DHBW
Duale Hochschule
Baden-Württemberg
Stuttgart

Moderne Kollaborationsmodelle und deren Herausforderungen an die Business-IT

Jürgen Schwille, Tobias Straub, Wolf Wenger (Hrsg.)

Moderne Kollaborationsmodelle und deren Herausforderungen an die Business-IT

Jürgen Schwille, Tobias Straub, Wolf Wenger (Hrsg.)

Herausgeber:

Prof. Dr. Jürgen Schwille
Prof. Dr. Tobias Straub
Prof. Dr. Wolf Wenger

Studienzentrum Wirtschaftsinformatik
Duale Hochschule Baden-Württemberg Stuttgart

Rotebühlplatz 41
70178 Stuttgart

www.dhbw-stuttgart.de

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

1. Auflage 2021 - eBook
Eine gedruckte Version des Werks ist unter der ISBN 978-3-347-33083-2 im Verlag tredition erschienen.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Autorinnen und Autoren sowie die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder die Autorinnen und Autoren noch die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Umschlaggestaltung unter Bearbeitung einer Abbildung von ZeroTolerance / Pixabay
(https://pixabay.com/de/users/zerotolerance-786313/)

Geleitwort / Videobotschaft

Ein herzliches virtuelles Willkommen zu den Ergebnissen des Integrationsseminars der DHBW 2020.

Mein Name ist Dennis Böcker – ich bin der Global IoT Innovation Lead für Bosch und bin jetzt seit eineinhalb Jahren wieder zurück in Deutschland aktiv in dieser Rolle. Davor war ich in Chicago und habe im Rahmen dieser Rolle die Chicago Connectory eröffnet, den ersten Co-Creation Co-Innovation Space in einer Reihe von Spaces, die wir nun unter dem Namen Connectory weltweit betreiben. Dies war und ist ein wesentlicher Schritt in unserer Strategie Innovation Inside-Out and Outside-In.

Sehr gerne hätten wir Sie hier in der Stuttgart Connectory persönlich begrüßt. Leider war uns das auf Grund der Covid-19-Beschränkung nicht möglich. Trotz allem möchte ich meinen Dank Professor Wenger und seinen Kolleginnen und Kollegen des Bereichs Wirtschaftsinformatik der DHBW für die erneute unternehmensübergreifende Durchführung dieses Programms, welches dieses Mal auch komplett virtuell durchgeführt wurde, aussprechen.

Die Stuttgart Connectory, im Herzen Stuttgarts, ist ein Co-Innovations-Space, der Unternehmen, Universitäten, Start-Ups und andere Ökosystempartner zusammenbringt und so eine Basis für Innovations-Ökosysteme bilden kann. Sie unterstützt die Open-Innovation-Atmosphäre hauptsächlich durch Aktivitäten wie themenbezogene MeetUps, Proof-of-Concept-Programme mit Start-Ups oder Co-Creation Programme mit anderen Unternehmen.

Auch in diesem Jahr haben wir wieder mit Begeisterung die Arbeit der Studierenden verfolgt und begleitet und wünschen uns auch für die Zukunft weitere spannende Projekte mit engagierten Studierenden; dann hoffentlich auch wieder hier vor Ort in der Stuttgart Connectory und als Teil unserer globalen Community.

Ich wünsche Ihnen nun viel Spaß beim Durchstöbern des Sammelbandes und wünsche mir bald eine neue Auflage hier in der Stuttgart Connectory.

Stuttgart, im April 2021

Dennis Böcker

Global IoT Innovation Lead
Robert Bosch GmbH

Vorwort der Herausgeber

Kernidee des dualen Studienkonzepts an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg (DHBW) ist die intensive Verzahnung von theoretischen und praktischen Inhalten, erzielt durch eine enge Kooperation mit ausgewählten Unternehmen und einen semesterweisen Wechsel von Theorie- und Praxisphasen. Doch auch innerhalb der Theoriephasen profitieren die Dualen Studierenden von dieser Zusammenarbeit. Besonders eindrucksvoll zeigt sich dies z.B. Rahmen des kursübergreifenden Integrationsseminars des Studiengangs Wirtschaftsinformatik an der DHBW Stuttgart. Seit mehr als fünf Jahren erhalten die von den Herausgebern betreuten Bachelor-Studierenden in ihrem sechsten und abschließenden Theoriesemester die Möglichkeit, sich mit aktuellen Trends der Wirtschaftsinformatik und den sich hieraus ergebenden Fragestellungen für die betriebliche Praxis auseinanderzusetzen. Die erzielten Ergebnisse werden ganz im Sinne einer praxisintegrierenden Hochschule nicht nur für die akademische Welt, sondern auch für die Partnerunternehmen und für die interessierte Öffentlichkeit empfängergerecht aufbereitet und präsentiert.

Der vorliegende Sammelband fasst zum nunmehr zweiten Mal ausgewählte Ergebnisse eines Integrationsseminars in einer Publikation zusammen. Für die 81 Studierenden des Startjahrgangs 2017 bildeten moderne Kollaborationsmodelle, die sich hierdurch ergebenden Möglichkeiten flexibler Zusammenarbeiten und insbesondere die damit verbundenen Anforderungen an eine zeitgemäße Business-IT den Kern der Lehrveranstaltung. Die von den Dualen Partnern eingebrachten Themenstellungen wurden gemäß derer inhaltlichen Schwerpunktsetzung in vier Kategorien eingeteilt. Die Bandbreite reichte dabei von technischen Aspekten (z.B. in Form von aktuellen Entwicklungen beim Edge Computing), über Trends im Bereich der digitalen Transformation bis zu Auswirkungen der Corona-Pandemie auf das Potential eingesetzter Kollaborationstools.

Pandemiegeprägt war auch die gemeinsame Seminarabschlussveranstaltung. Die etablierte Vorgehensweise einer gemeinsamen Poster Session vor Fachleuten wurde durch ein virtuelles Format ersetzt. Aufgeteilt in die Sessions „Architekturen und Services“, „Organisationsstrukturen und Arbeitswelten“, „Kollaborationsmodelle und -tools“ sowie „Datenanalyse und Geschäftsprozesse“ stellten die Studierenden ihre Ergebnisse in zum Teil aufwendig gestalteten Videos im Web zur Verfügung und standen in Online-Meetings für Diskussionen und einen fachlichen Austausch zur Verfügung. Den gemeinsamen Rahmen bildete eine Keynote durch Herrn Dennis Böcker, Global IoT Innovation Lead der Robert Bosch GmbH. Ausgewählte Beiträge stehen derzeit im Studierendenportal des Studiengangs Wirtschaftsinformatik zur Verfügung. Der QR-Code im voranstehenden Geleitwort führt direkt zu den Ergebnissen des Seminars.

Wieder einmal waren der Input und das Engagement der mitwirkenden Expertinnen und Experten von zentraler Bedeutung für die erzielten Ergebnisse. Unser herzlicher Dank hierfür gilt allen beteiligten Partnerunternehmen und insbesondere den nachfolgend aufgelisteten Lehrbeauftragten. Darüber hinaus hat uns die Robert Bosch GmbH bei der inhaltlichen Konzeption und mit ihrer Keynote in besonderem Maße unterstützt. Herrn Patrick Eberle sowie Herrn Dennis Böcker möchten wir hierfür ausdrücklich ein Extra-Dankeschön aussprechen.

Stuttgart, im April 2021

Jürgen Schwille
Tobias Straub
Wolf Wenger

Mitwirkende

Fabian Burkhardt,
Capgemini Deutschland GmbH

Christian Gärtner,
Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG

Heidrun Grob-Lipski,
Robert Bosch GmbH

Dr. Tobias Guggemos,
DHL Group

Felix Gütt,
Daimler AG

Alischa Haaser,
Daimler AG

Ann-Kristin Hammer,
Capgemini Deutschland GmbH

Tobias Häuptle,
NTT DATA Deutschland GmbH

Paul Jakob,
Daimler AG

Dr. Alexander Kressner,
Daimler AG

Dr. Robert Maderitsch,
Daimler AG

Thomas Makosch,
Robert Bosch GmbH

Righi Rasoa,
MHP Management- und IT-Beratung GmbH

Manuel Ray,
Robert Bosch GmbH

Tobias Riedel,
MHP Management- und IT-Beratung GmbH

Julia Schindele,
Robert Bosch GmbH

Michael Schlegel,
USU GmbH

Thomas Schwenk,
USU GmbH

Tim Sibold,
MHP Management- und IT-Beratung GmbH

Dr. Arthur Vetter,
Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG

Simon Wörthmann,
Robert Bosch GmbH

Moderne Kollaborationsmodelle und deren Herausforderungen an die Business-IT

Session 1: Architekturen und Services

Data Warehousing and Self-Service Analytics 1
Kerstin Müthing, Fabian Schönitz, Alexander Wesenberg

Entwicklung einer ressourcenabhängigen, automatisierten Bereitstellung von Anwendungen im Rahmen des Edge Computing 7
Lukas Brustein, Wolfgang Gress, Lukas Schneider

Microservice-Architekturen 13
Pascal Bohn, Andreas Schilli

Edge AI in der Produktion: Anwendungsfälle und Architekturlösungen 19
Tom Niederkleine, Anastasia Preger, Philipp Roberz

Session 2: Organisationsstrukturen und Arbeitswelten

Mobiles Arbeiten in der Ära der Smartphones 27
Fabian Binsch, Fabio Mandel

Ways of using Digital Transformation for sustainable business 33
Oliver P. Burghardt, Sofia M. V. Blessmann, Charlotte-Fé Radowski

Entwicklung eines Lösungskonzepts zur Einbeziehung der Produktionsmitarbeiter in die Digitale Transformation 39
Kevin Bogner, Ahmed Hebratovic, Patrick Schlegel

Produzierende Unternehmen in der digitalen Transformation – Weiterbildung und Motivation von Produktionsmitarbeitenden 45
Anna Luisa Bachmann, Annika Isabelle Geisert, Antonia Weyhing

Session 3: Kollaborationsmodelle und -tools

Low-Code Development – Schnelle IT Unterstützung für neue Kollaborationen 59
Michael Hauser, Stefan Käser, Janik Rehkugler

Ansatz zur Ausgestaltung des Wissensmanagements und der Motivationssteigerung in Communities of Practice 65
Tobias Geilen, Lena Lachenmaier, Jan-Luka von Blittersdorff

Das Potential von Kollaborationstools in einer Pandemiekrise 75
Marc Baumann, Michele Candolfo

Potenzial von Kollaborationswerkzeugen in einer pandemischen Krise 81
Robin Hettich, Ben Wanja Kupper, Nicolas Wirth

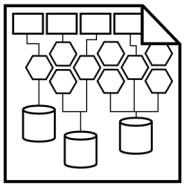
Session 4: Datenanalyse und Geschäftsprozesse

Professionalisierung von Machine Learning 89
Alina Steiger, Lorena Rohrbach, Tom Jonas Bartsch

Modern Data Management in Finance & Controlling 95
Benedikt Lindner, Julia Reinhardt, David Siegle

Chancen und Risiken des Einsatzes von elektronischen Signaturen für Unternehmen 101
Anne Loren Engelbach, Alisa Rieger, Max Scheurle

Session 1: Architekturen und Services



Data Warehousing and Self-Service Analytics

Kerstin Müthing
Miele & Cie. KG
Gütersloh
k@muething-olsberg.de

Fabian Schönitz
REIFF Technische Produkte GmbH
Reutlingen
fabian.schoenitz@gmx.de

Alexander Wesenberg
CLAAS Selbstfahrende
Erntemaschinen GmbH
Harsewinkel
alex.wesenberg@web.de

***Abstract*—In the age of digitalization, Business Intelligence (BI) is the central tool for companies when it comes to analyzing the steadily growing amount of business data as well as to support decision making. At the center of the BI reference architecture is the core Data Warehouse, the aim of which is to provide a uniform, error-free, and comprehensive database for individual analyses and reports. However, in the context of classic Business Intelligence, there are also some disadvantages that cannot be neglected. Therefore, this paper presents the approach of Self-Service Analytics, which supports companies and, in particular, their IT departments in countering the increased effort involved in creating reports and analyses suitable for the target group. Further advantages and the associated risks due to the implementation of the Self-Service Analytics approach are discussed in order to highlight the existing potential for companies. The possible implementation in companies is then explained using a guide based on a variety of different best practices. In addition, an exemplary implementation of a Self-Service Analytics strategy in an internationally operating company is presented. In order to guarantee a successful implementation of the introduced best practices in an organization, the necessary organizational, structural and technical adjustments are presented.**

Keywords—Business Intelligence, Data Warehousing, Self-Service Analytics, Best Practices

I. Introduction

Nowadays, most organizations recognize the importance of data analysis and see a benefit in the use of available data. In the age of digitalization, the amount of data that is generated by business processes is increasing dramatically and is forcing companies to adopt to constantly changing environments. These circumstances require a quick reaction to current developments, which is reflected in the growing need for fast decision support and information demands. Businesses that utilize and analyze the available data can achieve a competitive advantage over their competitors. Exemplary applications for the usage of data include the prediction of problems, creation of forecasts, and derivation of action measures. "Business Intelligence" (BI) is crucial for achieving these goals. For this purpose, a Data Warehouse offers a possibility to make data usable and manageable as well as to store the data centrally. The BI teams increasingly become a bottleneck due to the growing demand for information and data analyses. This requires new concepts and a new, open-minded way of thinking. The Self-Service Analytics might be a very promising approach for many organizations to overcome these new challenges.

In section II, the essentials of Business Intelligence and its Data Warehouse are introduced. The third section of this paper describes the Self-Service Analytics approach and discusses its advantages and disadvantages. Finally, some of the most important "best practices" are expounded and an exemplary implementation of a Self-Service environment is shortly exemplified. The paper, finally, concludes with a summary of the acquired findings.

