellen (siehe Abb. 3).

Ziehe die Wörter in die richtigen Felder!

Die Entwicklung und Einführung von Individual- und Standardsoftware unterscheidet sich im Vorgehen und dem Zeitbedarf. Legen Sie sich das Vorgehen für beide Varianten zurecht.

Vorgehen und Zeitbedarf bei Individualsoftware:

Vorgehen und Zeitbedarf bei Individualsoftware:

Anpassung Entwicklung/Test Anforderungsspezifikationen Anpassung

Problemerkennntnis Anforderungsspezifikationen Alternativauswahl

Problemerkennntnis

✓ Überprüfen

Abb. 4: Beispielhafte Darstellung einer h5p-Aufgabe

Durch die Implementierung digitaler Selbstlernangebote wie h5p-Aufgaben erhalten Studierende die Möglichkeit, interaktiv und eigenständig zu lernen (siehe Abb. 4). Durch das OER-Format können Aufgaben kontinuierlich hinzugefügt oder Aufgabenpools erweitert werden.

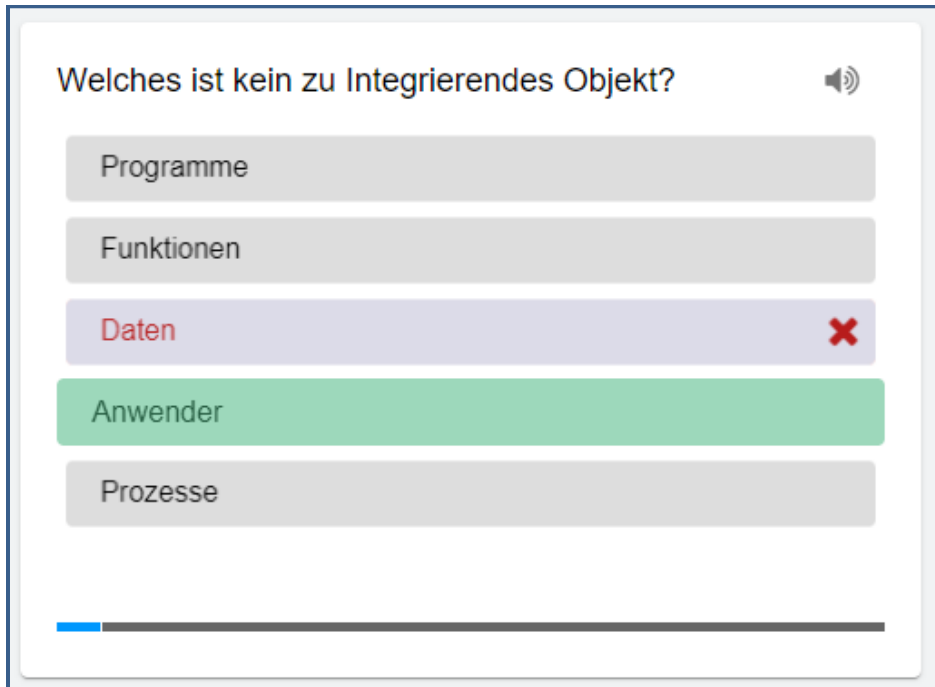


Abb. 5: Beispielhafte Darstellung einer h5p-Aufgabe (Single Choice)

Zur Umsetzung von Lernquizzes besteht eine Kooperation mit dem Projekt "Learn-Battle-App"⁴. Durch die Nutzung der Learn-Battle-App (siehe Abb. 5) erleben Studierende ein umfassendes gamifiziertes Lernerlebnis, das ihnen ermöglicht, aktuelle fachliche Inhalte auf spielerische Weise zu vertiefen. Die App bietet verschiedene Spielmechaniken, darunter das eigenständige Erstellen von Inhalten, das „Battlen“ gegen Kommilitonen und die Möglichkeit des individuellen Lernens. Zusätzlich können die Studierenden sich in einer Community austauschen und vernetzen, um ihr Wissen zu erweitern und wertvolles Peer-Feedback zu erhalten.

⁴ siehe <https://git.fh-aachen.de/koob/learnbattle-digifellow/-/blob/main/Dokumente/LearnBattle-Fellowship.pdf>

Gestaltung von Usable-Privacy-Instrumenten für öffentliche Online-Dienste

Esther Ruiz Ben¹, Margit Scholl²

Abstract: Das Projekt „Instrumente zur aktiven und sicheren Verbraucherteilhabe an Online Public Services“ (IVTOPS) analysiert die Gestaltung von geeigneten Instrumenten zur Überwindung von Akzeptanzbarrieren bezüglich Datensicherheit und -schutz bei der Nutzung von öffentlichen Online-Diensten. In diesem Beitrag zeigen wir vorläufige Usable-Privacy-Gestaltungsinstrumente, die im Rahmen des Projektes getestet werden.

Keywords: Öffentliche Online-Dienste, Datenschutz, Usable Privacy.

1 Projektziele

Die Digitalisierung von Public Services ist für Verbraucher:innen eine große Herausforderung. In einer sich immer stärker diversifizierenden Angebots- und Anbietervielfalt von digitalen öffentlichen Diensten benötigen Verbraucher:innen Orientierung, um Nutzungsentscheidungen treffen zu können. Speziell Datensicherheit und -schutz spielen dabei eine ebenso wesentliche Rolle wie Informationen und digitale Kompetenzen, die zur inklusiven Teilhabe in der Nutzung von digitalen Public Services beitragen. Instrumente zur Lösung von diesen Akzeptanzproblemen bei öffentlichen Online-Diensten wurden bisher kaum umgesetzt. Heuwing and Maletz [HM19] erklären, dass partizipative Entwicklungsmethoden in der Gestaltung von öffentlichen Online-Diensten nicht etabliert sind. Diese Autor:innen haben partizipative Ansätze für die Umsetzungsempfehlungen von öffentlichen Online-Diensten in Ländern und Kommunen verwendet. Auch der partizipative Ansatz des Design-Thinkings wird in den letzten Jahren immer mehr für die Gestaltung von öffentlichen online Diensten umgesetzt. In Hamburg wurde zum Beispiel das „Digital First Programm“³ organisiert, das Asbest-Meldungen und Anwohnerparkausweise Dienste für Bürger*innen und Unternehmen mit Design-Thinking-Methoden entwickelte. Auch in anderen Bundesländern werden Desing-Thinking-Methoden für die Digitalisierung von öffentlichen Diensten zunehmend angewandt⁴. In München wurde eine so genannte „Global Gov Jam“ bei der Stadtverwaltung in 2017 organisiert⁵. Ursprünglich wurde das Konzept

¹ TH Wildau, Wirtschaft, Informatik Recht, Technische Hochschule Wildau Hochschulring 1, 15745 Wildau, ruiz_ben@th-wildau.de

² TH Wildau, Wirtschaft, Informatik Recht, Technische Hochschule Wildau Hochschulring 1, 15745 Wildau, margit.scholl@th-wildau.de

³ https://www.bva.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Presse/Interviews/Fachmedien/vitako_verwaltung_agile_entwicklung.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (Zugriff 10.08.2022).

⁴ S. z. B. <https://muenchen.digital/blog/jung-modern-agil-design-thinking-in-der-verwaltung/> (Zugriff 10.08.2022).

⁵ <https://muenchen.digital/blog/govjam-2017-design-von-verwaltungsservices/>

des Global Gov Jam in Australien entwickelt⁶. Personen, die Interesse an der Entwicklung von öffentlichen Diensten haben, treffen sich an einem Wochenende für 48 Stunden, um gemeinsam Prototypen zu realisieren. Usable-Privacy-Aspekte werden dabei nicht genutzt. Diese könnten gemeinsam mit Bürger:innen gestaltet werden, um die Akzeptanz sowie die digitale Souveränität von Bürger:innen bei der Nutzung von E-Government Dienste wie die Nutzerkonten zu unterstützen.

Dieses laufende Projekt⁷ analysiert u. a. die Gestaltung von geeigneten Instrumenten zur Überwindung von Akzeptanzbarrieren bzw. Informations- und digitalen Kompetenzasymmetrien bezüglich Datensicherheit und -schutz bei der Nutzung von öffentlichen Online-Diensten. Vorläufige Ergebnisse unseres Projektes zeigen welche konkreten Aspekte zur Unterstützung der Gestaltung von Usable-Privacy-Instrumenten beitragen können.

2 Methodologie

Es wurden qualitative und quantitative Methoden angewandt, die sukzessiv die Entwicklung der verschiedenen Methodeninstrumente unterstützen. In der explorativen Phase wurde mit Hilfe einer Dokumentanalyse der Stand der Entwicklung und Nutzung von Nutzerkonten in Berlin und Brandenburg sowie von Messungsinstrumenten für die Akzeptanzanalyse eruiert. Basierend auf diesen Ergebnissen wurde die Akzeptanz von Nutzerkonten in der Analysephase mit qualitativen (Experteninterviews) und quantitativen (Umfrage bei Nutzer:innen von Nutzerkonten bzw. eIDAS in Berlin/Brandenburg) Methoden genau analysiert. Aus den Erkenntnissen diesen Analysen wurden Usable-Privacy-Instrumente für Nutzerkonten partizipativ (u. a. mit Design Thinking) entwickelt. Hierzu wurden auch Studierende des dualen Studiengangs „Verwaltungsinformatik Brandenburg“ der TH Wildau involviert.

3 Usable-Privacy-Instrumente

Der Usable-Privacy-Ansatz befasst sich mit der Entwicklung von IT-Produkten, bei denen die Nutzer:innen im Mittelpunkt der Konzeptualisierung von Datenschutz stehen. Der "Nutzer:innen-Begriff" im Fokus des Usable-Privacy-Ansatzes bezieht sich nicht nur auf IT-Nutzer:innen, sondern auch auf IT-Entwickler:innen. Letztere sollen auch dafür sorgen, dass die Datenschutzaspekte in verständlicher und effektiver bzw. klarer Form umgesetzt werden. Durch die stetige Digitalisierung von öffentlichen Online-Diensten wird eine entsprechende Zunahme an Sicherheits- und Datenschutzmaßnahmen erforderlich.

<https://www.davidfreudenthal.com/portfolio/govjam/> (Zugriff 10.08.2022).

⁶ <http://globaljams.org/jam/globalgovjam> (Zugriff 10.08.2022).

⁷ Das diesem Poster zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz unter dem Förderkennzeichen 28V1403A20 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autor:innen.

Diese stellen eine ständige Herausforderung für die Nutzer:innen dar, da sie mit Passwörtern und Passwortmanagement, Virenscannern, Malware, Kommunikations- und Datenverschlüsselung usw. konfrontiert werden. Und nicht alle Nutzer:innen erkennen die Wichtigkeit dieser Maßnahmen oder die Bedeutung der verschiedenen Sicherheitskonzepte in öffentlichen Online-Diensten in ihrer Vielfalt und ihren Auswirkungen. Die Nutzerzentrierung und die Erkenntnis der IT-Entwickler:innen, dass "die Nutzer nicht die Feinde sind"⁸, ist daher von zentraler Bedeutung für die Gestaltung von Usable-Privacy-Instrumente für die Nutzung von öffentlichen Online-Diensten und für die Entwicklung der Verwaltungsinformatik-Curricula an Hochschulen.

Usable-Privacy-Instrumente (Privacy Enhancing Technologies – PETs [AS17], [Be20], [SD18], [SB15]) zur Überwindung von Informations- und digitalen Kompetenzasymmetrien bei der Nutzung von öffentlichen Online-Diensten wurden in IVTOPS-Projekt aus diesem Hintergrund partizipativ gestaltet. Die entwickelten Prototypen werden derzeit weitergehend getestet. Wir gehen davon aus, dass ein partizipatives Design (Design-Thinking-Methoden) von Usable-Security-Instrumenten notwendig ist, um mögliche Intransparenzen von „Security Nudges“ zu vermeiden [Fu20].

4 Vorläufige Ergebnisse

Welche datenschutzfreundlichen Instrumente können einen besseren Zugang zu den Servicekonten sowie ein klareres Verständnis des Datenschutzes bei der Registrierung in den Nutzerkonten vermitteln?

Die nachfolgende Tabelle 1 zeigt die Merkmale der Usable-Privacy-Instrumente, die aus unseren Analyseergebnissen extrahiert wurden. Diese Merkmale (bezogen auf „Zugang“ und „Verstehen“ zu Datenschutzinformationen) dienen als Orientierung für die aktuelle Gestaltung von Mock-ups (Vorführmodelle, Prototypen) der Usable-Privacy-Instrumente für Nutzerkonten, die in einer späteren Phase des Projekts evaluiert werden sollen. Abbildung 1 zeigt ein Beispiel der Umsetzung dieser Usable-Privacy-Merkmale.

	Zugang	Verstehen
Information über Funktionalitäten	- Information auf der ersten Seite über die Funktionalität des Nutzerkontos für die Registrierung, um Zugang zu digitalen öffentlichen Diensten zu erhalten	- Verwendung einer prägnanten und klaren Sprache sowie verfügbaren Icons und Infographics (Zugang mit mouse-over)
Information über Interoperabilität	- Information auf der ersten Seite über die Interoperabilität des Nutzerkontos mit anderen Nutzerkonten für den Zugang zu digitalen öffentlichen Diensten	- Verwendung einer prägnanten und klaren Sprache sowie verfügbaren Icons und Infographics (Zugang mit mouse-over)

⁸ <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/322796.322806> (Zugang 11.03.2023).

<p>Navigation</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Platzierung des Registrierungsbutton an einem zentralen Punkt auf der ersten Seite des Nutzerkontos - Vermeidung von Redundanzen bei den Registrierungsbuttons - Befolgung der üblichen hierarchischen Anordnung im Registrierungsprozess: von links nach rechts, von oben nach unten 	<ul style="list-style-type: none"> - Einführung von Infographics über den Registrierungsprozess (Zugang mit mouse-over)
<p>Layout</p>	<p>Standard-Layout</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zugänglichkeitskriterien (wahrnehmbar, bedienbar, verständlich und robust)⁹ 	<p>Standard-Layout</p> <ul style="list-style-type: none"> - Helle, neutrale Farben für die Navigationsleiste der Registrierung verwenden¹⁰ - Halten der dominierenden Farbe im Registrierungsprozess konsistent - Verwendung von hellen Farben, um die interaktiven Teile des Registrierungsprozesses hervorzuheben. - Ausreichende Abstände zwischen den Registrierungsfunktionen
<p>Datenschutzprotokolle</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Platzierung des Zugangs zu den Datenschutzprotokollen in der Nähe der Registrierungsschaltfläche 	<ul style="list-style-type: none"> - Vermeiden Sie langen Text - Verwenden Sie eine prägnante und klare Sprache - Gliedern Sie die Informationen in Textblöcke
<p>Vertrauensstufen</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Platzierung der Informationen über die Sicherheitsstufen bei der Registrierung im Zusammenhang mit den verfügbaren digitalen öffentlichen Diensten auf der ersten Seite des Nutzerkontos 	<ul style="list-style-type: none"> - Einführung einer Infographic über die Sicherheitsstufen bei der Registrierung (Informationszugang durch Mouse-over) - Rückmeldung bei jedem Registrierungsschritt eine - Erläuterung von Fachbegriffen (z. B. Authentifizierung) (Informationszugang durch mouse-over)

⁹ <https://www.w3.org/TR/WCAG20/> (Zugang 12.03.2023).