II. Basics of Business Intelligence and Data Warehousing

A. Definition and Differentiation

The origin of the modern term Business Intelligence can be traced back to the term "management support systems" (MSS). Scott Morton established this terminology already in the 1980's und defined it as "the use of computers and related information technologies to support manager" [1]. This definition expounds that management support is not limited to the individual use of computer systems. Instead, it includes the full range of information and communication technology, as Morton illustrated: "For example teleconferencing, electronic data bases and graphic workstations are all information technologies that are potentially useful for MSS" [1]. The mid-1990s eventually enforced the term "Business Intelligence" for management support systems in operational practice. BI can be described as an information system-based overall approach with the goal of integrating different technologies and concepts in a BI system [2]. This enables the collection of data as well as the final presentation in the form of business-relevant information for analysis, planning and control purposes. Components for extraction, cleansing, transformation, integration storage and preparation, as well as modules for analysis and presentation are fundamental in a BI process [3]. However, there is still no universal definition for the term "Business Intelligence".

B. Reference Architecture for Business Intelligence

The "reference architecture" of a typical Business Intelligence system can be subdivided into different components or layers according to different criteria. These, however, can only be poorly distinguished from one another in practical use [3]. In terms of the overall BI approach, figure 1 displays not only the data sources and the databases, but also the data flows between the different system components and layers [4]:

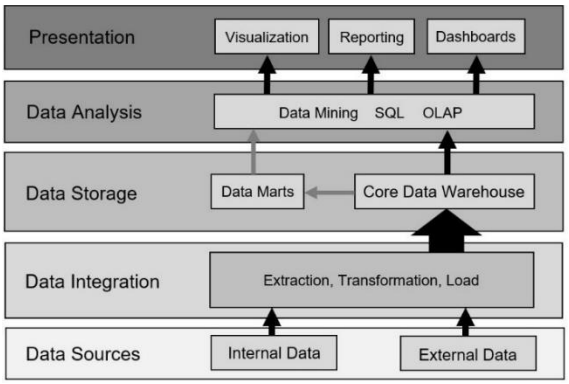


Fig. 1. Reference Architecture Business Intelligence [2], [4]

The “data sources” provide the basis for the concept of the architecture and provide the data basis for the decision-oriented information requirements and the analytical evaluations. They include all relevant systems and files that supply the Data Warehouse with information [5], [4]. Since data of heterogeneous upstream systems is generally stored in various ways, a syntactic and semantic harmonization and preparation of the data is crucial for the integration into the Data Warehouse [3]. The goal of the following “data integration” process is the standardization and merging of heterogeneous data from different data sources. The required process includes the phases of “extraction”, “transformation” and “loading” and is referred to as the “ETL” process [4]. The goals of the ETL process are to extract relevant data from the source systems, to provide steps to deal with problems and conflicts regarding data integrity, as well as to load the data into a persistent data storage [5].

At the center of the „data storage and data provision layer” is the “core Data Warehouse” that represents the central area of a BI reference architecture. Inmon’s definition of a Data Warehouse provides a detailed description of its characteristics: “A Data Warehouse is a subject oriented, integrated, non-volatile and time variant collection of data in support of management’s decisions” [6].

The “subject oriented” property is reflected in the technical orientation of the Data Warehouse. This means that the Data Warehouse is always based on the information requirements of the company [3]. Furthermore, the implementation of a Data Warehouse follows the basic idea of an integrated database in which the data previously processed by the ETL process is merged and stored [4]. The main goal of using a Data Warehouse is to provide a consistent database and to provide information to support decision-making (“Single Point of Truth”, SPOT) [7]. The term “non-volatile” describes the impossibility for changes in the data of the Data Warehouse. The provided data should never be removed or changed over the course of time. This distinguishes the Data Warehouse fundamentally from the operational systems of a company, which are subject to a constant change of data. The consistency of the database ensures that all reports and analyses are based on unchanged information and can be reconstructed with the same content at any time [2]. The “time variant” property represents the possibility to carry out analyses and evaluations based on a continuous reference to time as well as on a historical database. Further, the data is actively kept in a Data Warehouse over a much longer period. That also supports the consistency of the data over a large time period and ensures the reconstruction of past analyses [2], [4]. Depending on the circumstances of a company-specific BI architecture, the data storage in a Data Warehouse can follow either a central or a distributed concept. A centrally aligned Data Warehouse is determined by the logical storage of all data in one place. However, the data does not have to be physically stored in one place but can also be distributed if necessary. Scaling problems due to a large increase in the data volume are a major disadvantage. This results from central data storage. Therefore, most companies prefer a decentralized alignment of the Data Warehouse systems. A decentralized Data Warehouse consists in part or in whole of several, independent Data Warehouses, which can be referred as “data marts”. Each of these data marts has its own data storage, which is separate from the core data. They are tailored to the individual areas of application and specialist departments according to their requirements and needs. Compared to an integral Data Warehouse, a data mart is characterized by a narrower focus on specific user group, a strong orientation to the use cases, as well as a greatly reduced data volume. The major disadvantage of data marts is the loss of a company-wide overview, which makes cross-departmental analyses and evaluations significantly more difficult [5]. The architecture of a Data Warehouse can be seen as a framework in which the combination of individual components can occur in different forms and the focus can vary greatly.

The “data analysis” layer deploys various components that enable access to previously provided data as well as the examination and evaluation of this data for individual requirements. The required analysis functions can differ greatly, depending on the use case [3]. These range from free data searches, via OLAP systems, to methodical preparations and evaluations using mathematical or statistical methods [1]. The final task of the “presentation layer” is the problem and addressee suitable output of the results and insights gained from the analysis. Since the spectrum of potential users is quite wide, different types of presentation have to be covered. The value of the provided information does not only result from the offered content, but above all depends largely on the chosen form of presentation for the recipients [3]. A commonly used way of providing information is the communication of key figures in the context of business reporting. The data is usually presented in tabular form and can be enhanced by simple graphics [8]. Besides a presentation in a completely tabular form, cockpits or dashboards are often generated for the presentation and analysis of the results. They enable a simple and clear presentation of aggregated information and key figures. Dashboards, generally, include colored two- or three-dimensional charts, such as bar, line, point, or area charts [3], [8].

C. Challenges of traditional BI

Especially when it comes to the introduction and further development of BI in the classical meaning, companies face a variety of different challenges. The biggest obstacle to an efficient BI strategy is the very heterogeneous architecture and the deficient data quality of the used source systems. In addition to various databases, there is usually a large number of individual solutions in practice taking the form of separate independent lists and files. This results in an increasing complexity for the ensuring of data consistency and data integrity. Therefore, the development, analysis, and operating costs can increase drastically [9]. Due to the enormous amount of data stored in the Data Warehouse, the database performance and the query speed in the course of the analyses are in practice rarely performant. Companies try to counteract the cause by constantly introducing new and supposedly more powerful BI tools. However, the necessary user expertise is usually missing, which is why many BI projects fail with the selection of suitable BI tools [10]. Another challenge of the traditional BI for the development of reports is the generally long development cycle. The reason for this can be found in the individual specific departments and their constantly changing requirements for evaluations and reports. Due to different interests and priorities, it takes an enormous effort to carry out analyses and to develop reports that fit the addressees needs [11].

III. Self-Service-Analytics

A. Definition und Areas of Application

One possibility to counteract the variety of requirements and to relieve traditional BI is the approach of Self-Service Business Intelligence (SSBI) or Self-Service Analytics (SSA). While technically experienced BI specialists provide standard reports in classic BI environments, Self-Service Analytics can also be made accessible to untrained users. This enables them to analyze data by themselves and create the reports as well as access the company data they require mostly independently of BI specialists in the IT department [12]. Eckerson defines Self-Service Analytics as follows: "Users get exactly the reports they want, when they want them, and the BI team no longer serves as an intermediary between users and the data"[13]. To make this possible, users are provided with modern self-service tools that enable intuitive operation and use of BI resources. A semantic layer between the database and the users greatly abstracts and simplifies access to the data sources. The applications are based on the central Data Warehouse or department-specific data marts that subsequently allow data from different sources to be combined into individual reports, ad hoc and, according to individual requirements, via a user interface [8]. Afterwards, descriptive visualizations and dashboards can display the data and the results visibly and comprehensibly. Filtering, sorting, drill-down as well as "drag & drop" can be used to modify the resulting visualizations [14], [15].

Due to the shift of the BI tasks to the specialist departments, the usability of the Self-Service Analytics tools is particularly important for the acceptance in the company. It is important for the IT department to provide a prepared Self-Service Analytics environment with a Self-Service Analytics tool. This tool allows simple modeling and access to the data sources, ensures high performance and scalability, and enables access to reports and applications that have already been completed [16].

There are five aspects that can be identified for the characterization of Self-Service Analytics and both consist of the requirements of the specialist departments as well as represent IT tasks (see Figure 2):

1. The modification of reports and dashboards enables business users to adapt and expand existing reports according to individual requirements.
2. The ad-hoc creation of new reports and dashboards is a new possibility for the specialist departments to react quickly and flexibly to requirements independently of the IT department.
3. Both users in the specialist departments as well as the IT department can benefit from the integration of private and local data. For instance, internal data can be compared with current market analysis data from the internet.
4. The modification and creation of data models is the responsibility of the IT. BI specialists can create new data models, which can become the basis for the user's daily work.
5. The data stewardship describes the guarantee of data quality by the business users. In cooperation with IT, they are jointly responsible for monitoring and ensuring data quality and consistency.

The basis for Self-Service Analytics is data governance. It acts as a framework for monitoring the administration and modification of the data. The goal is to guarantee user flexibility and independence, as well as to provide consistent and quality-assured data throughout the company [16].

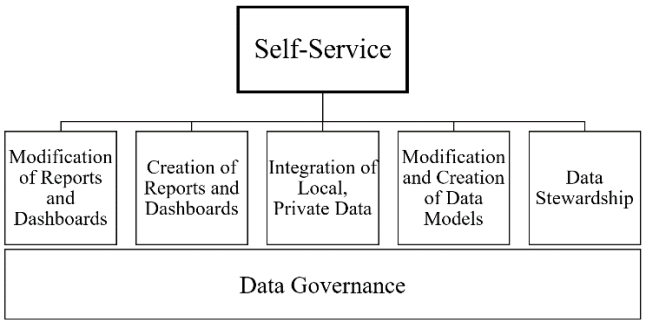


Fig. 2. Aspects of Self-Service Anlytics [16]

In principle, for Self-Service Analytics there must always be an interaction between the users of the specialist departments and IT. The users are dependent on the preparatory work of IT. IT is responsible for ensuring the smooth running of the Self-Service Analytics process, for the definition of clear structures and boundaries as well as the ensuring for the compliance with these boundaries [16].

B. Advantages of the Self-Service Approach

A big advantage of the self-service approach is the saving of time and resources in IT, especially within the BI team. The employees' workload is reduced and they are no longer required to create a great number of evaluations. They can focus on their, more complex tasks [15]. In addition, the evaluation is faster than with the classic BI approach. These ad-hoc analyses become more important nowadays because information is needed as quickly as possible, so that decision-making processes can be quickly underlined by facts and competitive edges can be secured [17].

Another advantage is that specialist departments know the content of the data to be analyzed the best. This means that problems and incorrect evaluations due to a lack of background knowledge in IT can be avoided. On the other hand, the specialist departments often do not know the technical possibilities and ask for incorrect or unsuitable evaluations in traditional BI. This leads to a poorer report quality, which self-service services can avoid [17].

The intuitive tools enable every employee to access data and information. This means that every employee can benefit from it and gain new information. There is no further in-depth technical knowledge required for the simple use of the tools [17], [18]. This can lead to innovative and new evaluations, which can offer a new insight or a new perspective on data [19].

The SSA setup allows the combination of different data sources and cross-database queries. Different data and data types can be aggregated and analyzed at a central point [14]. The possibility of appealing visualization is another advantage, since one can present the data simply and clearly, and therefore attract attention. For the ever-increasing amount of data, dashboards have become indispensable and can be created with self-service tools [14].

Another trend that self-service fulfills is the trend towards mobile analytics. Nowadays, access to data should be possible

anytime and anywhere. Many self-service tools offer the possibility of mobile access to all information that is needed [17].

C. Risks and Disadvantages of the Self-Service Approach

In addition to the aforementioned advantages of the self-service, there are also some risks associated with the use and introduction of Self-Service Analytics. One problem is that redundancies and duplication of work can occur for users with similar requirements, since everyone can create their own reports. It is often not known whether a specific report or an evaluation has already been created. This might lead to duplicates [19].

The fact that not every employee has the same skills in dealing with self-service tools, as well as analytical and statistical background knowledge, might lead to inaccurate evaluations and, therefore, to errors in decision-making. Without the possibility and background knowledge to check the results, this might be a great danger to the outcome of the self-service analytic tools [18].

Another risk is that data quality problems and inconsistencies may not be recognized and this may lead to further evaluation problems and misinterpretations. The possibility of integrating external, unchecked data from outside the Data Warehouse increases this risk [15].

Since every employee has access to company data, it is important to protect sensitive data with authorization concepts and data governance policies [12]. When it comes to distributing access rights, a good balance is important. If there are too few authorizations to work out analyses, users might have to wait long for the IT department to grant the rights, which leads to delays. Otherwise, if there is too much information and access rights, this can lead to an information overload for the users, which in the worst case leads to different or incorrect analysis results [15]. The risk that companies do not recognize that there are different types of self-service users could lead to an incorrect providing of functions for the respective user groups [15]. Two different user groups need to be addressed: the power users with their special expertise for analysis and reporting, as well as the casual users who only need business intelligence tools to display reports and dashboards and, if necessary, simple modifications [18].

Another risk is the lack of acceptance of the Self-Service Analytics solutions among employees. If the solution is not accepted, it will not bring the desired benefit. In order to increase acceptance, employee training is recommended. However, training all employees is very time-consuming and costly. Further, training and accessible support are necessary for the correct use of the software in order to achieve good results [16]. A survey shows that a lack of skills and a lack of training are two of the three biggest disruptive factors in establishing a self-service environment in the company and are therefore the most common reasons for undesirable developments [15].

IV. Implementation of Self-Service Analytics in an Organization

A. Best Practices

Since there are several risks concerning the implementation of a Self-Service Analytics environment, an organization should follow a couple of Best Practices that have proved to be helpful for the introduction of Self-Service Business Analytics tools.

A Self-Service Analytics environment is generally not built by just launching easy-to-use BI tools in an organization, because "technological installations do not [make a] business intelligence environment […] self-service enabled" [20]. A well-functioning self-service environment needs a robust infrastructure that supplies the required data where it is needed. For instance, the integration of data, the handling of the data quality, and the scalability of databases are important for this infrastructure [20], [22].