¹⁰ Bez. der Nutzung von Farben in web design siehe: <https://www.nngroup.com/articles/color-enhance-design/> (Zugang 12.03.2023).

<p>Datenübermittlung</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Informationen über die Notwendigkeit von Daten für jede Vertrauensstufe bereitstellen - Information darüber, wie die Daten erhoben werden, und wie sie verwendet und gespeichert werden - Informationen über die Verantwortlichkeiten für den Datenschutz in jeder Phase der Datenübermittlung 	<ul style="list-style-type: none"> - Einführung einer Infographic über die Datenverarbeitung - Bereitstellung von Feedback-Informationen über die übertragenen Daten - Einführung einer Infographic über die Verantwortlichkeiten für die Datenverarbeitung und den Datenschutz (wer ist wer in jeder Phase des Datentransfers)
---------------------------------	--	--

Tabelle 1. Zusammenfassung der Gestaltungsaspekte von Usable-Privacy-Instrumenten für den öffentlichen Online-Dienst „Nutzerkonten/Servicekonten)

Die nachfolgende Abbildung 1 zeigt ein Beispiel der Umsetzung der Gestaltungsaspekte entsprechend den Ergebnissen aus Tabelle 1 (Nutzung von Datenschutz-Icons mit Verlinkung auf Information über Datenübermittlung) in einem Nutzerkonto-Prototyp, den wir derzeit mit dem Tool „Figma“ entwickeln.

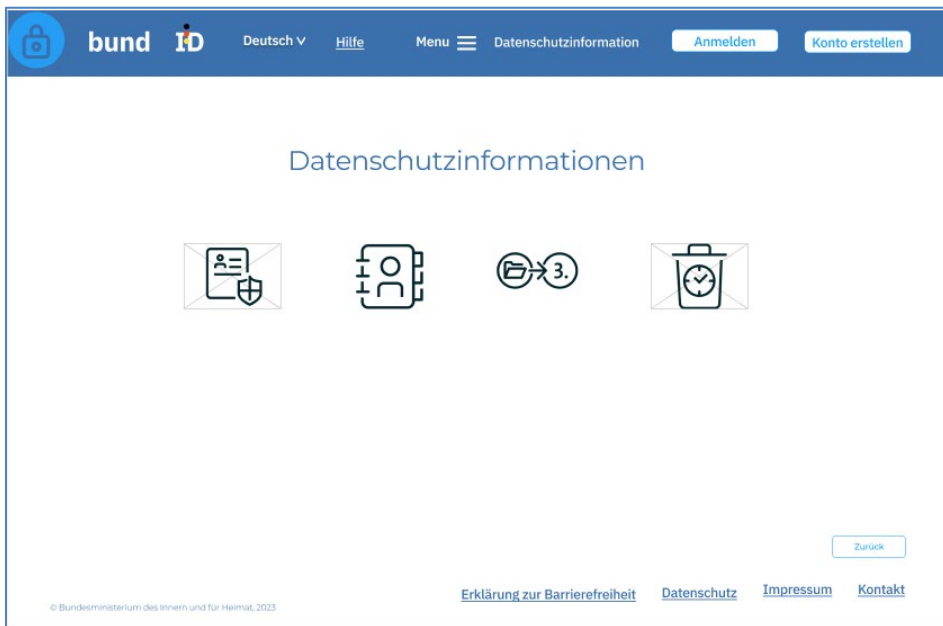


Abb. 1. Beispiel von Usable-Privacy-Instrumenten für den öffentlichen Online-Dienst „Nutzerkonten/Servicekonten“ (Prototyp-Eigenentwicklung)

Kontoerstellung Online Ausweis

bund ID Deutsch ▼ Hilfe Menü ☰ Datenschutzinformation Anmelden Konto erstellen

Wie erstelle ich ein bund ID-Konto mit Online Ausweis?

1: IDENTIFIZIERUNG:
Nutzen Sie die Online-Ausweis-App und klicken Sie auf Konto erstellen. Wählen Sie den Ausweis, den Sie führen. Wir führen hier mit dem Elektronischen Ausweisdruck für Identifizierung zu den Schritten für „Ausweis-Druck“ oder für „Ausweis-Druck“, wenn Sie Ihre anstehenden für Identifizierung oder die Identifizierungskarte. Überprüfen Sie, ob Sie alle Voraussetzungen für eine Identifizierung haben, wenn Sie alle Kriterien für eine Identifizierung haben, klicken Sie auf Weiter mit Ausweisdruck. Danach Sie die Schritte für diese Kriterien der Identifizierung und klicken Sie „Weiter“.

2: AUSWEISEN:
Bitte wählen Sie den Anbieter (Diensteanbieter) für den Prozess und für Identifizierung und klicken Sie auf Weiter zur PIN-Eingabe. Klicken Sie den Ausweis an die Webcam Ihres Netzes. Sehen Sie Ihren PIN ein.

3: DATENERGÄNZUNG:
E-MAIL-ADRESSE Sie werden aufgefordert, die vollständige, die persönliche Daten werden angegeben. Ergänzen Sie fehlende Daten und klicken Sie auf Weiter. Ergänzen Sie weitere persönliche Daten und bestätigen Sie mit Weiter. Geben Sie Ihre E-Mail-Adresse ein und bestätigen Sie diese, indem Sie auf Weiter klicken.

4: E-MAIL-ADRESSE VERIFIZIEREN:
Klicken Sie auf 3402 Code erhalten. Dieser wird als Verifizierungscode auf die angegebene E-Mail zugesendet. Überprüfen Sie die E-Mail-Nachricht, indem Sie den 4-stelligen Verifizierungscode eingeben und klicken Sie auf Weiter.

5: KONTODATEN VERGEBEN:
Erstellen Sie einen Benutzernamen und vergeben ein Kennwort. Geben Sie ein Passwort und bestätigen Sie dieses. Klicken Sie auf Konto erstellen, um fertig zu sein.

6: BESTÄTIGUNG:

© Bund ID/Postbank/Postnet/PostNL/PostFinance/PostNL

[Erklärung zur Barrierefreiheit](#) [Datenschutz](#) [Impressum](#) [Kontakt](#)

Abb. 2a. Beispiel von Usable-Privacy-Instrumenten für den öffentlichen Online-Dienst „Nutzerkonten/Servicekonten“ (Prototyp-Eigenentwicklung)

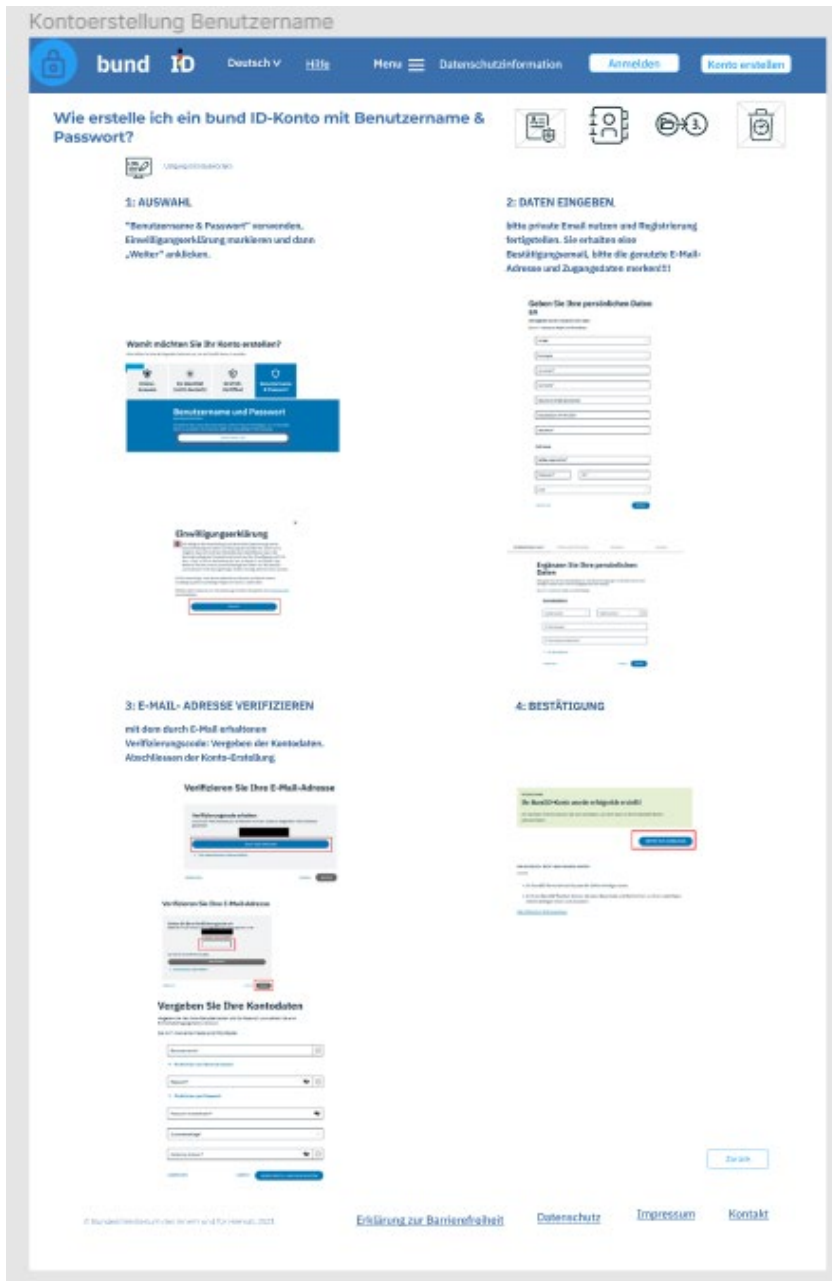


Abb. 2b. Beispiel von Usable-Privacy-Instrumenten für den öffentlichen Online-Dienst „Nutzerkonten/Servicekonten“ (Prototyp-Eigenentwicklung)

Die Icons (von links nach rechts in Abb. 1) sind mit gezielten Informationen über die Bedeutung von persönlichen Daten, Datenspeicherung, Weitergabe von Daten an Dritten und Löschung der privaten Daten verlinkt. Die Bürger:innen können damit über die Datenschutzinformationen aufmerksam gemacht werden.

Die Gestaltungsaspekte, die in der Tabelle 1 zusammengefasst werden, sind mit diesen Instrumenten gedeckt: Interoperabilitätsinformationen wurden in einer Seite beschrieben, wo die Bürger:innen auch die Unterschiede zwischen den Vertrauensniveaus überblicken können und die Begriffe-Bedeutungen mit einer Mouse-over Funktion ansehen können. Information über Datenübermittlung wird durch ein Icon verlinkt, eine Infographik mit den genauen Schritten der Registrierung (jeweils mit Benutzername und Passwort und mit elektronischem Identifikationsausweis, siehe Abb. 2 a und b unten) wurde integriert. Auch in diesen Infographiken sind die Usable-Privacy-Icons präsent und verlinkt.

Die Vorteile des bundID wurden auf der ersten Seite präsentiert (siehe Abb. 3 unten). Damit verlinkt sind weitere Informationen über Interoperabilität, Postfach, Datenschutz.

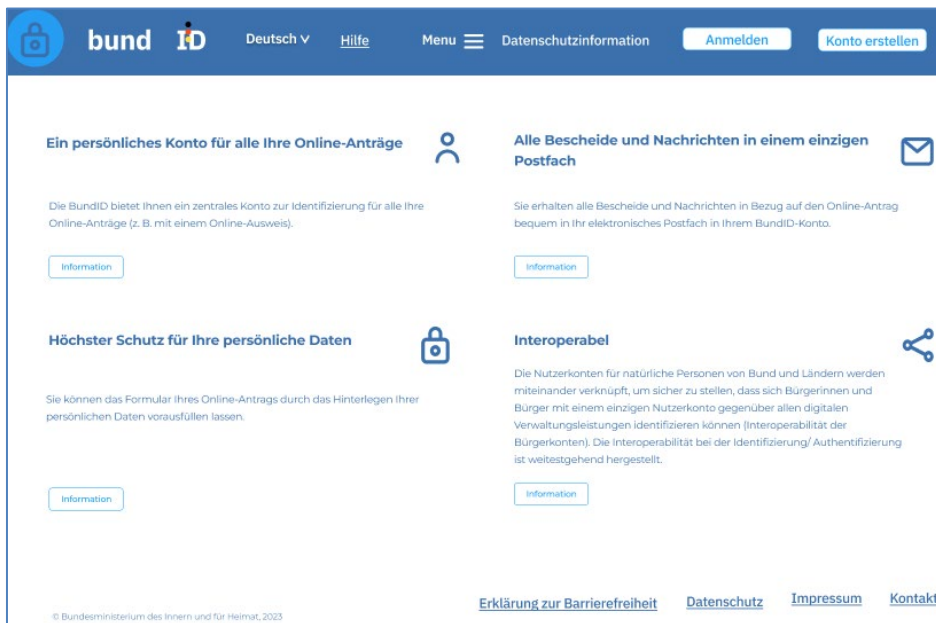


Abb. 3. Beispiel von Usable-Privacy-Instrumenten für den öffentlichen Online-Dienst „Nutzerkonten/Servicekonten“ (Prototyp-Eigenentwicklung)

Bis Ende der Projektlaufzeit (Juli 2023) werden die Usable-Privacy-Instrumente fertig erstellt und evaluiert.

5 Ausblick

In unseren Projekt-Veröffentlichungen¹¹ haben wir auf die Notwendigkeit der Berücksichtigung von Usable Privacy bei der Gestaltung von öffentlichen Online-Diensten bzw. bei der Umsetzung des OZG hingewiesen. Wie unsere Projektergebnisse zeigen, sind die öffentlichen Online-Dienste bei Verbraucher:innen/Nutzer:innen weitgehend unbekannt oder sie werden ignoriert oder es wird ihnen gar misstraut. Unsere Usable-Privacy-Instrumente als Projektergebnisse werden zur partizipativen Gestaltung und Umsetzung von öffentlichen Online-Diensten und zur Verbesserung der derzeitigen Situation beitragen. Sie können Entwickler:innen inspirieren, sich stärker in die Perspektive der Nutzer:innen zu versetzen, und sie geben der öffentlichen Verwaltung konkrete Hinweise, bei Ausschreibungen auf eine partizipatorische Gestaltung der eigenen Online-Dienste mehr Wert zu legen.

6 Literaturverzeichnisses

- [AS17] Acquisti, M.; Sleeper, Y.; Wang, S.; Wilson, I.; Adjerid, R.; Balebako, L.; Brandimarte, L. F.; Cranor, S.; Komanduri, P. G.; Leon, N. Sadeh; Schaub, F.: Nudges for privacy and security. In: ACM Computer Surv.: 50: 3: 1–41, 2017
- [Be20] Bertino, E.: Privacy enhancing techniques for security. In (S. E. Woo, L. Tay, & R. W. Proctor Hrsg.): Big data in psychological research (411–424). American Psychological Association, 2020
- [Fu20] Fuhrberg, R.: Verhaltensökonomie in der Verwaltungskommunikation – Der Staat als Entscheidungsarchitekt. In: K. Kocks et al. Öffentliche Verwaltung – Verwaltung in der Öffentlichkeit. Berlin: Springer, 2020
- [HM19] Heuwing, B.; Maletz, C.: Bürger-Services nutzerzentriert gestalten. Mit Digitalisierungslaboren Verwaltung und Bürger zusammenbringen. In: S. Hess; H. Fischer (Hrsg.): Mensch und Computer 2019 – Usability Professionals, 08.-11. September 2019, Hamburg.
- [SD18] Sunyaev, A.; Dehling, T.; Schmidt-Kraepelin, M.: Verbraucherorientierter Datenschutz: Identifizierung von Verbraucherarchetypen zur effektiven Kommunikation von Datenschutzpraktiken. In (Bala, C.; Schuldzinski, W. Hrsg.), Jenseits des Otto Normalverbrauchers: Verbraucherpolitik in Zeiten des "unmanageable consumer" (S. 163-179). Düsseldorf: Kompetenzzentrum Verbraucherforschung NRW. https://doi.org/10.15501/978-3-86336-920-0_8 (Zugriff: 20.06.2020), 2018
- [SB15] Schaub, F.; Balebako, R.; Durity, A. L.; Cranor, L. F.: A design space for effective privacy notices. In: Eleventh symposium on usable privacy and security (SOUPS 2015), 1–17. Ottawa: USENIX Association. <https://www.usenix.org/conference/soups2015/proceedings/presentation/schaub> (Zugriff: 20.04.2022), 2015

¹¹ Z. B. Ruiz Ben, E.; Scholl, M. Challenges Posed by the Digital Transformation Paths of the Online Access Act in Germany: Implementation situation and the need to raise awareness. In: J. Liebowitz (Hg.) (in Erscheinung) Pivoting Government Through Digital Transformation. London: Taylor & Francis.

Userorientierter Prototyp zur ERP-Reifegradermittlung

Prototyp zur Erhebung des ERP-Reifegrads unter Verwendung eines User Experience Design-Prozessmodells

Sandy Eggert¹, Mona Heise²

Abstract: Der Beitrag zeigt die prototypische Umsetzung einer Reifegraderhebung. Ziel ist es, eine nutzerfreundliche Webanwendung für die Ermittlung der ERP-Reife eines Unternehmens aus dem Bereich KMU zu realisieren. Unter Verwendung eines User-Experience-Design-Prozesses wurde ein Konzept erarbeitet, auf deren Grundlage anschließend die prototypische Umsetzung erfolgte. Diese erlaubt es, die ERP-Reife eines Unternehmens mithilfe eines hinterlegten Fragenkatalogs zu ermitteln. Auf Basis der Eingaben können der Reifegrad automatisiert erhoben und passende Handlungsempfehlungen vorgeschlagen werden.

Keywords: ERP-Reife, Reifegradansatz, User Experience Design, Prototyp, Webanwendung

1 Einleitung

In der Wirtschaft nehmen kleine und mittlere Unternehmen (KMU) eine zunehmend zentrale Rolle ein [KR19]. Innerhalb der Europäischen Union, wie auch in Deutschland stellen sie die überwiegende Unternehmensgröße dar. Im Jahr 2020 stammten bspw. in Deutschland 99,3% aller Unternehmen aus dem Bereich KMU, welche 33,7% des gesamten Umsatzes in Deutschland erwirtschafteten [Vo23]. In KMU ist der Einsatz von Standardsoftware weit verbreitet [St21] und vor allem Enterprise Resource Planning (ERP) -Systeme bieten diesen Unternehmen zahlreiche Vorteile in Bezug auf eine transparente Unternehmenssteuerung [Po98]. ERP-Systeme ermöglichen als unternehmensweite Anwendungen die Automatisierung und Integration der Geschäftsprozesse des Unternehmens [SSW03]. Die Implementierung eines solchen Systems ist dabei äußerst komplex und geht mit hohen Risiken einher [ADM07], [SAM22]. Zudem zeichnen sich diese Projekte durch einen hohen Zeitfaktor aus [Le15] und stellen Unternehmen auch in der Betriebsphase vor großen Herausforderungen, bspw. durch die Umsetzung neuer Anforderungen oder Systemupdates bei Individualanpassungen. Zur Identifikation von Schwachstellen vor der Implementierung und auch während der Betriebsphase können Reifegradmodelle eingesetzt werden. Neben einer Einordnung in Reifegrade, können vorgeschlagene Handlungsempfehlungen zur Erreichung einer höheren Reifegradstufe den ERP-Einsatz verbessern.

¹ HWR Berlin, Badensche Str. 52, 10825 Berlin, sandy.eggert@hwr-berlin.de

² HWR Berlin, Badensche Str. 52, 10825 Berlin, mona.orschmann@googlemail.com

2 Vorarbeit

Im Allgemeinen befassen sich Reifegradmodelle mit den typischen Entwicklungsstufen in einer zuvor definierten Domäne [He14]. Die Ergebnisse zeigen die Einordnung in Reifegrade sowie Handlungsempfehlungen zur Erreichung einer höheren Reifegradstufe auf.

Im Rahmen der Vorarbeiten wurde ein Ansatz zur Erhebung der ERP-Reife von kleinen und mittleren Unternehmen entwickelt [Eg19]. Die ERP-Reife stellt dabei den Grad an Erfahrungen mit dem Einsatz unternehmensweiter betrieblicher Anwendungen dar, welche sich vorrangig auf Dauer und Umfang der Nutzung fokussieren. Die Entwicklung des Ansatzes erfolgte entlang der Modellentwicklung nach Becker u.a. [BKP09].

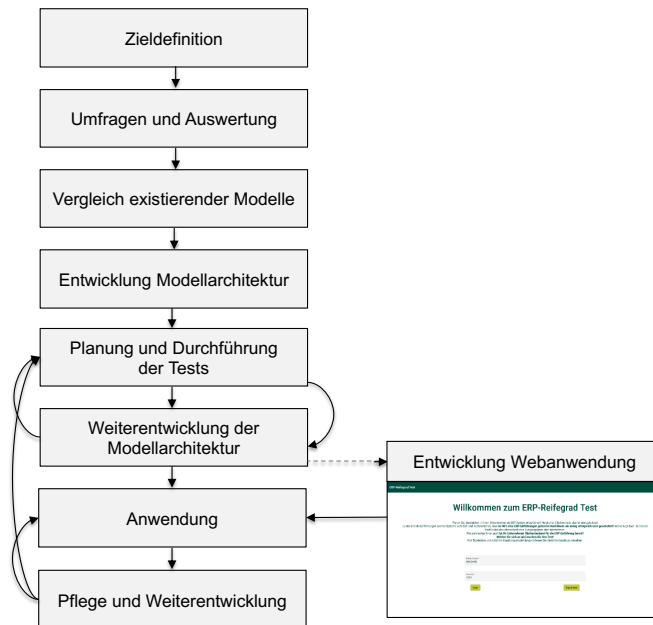


Abb. 1: Vorgehen zur Modellentwicklung (in Anlehnung an [BKP09])

Nach erfolgter zweistufige Testphase mit insgesamt drei KMU unterschiedlicher Branchen und Mitarbeiteranzahl (Verlagswesen: 4 MA, Landwirtschaft: 60 MA, Softwarehersteller: 140 MA) sowie Überarbeitung und Weiterentwicklung des Modells [Eg20], folgte die prototypische Umsetzung, mit dem Ziel der Erstellung einer nutzerfreundlichen Webanwendung.

2.1 Modellarchitektur

Das Reifegradmodell gliedert sich in die Phasen: Datenerhebung und Reporting. Die Datenerhebung erfolgt entlang definierter Dimensionen (System, Dokumentation, Mitarbeiter, Prozesse, Strategie), welche die Betrachtungsbereiche des ERP-Einsatzes widerspiegeln. Die Differenzierung in Unterdimensionen je Dimension, erlaubt im Rahmen der Erhebung eine Spezifizierung, welche insgesamt mit mehr als 100 Abfragen verbunden ist.

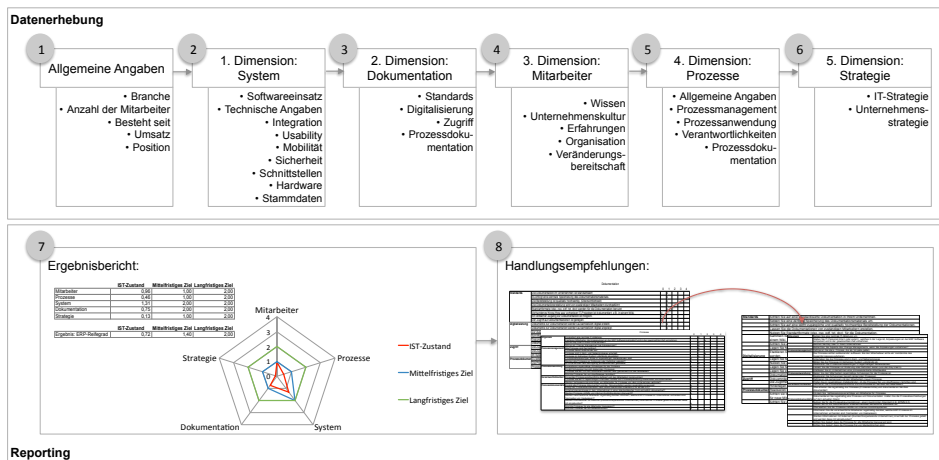


Abb. 2: Vorgehen zur Erhebung der ERP-Reife [Eg20]

Das anschließende Reporting, welches die Einordnung der Ergebnisse in fünf Reifegradstufen (Stufe 0 - Chaotisch, Stufe 1 - Ansatzweise, Stufe 2 - Fortgeschrittener ERP-Einsatz, Stufe 3 - Durchgängig gesteuert, Stufe 4 - Optimierend) darstellt und passende Handlungsempfehlungen ausgibt, erfolgte mit Hilfe einer Excel-basierten Anwendung. Dabei wird die ERP-Reifegradstufe zunächst je Dimension ermittelt. Der Reifegrad für das gesamte Unternehmen entspricht dann der geringsten Stufe.

Um die Nutzerfreundlichkeit dieser Anwendung zu steigern, wird eine Webanwendung angestrebt, welche neben einer Reportingfunktionalität auch die zuvor notwendige Datenerhebung einschließt.

3 Prototypische Entwicklung

Auf Basis der zuvor beschriebenen Modellarchitektur wurde mithilfe eines User-Experience-Design-Prozesses ein Konzept sowie die prototypische Umsetzung in Form einer Webanwendung erarbeitet, die die ERP-Reife eines Unternehmens auf Basis von Abfragen automatisiert ermitteln und auswerten soll.

3.1 User Experience Design-Prozess

Produkte müssen, um wettbewerbsfähig zu bleiben, immer stärker auf die Bedürfnisse und Wünsche von Kundinnen und Kunden ausgerichtet sein, somit ist der traditionelle Weg einer Produktentwicklung ohne Marktfeedback nicht mehr praxistauglich [GS21]. Daher stehen statt des Produktes nun die Nutzerinnen und Nutzer während der Entwicklung im Fokus. In den letzten Jahrzehnten haben sich verschiedene Disziplinen entwickelt, die einen nutzerzentrierten Ansatz bei der Erstellung neuer Technologien und Produkte verfolgen [RF16]. Eine davon ist die User Experience (UX), welche als Gesamtheit der Wirkungen, die Nutzerinnen und Nutzer vor, während und nach der Interaktion mit einem Produkt empfinden, definiert werden kann [HP19]. Komplexe User Experience Design (UXD) -Projekte lassen sich mithilfe eines UXD-Prozesses durchführen. Dieser hilft das Vorgehen zu strukturieren und das Wissen, das im Rahmen des Projektes über das Design und die Nutzerinnen und Nutzer angeeignet wurde, zu organisieren und auf diesem aufzubauen [HP19]. Die Entwicklung des Prototyps erfolgte entlang eines UXD-Prozessmodells. Die Auswahl des Modells basierte dabei auf den folgenden Kriterien:

- Wissenschaftlichkeit
- Eindeutigkeit
- Durchführbarkeit
- Kompatibilität

Auf Grundlage dieser Kriterien wurde das UXD-Prozessmodell nach Hartson und Pyla ausgewählt. Dieses Modell überzeugte vor allem mit seiner flexiblen Gestaltbarkeit, wodurch ergänzend Techniken aus weiterer Literatur in den Prozess eingebracht werden können. Das Modell besteht aus vier Phasen: *Understand Needs*, *Design Solutions*, *Prototype Candidates* und *Evaluate UX*, welche iterativ wiederholt werden [HP19].

Ziel der Phase *Understand Needs* ist es, die Nutzerinnen und Nutzer sowie deren Arbeit und/oder Fachgebiete kennenzulernen, ihre Bedürfnisse, Wünsche und Arbeitsweisen zu erkennen, zu verstehen, was ihnen Spaß macht oder auch schwerfällt, um dies in die Umsetzung einfließen zu lassen. Während der Phase *Design Solutions* wird mit den Erkenntnissen der vorherigen Phase das Produkt oder verschiedene Aspekte des Produktes konzipiert, designt und skizziert [HP19]. In der Phase *Prototype Candidates* werden vielversprechende Designs aus der Phase *Design Solutions* in einen oder mehrere Prototypen umgewandelt [HP19]. Oft läuft diese Phase bereits parallel zu der vorherigen ab und der Prototyp wird in diesem Fall anschließend erweitert und verfeinert [HP19]. Abschließend wird in der Phase *Evaluate UX* das UX-Design verifiziert und es werden Verbesserungsvorschläge gesammelt [HP19]. Hierfür gibt es zahlreiche Methoden und Techniken, die sich in Tiefe und Aufwand stark unterscheiden, von Quick-and-Dirty Abnahmen bis hin zu empirischen Studien [HP19].

3.2 Vorstellung Prototyp

Es wurden insgesamt drei Iterationen des UXD-Prozesses nach Hartson und Pyla durchgeführt, mit jeweils einem evaluierten Prototyp als Ergebnis. Das Konzept wurde innerhalb der ersten Iteration erarbeitet und in den darauffolgenden Iterationen überarbeitet und verfeinert. Die Prototypen wurden als Teil der Iteration mithilfe von fünf Testnutzerinnen und -nutzern evaluiert und die Ergebnisse als Ausgangslage in die nächste Iteration mitgenommen.