The Self-Service Analytics environment requires the monitoring and oversight of IT during deployment, sharing, and collaboration. IT needs to oversee the utilization of the SSA components or determine costly, long-running queries. End-users should be aware of their own analytic capabilities, whereas IT monitors when to intervene and help [20].

The organization needs to make sure that the users are not overwhelmed with responsibility for generating information and reports. Therefore, the Self-Service Analytics developers should make sure that they define key metrics, entities and terms consistently. The information workers need training and existing standards and nomenclature to balance self-service and IT-generated presentation of information. Further, the usability of self-service is an important key to success. Displaying to many information to users in the self-service application tools could easily overwhelm them. The usability of the self-service environment can be improved by following three basic recommendations [20], [21]:

- *Design simplicity:* In general, information workers use self-service very infrequently. Therefore, the correct use of the application should be easy and quick to learn. The 80/20 rule applies to self-service. 80 percent of visitors only need 20 percent of the content. The self-service application should therefore be designed for "'probabilities, not possibilities'" [21]. The design should concentrate on the actions that are most likely to be used, rather than trying to offer every possible choice. Icons and images can be a great way to improve easy recognition [21].
- *Functionality:* "Usability goes well beyond the design" [21]. If the design does not offer the functionality that the users need, they will not use it [21].
- *Device Compatibility:* A great viewing and interaction experience across a wide spectrum of devices is important for the usability of self-service software. The user experience should be consistent on all devices [21].

Inexperienced users should be supported with features like Web browsers, interactive graphics, wizards, drop-down lists, and prompts to reduce difficulties with the SSA environment. This also reduces the time the IT experts have to spend on responding to requests for new data and developing reports [20].

When developing Self-Service Analytics, it is crucial to understand the requirements of the users in order to know, what they want to accomplish or create. Developers need an understanding of the areas that need Self-Service Analytics. Not all areas, for instance certain operational or management

fields, benefit from Self-Service Analytics. They require standardized formats. IT needs to pursue a strategy that both develops professional reports and dashboards as well as maintains the infrastructure for operating the self-service environment [20].

An important aspect for securing data accuracy is to perform data quality checks and data security procedures. These actions become especially critical, when more users are enabled to use data through Self-Service Analytics tools. IT can play an important role, when helping business groups to understand data quality issues [22].

Software targets the reduction of capital and cost for maintaining an IT staff. The deployed Self-Service Analytics solution needs to reduce the costs significantly and developers need to make sure, that the "deployment options […] fit into the overall conceptual and technical architecture" [20] of the organization.

The establishment of a governance committee consisting of members from both the information team as well as IT experts is an important practice for the enabling of Self-Service Analytics environments in organizations. This committee is, for instance, in charge of reviewing requests for new components, modifying existing components, or determining and identifying needed training [20], [21].

The Data Warehouse system should be used with other types of source data. Users may need to bring operational data, external information, or analytic data from other sources together for the needed analysis. Hereby, data virtualization is a good way to provide quick and flexible access to multiple data sources. However, organizations need to implement a monitoring mechanism for the accessed sources. The goal is to guarantee that performance of the systems is not negatively affected. The governance committee should be part of this process [22].

It is important to analyze and optimize user feedback. User satisfaction surveys, web analytics and search logs or firsthand customer interviews can provide such information [20].

A pilot project can show the proof of concept and lead to quick wins. However, if the Self-Service Analytics environment is expanded for the use across thousands of users, developers should pay attention to scalability of the program from the very beginning [20].

B. *Implementation of Self-Service Analytics using the example of the CLAAS KGaA mbH*

The CLAAS KGaA mbH is an internationally operating manufacturer for harvesting machinery, based in Germany. Since BI – and specifically Self-Service Analytics - is an important topic for CLAAS, the implementation of the BI tools integrated into CLAAS's organization is used to expound an exemplary deployment of a BI architecture and strategy [23].

The topics of Business Intelligence, Data Science, Artificial Intelligence, and Machine Learning are all concentrated in one IT team. Therefore, there is one universal vision and one universal strategy derived from it. Some of these strategies are described below:

- The business departments with the help of the domain group should mostly do the operative Reporting.
- Strategic Reporting is aggregated to one single management system that defines KPIs and recurring visualizations.
- Self-service reporting for operative business should be enabled for the business departments.
- CLAAS trains and connects users to spread the usage.
- To ensure data quality CLAAS integrates its various data sources into one central Data Warehouse.
- The focus is on few key technologies, so that the usability and the data consistency can be increased [23].

Self-Service Analytics is of strategic importance, since it enables CLAAS to do the operative reports noticeably quicker. The business department knows the data and the requirements to the data way better than the IT team. The IT team should focus on the deployment of data with maximal data quality and performance as well as training for the employees. CLAAS employees, according to the CLAAS strategies, should be able to work with professional data analytic software just like they are able to work with every-day-software, e.g. MS Excel [23].

The data analytic team integrates the data of the operative systems in two central data storages. This guarantees standardized definitions, performance, and access authorization. CLAAS employees can access this data through the Tableau Self-Service Analytics platform. SAP BW on HANA as well as Hadoop make up the central data storage. However, especially for the interface architecture, there is still room for improvement, so that already existing interfaces to the central data storage can be used [23].

V. Conclusion

Business Intelligence is nowadays crucial to the success and longevity of many organizations. The ability to derive action from data can be a competitive advantage. There are a number of challenges that have to be dealt with. Especially the creation of reports that fit the addressees requirements can be a big challenge. Therefore, Self-Service Analytics are introduced with the aim of relieving the IT department. Other advantages include faster information provision and decision support. On the other hand, the implementation of Self-Service Analytics is associated with several risks, for instance the user acceptance or the ensuring of data quality and integrity.

A central Data Warehouse as well as an effective and functioning self-service environment can bring advantages to a company. In order to provide the departments with too much information as well as to guarantee an authorization and security structure, it makes sense to use data marts and authorization concepts. Therefore, the focus should be placed on the scalability and flexibility of the architecture.

To ensure the success of a Self-Service Analytics environment, companies have to make the following changes. When introducing a self-service environment, it is necessary to adapt the organizational structure in the company. This applies in particular to the introduction of a department for central data management and the introduction of a governance committee to ensure data stewardship. In addition, there are a couple of required, structural changes. Since data quality and

data integrity are of critical importance, the further adjustment and optimization of business processes can be quite supportive.

Finally, it can be determined, that the implementation of a Data Warehouse and a self-service environment can be very beneficial for a company, as long as the best practices shown in this paper are taken into account. Otherwise, there is a great likelihood that the introduction of the self-service environment will not be accepted by the users and will not bring any benefit to the organization.

REFERENCES

[1] H. Kemper, H. Baars and W. Mehanna, *Business Intelligence, Grundlagen und praktische Anwendungen*, vol. 3, Wiesbaden, Germany: Vieweg + Teubner, 2010.

[2] L. Burmester, *Adaptive Business-Intelligence-Systeme, Theorie, Modellierung und Implementierung*, Wiesbaden, Germany: Vieweg + Teubner, 2011.

[3] P. Gluchowski, R. Gabriel and C. Dittmar, *Management Support Systeme und Business Intelligence, Computergestützte Informationssysteme für Fach- und Führungskräfte*, vol. 2, Berlin, Heidelberg, Germany: Springer Verlag, 2008.

[4] M. Linden, *Geschäftsmodellbasierte Unternehmenssteuerung mit Business-Intelligence-Technologien, Unternehmensmodell – Architekturmodell – Datenmodell*, Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2016.

[5] K. Farkisch, *Data-Warehouse-Systeme kompakt, Aufbau, Architektur, Grundfunktionen*, Berlin, Heidelberg, Germany: Springer Verlag, 2011.

[6] W. H. Inmon, *Building the Data Warehouse*, vol. 4, New York, NY, USA: Wiley, 2005.

[7] H. Mucksch, J. Holthuis, M. Reiser, "Das Data Warehouse Konzept – ein Überblick", in *Wirtschaftsinformatik*, 1996, vol. 38, no. 4, pp. 421-433.

[8] C. Bange, "Werkzeuge für analytische Informationssysteme", in *Analytische Informationssysteme, Business Intelligence-Technologien und -Anwendungen*, vol. 5, Berlin, Heidelberg, Germany: Springer Verlag, 2016, pp. 97-126.

[9] VSB Solutions, *Herausforderungen bei der Einführung von BI und Reporting Software*, [Online]. Available: https://www.vsb.de/business-analytics-reporting/herausforderungen-bi-reporting-einfuehrung.html (Accessed: Jul. 03 2020).

[10] datapine GmbH, *Common Business Intelligence Challenges Facing Entrepreneurs*, [Online]. Available: https://www.datapine.com/blog/business-intelligence-challenges/ (Accessed: Jun. 25 2020).

[11] R. Leipert, *Die Herausforderungen der Business Intelligence*, [Online]. Available: http://www.business-intelligence24.com/business-intelligence-definition/business-intelligence-in-der-praxis---tipps/business-intelligence-herausforderungen (Accessed: Jun. 25 2020).

[12] M. Rouse, *Self-Service Business Intelligence (BI)*, 2018. [Online]. Available: https://searchbusinessanalytics.techtarget.com/definition/self-service-business-intelligence-BI (accessed: Jun. 10 2020).

[13] W. W. Eckerson, *TDWI Checklist Report Self Service BI.*, 2009. [Online]. Available: https://www.microstrategy.com/Strategy/media/downloads/white-papers/TDWI_Self-Service-BI.pdf, (accessed: Jun. 10 2020).

[14] datapine GmbH, *Self-Service BI Tools - Wie profitieren Sie von moderner Self-Service Business Intelligence?*. [Online]. Available: https://www.datapine.com/de/artikel/self-service-bi-tools (accessed: Jun. 12 2020).

[15] M. Rohe and A. Hoffjan, "Konzeptionelle Analyse von Self-Service Business Intelligence und deren Gestaltungsmöglichkeiten," in *CON*, vol. 30, no. 4, pp. 17–23, 2018, doi: 10.15358/0935-0381-2018-4-17.

[16] F. Geist, T. Kluin, and H. Ritz, "Self-Service Business Intelligence (SSBI) – Self-Service Business Intelligence (SSBI) - Nutzenpotenziale für einen verbesserten Austausch von Informationen im Unternehmen," in *Herausforderungen an die Wirtschaftsinformatik: Integration und Konnexion*, T. Barton, B. Erdlenbruch, M. Guckert, F. Herrmann, C. Müller, and H. Ritz, Eds., 2013, pp. 47–58.

[17] S. Luber, *Was ist Self-Service BI (Business Intelligence)?*, 2017. [Online]. Available: https://www.bigdata-insider.de/was-ist-self-service-bi-business-intelligence-a-659722/ (accessed: Jun. 11 2020).

[18] P. Alpar and M. Schulz, "Self-Service Business Intelligence," in *Bus Inf Syst Eng*, vol. 58, no. 2, pp. 151–155, 2016, doi: 10.1007/s12599-016-0424-6.

[19] S. Hietpas, *Self-Service Analytics: Pros and Cons*, 2019. [Online]. Available: https://www.skylinetechnologies.com/Blog/Skyline-Blog/August_2019/self-service-analytics-pros-cons, (accessed: Jun. 10 2020).

[20] PAT Research, *Best Practices in Self-Service Business Intelligence*, [Online]. Available: https://www.predictiveanalyticstoday.com/best-practices-in-self-service-business-intelligence/ (Accessed: Jul. 08 2020)

[21] Ivanti, *Top 10 Best Practices for a Better Self-Service*. [Online]. Available: https://www.ivanti.com/blog/top-10-best-practices-better-self-service (Accessed: Jul . 08 2020).

[22] C. Imhoff and C. White, *Self-Service Business Intelligence*. [Online]. http://docs.media.bitpipe.com/io_10x/io_106625/item_583281/TDWI_Best_Practices_Report_Self-Service_BI_Q311%5B1%5D.pdf (Accessed: Jul 12 2020).

[23] K. Ueckert, Fragebogen zu Self-Service Analytics bei CLAAS [unpublished].

Entwicklung einer ressourcenabhängigen, automatisierten Bereitstellung von Anwendungen im Rahmen des Edge Computing

Lukas Brustein
Duale Hochschule Baden-Württemberg
Stuttgart, Deutschland
lukas-brustein@gmx.de

Wolfgang Gress
Duale Hochschule Baden-Württemberg
Stuttgart, Deutschland
wolfgang@hink.de

Lukas Schneider
Duale Hochschule Baden-Württemberg
Stuttgart, Deutschland
lukas.schneider@gmail.com

***Abstract*—Das Konzept einer Continuous Deployment Pipeline, das den Softwareentwicklungsprozess automatisieren soll, ist aufgrund der geringeren Ressourcenkapazitäten der Recheneinheiten am Datenursprung im Vergleich zur Cloud mit den derzeitigen Frameworks und Werkzeugen nur mit höheren Aufwänden realisierbar. Aus diesem Grund wird im Rahmen dieses Papers ein Prototyp vorgestellt, welcher eine Validierungsfunktion für eine Continuous Deployment Pipeline zur Verfügung stellt. Die Validierungsfunktion wird dabei mit bereits existierenden Technologien im Bereich des Edge Computing verbunden und getestet. Die Validierungsfunktion überprüft die noch verfügbaren Ressourcenkapazitäten, um sie mit den benötigten Ressourcen des automatisierten Deployments abzugleichen. Gleichzeitig stellt dieses Paper einen Lösungsweg vor, um der steigenden Last von Services entgegen zu wirken. Dabei wird eine Strategie des Prototyps für eine automatisierte Skalierung nach einem Deployment vorgestellt.**

Keywords*—Pipelines, continuous deployment, edge computing, cloud, resource engagement, edge management, Kubernetes, resource monitoring

I. Einleitung

Der durch Industrie 4.0 beschriebene Einzug des Internets der Dinge (IoT) und Dienste in die Industrie spiegelt sich in der hohen Nachfrage nach IoT-Anbietern und einem erwarteten Umsatz von 470 Milliarden Dollar im Jahr 2020 wider [1]. Insbesondere die skalierbaren Infrastrukturen von Cloud Computing und Software as a Service Lösungen haben sich am Markt etabliert [2]. Die Prozessierung von Daten in der Cloud weist jedoch im Hinblick auf die stetig wachsende Menge an digitalen Daten und der Stagnation auf dem Gebiet der Netzwerktechnik Defizite auf, welche zu einem Paradigmenwechsel führen.