Iteration 1: Low-Fidelity-Prototyp In der ersten Iteration lag der Fokus auf der ersten Phase *Understand Needs*. Das Produkt ist zur Nutzung in KMU gedacht, die ein ERP-System einführen wollen oder es bereits im Einsatz haben. In diesem Kontext wurden zwei Nutzergruppen identifiziert und Personas für diese erstellt: Anna Abteilungsleiterin und Peter Projektleiter.

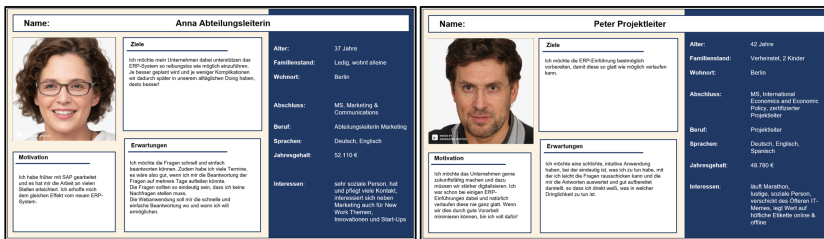


Abb. 3: Iteration 1 – Persona 1 und 2

Um den Prototypen an die Bedürfnisse der Personas anzupassen, wurden fünf Testpersonen eingesetzt. Eine Studie der Nielsen Norman Group hat ergeben, dass bereits fünf Testpersonen ca. 80 Prozent der Probleme aufdecken können [Ni00]. Im Rahmen der *Design Solutions*-Phase wurde dann mithilfe einer Card Sorting-Technik eine Informationsarchitektur entwickelt und in der *Prototype Candidates*-Phase ein erster Low-Fidelity-Prototyp erstellt, um zunächst das Gesamtkonzept zu testen. Hierfür wurden Ideen als Skizzen gesammelt. Diese wurden anschließend in der Evaluate UX-Phase mithilfe von Design Walk-Throughs evaluiert.

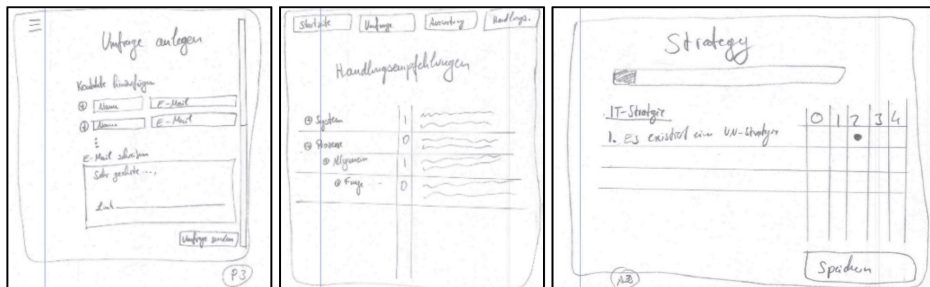


Abb. 4: Iteration 1 – Auszüge aus Skizzen des Low-Fidelity-Prototypen

Die Design Walk-Throughs fanden in Einzelgesprächen statt. Dabei wurden den Testpersonen die Skizzen vorgelegt und erklärt. Die Testpersonen konnten Fragen stellen sowie Kommentare abgeben. Anschließend wurden die Ergebnisse zusammengetragen, ausgewertet und in die nächste Iteration aufgenommen.

Iteration 2: Medium-Fidelity-Prototyp In der zweiten Iteration wurde das Design fokussiert. Aufbauend auf den Ergebnissen der ersten Iteration wurden Informationsdesign, Interaktionsdesign sowie das visuelle Design erstellt. Zudem wurde der Navigationsplan angepasst. Der definierte Ablauf der Persona sieht vor, dass nach einer Registrierung auf der Startseite eine Übersichtsseite mit den Dimensionen folgt. Mit der Auswahl der Dimensionen, erscheint die Abfrageseite der ausgewählten Dimension. Die Abfrage kann jederzeit gespeichert und zu einem anderen Zeitpunkt fortgeführt werden.

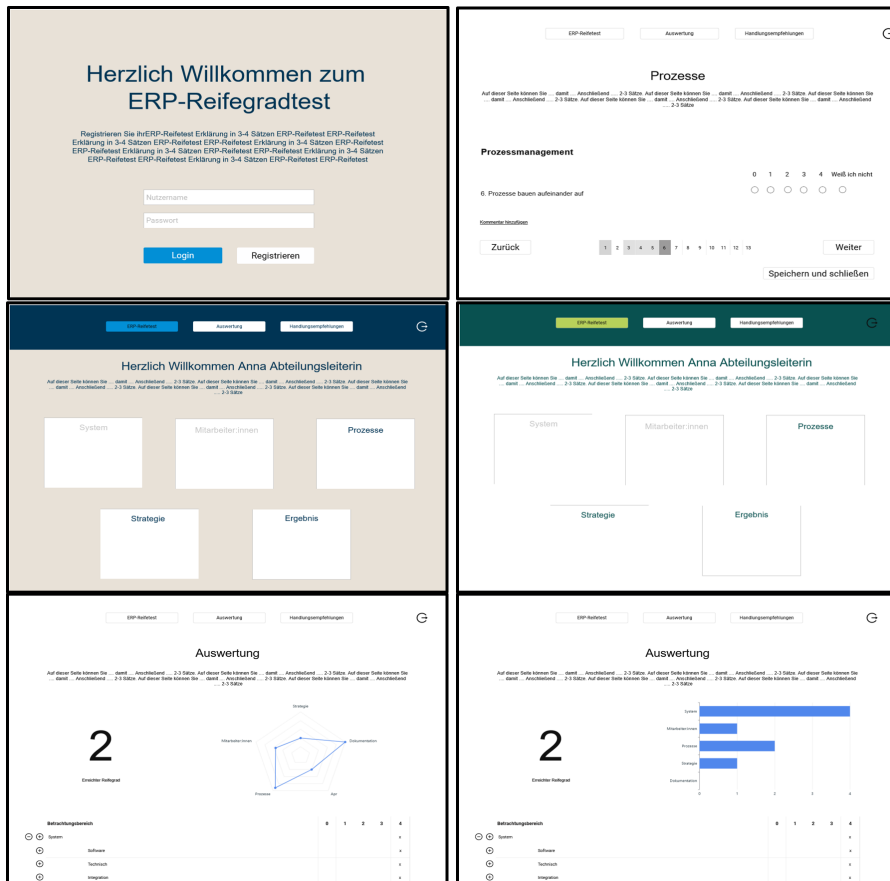


Abb. 5: Iteration 2 - Auszüge aus dem Click-Through Medium-Fidelity-Prototypen

Nach der Bearbeitung aller Dimensionen, kann auf der Übersichtsseite der Button „ERP-Reifetest beenden und auswerten“ angeklickt werden. Anschließend können auf den Seiten „Auswertung und Handlungsempfehlungen“ die Ergebnisse der Antworten angesehen werden. Das erarbeitete Design wurde mithilfe der Webanwendung Wondershare Mockitt in einen Click-Through Medium-Fidelity-Prototypen überführt und mithilfe der Testpersonen evaluiert.

Iteration 3: High-Fidelity-Prototyp Der Fokus dieser Iteration lag auf der Umsetzung des High-Fidelity-Prototyps. Für das Backend wurden das Java-Framework Spring, für das Frontend das TypeScript-Framework Angular und als Datenbank eine PostgreSQL-Datenbank genutzt.

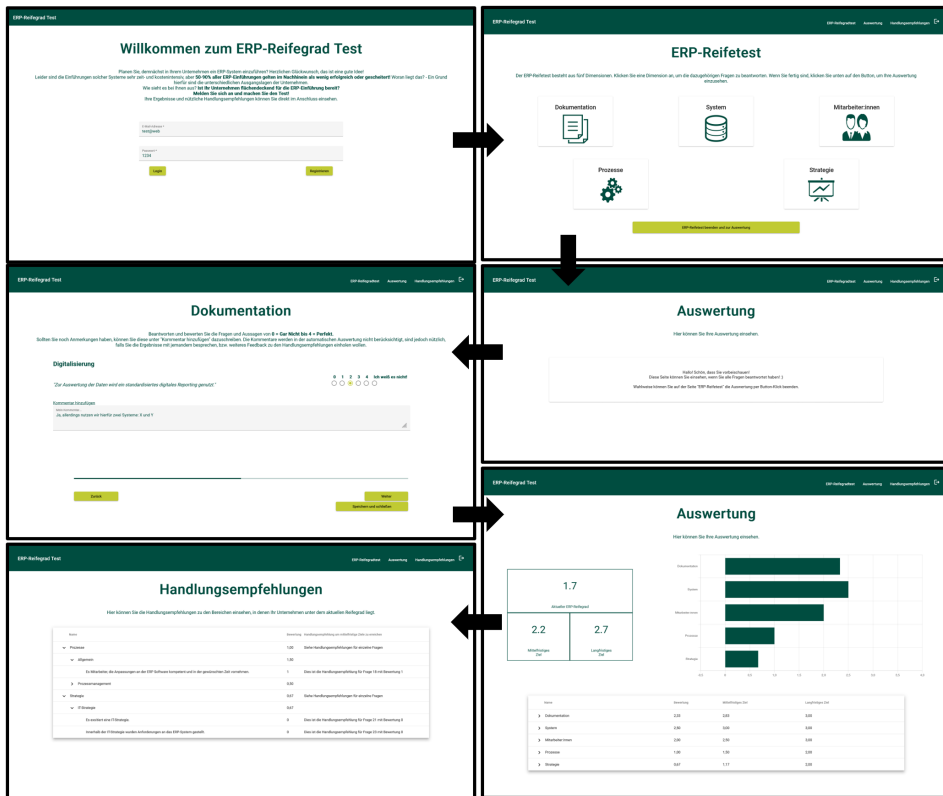


Abb. 6: Iteration 3 – Auszüge aus dem programmierten High-Fidelity-Prototypen

Mithilfe von Design Reviews wurde der High-Fidelity-Prototyp evaluiert. Obwohl Design Reviews in der Literatur zur Evaluation für Low- und Medium-Fidelity-Prototypen empfohlen werden, haben sie sich im Laufe des Prozesses als hilfreiche Technik erwiesen,

um schnell und sicher die größten Design-Probleme aufzudecken. Die zusammengetragenen UX-Kritiken aus den Design Reviews wurden analog zu den vorherigen Iterationen zusammengetragen und für weiterführende Projekte dokumentiert.

4 Ausblick

Im Ergebnis ist neben dem Konzept für eine Webanwendung zur ERP-Reifegraderhebung ein High-Fidelity-Prototyp entstanden. Auf Basis weiterer Iterationen mit anschließender Evaluierung kann eine Weiterentwicklung des Prototyps stattfinden. Wichtigster Aspekt der Nutzerinnen und Nutzer war übereinstimmend eine einfache und übersichtliche Anwendung mit den notwendigsten Funktionen, die möglichst selbsterklärend ist und viele Hilfestellungen, wie gut formulierte Infotexte und Warnfelder beinhaltet. Daher sollte ein weiterer Usabilitytest mit einem größeren Nutzerkreis zusätzlich berücksichtigt werden.

Literaturverzeichnis

- [ADM07] Aloini, D.; Dulmin, R.; Mininno, V.: Risk management in ERP project introduction: Review of the literature. *Information & Management*, 44(6), 547-567, 2007.
- [BKP09] Becker, J., Knackstedt, R., Pöppelbuß, J.: Entwicklung von Reifegradmodellen für das IT-Management, in: *Wirtschaftsinformatik*, 249–260, 2009.
- [Eg19] Eggert, S.: Ansatz zur Bestimmung der ERP-Reife mittelständischer Unternehmen, In: Wolf, M. R.; Barton, T.; Hermann, F.; Mester, V. G.; Müller, C.; Seel, C. (Hrsg.): *Angewandte Forschung in der Wirtschaftsinformatik 2019*, 107-118, 2019.
- [Eg20] Eggert, S.: ERP-Reifegradansatz im Praxistest, In: Nees, F.; Stengel, I.; Meister, V. G.; Barton, T.; Herrmann F.; Müller, C.; Wolf, M. R. (Hrsg.): *Angewandte Forschung in der Wirtschaftsinformatik 2020*, S. 72 – 81, 2020.
- [GS21] Gothelf, J.; Seiden, J.: *Lean UX. Unter Mitarbeit von Joshua Seiden*. 3rd ed. Sebastopol: O'Reilly Media Incorporated, 2021.
- [He14] Hecht, S.: *Ein Reifegradmodell für die Bewertung und Verbesserung von Fähigkeiten im ERP-Anwendungsmanagement*, Wiesbaden, 2014.
- [HP19] Hartson, H. Rex; Pyla, Pardha S.: *The UX book. Agile UX design for a quality user experience*. 2. Auflage. Cambridge, MA: Morgan Kaufmann an imprint of Elsevier, 2019.
- [KR19] Kiran, T.; Reddy, A.: Critical success factors of ERP implementation in SMEs. *Journal of Project Management*, 4, 267-280, 2019.
- [Le15] Ley, C.: Implementierung von ERP-Systemen in KMU – Ein Vorgehensmodell auf Basis von kritischen Erfolgsfaktoren. *HMD* 52, S. S. 418–432, Springer, Wiesbaden, 2015.

- [Ni00] Nielsen, Jakob: Why You Only Need to Test with 5 Users. Nielsen Norman Group, <https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>, Stand 18.04.2022.
- [Po98] Potthoff, I.: Kosten und Nutzen der Informationsverarbeitung. Wiesbaden, 1998
- [RF16] Richter, Michael; Flückiger, Markus D.: Usability und UX kompakt. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2016.
- [SAM22] Shibly, H. R., Abdullah, A.; Murad, M. W.: ERP Adoption in Organizations, The Factors in Technology Acceptance Among Employees; Palgrave Macmillan, 2022.
- [SSW03] Seddon, P. B., Shanks, G., & Willcocks, L. (Eds.), "Second-wave enterprise resource planning systems", New York: Cambridge University, 2003.
- [St21] Statista Research Department, Anteil der Unternehmen in Deutschland mit Nutzung einer ERP-Software, nach Unternehmensgröße im Jahr 2021, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/795254/umfrage/einsatz-von-erp-software-in-unternehmen-nach-unternehmensgroesse/>, Stand 24.03.2023
- [Vo23] Institut für Mittelstandsforschung Bonn, Mittelstand im Überblick: Volkswirtschaftliche Bedeutung der KMU. Institut für Mittelstandsforschung Bonn (ifm Bonn). <https://www.ifm-bonn.org/statistiken/mittelstand-im-ueberblick/volkswirtschaftliche-bedeutung-der-kmu/deutschland>, Stand 03.03.2023
- [Wo22] Wondershare Technology Group Co., Ltd (Hg.): A Free Online Design and Prototyping Tool - Wondershare Mockitt. <https://mockitt.wondershare.com/>, Stand 07.08.2022

Vom Faxgerät zu digitalen Services: Verwaltungsdigitalisierung und Nutzendenzufriedenheit

Marianna Rovner¹, Stefan Handke²

Abstract: Bei der staatlichen Steuerung der Digitalisierung spielt die öffentliche Verwaltung als zentrale Implementationsinstanz eine wichtige Rolle. Aus Binnensicht der kommunalen Verwaltung fokussiert dieser Beitrag die Frage nach Zufriedenheit und Akzeptanz von Verwaltungspersonal in Bezug auf Grad und Ausprägung der Verwaltungsdigitalisierung. Als empirisch interdisziplinärer Forschungsfall dient das BMWK-geförderte Forschungsprojekt „ID-Ideal“: Hier wird die Projektfacette zur anwendungsorientierten Erforschung der Nutzendenzufriedenheit mit digitalem Verwaltungshandeln und SSI-basierten kommunalen Verwaltungsleistungen (Use-Cases) betrachtet. Das Forschungsdesign sowie erste Ergebnisse der Befragung in der Stadtverwaltung Leipzig werden im Beitrag vorgestellt. Eine These ist, dass der (bislang schwerfällige) Prozess der digitalen Verwaltungsmodernisierung nur mithilfe eines besseren Verständnisses der bürokratischen Strukturen der Verwaltungsinstitution nachhaltig gestaltet werden kann. Eigenschaften und Einstellungen der Verwaltungsakteure als Nutzende werden dabei berücksichtigt. Die Projektergebnisse sollen an öffentliche Verwaltungen herangetragen werden, um die wissenschaftlich erhobenen Daten in den praktischen Kontext des kommunalen Verwaltungshandelns einzubringen.

Keywords: Digitalisierung; Kommunale Verwaltung; Nutzendenzufriedenheit; Akzeptanz

1 Einleitung

Die Digitalisierung als Reform der öffentlichen Verwaltung [Ha21] wirkt in Deutschland vielseitig defizitär: Die Rückstände finden sich bspw. in der breitenwirksamen und medienbruchfreien Nutzung digitaler Mittel oder bei der grundsätzlichen Implementierung von digitalen Tools im Arbeitsumfeld [Fu22]. Auch bleiben bestehende Online-Verwaltungsangebote häufig ungenutzt, als Phänomen einer digitalen Nutzungslücke [In22]. Vor diesem Hintergrund werden aus Politik, Wirtschaft und Gesellschaft Forderungen und Erwartungen laut, diese Entwicklung neu zu steuern und die Digitalisierungslücken in der öffentlichen Verwaltung zu schließen.

Als zentrale politisch-administrative Implementationsinstanz [Gr17] steht die öffentliche Verwaltung, vor allem auf kommunaler Ebene, im Fokus der Handlungsfähigkeit des Staates. In ihren verschiedenen Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten wird sich die Verwaltung langfristig digitaler aufstellen müssen – nicht nur in Krisenzeiten, sondern vor

¹ Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, Forschungsprojekt ID-Ideal, Friedrich-List-Platz 1, 01069 Dresden, marianna.rovner@htw-dresden.de

² Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, Professor für Verwaltungsmanagement, Friedrich-List-Platz 1, 01069 Dresden, stefan.handke@htw-dresden.de

allem in ihren alltäglichen Aufgaben. Der Digitalisierungsrückstand betrifft neben den verwaltungsinternen Abläufen letztlich auch die verwaltungsexterne Kommunikation und Interaktion mit Bürger*innen – dabei steht diese Nutzendenperspektive für das Verwaltungshandeln im Mittelpunkt [Bu22]. Die Digitalisierung der Verwaltung kann nur dann erfolgreich sein, wenn einerseits die bedarfsorientierte Bereitstellung digitaler Verwaltungsleistungen erfolgt, und andererseits die potenziellen Adressaten bereit sind, diese Leistungen auch tatsächlich zu nutzen.

Vor diesem Hintergrund eröffnen sich zur Nutzendenzufriedenheit diverse Fragestellungen: (Wie) werden digitale Tools in Verwaltungen von ihren Mitarbeitenden intern akzeptiert? Wie steht es um die Zufriedenheit und das Vertrauen von Verwaltungspersonal und Bürger*innen gegenüber digitalen Verwaltungsservices? Hierzu fehlt es noch an empirisch fundierten Daten. Auf diese Forschungslücke stellt dieser Beitrag eine Reaktion dar: Er fokussiert die Zufriedenheit von Verwaltungspersonal in Bezug auf Grad und Ausprägung der Digitalisierung von Verwaltungsleistungen. Als empirischer Forschungsfall dient das seitens des BMWK geförderte Forschungsprojekt „ID-Ideal“³ des Schaufensterprogramms *Sichere Digitale Identitäten* [ID23]. Für diesen Beitrag wird die Projektfacetten der Verwaltungsbinnenperspektive auf kommunaler Ebene betrachtet, worin Befragungen von Verwaltungspersonal in den Städten Dresden und Leipzig durchgeführt wurden. Neben der Skizzierung des anwendungsorientierten Forschungsrahmens stellt dieser Beitrag auch erste Ergebnisse aus der Feldforschung vor. Dieses praxisrelevante Thema des Forschungsprojekts knüpft an einen breiteren, interdisziplinären Wissenschaftskontext an.

2 Die öffentliche Verwaltung im Digitalisierungskontext

Mit dem Onlinezugangsgesetz (OZG) sollte die öffentliche Verwaltung in Deutschland bis Ende 2022 in ein digitales Zeitalter katapultiert werden. Der Versuch eines großen Wurfs scheiterte jedoch kläglich; das im Mai 2023 neue beschlossene OZG-Änderungsgesetz (OZG 2.0) sieht derzeit erreichbare, kleinere Digitalisierungsschritte vor [Oz23]. Weshalb ist die große Transformation mit beinahe 600 OZG-Leistungen aber nicht gelungen? Mit verantwortlich sind rechtliche Hürden und technische Komplexität. Vor allem aber haben die Verpflichtungen aus dem Gesetz die Beschäftigten im öffentlichen Dienst und damit die einzelnen Organisationen überfordert [DB23]. Behörden und Ämter stellen als bürokratische Organisationen soziale Gebilde mit institutionalisierten Normen und Werten dar [DBH11; Ja06; Ma78]. Diese prägen und stabilisieren den formellen und informellen Kontext von Verwaltungshandeln und -entscheidungen. Gleichzeitig sind diese Eigenschaften mit ein Grund dafür, dass die Verwaltung mit einem negativ konnotierten, starren und überkomplexen Image der „langsam mahlenden Mühlen der Bürokratie“ konfrontiert ist [GS08; Ha21; Se17; Se22; St20]. Administrative Struktur und Kultur können das Tempo und den Erfolg von Digitalisierungsvorhaben im öffentlichen Staatswesen

³ Homepage des Projekts „ID-Ideal“: www.id-ideal.de.

maßgeblich (mit) beeinflussen [Fu22]. Weil dafür Innovationsoffenheit und Anpassungsfähigkeit nötig sind, lässt sich schlussfolgern, dass die Einführung digitalisierter Arbeitsabläufe in Behördenstrukturen einen institutionellen Wandel mit sich bringen muss [Ha21]. Es bedarf nicht nur operativer Veränderungen, sondern auch Änderungen in der Verwaltungskultur sowie den Einstellungen und Verhaltensweisen des Verwaltungspersonals [MW18; Wa11].

Die Zufriedenheit mit digitalem Verwaltungshandeln geht mit jeweiligen Erwartungen der Nutzenden einher. Das steht in Verhältnis zu wahrgenommener Akzeptanz, die durch eine individuelle, überwiegend zustimmende Grundeinstellung gegenüber der Verwaltung und ihrem Handeln entsteht [St20]. Dies meint einerseits die Seite der Bürger*innen, die durch Leistungsbeauftragung und -nutzung in Kontakt mit der öffentlichen Verwaltung kommen. Es meint aber andererseits auch das Verwaltungspersonal, das im eigenen beruflichen Behördenalltag mit digitalen Anwendungen konfrontiert ist. Auf analogem Wege können Zufriedenheit und Akzeptanz aus dem persönlichen Kontakt mit Behörden heraus entstehen. Wie es darum bei Verwaltungsleistungen und -interaktionen digitaler Art bestellt ist, ist demgegenüber ein neu zu betrachtender Blickwinkel.

3 „ID-Ideal“: Reallabor zur Verwaltungsdigitalisierung

Das Forschungsprojekt „ID-Ideal“ widmet sich wesentlichen Erfolgsfaktoren der Digitalisierung in Verwaltung und Gesellschaft. Dazu gehören die anwendungsorientierte Erforschung der Funktionsfähigkeit digitaler Leistungen und der Nutzendenzufriedenheit mit digitalem Verwaltungshandeln. Die Projektfacetten der kommunalen Verwaltungen wird dabei interdisziplinär betrachtet, indem Digitalisierungsvorhaben unter Einbezug behördeninterner Abläufe analysiert werden [Ha21]. Es werden dazu eigene empirische Daten generiert: In den Städten Dresden und Leipzig werden kommunale Use-Cases zu SSI⁴-basierten Verwaltungsleistungen mit Testpersonen und betroffenen Nutzendengruppen getestet und beforscht. Zu den digitalen Anwendungsfällen zählen bspw. die Beantragung eines Bibliotheksausweises und die Buchung von Volkshochschulkursen (Leipzig) oder die Initiierung eines Bürgerbegehrens (Dresden). Neben dem Usability-Fokus werden auch Befragungen beim Behördenpersonal in den Verwaltungen durchgeführt. Ziel ist es, aus ihrer Binnenperspektive mehr über Einstellungen und Wahrnehmungen, Erwartungen und Befürchtungen hinsichtlich der Verwaltungsdigitalisierung zu erfahren und zu verstehen. Das hierfür verwendete Forschungsdesign und erste Ergebnisse aus der Feldforschung in Leipzig werden im Folgenden näher beschrieben und im Anschluss diskutiert.

⁴ Der Logik von SSI nach behält der*die Nutzende die Hoheit und Kontrolle über die eigenen Daten und deren Weitergabe und kann diese selbstbestimmt verwalten. Die digitale Identität soll dazu dienen, sich gegenüber Dritten digital sicher auszuweisen; dies soll auch gegenüber Verwaltungen möglich sein. Alle für digitale Leistungen benötigten Informationen des*der Nutzenden sind dabei in einer digitalen Brieftasche (Wallet) verifiziert verfügbar (Näheres zur SSI-Logik z.B. [Eh21]).

3.1 Methode und Forschungsdesign der Befragung in kommunalen Stadtverwaltungen

Die Methode der hier vorgestellten Projektforschung in der Domäne der öffentlichen Verwaltung beruht auf qualitativen Befragungen mit Mitarbeitenden der städtischen Verwaltungen in Dresden und Leipzig. Die dort adressierte Zielgruppe ist vor allem jener Teil der Beschäftigten, der an einem Rechner arbeitet und somit mit „der Digitalisierung“ im Berufsalltag der eigenen Behördenarbeit konfrontiert ist. Die Umfragen wurden bzw. werden in den Stadtverwaltungen beider Kommunen über Zeit hinweg systematisch durchgeführt. Eine erste Befragung in beiden Städten erfolgte Ende 2021, Folgebefragungen im Jahresverlauf 2023.

Zum Design des Fragebogens mit insgesamt 19 Fragen: er beinhaltet Einschätzungsfragen mit einer Likert-Skala (von *1 - sehr gering* bis *5 - sehr hoch*), Fragen mit vorgegeben Antwortkategorien und zwei offene Freitextfragen. Die Teilnahme an der Befragung war freiwillig und die Antworten anonymisiert. Als mögliche Verzerrung ist zu nennen, dass im Rahmen der Anonymisierung das Fragebogendesign keine „Pflichtfragen“ vorsieht – d.h. Fragen können auch unbeantwortet übersprungen werden.

In der aktuellen Forschungsphase wurde in der Leipziger Stadtverwaltung eine Folgebefragung – überarbeitet nach der ersten Befragung von 2021 – im Februar und März 2023 für einen Zeitraum von 4 Wochen durchgeführt. Mit einem Post auf der städtischen Intranetseite war die Befragung grundsätzlich für das gesamte städtische Behördenpersonal zugänglich. In den im Konsortium von „ID-Ideal“ direkt beteiligten Verwaltungsstellen – zwei Fachämtern und zwei städtischen Eigenbetrieben – wurden zusätzlich direkte Informationsmails zur Umfrage versandt. Die Grundgesamtheit (N) aller Beschäftigten in den vier kontaktierten städtischen Stellen umfasst 486 Personen. Wie viele abseits dessen auf den städtischen Infopost Zugriff hatten bzw. über andere Wege intern im Amt davon erfahren haben, ist anhand der Gesamtzahl städtischer Mitarbeitenden in den entsprechenden Verwaltungsstellen lediglich zu schätzen. Die Teilnahmezahl an der Befragung in Leipzig betrug $n = 267$, wovon 190 vollständig ausgefüllt wurden und 77 teilweise. Für die statistische Auswertung ist die berücksichtigte Stichprobe im Fall Leipzigs damit $n = 190$. Die qualitative Auswertung der offenen Textfragen ist von diesem n jedoch losgelöst, da Freitextantworten aus allen 267 Datensätzen berücksichtigt und mithilfe der Methodik kategoriengeleiteter qualitativer Inhaltsanalyse ausgewertet wurden. Zugleich sollte mit dem Ziel der Anonymisierung keine mögliche Zuordnung der Freitextantworten geschehen. Sie dienen im Fragebogen zuvorderst dem Zweck, persönliche Einstellungen und Wahrnehmungen zu illustrieren und die Aussagen quantitativ berechneter Zusammenhänge zu ergänzen.

Zum Forschungsdesign ist es wichtig zu erwähnen, dass dies in einem derzeit noch laufenden Forschungsprojekt (2021-2024) gestaltet wird. Zum Projektstand im Juni 2023 sind weder alle Forschungsschritte abgeschlossen, noch liegen alle Ergebnisse bereits in einem vollständig aufbereiteten Format vor. Bspw. konnte die aktualisierte Folgebefragung in Dresden noch nicht starten, ebenso ist die Auswertung im Fall Leipzig noch im

Prozess. Für diesen Beitrag können aber bereits erste Erkenntnisse aus der Feldforschung der Befragung zur Verwaltungsdigitalisierung bei der Stadt Leipzig herausgestellt werden.