Um die Übermittlung von großen Mengen an Rohdaten zu verhindern, wird nach dem Konzept des Edge Computing die Datenprozessierung an den Datenursprung ausgelagert. Eine Entlastung der Kommunikationswege und verkürzte Antwortzeiten sind das Ziel. Die Dezentralisierung von IoT-Anwendungen durch Edge Computing bringt jedoch neue Herausforderungen hinsichtlich der Bereitstellung von Anwendungen mit sich.

Die Automatisierung des Softwareentwicklungsprozesses durch eine Continuous Deployment (CD) Pipeline ist mit aktuellen Frameworks und Standardlösung aus dem Bereich des Cloud Computing nicht realisierbar. Insbesondere die vergleichsweise geringen Ressourcen der Recheneinheiten in der Nähe des Datenursprungs machen eine Überprüfung der verfügbaren Kapazitäten zu einem entscheidenden Faktor für die erfolgreiche Bereitstellung von IoT-Anwendungen.

Mithilfe eines Prototyps wird die ressourcenabhängige, automatisierte Bereitstellung von IoT-Anwendungen innerhalb einer simulierten Testumgebung erprobt. Als Vorlage für die Testumgebung dient die Edge Infrastruktur des Kooperationspartners der Robert Bosch GmbH. Neben der Analyse von Anforderungen an die automatisierte Bereitstellung steht insbesondere die Messung der verfügbaren Kapazitäten innerhalb der Edge Infrastruktur im Fokus.

Mit der Entwicklung einer Validierungsfunktion wird die Verfügbarkeit von notwendigen Kapazitäten für die automatisierte Bereitstellung von IoT-Anwendungen sichergestellt. Des Weiteren werden mögliche Strategien für den Fall einer fehlschlagenden Bereitstellung, aufgrund von fehlenden Kapazitäten, erörtert.

Die nachfolgenden Kapitel dieser Arbeit sind wie folgt strukturiert. In Kapitel II werden die Grundlagen in den Bereichen CD Pipeline, Edge Computing und Ressourcenmanagement im Edge Computing dargestellt. Darauf folgt die Betrachtung der Ausgangssituation bei Bosch und die daraus resultierenden Anforderungen in Kapitel III. Die entwickelte Testumgebung wird in Kapitel IV beschrieben. In Kapitel V werden daraufhin der Aufbau und die Resultate der entwickelten Validierungsfunktion erörtert. Die Ergebnisse dieses Papers werden in Kapitel VI zusammengefasst.

II. Grundlagen

Der vorliegende Abschnitt wird den Forschungshintergrund dieses Papers und das zugehörige Basiswissen darstellen. Zu Beginn wird das Konzept der CD Pipeline vorgestellt. Dabei wird gleichzeitig die Bedeutung einer CD Pipeline für die Erstellung von Softwareservices dargestellt. Nach der Darstellung der CD Pipeline-Thematik erfolgt die Einführung in die grundlegende Funktionsweise des Edge Computing. Zum Schluss erfolgt die Einleitung in die Thematik des zentralen Ressourcenmanagements im Edge Computing und die damit verbundenen Konzepte wie beispielsweise die Skalierung.

A. Continuous Deployment Pipeline

Die CD Pipeline ist ein Konzept, welches sich aus der gemeinsamen Verbindung der beiden Methoden Continuous Integration (CI) und Continuous Deployment (CD) zusammensetzt und durch eine Kette von automatisierten

Softwarewerkzeugen und Prozessen in der Form einer Pipeline realisiert wird. Das CI definiert dabei eine Vorgehensmethode, um inkrementelle Quellcodeänderungen durch die Entwickelnden kontinuierlich und automatisiert zusammenzufügen, zu testen und für das Deployment vorzubereiten [3].

Das CI beginnt, indem die Softwareentwickelnden ihre entwickelten Funktionalitäten in das Repository, einer sogenannten Versionsverwaltung, laden [4]. Die Versionsverwaltung stellt dabei ein Konfigurationsmanagementsystem dar, welches genutzt wird, um Änderungen am Quellcode zu identifizieren und die neu entstandenen Softwarestände abzuspeichern [5]. Dabei dient das genannte Repository als eine Ablage für die entwickelten Softwareversionen [4]. Das Ziel bei der Nutzung einer Versionsverwaltungssoftware ist dabei die effiziente Zusammenarbeit mehrerer Softwareentwickelnden anhand eines Quellcodes, um gleichzeitig Transparenz zu erzeugen [6].

Diese effiziente Zusammenarbeit wird auf der Basis einer Versionsverwaltungssoftware mithilfe einer sogenannten Branching-Strategie umgesetzt [7]. Ein Branch ist ein Entwicklungszweig des Hauptquellcodes und stellt eine Kopie der aktuellen Version des Hauptprogrammes dar, anhand der die Softwareentwickelnden dezentral arbeiten können. Besonders bei komplexen Softwareentwicklungsprojekten ist eine geeignete Branching-Strategie von essenzieller Bedeutung, um die Arbeit mit den Entwicklungszweigen einheitlich zu organisieren [7].

Der Vorgang, bei dem die einzelnen Codeteile zusammengefügt werden, um eine neue Softwareversion zu generieren, wird Merge genannt [7]. Nach dem erfolgreichen Merge erfolgt der automatisierte Build [4]. Mit dem Build ist die Kompilierung des Programmcodes gemeint, um ein ausführbares Softwaredatenpaket zu erhalten [4]. Nach dem Build folgen die automatisierten Tests, wobei das Testen aufgrund seiner großen Bedeutung als eigenständiges Konzept angesehen werden kann [8]. Dieses wird im Bereich der CD Pipeline als Continuous Testing bezeichnet [8].

Das Continuous Testing definiert die automatisierte Durchführung von drei funktionellen Testarten [9]. Diese Testarten orientieren sich dabei anhand der Testpyramide, die im Jahr 2009 von Mike Cohn vorgestellt wurde [10]. Die automatisiert durchzuführenden Testarten im Rahmen der CD Pipeline setzen sich aus den Komponententests, in denen die einzelnen Programmkomponenten überprüft werden, Integrationstests, in denen die Kommunikation zwischen den Komponententests und ihr Zusammenwirken überprüft werden und einem GUI-Test, bei dem basierend auf der Systemoberfläche die Funktionsweise wichtiger Operationen überprüft wird, zusammen [10].

Nach dem erfolgreichen Testen endet der Bereich des CI und der zweite Prozessabschnitt des CD beginnt. Das CD hat die Funktion die inkrementellen Softwareänderungen in die Produktion zu überführen [11]. Dabei ergänzt das CD das CI um den Aspekt eines automatisierten Deployments, bei dem die inkrementellen Softwarefunktionalitäten automatisiert in die Produktionsumgebung installiert werden [12]. Dadurch werden die entwickelten Funktionalitäten den Endbenutzern und Endbenutzerinnen zur Nutzung bereitgestellt.

B. *Edge Computing*

Nach einer Prognose von Statista wird im Jahr 2025 das Volumen der jährlich generierten digitalen Datenmenge weltweit auf 175 Zettabyte ansteigen [13]. Dies entspräche einem Anstieg von über 530% im Vergleich zum Jahr 2018. Die Zunahmen an Geschwindigkeit bei der Datengenerierung in Verbindung mit der Stagnation auf dem Gebiet der Netzwerktechnologie stellen einen Engpass für Cloud-basierte Anwendungen dar. Langsame Antwortzeiten sind die Folge.

Ein Ansatz zur Lösung dieser Prämisse stellt das Edge Computing dar. Hierbei erfolgt die Prozessierung von Daten auf oder in Nähe des Geräts, welches die Daten generiert hat. Der wegfallende Transport von Rohdaten führt zur Entlastung des Netzwerks und damit auch zu kürzeren Antwortzeiten des Cloud-Servers [14].

Ein weiterer Aspekt für die Notwendigkeit von Edge Computing liegt in der sich ändernden Rolle der Datenkonsumenten durch IoT. Während das Paradigma von Cloudcomputing eine Trennung zwischen Datenproduzenten und -Konsumenten verlangt, wird der Datenkonsument durch IoT-Geräte selbst zum Datenproduzent. Eine dezentrale Prozessierung der durch IoT-Geräte generierten Daten bietet neben kürzeren Antwortzeiten auch Vorteile in Bezug auf die Vertraulichkeit der jeweiligen Rohdaten. Im Folgenden wird das Paradigma von Edge Computing schematisch dargestellt:

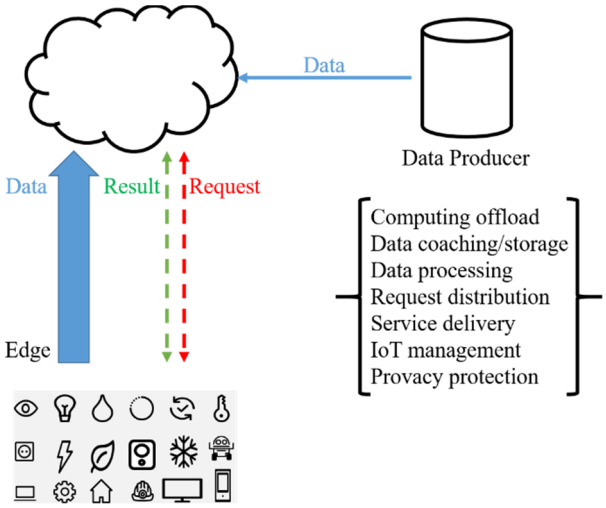


Abb. 1 Edge Computing Paradigma [2]

Die als Edge bezeichneten Rechen- und Netzwerkkomponenten sind zwischen Prosumenten (Produzenten & Konsumenten) und der Cloud lokalisiert. Ein Edge kann das Auslagern von Rechenlast, die Datenspeicherung, das Caching und die Verarbeitung von Daten sowie die Verteilung von Anfrage- und Lieferservices aus der Cloud an den Prosumenten durchführen. Um die Anforderungen an einen effizienten Service wie Zuverlässigkeit, Sicherheit und Schutz der Privatsphäre zu erfüllen, muss ein Edge entsprechende Voraussetzungen erfüllen.

C. *Ressourcenmanagement im Edge Computing*

Das Ressourcenmanagement und Aspekte wie die automatisierte Skalierung sind Konzepte, die eingesetzt werden, um eine effektivere Nutzung von

Hardwareressourcen zu ermöglichen. Im Bereich der Cloud entstand in Anbetracht dieser Thematik die Containerorchestrierungsplattform Kubernetes, die genutzt wird, um die Softwareservices innerhalb der Container bereitzustellen, zu verwalten und zu skalieren [15]. Die Skalierung der Services definiert dabei die Anpassung der Kapazität der Services in Abhängigkeit zu der Anzahl der Zugriffe auf den Service und der damit verbundenen Auslastung, um das Angebot an die aufkommenden Anforderungen flexibel anpassen zu können. Im Bereich des Edge Computing ist die eigentliche Kubernetes-Plattform zu ressourcenintensiv, da innerhalb des Edge Computing eine begrenzte Menge an Ressourcen zur Verfügung steht [15]. In dieser Hinsicht existiert die leichtgewichtigere Kubernetes-Distribution K3s als Alternative, welche die Kubernetes-Funktionalitäten ressourcensparender und damit geeignet für das Edge Computing bereitstellt [16].

Die Orchestrierungsplattform K3s basiert auf einer Node-Master Architektur und gleicht innerhalb seiner Architektur jener von Kubernetes. Der Master beinhaltet drei Komponenten: den API-Server, den Scheduler und einen Replication Controller, um die einzelnen Nodes zu verwalten [15]. Die Nodes beinhalten dabei drei Aspekte innerhalb der Kubernetes-Architektur: das Kubelet, die Pods und die Services. Diese werden im Folgenden detaillierter dargestellt [17].

Das Kubelet stellt einen Agenten dar, der auf allen Nodes ausgeführt wird und die Funktion hat, die Pods und Container zu verwalten [18]. Dabei hat das Kubelet die Aufgabe, beispielsweise Pods und Container zu starten beziehungsweise zu terminieren [18].

Die Pods stellen in Kubernetes eine Abstraktionsebene dar, in der die Container mit den jeweils enthaltenen Softwareservices ausgeführt werden [19]. Die Pods definieren dabei eine Gruppe von Containern, die bereitgestellt werden kann und in der sich die Container eine IP-Adresse und einen Portraum teilen [19].

Die Services stellen eine abstrakte REST-basierte Bereitstellung der Softwareservices dar, die über einen Satz von Pods im Rahmen eines Netzwerkservices erfolgt [20]. Der Service stellt dabei einen REST-Endpunkt zur Verfügung, unter dem der Service aufgerufen werden kann. Gleichzeitig definiert der Service die Pods, auf die zugegriffen werden soll, und die Art und Weise, wie die Kommunikation durchgeführt werden muss [20].

III. Analyse der Edge Infrastruktur von Bosch und Ableitung der Anforderungen an die Testumgebung

Die Bosch-Geschäftsbereiche implementieren bereits Edge-Services und IoT-Anwendungen. Durch den stetig wachsenden Bedarf solcher Services und Anwendungen besitzt Bosch über eine immense Anzahl von produktiven Umgebungen. Die Edge-Plattformen und Kundenanwendungen müssen zum jetzigen Zeitpunkt in jeder Umgebung manuell installiert, betrieben und gewartet werden. Dies ist mit einem hohen Aufwand verbunden, welcher sowohl aus technischen als auch aus wirtschaftlichen Aspekten nicht mehr zeitgemäß ist.

Um auch in Zukunft wettbewerbsfähig zu agieren, ist eine standardisierte Edge Application Management-Plattform zwingend notwendig. Die Plattformen, welche auf Kubernetes basieren, stellen die automatisierte Bereitstellung und den automatisierten Betrieb von Edge-Services und IoT-(Kunden-)Anwendungen sicher. Durch dessen Einsatz kann eine effiziente und schnelle Bereitstellung sowie Auslieferung neuer Anwendungen mit einem minimalen Aufwand gewährleistet werden.