3.2 Erste Ergebnisse im Fall Leipzig und Diskussion

Die übergeordnet leitende Annahme in „ID-Ideal“ stellt das Vertrauen im digitalen Raum in den Mittelpunkt – notwendig für sämtliche technische Implementierung und erfolgreiche digitale Innovation. Die hier eingenommene sozialwissenschaftliche Perspektive fokussiert in diesem Kontext das Vertrauen und die Nutzungszufriedenheit von Verwaltungspersonal bei digitalen, SSI-basierten Verwaltungsleistungen.

Hypothese: Die Innovationsoffenheit gegenüber einer digitalen Identität ist bei der jüngeren Altersgruppe eher stärker ausgeprägt. Dieser postulierte Zusammenhang zwischen Alter und Bewertung der Relevanz einer digitalen Identität in Verwaltungsleistungen konnte in den Ergebnissen bestätigt werden: Die Befragten zwischen 26 und 40 Jahren schätzten die Relevanz mehrheitlich deutlich höher ein als die älteren Befragten zwischen 40 und 55 Jahren. Zu den über 55-Jährigen war der Abstand noch deutlicher (Abb. 1).

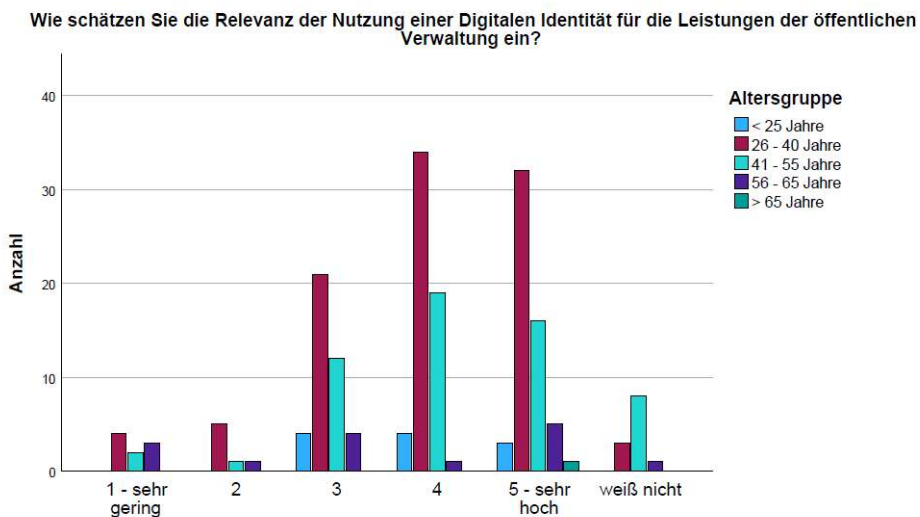


Abb. 1: Relevanz der Nutzung einer Digitalen Identität nach Altersgruppe, Berechnung in SPSS

Während im Gesamten die Nutzung der digitalen Identität zwar als tendenziell eher relevant bis sehr relevant für Verwaltungsleistungen eingeschätzt wird (Abb. 1), geben die Befragten zugleich klar mehrheitlich an, dass sie mit SSI und der digitalen Identität sehr wenig vertraut sind (Abb. 2). Bei diesen beiden Zusammenhängen ähneln sich die Altersverteilungen. Es ließe sich schlussfolgern, dass ungeachtet eines geringen Grads an Vertrautheit die Befragten die digitale Identität für (sehr) wichtig erachten. Diese Erkenntnis

verwirft die These, dass es *notwendigerweise Kenntnis und Nachvollziehbarkeit von der Technologie der digitalen Identität bedarf, um Vertrautheit und Vertrauen in SSI-basierte digitale Verwaltungsleistungen zu haben.*

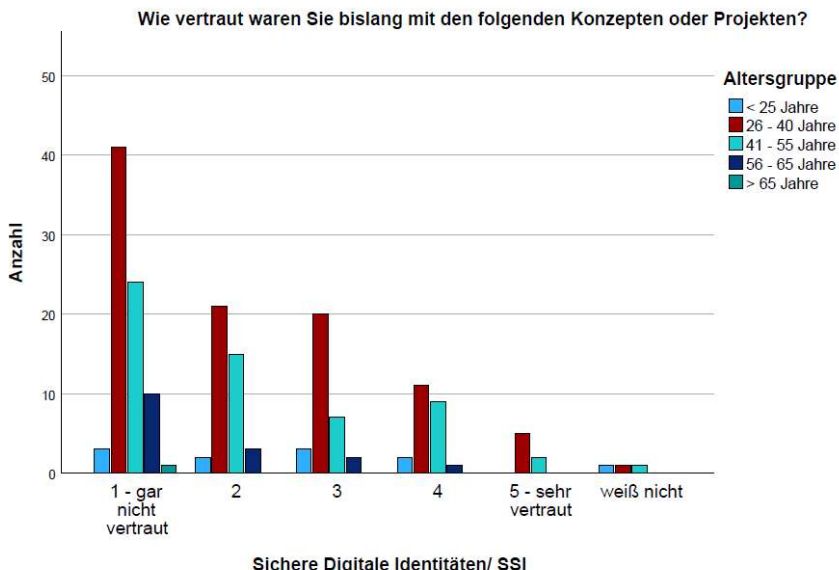


Abb. 2: Vertrautheit mit der digitalen Identität/SSI nach Altersgruppe, Berechnung in SPSS

Mit der Erkenntnis, dass das Alter ein Faktor für die Wahrnehmung der Digitalisierung sein kann, decken sich ferner die Äußerungen der Verwaltungsmitarbeitenden in den Freitextantworten: Altersunterschiede im Behördenpersonal werden darin als eine mögliche hemmende Auswirkung für die Digitalisierung wahrgenommen. Einen beispielhaften Auszug für diese Feststellung skizzieren folgende Antworten der Befragten der Stadt Leipzig auf die offene Freitextfrage: *Wie nehmen Sie die Auswirkungen der Digitalisierung in Ihrer täglichen Arbeit im Amt wahr?*

- „Für ältere BürgerInnen Digitalisierung schwierig, für jüngere BürgerInnen notwendig (...).“
- „Teilweise sehr positiv bei jungen Mitarbeitern, aber auch sehr negativ bei alleingesessenen Mitarbeitern.“
- „Es ist sehr mühselig, neue Themen aus der digitalen Welt an Kollegen jeden Alters zu bringen.“
- „Gerade ältere, nicht mit dem PC groß gewordene Mitarbeiter/innen werden nicht gut mitgenommen (...).“

- „Ältere Mitarbeiter tun sich oft schwer mit neuer Technik, obwohl man unterstützt wo es geht, werden Schulungen nicht angenommen.“
- „Ältere KollegInnen dürfen nicht auf der Strecke bleiben und benötigen mehr Input.“
- „Ältere KollegInnen sind teilweise verunsichert und versuchen, alte Arbeitsweisen beizubehalten.“
- „(...) ältere Menschen kommen oft nicht so gut klar mit diesen Neuerungen wie jüngere – dies führt zu Stress, Unverständnis und Überforderung statt Erleichterung.“

In diesen Antworten spiegeln sich Unsicherheiten gegenüber digitalen Neuerungen sowie die Schwierigkeit, weniger digitalaffine – zumeist ältere – Mitarbeitende in zunehmend digitalisierte Arbeitsabläufe effektiv einzubinden. Das klassische bürokratische Institutionengefüge der öffentlichen Verwaltung stabilisiert seinerseits bereits gewohnte Arbeitsabläufe, was die Ablösung von analogen zu digitalen Formaten – wie von Faxgeräten zu digitalen Services – strukturell erschweren kann. Wenn sich dann die Mitarbeitenden noch zusätzlich mit Auswirkungen der Digitalisierung überfordert fühlen, bspw. aufgrund eines fortgeschrittenen Alters, dann bedarf es eines besonderen Blicks auf das Behördenpersonal, um auch bei ihnen Akzeptanz und Zufriedenheit mit der Verwaltungsdigitalisierung hervorrufen zu können.

Für den Aspekt der Zufriedenheit mit technologischen und digitalen Innovationen in Verwaltungsleistungen lässt sich explorativ die weiterführende Annahme formulieren, dass es auch dafür einer gewissen Vertrautheit und wahrgenommener Wichtigkeit bedarf. Dies kann nicht nur auf die Akzeptanz mit der öffentlichen Verwaltung [St20] im Digitalisierungskontext wirken, sondern auch aus erfolgreicher und zielgerichteter Usability-Perspektive (bspw. in Bezug auf Technikaffinität oder Durchschaubarkeit). Wie sich eine solche Usability im Behördenalltag umsetzen ließe, kann Gegenstand weiterer, interdisziplinärer Forschungen sein. Ein klareres Verständnis über die Belange der Verwaltungsmitarbeitenden wäre dabei hilfreich, um die Anforderungen an technische Innovation und Digitalisierung in der Verwaltung praxisnah und nutzendenorientiert erfüllen zu können.

4 Fazit: Lessons Learned und Perspektiven

In Bezug auf „Lessons Learned“ von „ID-Ideal“ lassen sich bereits zum jetzigen Zeitpunkt, aber auch perspektivisch folgende Fragen festhalten: Was kann aus der Forschung im Projekt gelernt werden, hier im Kontext der Verwaltungsdigitalisierung in Kommunen? Welche Schwierigkeiten ergeben sich und welche Lösungsansätze lassen sich aus den Ergebnissen schließen?

Das Projekt „ID-Ideal“ bietet ein modellartiges Umfeld, um Voraussetzungen für die (kommunale) Verwaltungsdigitalisierung näher zu verstehen und die interne und externe

Nutzendenperspektive digitalen Verwaltungshandelns zu erfahren. Die Verwaltungswissenschaft kann als eine wichtige Disziplin dienen, um technisch und organisatorisch praktikable Entscheidungen zur digitalen Verwaltungstransformation mit zu begleiten [Ja01]. Die wissenschaftliche Interdisziplinarität ist dabei eine Stärke des Forschungsprojekts. Da es grundsätzlich vorwiegend technisch ausgerichtet ist, ergänzt die institutionelle (Binnen-)Beachtung der öffentlichen Verwaltung sowie ihrer Umwelt im politisch-administrativen System wichtige Hinweise für die praktische staatliche Steuerung in der digitalen Verwaltungsmodernisierung.

Mit den Ergebnissen im Projekt ist die Erwartung verbunden, die Wahrnehmung zur Verwaltungsdigitalisierung seitens der beteiligten Verwaltungsakteure konkreter einschätzen und evaluieren zu können, um daraus Rückschlüsse für die grundsätzliche Akzeptanz für (digitale) Verwaltungstransformation in Gesellschaft und Behördenpersonal herzustellen. Mit einem klareren Verständnis über die institutionellen Charakteristika der Verwaltung ergibt sich zugleich das Potenzial, darauf bezugnehmende Praxisempfehlungen in der Verwaltungsdigitalisierung zu formulieren. In der Institutionsstruktur können sich allerdings Schwierigkeiten ergeben, wenn der Zugang zum Verwaltungspersonal erschwert ist oder Feldforschung durch „langsame bürokratische Mühlen“ gehemmt wird. Letztlich bedarf es auch einer geeigneten Ansprache und Umsetzung von Umfragen; sollen die wissenschaftlichen Ergebnisse ja praxisnah in öffentliche Verwaltungen eingebracht und für die dortige Implementierung digitaler Innovationen nützlich werden. Es geht mitunter darum, zu klären, wie welche technische Umsetzung zu ihren Anwendenden in der Verwaltung gelangen kann, und wie sich dies durch zweckgerichtetes politisch-administratives Handeln begleiten lässt.

Was lässt sich bis dato aus dem Projekt lernen? Erste Ergebnisse der hier vorgestellten Befragung unterstreichen die Erkenntnis, dass neben verwaltungsinternen Voraussetzungen auch die Eigenschaften und Einstellungen des dazugehörigen Adressat- und Betroffenenkreises für eine erfolgreiche Umsetzung praktischer Verwaltungsprogramme relevant sind [Ja06]. Ein vertiefter Binnenblick auf die öffentliche Verwaltung, ihre institutionellen Strukturen sowie ihr Personal ist nötig, um den Gründen für das Phänomen der bisweilen schleppend und problembehaftet wahrgenommenen Verwaltungsdigitalisierung nachzugehen. Ob auf diesem Wege problemorientierte Lösungen in den Verwaltungen sowie letztlich akzeptanzfördernde Nutzendenzufriedenheit gegenüber der digitalen Verwaltungstransformation leistbar wären, ist eine noch zu prüfende These.

5 Literaturverzeichnis

- [Bu22] Bundesministerium für Digitales und Verkehr: Digitalstrategie. Gemeinsam digitale Werte schöpfen, https://digitalstrategie-deutsch-land.de/static/67803f22e4a62d19e9cf193c06999bcf/220830_Digitalstrategie_fin-barrierefrei.pdf, Abrufdatum: 28.10.2022.

- [DB23] DBB: Diskussion über Onlinezugangsgesetz. Digitalisierung der Verwaltung: Eigene Fachkräfte unerlässlich. DBB Beamtenbund und Tarifunion, <https://www.dbb.de/artikel/digitalisierung-der-verwaltung-eigene-fachkraefte-unerlaesslich.html>, Abrufdatum: 20.06.2023.
- [DBH11] Derlien, H.-U.; Böhme, D.; Heindl, M.: Bürokratietheorie. In (dies.): Einführung in eine Theorie der Verwaltung. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 2011.
- [Eh21] Ehrlich, T.; Richter, D.; Meise, M.; Anke, J.: Self-Sovereign Identity als Grundlage für universell einsetzbare digitale Identitäten, HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik, Vol. 58, S. 247-270, 2021.
- [Fu22] Funke, C.: Digitization, fast and slow. Comparing the creation of digital public services in Denmark, France and Germany. European University Institute, 2022.
- [Gr17] Grunow, D.: Der Ansatz der politikfeldbezogenen Verwaltungsanalyse. In (ders.): Implementation in Politikfeldern. Eine Anleitung zum verwaltungsbezogenen Vergleich, Springer VS, Wiesbaden, S. 3-51, 2017.
- [GS08] Grunow, D.; Strümgmann, D.: Bürokratiekritik in der öffentlichen und veröffentlichten Meinung: Impulse für Verwaltungsreformen? der moderne staat, Heft 1/2008, S. 121-140, 2008.
- [Ha21] Handke, S.: Digitalisierung der öffentlichen Verwaltung: Öffentlichkeit als Reformkatalysator. Gemeinschaften in Neuen Medien, Tagungsband, TUDpress, Dresden, S. 256-274, 2021.
- [ID23] ID-Ideal: Sicheres Management digitaler Identitäten, <https://id-ideal.de/>, Abrufdatum: 23.03.2023.
- [In22] Initiative D21: E-Government-Monitor 2022, https://initiated21.de/app/uploads/2022/10/egovernment_monitor_2022.pdf, Abrufdatum: 04.11.2022.
- [Ja01] Jann, W.: Verwaltungsreform als Verwaltungspolitik: Verwaltungsmodernisierung und Policy-Forschung. In (Schröter, E., Hrsg.): Empirische Policy- und Verwaltungsforschung. Lokale, nationale und internationale Perspektiven, Leske + Budrich, Opladen, S. 321-344, 2001.
- [Ja06] Jann, W.: Die skandinavische Schule der Verwaltungswissenschaft: Neo-Institutionalismus und die Renaissance der Bürokratie. In (Bogumil, J., Jann, W., Nullmeier, F., Hrsg.): Politik und Verwaltung. PVS, Sonderheft 37/2006, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, S. 121-148, 2006.
- [Ma78] Mayntz, R.: Soziologie der öffentlichen Verwaltung. Heidelberg, Karlsruhe, C.F. Müller Juristischer Verlag GmbH, 1978.
- [MW18] Möltgen-Sicking, K.; Winter, T.: Digitalisierung der öffentlichen Verwaltung. In (dies.): Verwaltung und Verwaltungswissenschaft. Eine praxisorientierte Einführung, Springer VS, Wiesbaden, S. 175-186, 2018.
- [Oz23] OZG-Änderungsgesetz: Paket für die digitale Verwaltung, <https://www.onlinezugangsgesetz.de/Webs/OZG/DE/grundlagen/info-ozg/paket-fuer-digitale-verwaltung/paket-fuer-digitale-verwaltung-node.html>, Abrufdatum: 28.06.2023.

- [Se17] Seibel, W.: Verwaltung verstehen. Eine theoriegeschichtliche Einführung, 3. Auflage, Suhrkamp Verlag, Berlin, 2017.
- [Se22] Seibel, W.; Eckardt, C.; Huffert, F.; Mende, L.; Wiese, L.: Verwaltungsresilienz unter Stressbedingungen. der moderne staat, 15. Jahrgang, Heft 1/2022, S. 109-129, 2022.
- [St20] Strüngmann, D.: Akzeptanz der öffentlichen Verwaltung bei Bürgerinnen und Bürgern. Eine Analyse der Erklärungsfaktoren von Einstellung und Verhalten, Springer VS, Wiesbaden, 2020.

Data Mining von Computereingaben als Grundlage für medizinische, therapeutische und Lern-Anwendungen

Funktionaler Prototyp am Beispiel Eingabegerät Computermaus

Katharina Dort, Institut für Digitale Assistenzsysteme e.V. und Martin Przewloka, Institut für Digitale Assistenzsysteme e.V., Technische Hochschule Mittelhessen

Keywords: Machine Learning, Künstliche Intelligenz, Big Data Analytics, Statistische Methoden, Therapie, Computermaus, Anomalien, k nearest neighbor, support vectro machines, Korrelation

Abstract:

Eingaben an Computern werden heute maßgeblich per Hand getätigt. Dies ist unabhängig davon, ob es sich um ein Desktop-System oder ein mobiles Endgerät wie bspw. ein Smartphone oder eine Smart Watch handelt. Vielfach sind graphisch basierte Eingabeverfahren über Berührung (Touch) oder die Nutzung einer Computermaus wie auch artverwandter Systeme vorzufinden. Analysen der so entstehenden dynamischen Datenspuren von Handbewegungen, die als Zeitreihendaten erfasst werden können, sollen Aussagen über die Mobilität des Menschen und darüber hinausgehende Diagnosen von Risiken liefern, wie bspw. fehlerhafte Sitzposition, Fehlhaltungen/-stellungen und Haltungsschwächen. Umgekehrt sollen auf dieser Basis auch aktive Bewegungshilfestellungen und -empfehlungen für therapeutische Anwendungen realisierbar werden.

In dem hier vorgestellten Prototypen soll gezeigt werden, wie eine grundlegende Datengenerierung und -vorverarbeitung von Computermausdaten erfolgen kann und hieraus mithilfe von Verfahren des Data Minings personenspezifische Artefakte der Handbewegung zur weiteren Verarbeitung identifiziert werden können. Diese Lösung kann so direkt im Umfeld medizinischer Studien, sowohl in der Diagnostik wie auch in der Therapie, Einsatz finden. Die Universalität unseres Ansatzes erlaubt die Übertragung auf weitere Anwendungsbereiche wie bspw. im schulischen oder beruflichen Umfeld, indem so Bewegungsmuster analysiert und ggf. auch antrainiert werden.

1 Einleitung und methodisches Vorgehen

Die systematische Analyse von Handbewegungen wird heute im medizinischen Kontext im Umfeld psychischer Erkrankungen eingesetzt. Digitale Messmethoden, wozu tablet-basierte ebenso wie kamerabasierte Systeme zählen, sind sowohl in der Früherkennung von Demenz sowie der Schizophrenie [Me01], aber auch in Therapieformen der Super- und Intersision zur Erkennung non-verbaler Anomalien vorzufinden [Kr01], [Re01].

Im Umfeld industrieller Systeme, bspw. im Rahmen komplexer, manueller Fertigungs- verrichtungen, werden Bewegungen über inertialsensorische Systeme erfasst und erlauben damit wiederum Rückschlüsse auf die Dynamik der menschlichen Hand (z.B. [Ba01]). In diesem Kontext wurden bereits öffentlich-verfügbare Datenbanken von Handbewegungen und Zugreif-Kinematik aufgenommen, um die Modellierung der Handmotorik zu verbessern [JB20].

In einem sehr aktuellen aber noch ergebnisoffenen Ansatz werden spielerische Umgebungen (Serious Games) genutzt, um Rehabilitationsmaßnahmen im häuslichen Umfeld zur Verbesserung der Funktion der oberen Extremitäten umzusetzen. Hierzu müssen spezielle Handgestensteuerungen (Pinzettengriff, Zylindergriff und Rotation des Handgelenks) zur Bedienung der Spiele ausgeführt werden, welche parallel zum Zwecke der Wirksamkeit der Rehabilitation aufgezeichnet und ausgewertet werden [Ja01].

Allem ist gemeinsam, dass die Analyse von Handbewegungen im medizinisch-therapeutischen Bereich direkte wie auch indirekte Kenntnisse über die Physis und Psyche des Menschen liefern kann. Die hierzu notwendigen technischen Methoden der Datengenerierung werden im Regelfall dem speziellen Untersuchungsvorhaben angepasst. Gleiches gilt für die Erstellung eines hierzu notwendigen experimentellen Umfelds.

Im weiter voranschreitenden digitalen Zeitalter nutzen wir heute unsere Hände mehr denn je, indem wir mit PC's und Smartphones arbeiten, Bedienungsfelder von Haushaltsgeräten, Entertainment-Systemen berühren uvm. Paradoxerweise verkümmern hierbei bestimmte, komplexe feinmotorische Fähigkeiten wie bspw. das Handschreiben, während die Daumen- und Zeigefingemuskulatur besonders ausgeprägt wird (siehe z.B. [Ma01]).

Basierend auf der Bedeutung der Analyse von Handbewegungen, dem starken Voranschreiten der Möglichkeiten des Einsatzes maschinellen Lernens und der Tatsache, dass vielfach unsere Hände aktiv in der Mensch-Maschine-Kommunikation eingebunden sind, haben die Autorin und der Autor die Idee entwickelt, Handbewegungsdaten parallel zum eigentlichen Zweck aufzuzeichnen. Die so gewonnenen Datenspuren als Zeitreihen können sodann separat mit Hilfe maschineller Verfahren ausgewertet werden. Spezifische Handbewegungsartefakte werden so identifiziert und korrelativ/kausal zur Diagnose, Therapie oder dem Erlernen spezifischer Fähigkeiten genutzt. Eine der einfachsten Möglichkeiten stellt hierbei die Aufnahme der Datenspur einer Computermaus, einer Touch-Pad-Interaktion, eines Tabletpens oder ähnlicher Zeigeinstrumente (Pointing Devices) dar. Die Bewegungsdaten sollen mit einer dem Anwendungsfall dienlichen Auflösung mittels einer speziellen Software dokumentiert und vorverarbeitet werden. Im Folgeschritt erfolgen mit Hilfe statistischer und maschinenlernbarer Methoden, anwendungsdomänenspezifische analytische Auswertungen und Prognosen. Erste Studien zur Verwendung von Datenspuren einer Computermaus wurden beispielsweise bereits zum Zwecke der Erkennung von Unterschriftenfälschungen [Fa07] oder zur Untersuchung des Einflusses von kognitiver Anstrengung [Rh18] sowie psychologisch-kognitiver Prozesse auf die Motorik der Hand durchgeführt (siehe z.B. [Sch21], [Ma19], [Ki17]).

Komplementär zu diesen Studien war es das Ziel dieser Arbeit, die Umsetzbarkeit und prinzipielle Machbarkeit einer derartigen Datengenerierung und Weiterverarbeitung für medizinisch-therapeutische Zwecke aufzuzeigen. Eine empirische und eine klassische hypothesenbasierte Auswertung standhaltende Analyse der Daten ist nicht Teil dieses Vorhabens gewesen und sollte daher weiteren Arbeiten vorbehalten bleiben.

2 Prototyp und Generierung des Datensatzes

Der zu erstellende Prototyp sollte die Machbarkeit des beschriebenen Ansatzes demonstrieren, indem die nachfolgenden funktionalen und nichtfunktionalen Anforderungen definiert wurden:

- Zeitreihenerfassung der Dynamik einer menschlichen Hand beim Bewegen einer Computermaus mittels wiederholter, vorgegebener Start-/Ziel-Bewegung.
- Einfaches integriertes Anwenderfeedback während der Experimentphase.
- Aufnahme und Ableitung der physikalischen Bewegungsgrößen Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung und deren deskriptiv, statistische Merkmale wie Mittelwerte (MW), Perzentile und Standardabweichung (STD).
- Universelle Adaption von Methoden maschinellen Lernens zur Auswertung der Datenspuren wie Korrelationen, Clustering, Support Vector Machines etc.
- Erweiterbarkeit des Prototypen zur Datengenerierung komplexerer Bewegungen wie bspw. Signieren eines Dokuments, Erlernen einer Handschrift, usw.

Es wurde entschieden, die Daten über ein Desktop-System zu generieren. Zur Komplexitätsreduktion des Machbarkeitsmodells sollten die Daten vom Anwender über eine einfache Aufgabe generiert werden. Mit der Computermaus oder dem Track Pad musste eine Diagonalebewegung des Cursors von einem Startort (links unten) zu einem Zielort (rechts oben) durchgeführt und das Erreichen der beiden Zielpunkte mit einem Klick bestätigt werden. Diese Übung wurde kontinuierlich wiederholt und hierbei die komplette Mausspur zweidimensional mit einer Auflösung von 20ms aufgezeichnet (vgl. Abb. 1).

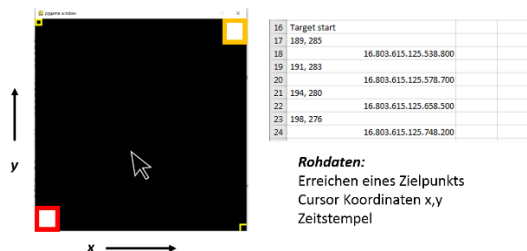


Abb.1: Simple Anwendung, zur Zeitreihen-Aufzeichnung von Mausbewegungen. Eine Aufgabe für die/den Benutzer:in war es, eine Diagonalebewegung von links unten nach rechts oben und zurück durchzuführen. Die Implementierung erfolgte zwecks Plattformunabhängigkeit mit Python.

Erweitert wurde der Prototyp durch einen Baukasten an Analyseanwendungen, die ebenfalls in Python implementiert wurden. Hierbei können aus den Zeitreihendaten zunächst die Größen Geschwindigkeit und Beschleunigung sowie die hiermit verbundenen statistischen Merkmale MW, STD, relative Maxima und Minima differenziert nach x- und y-Richtung pro Bewegungskurve errechnet werden. Eine grafische Darstellung der unterschiedlichen Merkmale, Methoden des Clusterings und weitere Verfahren wurden angewandt, um die Praktikabilität des Verfahrens aufzuzeigen.

In dieser Arbeit werden exemplarisch Auswertungen mittels dem k-Nearest-Neighbour-Algorithmus (kNN-Algorithmus) und einer Support Vector Machine (SVM) gezeigt.

3 Experiment und Erste Ergebnisse

Die Proband:innen mussten die zuvor beschriebene Aufgabe durchführen. Es wurden in den ersten Experimenten, wenn gleich nicht statistisch abgesichert, zwei Ziele verfolgt:

- 1.) Sind offensichtliche Unterschiede in der Handbewegungsdynamik der freiwilligen Proband:innen zu erkennen, die eine unterschiedliche Sitzposition und damit unterschiedliche Körperhaltung eingenommen hatten?
- 2.) Sind Unterschiede in der Handbewegungsdynamik der freiwilligen Proband:innen, die allesamt erfahrene EDV-Nutzer sind, offensichtlich?

Unterschiedliche Sitzposition

Um potenzielle Unterschiede der Handbewegungsdynamik abhängig von Sitzpositionen zu ermitteln, wurden Daten einer(r)s ausgewählten Proband:in in einer erhöhten und in einer erniedrigten Sitzposition erhoben. Die Geschwindigkeitsverteilungen der MW'e und STD'en in x-Richtung für unterschiedliche Sitzpositionen sind in Abb. 2 dargestellt.

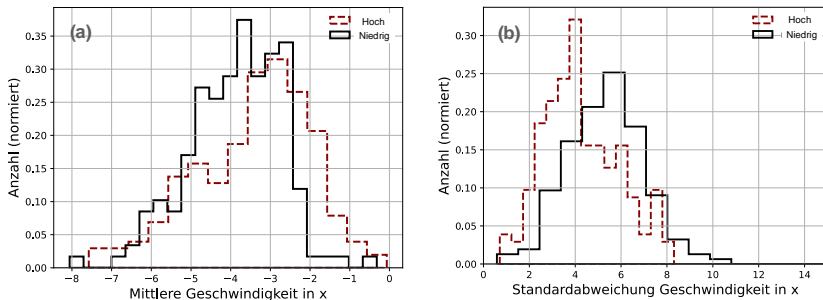


Abb. 2: (a) Verteilung der mittleren Geschwindigkeiten in x-Richtung für unterschiedliche Sitzpositionen und (b) Verteilung der Standardabweichung der Geschwindigkeiten in x-Richtung.