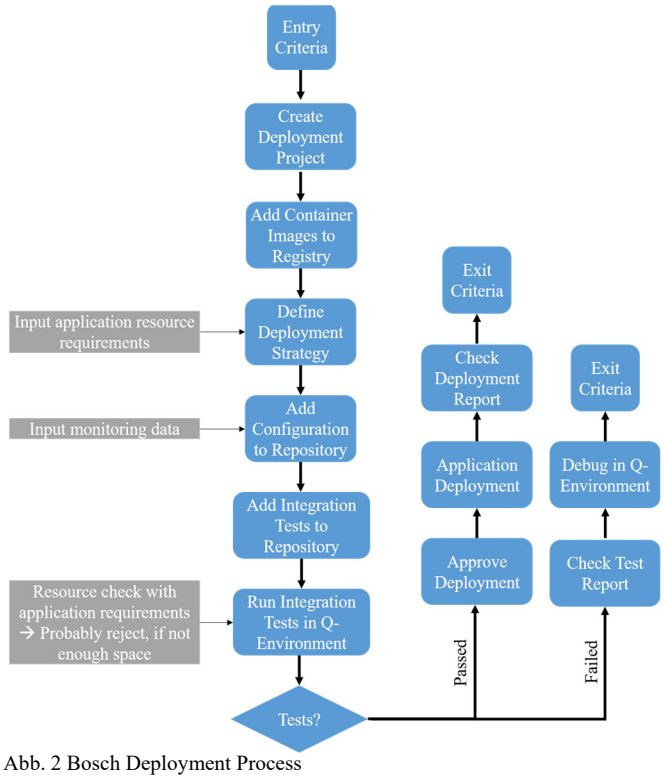


Abb. 2 Bosch Deployment Process

Wie Abbildung 2 zu entnehmen ist, werden die IoT-Anwendungen durch die Anwendungsentwickler entwickelten und auf einem zentralen GIT-Repository des Edge Management in Form von Container Images gespeichert. Zur Sicherstellung der Qualität und einer Validierung jeder Anwendung erfolgt die Bereitstellung über die zentralen Pipelines CI und CD innerhalb einer abgeschotteten Testumgebung. Nach erfolgreicher Validierung und Freigabe durch einen Release-Manager werden die Anwendungen weltweit über die zentralen CD-Pipelines verteilt. Die CD-Pipeline bestimmen sowohl für die Test- als auch für die Produktivumgebung die jeweiligen Edge-Nodes, auf welchen die Anwendung betrieben wird.

Um eine fehlerfreie Bereitstellung von IoT-Anwendungen auf den Edge-Nodes zu gewährleiten, wurde im Rahmen dieser Arbeit die Entwicklung einer Validierungsfunktion für die Prüfung der Verfügbarkeit von notwendigen Kapazitäten realisiert.

TABELLE I. Liste der Anforderungen

Bezeichnung der Anforderung	Beschreibung
Automatisierte Prüfung der Prozessorauslastung	Für jeden Node muss die Prozessorauslastung automatisiert überprüft und dargestellt werden.
Automatisierte Prüfung des Hauptspeicherverbrauchs	Für jeden Node muss der Hauptspeicherverbrauch überprüft und dargestellt werden.

Bezeichnung der Anforderung	Beschreibung
Automatisierte Skalierung	Die erreichbaren Services müssen abhängig von der momentanen Auslastung automatisch skaliert werden.
Automatisiertes Deployment	Als Bestandteil der CD-Pipeline muss das Deployment der Pods automatisiert durchgeführt werden.
Verifizierung der Deployments	Die Deployments werden in Abhängigkeit von der überprüften Auslastung der Ressourcenkapazitäten abgelehnt oder durchgeführt.

Die verschiedenen Anforderungen lassen sich in zwei Bereiche einteilen. In die Bezeichnung der Anforderung und in die detailliertere Beschreibung. Anhand der innerhalb der Tabelle 1 dargestellten Anforderungen wird im weiteren Verlauf dieses Papers die konzeptionelle Architektur der Edge-Ressourcenmanagementplattform für die CD Pipeline erstellt.

IV. Architektur der Testumgebung

Im folgenden Abschnitt dieses Papers wird die Architektur der Testumgebung samt notwendiger Komponenten für die CD Pipeline aufgezeigt. Hierbei liegt der Fokus auf den für die Validierung notwendigen Komponenten, die für das Ressourcenmanagement benötigt werden, wobei innerhalb der Testumgebung ein Integrationstest durchgeführt wird, indem die Funktionsweise der einzelnen Komponenten miteinander überprüft wird. Die einzelnen Komponenten und Mechanismen des Systems werden infolgedessen detaillierter erörtert und analysiert. Die Architektur des Konzeptes für das System wird innerhalb der folgenden Abbildung 3 dargestellt.

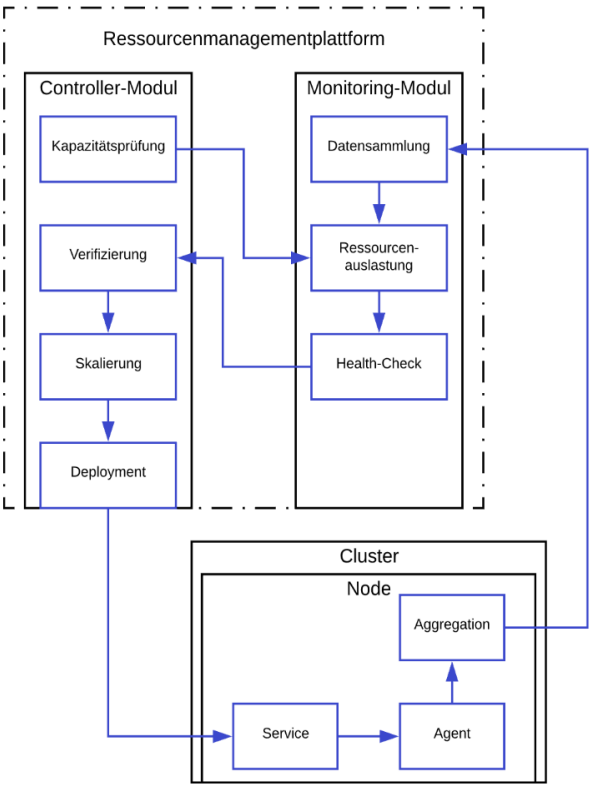


Abb. 3 Architektur der Edge-Ressourcenmanagementkomponenten

A. Controller-Modul

Das Controller-Modul stellt das zentrale Verwaltungsmodul der Validierungsfunktion in der Testumgebung dar. Nach dem erfolgreichen durchlaufenen CI-Prozess folgt die Kapazitätsprüfung. Dabei nutzt das Controller-Modul die Informationen des Monitoring-Moduls. Basierend auf den aggregierten gesammelten Ressourcenauslastungsdaten des Monitoring-Moduls führt das Controller-Modul die Verifizierung durch. Dabei berechnet es die Differenz zwischen der Gesamtkapazität und den bereits genutzten Kapazitäten der einzelnen Nodes im Cluster. Falls die benötigten Kapazitäten für das Deployment des Service die noch zur Verfügung stehenden Kapazitäten übersteigen, wird die Deploymentanfrage abgelehnt. Falls die Kapazitäten ausreichen, wird das Deployment bestätigt. Infolgedessen wird innerhalb des Controlling-Moduls eine Skalierungsregel definiert. Diese basiert auf der Horizontal Pod Autoscaling (HPA)-Funktion von K3s. Dabei werden vordefinierte CPU/- und Hauptspeicherauslastungen als Ausgangsbasis definiert, um anhand der auftretenden Auslastung eines Service die Pods automatisch zu skalieren, sodass die definierten Auslastungswerte eingehalten werden [21]. Basierend auf den getätigten Einstellungen wird die Anzahl der Pod-Replikate anhand der Auslastung des Service flexibel angepasst [21]. Mithilfe dieser Voreinstellung erfolgt infolgedessen das automatisierte Deployment über das kubectl-Interface von K3s, um den Service in das Cluster bereitzustellen.

B. Monitoring-Modul

Das Monitoring-Modul in der Testumgebung stellt die Kommunikations- und Ressourcenüberwachungsschnittstelle zwischen dem Controller-Modul und den Nodes des Clusters dar. Das Monitoring-Modul kommuniziert mit der Metrics API des Clusters. Der Metrics Server enthält Daten über die Ressourcennutzung innerhalb eines Kubernetes-Clusters [22]. Dabei nutzt der Metrics Server die Daten, die von den einzelnen Kubelet-Agenten auf den Nodes bereitgestellt werden und aggregiert diese [22]. Die aggregierten Metriken werden infolgedessen durch eine API-Anfrage in das Monitoring-Modul geladen, um infolgedessen anhand der geladenen Werte hinsichtlich der Ressourcennutzung iterativ die Gesamtressourcenauslastung und die einzelnen Auslastungen der Nodes im Cluster zu bestimmen. Mithilfe der berechneten Daten führt das Monitoring-Modul einen Health-Check durch, um die Funktionsfähigkeit der Nodes im Cluster zu verifizieren. Nach der erfolgreichen Durchführung des Health-Checks terminiert der Prozess des Monitoring-Moduls, indem die Verifizierung innerhalb des Controller-Moduls gestartet wird. Dabei übergibt das Monitoring-Modul seine ermittelten Daten an das Controller-Modul weiter.

C. Cluster

Das Cluster ist ein Verbund von mehreren Nodes, die von einem Master verwaltet werden. Die Nodes stellen die Ressourcen bereit, die benötigt werden, um die Services bereitzustellen. Dabei werden die Services jeweils über ihre IP-Adresse angesprochen. Jeder Node besitzt einen Kubelet-Agenten, der jeden Node verwaltet und die jeweiligen lokalen Ressourcenauslastungen ermittelt. Die ermittelten Daten übergibt er an den Metrics Server, in dem die Daten aggregiert werden, damit diese infolgedessen über die Metrics API vom Monitoring-Modul abgerufen werden können [22]. Nach dem erfolgreichen CD Pipeline-Prozess erfolgt das Deployment in

das Cluster, wobei ein Cluster ausgewählt wird, das noch ausreichend Kapazität besitzt.

D. Technische Realisierung der Testumgebung

Zur Realisierung der Testumgebung wurde ein lokaler Server als Infrastruktur genutzt. Der Server lief mit einem Ubuntu Betriebssystem. Zur Realisierung eines Ubuntu-basierten Clusters wurde die Software Multipass genutzt, um virtuelle Maschinen zu erzeugen. Mithilfe von Multipass wurden auf dem Server zwei virtuelle Maschinen erzeugt, auf denen jeweils Ubuntu 18.04 als Betriebssystem aufgesetzt wurde. Einer der virtuellen Maschinen wurde als Master-Node ausgewählt und der andere als Worker-Node. Infolgedessen wurde K3s auf den Nodes installiert, um darauf aufbauend ein K3s-Cluster zu erzeugen. Nach der Installation von K3s wurde ein Token generiert. Mithilfe dieses Tokens und der IP-Adresse des Master-Node wurde der Worker-Node mit dem Master-Node verbunden, wodurch ein Cluster erzeugt wurde. Dadurch wurde die Möglichkeit geschaffen, Applikationen in das Cluster zu deployen. Aufbauend auf dem Cluster erfolgte die Erstellung der Komponenten, die für die Verifizierungsfunktion des Ressourcenmanagements notwendig waren. Gleichzeitig realisierte das Cluster die Testumgebung, mit der infolgedessen die Funktionsweise der Ressourcenmanagementkomponenten getestet wurde.

V. Entwicklung der Validierungsfunktion

Die Überprüfung der verfügbaren Kapazitäten auf den Edge Geräten im Rahmen einer Validierungsfunktion ist eine essenzielle Anforderung an die CD Pipeline. Nicht nur die Vermeidung von Komplikationen, sondern auch die Gewährleistung des aktiven Geschäftsbetriebs sind für eine automatisierte Bereitstellung von höchster Relevanz. Eine Unterversorgung der IoT-Applikationen kann weitreichende wirtschaftliche und reputierliche Folgen für das Unternehmen nach sich ziehen. Im ersten Schritt wird der Prozess der Ermittlung von notwendigen Kapazitäten einer entwickelten IoT-Anwendung betrachtet.

A. Ermittlung der notwendigen Kapazitäten

Während des Bosch Deployment Process werden über die abgeschottete Testumgebung die notwendigen Kapazitäten einer IoT-Anwendung ermittelt. Diese dienen als Grundlage für den Ist-Soll-Vergleich innerhalb der Validierungsfunktion. Um eine Überlastung der Edge-Geräte während der Bereitstellung zu verhindern, wird außerdem eine maximale Auslastung von 60 Prozent hinsichtlich aller relevanten Kapazitäten angenommen. In Abstimmung mit Bosch wurden für die Validierungsfunktion in dieser Arbeit die Metriken CPU- und Hauptspeicherauslastung als primäre Kennzahlen herangezogen.

B. Erhebung der Kennzahlen über die aktuelle Auslastung

Für die Bestimmung der zum Messzeitpunkt erhobenen Kapazitätsauslastung wurde die von K3s zur Verfügung gestellte Funktion „kubectl describe node“ verwendet. Diese gibt die aggregierten Kapazitätsauslastungsdaten der einzelnen Nodes wieder.

Eine wesentliche Herausforderung in Bezug auf die Messung der aktuellen Auslastung besteht darin, dass die aggregierten Kapazitätsdaten in unterschiedlichen Einheiten ausgegeben werden. Demnach wird die CPU-Auslastung in der Einheit milliCPU und die Hauptspeicherauslastung in Bytes gemessen und angegeben. Die Einheit milliCPU stellt dabei eine fraktionierte Maßeinheit für die benötigte Ressourcenkapazität dar [23]. Dabei entspricht ein Verbrauch von 1000 milliCPUs einer vollständigen Auslastung der verfügbaren CPU [23]. Diese Auslastung wird in Abhängigkeit von der CPU-Gesamtkapazität und der bereits verwendeten CPU-Kapazität mithilfe des Metrics Server ermittelt. Die Hauptspeicherauslastung wird im Unterschied dazu in der Einheit Bytes gemessen und dabei unterschiedlich hoch skaliert, was wiederum eine weitere Herausforderung darstellt, da die ermittelten Hauptspeicherauslastungen einheitlich umgerechnet werden müssen [23].