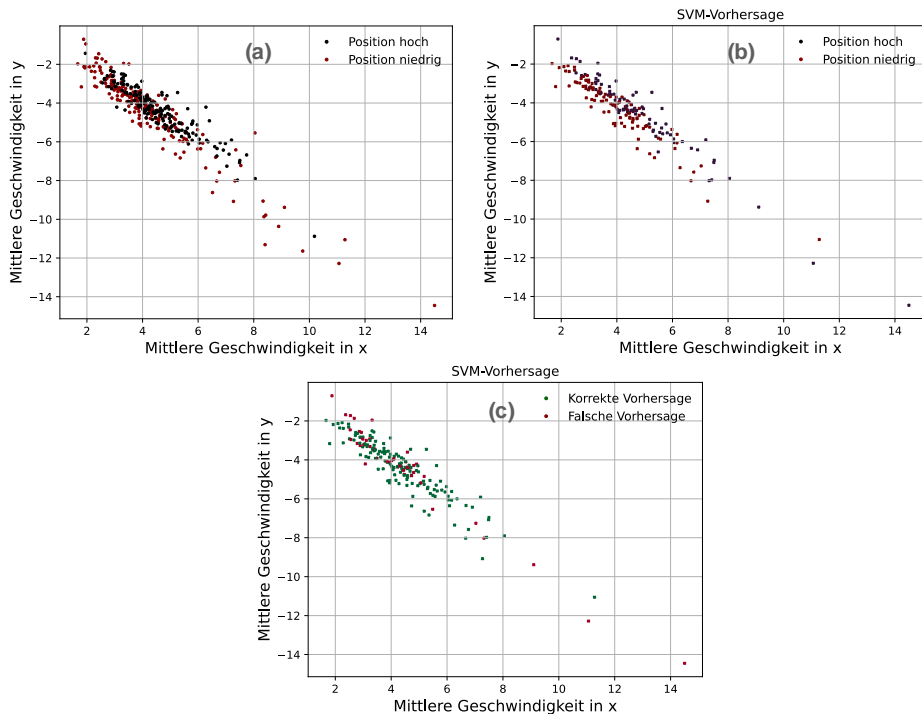


Abb. 3: (a) Verteilung der mittleren Geschwindigkeiten in x- und y-Richtung für unterschiedliche Sitzpositionen. Die gezeigten Datenpunkte beinhalten sowohl den Trainings- als auch den Test-Datensatz und (b) Vorhersageergebnisse der SVM auf dem Test-Datensatz (c) Vorhersagegenauigkeit der SVM auf dem Test-Datensatz.

Die statistischen Größen berechnen sich dabei pro aufgenommenen Start-Ziel-Bewegung, im folgenden als Kurve bezeichnet. Für die niedrige Sitzposition liegen ca. 170 und die erhöhte Position ca. 200 Kurven vor. Die Verteilungen zeigen einen klaren Trend hin zu niedrigeren mittleren Geschwindigkeiten und Standardabweichungen bei einer erhöhten Sitzposition (Auswertung in y-Richtung zeigt vergleichbare Ergebnisse). Es sollte schließlich geprüft werden, ob eine datenbasierte Prognose der Sitzposition möglich ist. Dafür wurden die mittleren Geschwindigkeiten in x- und y-Richtung betrachtet, wie in Abb. 3(a) dargestellt. Der gezeigte Datensatz wurde geteilt, indem 60% der Daten zum Training einer SVM eingesetzt wurden (Trainingsdaten) und 40% der Daten für eine Evaluierung des Modells (Testdaten). Das Ergebnis der SVM-Klassifizierung über die Testdaten ist in Abb. 3(b) dargestellt. Verglichen mit den Ist-Daten in Abb. 3(a) werden die Verteilungsmuster erfolgreich reproduziert trotz einem erheblichen Verteilungs-Overlap. Die Präzision auf den Testdaten liegt bei 78% und sollte sich verbessern, wenn zusätzliche Variablen berücksichtigt werden (bspw. die STD der Geschwindigkeiten oder Beschleunigungsgrößen) oder sobald mehr Trainingsdaten zur Verfügung stehen.

Unterschiede zwischen den Proband:innen

Die Unterschiede in der Handbewegungsdynamik wurden anhand von Geschwindigkeitsverteilungen untersucht (Abb. 4 für drei Proband:innen). Ein Unterschied ist erkennbar, wobei die Verteilungen für Proband:in 2 tendenziell zu höheren Werten verschoben ist und Proband:in 3 eine deutlich breitere Verteilung im Vergleich zu 1 und 2 aufweist.

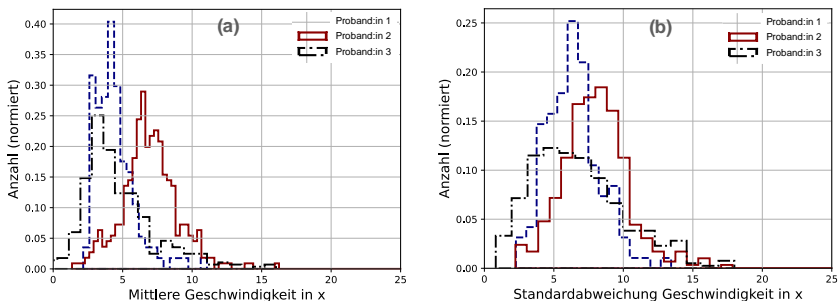


Abb. 4: (a) Verteilung der mittleren Geschwindigkeiten in x-Richtung für unterschiedliche Proband:innen und (b) Verteilung der Standardabweichung der Geschwindigkeiten in x-Richtung.

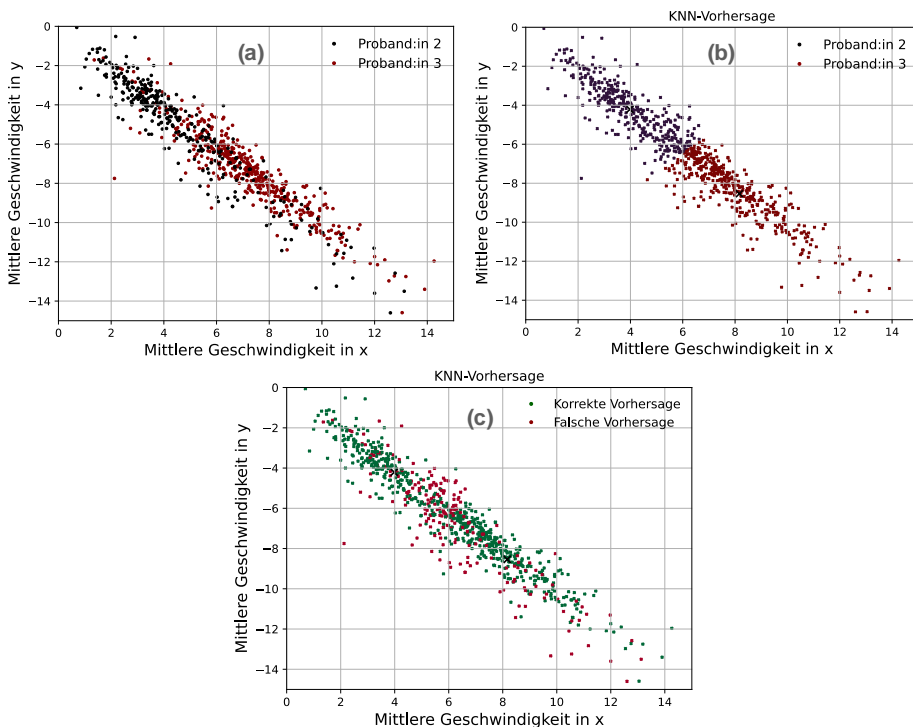


Abb. 5: (a) Verteilung der mittleren Geschwindigkeiten in x-Richtung und y-Richtung für zwei unterschiedliche Proband:innen und (b) Ergebnis des unüberwacht lernendem KNN-Modells. Die Zugehörigkeit zu den KNN-Clustern wird durch die Farbgebung codiert. (c) Vorhersagegenauigkeit der KNN-Clusteringmethode.

Es wurde überprüft, ob eine Unterscheidung der Proband:innen durch Methoden des maschinellen Lernens möglich ist. Dafür wurden die mittleren Geschwindigkeiten in x- und y-Richtung betrachtet, die in Abb. 5(a) zu sehen sind. Um die Methodenvariabilität des maschinellen Lernens zu demonstrieren, wird hierbei keine SVM, sondern ein KNN-Algorithmus angewendet. Das Ergebnis ist in Abb. 5(b) gezeigt, wobei die unterschiedliche Farbgebung die Zugehörigkeit zu den KNN-Clustern darstellt. Der Vergleich mit der realen Verteilung zeigt qualitativ eine gute Übereinstimmung. Die Genauigkeit liegt bei ca. 74% und sollte sich ähnlich zu der SVM-Methodik verbessern, wenn zukünftig zusätzliche Variablen und größere Datensätze zur Verfügung stehen.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Das Ziel dieser Arbeit war es, die Machbarkeit einer indirekten Datenaufzeichnung von Handbewegungen mittels einer Computermaus und dessen Auswertungspotenzial für medizinische, therapeutische und Lern-Zwecke aufzuzeigen. Dies ist mit einem einfachen Prototypen vollendet gelungen, wengleich die erhobene Datenmenge noch gering war und ebenfalls nur wenige maschinelle Analyseverfahren getestet wurden. Eine deutliche Volumen- und Verfahrensteigerung lässt erwarten, dass die sich qualitativ abgezeichneten Korrelationen (individuelle Person, Einfluss des Haltungsapparats, weitere gesundheitsbestimmende Merkmale uvm.) statistisch belegbar festigen bzw. widerlegen lassen. Im Rahmen weiterführender, wissenschaftlicher Studien sind diese Verbesserungen bereits konzeptionell geplant. Hierzu wurde ein entsprechender BMAS-Förderungsantrag erstellt und eingereicht. Weiterhin soll ein betriebssystemnahes Programm entwickelt werden, welches beispielsweise eine direkte Integration der Datenaufzeichnung mittels erweiterter Gerätetreiber einer Computermaus erlaubt.

Literatur

- [Ba01] Baldi, T.L., Scheggi, S., Meli, L., Mohammadi, M., Praticchizzo, D., GESTO: A Glove for Enhanced Sensing and Touching Based on Inertial and Magnetic Sensors for Hand Tracking and Cutaneous Feedback, in IEEE Transactions on Human-Machine Systems, vol. 47, no. 6, pp. 1066-1076, (2017)
- [Fa07] Faundez-Zanuy, Marcos. "On-line signature recognition based on VQ-DTW." Pattern Recognition 40.3 (2007): 981-992.

DORT, PRZEWLOKA

- [Ja01] Jakobs, K., Aarts, P., van den Heuvel, R., Beijer, L., „Serious Gaming“ zur Verbesserung der Funktion der oberen Extremitäten von Kindern mit unilateraler Zerebralparese. *Orthopädie Technik* 2020; 71 (1): S. 28-33 (2020)
- [JB20] Jarque-Bou, Néstor J., Manfredo Atzori, and Henning Müller: A large calibrated database of hand movements and grasps kinematics, in *Scientific data* 7.1 (2020)
- [Ki17] Kieslich, Pascal J., and Felix Henninger. "Mousetrap: An integrated, open-source mouse-tracking package." *Behavior research methods* 49 (2017): 1652-1667.
- [Kr01] Kreyenbrink I, Joraschky P, Konstantinidis I, Neumann N, Lausberg H, Nonverbales Verhalten von Patienten mit sozialen Phobien und ihren Therapeuten in psychodynamischen Psychotherapien (Teilprojekt SOPHO-NET). *Z Psychosom Med Psychother* 63(3): S. 297-313 (2017)
- [Ma01] Marquardt, C., Diaz Meyer, M., Schneider, M., Hilgemann, R., Learning handwriting at school – A teachers' survey on actual problems and future options, *Trends in Neuroscience and Education*, Volume 5, Issue 3, 2016, pp. 82-89 (2016)
- [Ma19] Mathur, Maya B., and David B. Reichling. "Open-source software for mouse-tracking in Qualtrics to measure category competition." *Behavior research methods* 51 (2019): 1987-1997.
- [Me01] Mergl, R., Tigges, P., Schröter, A., Hegerl, U., Digitalisierte Analyse der Handbewegungen im Kontext der Psychiatrie, in: *Fortschr Neurol Psychiatr* 2000; 68(9): 3, S.87-397 (2000)
- [Re01] Reinecke, K.C.H., Von Au, S., Lausberg, H. Unbewusste Handbewegungen in Therapieprozessen als Veränderungsmarker. *Psychotherapie* 68, S.44–51 (2023).
- [Rh18] Rheem, Hansol, Vipin Verma, and D. Vaughn Becker. "Use of mouse-tracking method to measure cognitive load." *Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting*. Vol. 62. No. 1. Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications, 2018.
- [Sch21] Schoemann, Martin, et al. "Using mouse cursor tracking to investigate online cognition: Preserving methodological ingenuity while moving toward reproducible science." *Psychonomic bulletin & review* 28.3 (2021): 766-787.

Index

- Albayrak, Can Adam, 134
- Baier, Patrick, 80
Busse, Johannes, 93
- Czarnecki, Christian, 161
- Dort, Katharina, 18, 198
- Eggert, Sandy, 179
- Handke, Stefan, 188
Heise, Mona, 179
Hogrebe, Frank, 31
- Konhäsner, Peter Mathias, 122
- Lemke, Claudia, 64
Lübbe, Alexander, 31
- Majuntke, Verena, 2
Malzahn, Birte, 122
Mehler-Bicher, Anett, 148
Meister, Vera G., 64
- Obermaier, Frederik, 2
- Przewloka, Martin, 18, 198
- Rovner, Marianna, 188
Ruiz Ben, Esther, 170
- Scholl, Margit, 47, 170
Schuktomow, Regina, 47
Steglich, Mike, 107
Steiger, Lothar, 148
Streckies, Robin, 122
Struk, Stephan, 148
- Treuling, Clemens, 161
- von Tippelskirch, Hubertus, 47
- Weitzel, Dirk, 148
Wernitz, Robert, 31
Weßels, Doris, 64
Wiesel, Julia, 134
Wille, Sebastian, 18
Wolf, Martin, 161
- Zitz, Valeria, 80

Beiträge der Fachtagung „**Angewandte Forschung in der Wirtschaftsinformatik – Zukunft gestalten**“ im Rahmen der 36. Jahrestagung des Arbeitskreises Wirtschaftsinformatik an Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (AKWI) vom 11. bis 13.09.2023 an der Technischen Hochschule Wildau

Autor:innen: Can Adam Albayrak, Patrick Baier, Esther Ruiz Ben, Johannes Busse, Christian Czarnnecki, Katharina Dort, Sandy Eggert, Stefan Handke, Mona Heise, Frank Hogrebe, Peter Mathias Konhäusner, Claudia Lemke, Alexander Lübbe, Verena Majuntke, Birte Malzahn, Anett Mehler-Bicher, Vera G. Meister, Frederik Obermaier, Martin Przewloka, Marianna Rovner, Margit Scholl, Regina Schuktomow, Mike Steglich, Lothar Steiger, Robin Streckies, Stephan Struk, Clemens Treuling, Hubertus von Tippelskirch, Dirk Weitzel, Robert Wernitz, Doris Weißels, Julia Wiesel, Sebastian Wille, Martin Wolf, Valeria Zitz