C. Erstellung des Bash Skriptes

Zur Umsetzung des bereits erwähnten Controlling-Moduls und des Monitoring-Moduls wurde ein Bash Skript erstellt, das innerhalb der CD Pipeline ausgeführt wird und mit der Metrics API von K3s kommuniziert. Das Bash Skript wurde erstellt, da die terminalbasierte Skriptsprache Bash manuelle Terminaleingaben automatisiert. Dadurch ermöglicht ein Bash Skript die Automatisation der manuellen Abfragen der Ressourcenauslastung, das Deployment und die Skalierung in Abhängigkeit der auftretenden Last. Das erstellte Bash Skript lässt sich in drei Blöcke untergliedern: die Eingabe, die Abfrage und die Entscheidung.

Der erste Block der Eingabe nimmt die benötigten Ressourcenwerte zur Durchführung des Deployments entgegen, die während des Integrationstests in der Testumgebung ermittelt werden konnten.

Der zweite Block der Abfrage kommuniziert mit der Metrics API von K3s und ruft die aggregierten Auslastungsdaten je Node auf. Dabei iteriert der Abfrageblock innerhalb einer Schleife über jeden einzelnen Node und summiert die Auslastungen der einzelnen Nodes, um eine Gesamtauslastung des Clusters hinsichtlich der CPU und des Hauptspeichers zu ermitteln. Dabei werden die Werte in Abhängigkeit der jeweils ermittelten Einheiten der Auslastungen je Node auf eine zentrale Einheit umgerechnet.

Der dritte Entscheidungsblock setzt die benötigten Ressourcen aus dem Eingabeblock ins Verhältnis mit den noch verfügbaren Kapazitäten des Clusters, die innerhalb des Abfrageblocks ermittelt wurden. Falls die Gesamtauslastung der CPU und des Hauptspeichers dabei über 60 Prozent betragen sollte, wird das angefragte Deployment abgelehnt. Falls die Gesamtauslastung von 60 Prozent noch unterschritten wird, wird das Deployment verifiziert und automatisch mithilfe des „kubectl apply“-Befehls und einer ausgewählten YAML-Datei durchgeführt. Die YAML-Datei definiert dabei die jeweiligen Abhängigkeiten und die Durchführung des Deployments. Nach dem Deployment folgt als nächster Schritt die automatische Skalierung mithilfe der implementierten HPA-Funktion von K3s. Dies wird mithilfe des Befehls „kubectl autoscale“ durchgeführt. Innerhalb der Ausführung dieses Befehls wird gleichzeitig eine Regel definiert, die festlegt, wie hoch die CPU-Auslastung und die Hauptspeicher-Auslastung jeweils sein sollen. In Abhängigkeit dieser Regel skaliert die HPA-Funktion automatisch die Replikate des Service, um die Last auf einen Service zu verringern und den festgelegten Richtwert einzuhalten.

VI. FAZIT

Anhand der entwickelten Validierungsfunktion ist eine Gewährleistung der automatisierten Bereitstellung von Anwendungen grundsätzlich möglich. In Bezug auf die hier gewählten Metriken ist jedoch festzuhalten, dass entsprechend der Anforderung einer IoT Anwendung an ein Edge Gerät weitere Metriken in Betracht zu ziehen sind. Beispielsweise ist für Anwendungen mit einem hohen Bedarf an Speicherkapazität der Plattenspeicher abgesehen vom Hauptspeicherbedarf zu ermitteln. Einen weiteren ermittelbaren Faktor stellt auch die verfügbare Bandbreite dar.

Als weitere Restriktion, die während der Entwicklung der Validierungsfunktion ermittelt wurde, ist festzuhalten, dass die Pods innerhalb des K3s zustandslos sind und keine Informationen speichern, um eine maximale Flexibilität zu gewährleisten. Daher geben die ermittelten Daten der Validierungsfunktion nur eine Momentaufnahme der Kapazitätsauslastung wieder, die jedoch nicht persistent gespeichert werden kann, um empirische Kapazitätsmessungen durchzuführen. Dennoch bietet das K3s die Möglichkeit einen Pod mit dem „PersistentVolumeClaim“ so zu konfigurieren, dass es den Zugriff auf eine externe Festplatte ermöglicht, auf der dann Daten persistent gespeichert werden können. Es ist festzuhalten, dass der persistente Speicher in diesem Zusammenhang eine große Bedeutung hat, da nicht alle IoT Anwendungen zum gleichen Zeitpunkt ihre maximale Kapazitätsauslastung erreichen und die individuellen maximalen Kapazitätsauslastungen innerhalb einer Momentaufnahme ohne historische Daten nicht aussagefähig sind.

Als folgende Handlung ist zu empfehlen, die entwickelte Validierungsfunktion in die Bosch Deployment Umgebung zu implementieren, um diese in der produktiven Umgebung abschließend zu validieren.

VII. REFERENZEN

[1] P. Bowen et al., Die Nachfrage nach IoT-Anbietern ist hoch, Bain & Company Inc., 28. September, 2017. Accessed on: 12 July, 2020. [Online]. Available: https://www.bain.com/de/insights/choosing-the-right-platform-for-the-industrial-iot/

[2] W. Shi, J. Cao, Q. Zhang, Y. Li and L. Xu, "Edge Computing: Vision and Challenges," in IEEE Internet of Things Journal, vol. 3, no. 5, pp. 637-646, Oct. 2016, doi: 10.1109/JIOT.2016.2579198.

[3] A. Davis, Mastering Salesforce DevOps. A Practical Guide to Building Trust While Delivering Innovation. Berkeley: Apress Media LLC, 2019

[4] P. Riti, Pro DevOps with Google Cloud Platform. With Docker, Jenkins and Kubernetes. Berkeley: Apress Media LLC, 2018

[5] S. Machiraju and S. Gaurav, DevOps for Azure Applications. Deploy Web Applications on Azure. Berkeley: Apress Media LLC, 2018

[6] E. Noble, Pro T-SQL 2019. Toward Speed, Scalability and Standardization for SQL Server Developers. Berkeley: Apress Media LLC, 2020

[7] N. Pathania, Pro Continuous Delivery. With Jenkins 2.0. Berkeley: Apress Media LLC, 2017

[8] R. Alt and G. Auth and C. Kögler, Innovationsorientiertes IT-Management mit DevOps. IT im Zeitalter von Digitalisierung und Software-defined Business. Wiesbaden: Springer Gabler, 2017

[9] F. Witte, Testmanagement und Softwaretest. Theoretische Grundlagen und praktische Umsetzungen. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2019

[10] M. Cohn, Succeeding with Agile: Software Development Using Scrum. London: Pearson Education Limited, 2009

[11] I. Classon, Migrating ASP.NET Microservices to ASP.NET Core. By Example. Berkeley: Apress Media LLC, 2019

[12] J. Acetozi, Pro Java Clustering and Scalability. Building Real-Time Apps with Spring, Cassandra, Redis, WebSocket and RabbitMQ. Berkeley: Apress Media LLC, 2017

[13] F. Tenzer, Prognose zum weltweit generierten Datenvolumen 2025, Statista GmbH, 13 Februar, 2020. Accessed on: 6 Juli, 2020. [Online]. Available: https://de.statista.com/statistik/daten/studie/267974/umfrage/prognose-zum-weltweit-generierten-datenvolumen/

[14] K. Ha et al., “Towards wearable cognitive assistance,” in Proc. 12th Annu. Int. Conf. Mobile Syst. Appl. Services, Bretton Woods, NH, USA, 2014, pp. 68–81.

[15] C.-C. Liu et al., „Service Resource Management in Edge Computing Based on Microservices,“ in 2019 IEEE International Conference on Smart Internet of Things (SmartIoT), Tianjin, China, 2019, pp. 388-392

[16] Rancher, K3s-Lightweight Kubernetes, 10 Juli, 2020. Accessed on: 13 Juli, 2020. [Online]. Available: https://rancher.com/docs/k3s/latest/en/

[17] P. Acuna, Deploying Rails with Docker, Kubernetes and ECS. Berkeley: Apress Media LLC, 2016

[18] Kubernetes Authors, kubelet, 09 Juni, 2020. Accessed on: 6 Juli, 2020. [Online]. Available: https://kubernetes.io/docs/reference/command-line-tools-reference/kubelet/

[19] Kubernetes Authors, Pods, 30 Mai, 2020. Accessed on: 6 Juli, 2020. [Online]. Available: https://kubernetes.io/docs/concepts/workloads/pods/pod/

[20] Kubernetes Authors, Service, 30 Mai, 2020. Accessed on: 6 Juli, 2020. [Online]. Available: https://kubernetes.io/docs/concepts/services-networking/service/

[21] Kubernetes Authors, Horizontal Pod Autoscaler, 19 Juni, 2020. Accessed on: 13 Juli, 2020. [Online]. Available: https://kubernetes.io/docs/tasks/run-application/horizontal-pod-autoscale/

[22] Kubernetes Authors, Resource metrics pipeline, 5 Juli, 2020. Accessed on: 13 Juli, 2020. [Online]. Available: https://kubernetes.io/docs/tasks/debug-application-cluster/resource-metrics-pipeline/

[23] Kubernetes Authors, Managing Resources for Containers, 5 Juli, 2020. Accessed on: 13 Juli, 2020. [Online]. Available: https://kubernetes.io/docs/concepts/storage/persistent-volumes/

Microservice-Architekturen

Pascal Bohn
Studiengang Wirtschaftsinformatik
DHBW Stuttgart
Stuttgart, Deutschland
pascal.bohn@gmx.de

Andreas Schilli
Studiengang Wirtschaftsinformatik
DHBW Stuttgart
Stuttgart, Deutschland
andreasschilli@gmail.com

***Zusammenfassung*—Microservice-Architekturen gewinnen in Unternehmen vermehrt an Zuspruch. Insbesondere für IT-Experten im API-Umfeld wird diese Technologie zunehmend interessanter [1]. Um diesen Sachverhalt genauer zu beleuchten wird in diesem Artikel untersucht, weshalb Microservices vermehrt zur Anwendung kommen und sich in der Praxis einer immer größeren Beliebtheit erfreuen. Nach einer kurzen, thematischen Einführung werden die theoretischen Grundlagen von Microservice-Architekturen beleuchtet. Dabei wird der Begriff von monolithischen und serviceorientierten Architekturen abgegrenzt sowie anschließend die Vorzüge und Grenzen der Technologie behandelt. In diesem Zusammenhang werden diese aus Sicht der IT-Abteilungen selbst, als auch aus Sicht der Nutzer bzw. der Fachabteilungen betrachtet. Im zweiten Teil dieser Arbeit werden Kollaborationsmodelle bei der Softwareentwicklung erläutert und im Zusammenhang mit Microservice-Architekturen untersucht. Dabei soll die Frage erörtert werden, ob diese tatsächlich nur unter Einsatz von Microservice-Architekturen möglich sind oder damit zumindest deutlich besser unterstützt werden können. In diesem Zusammenhang werden auch angestrebte oder bereits existierende Kollaborationsmodelle im Rahmen der Microservice-Entwicklung innerhalb der Bosch-Gruppe genannt, um einen Einblick in die Praxis zu gewährleisten.**

***Index Terms*—Microservices, Softwarearchitektur, Kollaborationsmodelle**

I. Theoretische Grundlagen

Lange Zeit waren monolithisch aufgebaute Systemarchitekturen, die den Ansatz einer All-in-One Lösung verfolgten, vorherrschend [2]. Beim Einsatz dieser treten jedoch verschiedene Probleme auf, da solche Applikationen ab einer gewissen Größe sehr unhandlich werden. Zudem führt dieser klassische, monolithische Aufbau sowohl in der Entwicklung als auch beim späteren Betrieb dieser Systeme zu einer steigenden Abhängigkeit zwischen einzelnen Entwicklungsteams [3]. Um diese Probleme zu beseitigen wurden Versuche unternommen Alternativen zu entwickeln.

Bereits vor rund 20 Jahren wurde dazu versucht, einzelne Schichten besser zu untergliedern und zu strukturieren; beispielsweise in Form von modularen Monolithen [3]. Mit der späteren Entwicklung der sogenannten serviceorientierten Architektur (SOA) wurden große, monolithische Anwendungen in kleinere Services zerlegt, welche jeweils eigenständig eine fachliche Funktionalität erfüllen [4]. Hierdurch erhöht sich die Flexibilität bei der (Weiter-)Entwicklung einer Applikation [5]; die Services einer SOA sind jedoch vergleichsweise grob und umfassen typischerweise ganze Betriebssystemprozesse [6]. Sie können dabei über Standardprotokolle und eine nachrichtenorientierte Middleware (ESB für asynchrone Kommunikation, SOAP, etc.) kommunizieren. Darüber hinaus wird eine zusätzliche Schicht zur Orchestrierung der Services benötigt [7].

Die Einführung von SOAs brachte bereits einen großen Fortschritt bei der Softwareentwicklung , es ergeben sich allerdings ebenso Nachteile. Hierzu zählen beispielsweise die Zentralisierung, welche durch die gemeinsame Orchestrierung hervorgerufen wird [8].

Mit dem Einsatz von Microservices sollen mitunter die aufgezeigten Nachteile einer serviceorientierten Architektur vermieden werden. Wie der Name bereits andeutet, besitzen Microservices eine nochmals feinere Granularität. Diese sind nicht auf eine nachrichtenorientierte Middleware angewiesen, sondern kommunizieren direkt über vordefinierte Programmierschnittstellen (APIs) mit anderen Microservices. Das damit ermöglichte dezentrale Arbeiten bietet einen deutlichen Vorteil gegenüber SOAs [6] [8].

Die zunehmend komplexer werdenden Softwaresysteme von Unternehmen, welche einen monolithischen Ansatz verfolgen, lassen sich mit dem Architekturkonzept von Microservices somit deutlich vereinfachen. Im Bereich einer modernen Softwarearchitektur sind Microservices daher unerlässlich [9]. Bei diesen Architekturen werden die verschiedenen Kernfunktionen einer Applikation mithilfe einzelner Microservices entwickelt und implementiert. Dabei handelt es sich um kleine Dienste, die unabhängig voneinander eingesetzt und skaliert werden können [10].

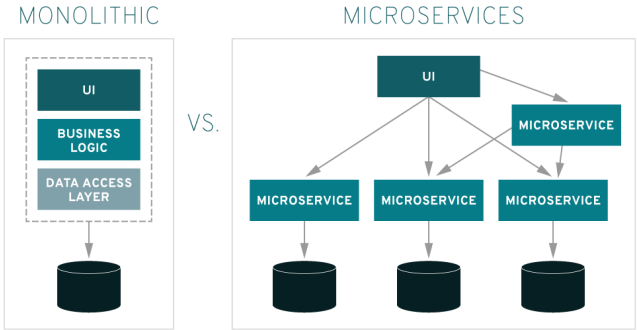


Abbildung 1. Monolithische vs. Microservicearchitektur [11]

Wie in Abbildung 1 veranschaulicht ist ein monolithisches System in horizontale Schichten gegliedert. An oberster

Stelle befindet sich die Benutzeroberfläche, welche auf die darunterliegenden Schichten der Geschäftslogik und der Datenzugriffsschicht angewiesen ist. Typischerweise wird eine Schicht von einem Entwicklungsteam oder einer Abteilung betreut und weiterentwickelt. Soll eine neue Funktion in einer Schicht eingefügt werden, müssen meist auch in den anderen Schichten Änderungen vorgenommen werden. Dies verursacht viel Abstimmungsaufwand zwischen den Teams und erhöht damit die Entwicklungszeit deutlich [3].

Der Ansatz einer Microservice-Architektur nimmt eine fachliche Aufteilung des Gesamtsystems vor. Das Entwicklungsteam besitzt dabei alle personellen Qualifikationen und technischen Berechtigungen, um die Entwicklung auf allen technischen Ebenen, von der Benutzeroberfläche bis hin zur verwendeten Datenbank, durchzuführen. Mit diesem Aufbau können einzelne Funktionen von einem einzigen Team entwickelt, getestet und ausgerollt werden. Zudem steigert diese Vorgehensweise die Agilität und Geschwindigkeit von Weiterentwicklungen [12].

Die in Abbildung 1 dargestellten Microservices besitzen keine eigene Benutzeroberfläche (UI). Diesen Standpunkt vertreten allerdings nicht alle Experten. So empfiehlt zum Beispiel Wolff alle Microservices mit einer eigenen UI auszustatten [13]. Aufgrund der Uneinigkeit muss im jeweiligen Anwendungsfall abgewogen werden, ob eine Benutzeroberfläche als Teil des Microservices notwendig und/ oder sinnvoll ist. Gerade bei Webanwendungen ist die Integartion der UI in dem dazugehörigen Microservice von Vorteil, da nur so eine unabhängige Bereitstellung und Auslieferung einzelner Services möglich ist [14].

A. *Microservices im Detail*

Der im vorherigen Abschnitt bereits angesprochene vereinfachte 3-Schicht-Aufbau eines Systems findet auch bei Microservices Anwendung. Dabei handelt es sich um die Präsentationsschicht (User Experience), Applikationsschicht (Funktionalität) und Datenschicht. Bei realen Anwendungsfällen können diese Schichten allerdings sehr komplex werden [12]. Die Präsentationsschicht muss i.d.R. für ein breites Feld an Clients wie Desktops, Browser, Mobiltelefone oder Tablets optimiert werden. Über API-Gateways (z. B. REST oder RPC) ist diese mit der Applikationsschicht verbunden und kann darüber kommunizieren, um User-Input anzunehmen oder Informationen aus der darunterliegenden Schicht weiterzugeben. Die Datenschicht kann Caching, Dokumentenspeicher, relationale Datenbanken oder Cloud-Speicher in verschiedenen Formen (z. B. BLOBs – Binary Large Objects, Tabellen) enthalten. Dabei wird auf eine Speichereinheit in der Regel nur von einem bestimmten Service zugegriffen. Falls mehrere Services auf die gleiche Speichereinheit zugreifen entsteht eine Abhängigkeit. Ein Ausfall des einen Speichers hätte den Ausfall aller davon abhängigen Services zur Folge [12]. Abbildung 2 zeigt beispielhaft eine detailliertere Darstellung dieser Schichten und deren Kommunikation untereinander.

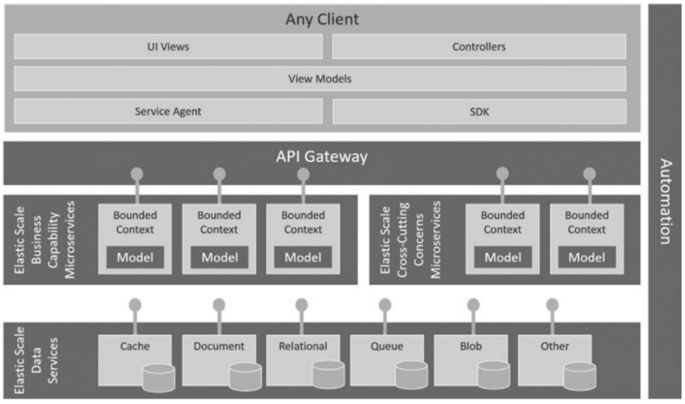


Abbildung 2. Beispiel einer Microservice-Architektur [12]

Die tatsächliche Implementierung eines Microservices ist für andere Services transparent. Aufgrund dieser Kapselung können andere Microservices nur auf die vordefinierten Programmierschnittstellen zugreifen, um miteinander zu kommunizieren. Direkte Zugriffe auf interne Datenstrukturen werden somit unterbunden, was unter anderem die Datensicherheit stark erhöht [3]. In diesem Zusammenhang verhält sich ein Microservice wie eine Art Black-Box [12]. Bei der Implementierung von Microservices ist es möglich, für einzelne Services verschiedene Middleware-Strukturen zu verwenden. Die Kommunikation untereinander sollte dabei transaktionslos ablaufen [10].

Microservices werden typischerweise in Containern deployed. Die Virtualisierung mit Containern ermöglicht die Speicherung aller benötigten Systemkomponenten eines Services in einer einzigen Datei (dem Container). Dieser kann so auf verschiedenen Servern ressourcenschonend und flexibel gestartet werden. Im Vergleich zu herkömmlichen Virtualisierungslösungen ist damit eine einfache Skalierung möglich. Die Bereitstellung und Verwaltung der Container erfolgt dabei beispielsweise mithilfe von Docker oder Kubernetes [15].

Aufgrund einer strikten Trennung der einzelnen Microservices in unterschiedlichen Containern kann eine verbesserte Fehlertoleranz erreicht werden. So verursachen Ausfälle einzelner Microservices keinen Komplettausfall des gesamten Systems [10].

B. *Vorzüge und Grenzen der Technologie*

Der Einsatz von Microservice-Architekturen ist im Vergleich zu monolithischen bzw. klassischen Architekturen mit vielen Vorteilen verbunden.

Im Zusammenhang mit der Verwendung einer Microservice-Architektur werden häufig die Vorteile der besseren Skalierbarkeit, einer erhöhten Flexibilität und der Portabilität genannt [16]. IT-Abteilungen werden so dazu befähigt die laufenden Services der aktuellen Nachfrage anzupassen ohne die gesamte Architektur überarbeiten zu müssen. Die damit verbundene Effizienzsteigerung führt auch auf Seiten der Fachabteilung, bzw. des Kunden zu einer Zeit- und Kosteneinsparung. Zudem unterstützen Microservices die Anwendung neuer Praktiken

zur Softwareentwicklung, wie beispielsweise Development and Operations (DevOps) und Continuous Delivery (CD) [3]. Mit dem Gedanken einer integrierten Softwareentwicklung soll mithilfe der sogenannten DevOps-Praktiken die Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen den Softwareentwicklern (Dev) und den Experten für den Betrieb (Ops) verbessert werden [17]. Continuous Delivery beschreibt einen schnellen, iterierenden Ansatz zur Auslieferung von lieferfähigen Produkten in einem Lifecycle. CD ist eine produkt-orientierte Arbeitsweise die auf häufige Releases von qualitativ hochwertiger Software abzielt. Diese Praktiken lassen sich somit auch bei klassischen Softwareprojekten einsetzen; CD ist bei monolithischen Systemen sogar einfacher umzusetzen, da kein heterogenes Konstrukt aus vielen verschiedenen Services vorliegt.

Mit dieser weitgehenden Automatisierung soll die benötigte Zeit für Softwaretests bis zur Bereitstellung und Veröffentlichung einer Änderung auf dem Produktivsystem verkürzt, sowie die Qualität erhöht werden [17]. Das hat positive Auswirkungen auf die IT-Abteilungen, da sie dadurch kürzere Entwicklungszyklen haben. Aber auch für die Nutzer in den Fachabteilungen bringt es Vorteile, da sie beispielsweise wichtige Bugfixes oder neue Features früher zur Verfügung gestellt bekommen. Eine schnellere Markteinführung bei neuen Softwareprodukten oder Innovationen an bestehender Software verschafft Unternehmen einen zusätzlichen Wettbewerbsvorteil.

Mit der Spaltung einer umfangreichen Softwareapplikation in mehrere logische Funktionsbausteine können die verschiedenen Entwicklungsteams getrennt voneinander an unterschiedlichen Teilen arbeiten. Microservice-Architekturen eröffnen dadurch die Möglichkeit zur Steigerung der Agilität von Softwareentwicklungsprojekten [18]. Mit der Entkopplung einzelner Funktionsbausteine können diese intern vom Team angepasst und verändert werden, während die nach außen hin sichtbaren Programmierschnittstellen unverändert bleiben.

Aufgrund der Architektur von Microservices lassen sich einzelne Services bei Bedarf über mehrere Server und Infrastrukturen hinweg flexibel skalieren [3]. Diese Skalierbarkeit ist insbesondere für Internet of Things (IoT)-Applikationen und andere Webanwendungen von großem Vorteil [19].

Sofern die Services ordnungsgemäß unter Beachtung der jeweiligen Projektanfoderungen entwickelt werden, beeinflussen sich diese bei einem Ausfall nicht gegenseitig. Sollte eine Komponente also ausfallen, können andere Services trotzdem weiter agieren. Dadurch fällt – im Gegensatz zu monolithischen Anwendungen – nicht direkt die komplette Applikation aus. Aufgrund der modularen Architektur können Microservice-basierte Applikationen deutlich einfacher implementiert werden; dabei erhöht sich allerdings auch der Aufwand für die Koordination dieser [12].

Ein weiterer Vorteil besteht in der Entkopplung der Sicherheitsarchitektur. Einzelne Microservices können mit eigenen Firewalls abgesichert sein und so gegenüber anderen geschützt werden. Besonders sensible Bereiche eines Systems können damit doppelt abgesichert werden. Darüber hinaus fällt es Entwicklern einfacher, sich in einzelne kleine Komponenten eines großen Systems einzuarbeiten, anstelle eines gesamten (monolithischen) Systems. Dies führt insbesondere in Kombination mit agilen Entwicklungsmethoden zu den bereits aufgeführten verkürzten Entwicklungszyklen.

Die sprachunabhängigen APIs ermöglichen den Entwicklern zudem, ihre bevorzugte und für den speziellen Anwendungsfall passendste Programmiersprache oder Technologie zu wählen, um die benötigte Funktion bestmöglich umzusetzen [20]. Davon abgesehen ist der Vorteil einer individuellen Aktualisierung von Bibliotheken nicht zu vernachlässigen. Mit einer wachsenden Codebasis treten vermehrt Probleme bei Bibliotheksversionen auf [20]. Mit der Verwendung der jeweils optimalen Technologie kann zudem die Performance und damit die Kundenzufriedenheit gesteigert werden. Darüber hinaus ist es für die Entwickler einfacher, neue Ideen direkt zu testen und im Anschluss gegebenenfalls wieder zu verwerfen. Sowohl IT, als auch die zu beliefernde Fachabteilung profitieren von einer stärkeren Innovationskraft. Dabei entsteht jedoch auch die Gefahr, dass ein ”technischer Wildwuchs”durch eine Vielzahl an verwendeten Technologien entsteht [21]. In der Praxis ist das allerdings selten, da selbst hoch komplexe Systeme meist durch einen relativ kleinen Technologie-Stack realisiert werden können. Ein Beispiel dafür sind künstliche Intelligenzen (KIs), bei denen die meisten Algorithmen aufgrund von leistungsfähigen Drittanbieter-Bibliotheken in Python entwickelt werden [22].

Mit der Verwendung einer Microservice-Architektur sind neben den zuvor beschriebenen Vorzügen auch Grenzen und Herausforderungen verbunden.

Aufgrund der komplexen Zusammenhänge und Abhängigkeiten innerhalb einer Mikroservice-Architektur dauert die initiale Entwicklungszeit im Gegensatz zu einem klassischen Softwareentwicklungsprojekt in der Regel länger. Besonders zeittreibende Faktoren wie die Identifikation von Abhängigkeiten und damit verbundene End-to-End Tests sind hier deutlich höher als bei einem monolithischen Ansatz [20]. Für die Experten in der IT-Abteilung bedeutet das eine langsamere Entwicklung in den ersten Iterationen. Gleichzeitig müssen Nutzer in den Fachabteilungen länger warten, bis sie vom neuen Produkt profitieren können.

Eine weitere Herausforderung stellt die Konsistenz und Integrität der Daten dar. Microservices sollten jeweils auf eigene Datenspeicher zurückgreifen, um Abhängigkeiten zu minimieren. Dabei entsteht allerdings das potentielle Problem, dass sich Datenbestände je nach Service unterscheiden könnten. Sind Nutzer auf zuverlässige Echtzeit-Daten angewiesen, kann dies daher zu Problemen führen. Insbesondere bei Transaktionen im Finanzwesen ist somit große Vorsicht geboten.

Eine besondere Herausforderung stellt die Definition der Größe einzelner Microservices, sowie die grundsätzliche Aufteilung des Gesamtsystems in einzelne Microservices dar. Eine der in der Wissenschaft diskutierten konzeptionellen Methoden stellt die Aufteilung dieser nach verschiedenen Domänen dar. Abhängig von den benötigten Informationen und der Funktio-

nalität werden die benötigten Dienste in einem Microservice vereint. [9]

So müssen in Abhängigkeit der gewählten Strukturierung der Microservices bereits beim Testen der globalen Funktionalitäten andere Services fertiggestellt sein, um Wechselwirkungen und das Kommunikationsverhalten zwischen den Services zu überprüfen. Infolgedessen sind Entwicklungsteams gegebenenfalls dennoch voneinander abhängig.

Der Schnitt weißt allerdings auf eine noch größere Herausforderung hin, und zwar die Zusammenarbeit und Teambildung in einer Organisation. Das Gesetz von Conway besagt, dass Örganisationen, die Systeme entwerfen, [...] gezwungen [sind], Entwürfe zu erstellen, die die Kommunikationsstrukturen dieser Organisationen abbilden." [3]. Bezogen auf Microservices bedeutet dies, dass deren Entwicklung mit konventionellen Teams nicht durchgeführt werden kann. Unternehmen sind daher gezwungen mit neuen Kollaborationsmodellen und Teamkompositionen zu arbeiten, um solche Architekturen entsprechend umsetzten zu können.

II. Microservices in der Praxis

Microservice-Architekturen kommen bereits in vielen Branchen zur Anwendung. In der Praxis werden diese häufig für die Bereitstellung von Webanwendungen in der Cloud genutzt. Sie kommen beispielsweise bei Unternehmen wie Amazon, Netflix und LinkedIn zum Einsatz [23]. Weitere Anwendungsfälle sind auch im Bereich des Internets der Dinge zu finden [19].

Bei der Strukturierung von Microserivces sollte immer darauf geachtet werden, dass ein Service, der sehr wichtig für die Gesamtanwendung ist nicht zu groß wird. Je größer die Codebasis, desto anfälliger ist dieser für Fehler. Sind in diesem großen Service viele Prozesse umgesetzt, die für den Geschäftserfolg entscheidend sind steigt die Kritikalität des Microservices. In diesem Zusammenhang ist ebenso die Anzahl der Abhängigkeiten zu anderen Microservices entscheidend, welche möglichst gering gehalten werden sollte, um den Koordinationsaufwand zwischen den Teams auf ein Minimum zu reduzieren.

Die Strukturierung der Microservices stellt wie bereits zuvor erwähnt eine große Herausforderung dar. Eine Möglichkeit der Zerlegung besteht darin die einzelnen Funktionalitäten einer Anwendung zu separieren. Logisch zusammengehörige Funktionalitäten werden anschließend gebündelt [20].

Die Definition der Größe für die Zerlegung von Projekten in einzelne Services haben bereits einige Forschungsarbeiten beschreiben [9]. Dabei sollte sich ein Microservice auf das Erreichen einer Funktionalität konzentrieren [24].

Die Aufteilung anhand der Geschäftslogik stellt eine gute Möglichkeit dar. Ist ein Microservice zu groß bedeutet dies, dass die darin enthaltende Logik sehr wichtig ist für die Gesamtanwendung [9]. Ist dieser auf der anderen Seite wiederum zu klein gewählt besteht eine zu starke Abhängigkeit von anderen Services [9].

Bei einer gut gewählten technischen sowie fachlichen Aufteilung der Services können die Entwicklungsteams mit einer Microservice-Architektur sehr unabhängig voneinander arbeiten [25]. So sollte auch die Architektur der Teams selbst bestimmt werden, was jedoch ein gewisses Level an Vertrauen in diese voraussetzt [25].

A. Kollaborationsmodelle unter Einsatz von Microservice-Architekturen

Monolithische Applikationen müssen vertikal geschnitten werden, um eine Microservice-Architekturen zu ermöglichen. Dabei funktionieren klassische Linienorganisationen, wie sie in großen Konzernen oft zu finden sind, allerdings nicht mehr optimal. Stattdessen müssen sie sich für die Entwicklung von Microservices reorganisieren und neue Kollaborationsmodelle entwickeln, bei denen Experten aus verschiedenen Bereichen wie Datenbanken, Applikationsentwicklung und UI in einem Team zusammenarbeiten [3]. Dieses cross-funktionale Team ist jeweils einem oder mehreren Services zugeordnet und sollte eigene Entscheidungsbefugnisse für die konkrete Umsetzung besitzen. Die Autonomie der einzelnen Teams steigt dadurch und setzt ein gegenseitiges Vertrauen voraus.

Aufgrund dieser Veränderungen eignen sich klassische Vorgehen zur Softwareentwicklung (z. B. Wasserfallmodell oder V-Modell), die bei großen, monolithischen Systemen zur Anwendung kamen, nicht mehr. Neue Methoden, welche den Ansatz einer schlanken und agilen Softwareentwicklung anwenden, sind hierfür besonders geeignet. Die wohl bekanntesten Vertreter hierfür sind *Scrum* und *Kanban*. In beiden Fällen organisieren sich Teams selbst. Dies ist auch wichtig im Bezug auf Microservices, da die Teams hierbei ebenso eigenverantwortlich die zugeordneten Services betreuen müssen. Die iterative Vorgehensweise zielt ebenfalls auf schnelle Entwicklungszyklen und Auslieferungen ab, welche einen der zentralen Vorteile von Microservices darstellen. Scrum besitzt gegenüber Kanban in diesem Kontext einige Vorteile, wie beispielsweise Feedback-Zyklen. Diese helfen besonders in einem interdisziplinären Team, da ein guter Teamzusammenhalt sehr wichtig ist. Zudem sollten die Teams selbst entscheiden dürfen, wie neue Features konkret umgesetzt werden. Mithilfe dieser praktizierten Teamautonomie herrscht mehr Motivation innerhalb des Teams und die Menschen behindern sich bei der Entwicklung nicht gegenseitig, was zu einer höheren Geschwindigkeit des Entwicklungsvorhabens führt [9].

Neben diesen beiden Arbeitsweisen existieren noch weitere, weniger bekannte Ansätze. *Lean Engineering* basiert auf den agilen Prinzipien und erweitert diese zu einem Build-Measure-Learn Kreis. Im Build-Prozess (Continuous Delivery) wird ein MVP (Minimal Viable Product) entwickelt, mithilfe von Continuous Integration integriert und automatisiert getestet. Im Measure-Abschnitt (Continuous Analytics) werden Fortschritte in Echtzeit überwacht. Abschließend wird im Bereich Learn (Continuous Feedback) Feedback eingeholt, um diesen Input wieder in die nächste Iteration des Kreislaufs einfließen zu lassen. Dadurch soll, ähnlich der Sprints in Scrum, ein schnelles und iteratives Arbeiten mit häufigen Deployments erreicht werden.

Um die zuvor erläuterten Prozesse zu ermöglichen, muss der Entwicklungsprozess automatisiert werden. *DevOps* umfasst dafür nicht nur einen Technologiestack, sondern ebenso die damit verbundene Arbeitskultur. In einem DevOps-Team werden Entwickler, Architekten und Qualitätsprüfer mit dem Betrieb vereint. Somit werden auch hier die cross-funktionalen Anforderungen, die bei der Microservice-Entwicklung an ein Team gestellt werden, erfüllt.

Abschließend lässt sich zu den Kollaborationsmodellen festhalten, dass lediglich kleine und autonom arbeitende Teams die Vorteile einer Microservice-Architektur wirklich nutzen und effektiv einsetzen können [3]. Klassische Linienorganisationen sind dazu nicht in der Lage. Obwohl diese cross-funktionalen Teams auch bei monolithischen Applikationen zum Einsatz kommen können, sind sie besonders für die schnelle Entwicklungsumgebung bei Microservice-Architekturen essenziell [9].

Generell ist diese Organisationsform, welche den einzelnen Teams mehr Verantwortung überträgt, nicht von der verwendeten Softwarearchitektur abhängig; bei einer Microservice-Architektur ist diese jedoch unabdingbar, um die gesamte Breite an Vorteilen wahrzunehmen [3].

Unabhängig von der verwendeten agilen Vorgehensweise sollten verschiedene Rollen in einem Team vorhanden sein. So sollte eine Person die Ergebnisverantwortung besitzen und die Anforderungen für den Microservice definieren. Eine weitere Rolle stellt eine Art Scrum-Master dar, welche für die Belange des Teams verantwortlich ist und dieses mit allen benötigten Hilfsmitteln ausstattet. Den größten Teil des Teams stellen die Softwareentwickler dar, welche die definierten Anforderungen umsetzen. Um Fehlentwicklungen zu vermeiden sollte zudem eine Person im Team sein, welche die Geschäftslogik des zu entwickelnden Services versteht.

Besonders bei größeren Softwareprojekten erlaubt die Microservice-Architektur ein sinnvolles Arbeiten in voneinander getrennten agilen Projektteams. Diese können mit einer cross-funktionalen Besetzung des Teams sehr selbstständig arbeiten, da getrennte Technologieentscheidungen getroffen werden können und jedes Team eigene Produktbereiche sowie Funktionen betreut und entwickelt.

B. Einsatzmöglichkeiten in Unternehmen

Bei der Bosch-Gruppe wurde die sogenannte *Bosch IoT Suite* entwickelt, welche auf einer Microservice-Architektur beruht. Diese open-source-basierte Softwareplattform von Bosch für IoT Lösungen verbindet viele Millionen Daten von Sensoren, Maschinen und Endgeräten mit deren Nutzern und Systemen. [26]

Die Microservice-Architektur wurde gewählt, um den verschiedenen Kundenwünschen gerecht zu werden. Konkret handelt es sich dabei um die Skalierbarkeit und verschiedenen Anforderungen an die Zuverlässigkeit des Systems, welche lediglich mit einer nativen, auf einer Microservice-Architektur basierten, Cloudanwendung erfüllt werden konnte. Zudem ermöglicht dieser Ansatz mehr Agilität im Entwicklungsprozess sowie ein deutlich schnelleres Ausrollen von neuen Services und Feature-Updates für bereits existierende Kunden. Eine weitere Anforderung bestand darin, die Bosch IoT Suite auf verschiedenen Cloud-Plattformen (inkl. privater und On-Premise Clouds) bereitzustellen. Mit dieser Multi-Cloud-Strategie soll die Abhängigkeit von einem Hersteller reduziert und die Flexibilität gleichzeitig erhöht werden. Aufgrund dieser Architektur kann die Bosch IoT Suite bei verschiedenen Cloud-Anbietern, wie zum Beispiel AWS, der Bosch IoT Cloud oder über MS Azure, bereitgestellt werden. Um die Microservice-Architektur zu implementieren, wurde Kubernetes verwendet [26].

Microservice-Architekturen kommen auch bei anderen Produkten der Bosch-Gruppe zur Anwendung. Dazu gehört beispielsweise auch Bluehound, der US-amerikanische Ableger von TrackMyTools [27]. Diese Lösung ermöglicht es Anwendern, eine schnelle und aktuelle Übersicht über all ihre Arbeitsmittel zu erlangen und ein effizientes Bestandsmanagement zu führen. Für typische Anwendungsfälle, wie das Finden eines bestimmten Elektrowerkzeuges auf einer großen Baustelle, müssen die Microservices in der Lage sein, in Echtzeit Daten zu übertragen und zu empfangen.

Für die Umsetzung der Cloud-Lösung wurde auch Kafka und Kubernetes verwendet [27]. Kafka ermöglicht dabei die Verarbeitung von Datenströmen zwischen den Microservices. Diese befinden sich in Containern, welche mit Kubernetes verwaltet und skaliert werden.

III. Zusammenfassung und Ausblick

Mithilfe einer Microservice-Architektur können große Softwareprojekte in kleinere Services aufgeteilt werden, die von der Entwicklung bis zum Betrieb und der Skalierung dieser unabhängig voneinander sind [23]. Eine Softwareanwendung kann damit inkrementell in kleinen Schritten von unabhängigen und agil arbeitenden Teams entwickelt werden. Sowohl die IT-, als auch die Fachabteilungen eines Unternehmens können von diesem Vorgehen profitieren. Dazu gehören beispielsweise verkürzte Entwicklungszyklen und eine erhöhte Effizienz. Bei der Nutzung von Microservice-Architekturen müssen allerdings auch Herausforderungen gemeistert werden. Neben den anfänglich höheren Investitionskosten sind zudem neue Kollaborationsmodelle mit organisatorischen Umstrukturierungen notwendig. Viele Unternehmen setzen dennoch auf Microservices und haben damit bereits große Erfolge erzielt [23]. Nur weil dieses Architekturmodell bei einigen großen und erfolgreichen Konzernen funktioniert, heißt das jedoch nicht, dass dies immer der Fall ist. Ob eine solche Architektur der klassisch Monolithischen überlegen ist, kann demnach nicht pauschal gesagt werden. Stattdessen müssen im individuellen Anwendungsfall die jeweiligen Vor- und Nachteile abgewogen werden, um die optimale Lösung zu finden.

Bevor der Aufbau einer Microservice-Architektur in einem Unternehmen beschlossen wird, sollten die zuvor aufgeführten Vorzüge und Herausforderungen dieser Architektur bei dem konkret geplanten Projekt beachtet werden. So sollte gewissenhaft überprüft werden, ob beispielsweise die kürzere Iterationszeit einen Wettbewerbsvorteil liefert. Ein weiteres Kriterium

stellen ebenso Probleme dar, die mit der Verwendung der bisherigen Struktur zusammenhängen. Kommt es bspw. zu Schwierigkeiten bei der Zusammenführung von Komponenten oder Ausfällen, die auf das verwendete monolithische System zurückzuführen sind. Nicht außer acht gelassen werden sollte dennoch das Kosten-Nutzen-Verhältnis. Microservices sind beim Aufbau meist komplexer und damit besonders in der Anfangsphase kostspieliger. Da die größten Vorzüge von Microservice-Architekturen mit wachsender Applikationsgröße verstärkt werden, sollte insbesondere bei kleinen Applikationen kritisch überprüft werden, ob sich eine Microservice-Architektur trotz des erhöhten Anfangsaufwands langfristig lohnt.

Nach Meinung der Autoren werden Microservices auch in Zukunft Bestandteil einer modernen Softwarearchitektur sein. Technisch veraltete Services können je nach Bedarf unabhängig von den anderen Microservices durch Neue mit anderen Technologien und Frameworks ersetzt werden. Mit dem Gedanken eines agil und unabhängig arbeitenden Teams, welches ausreichend Verantwortung und Befugnisse besitzt, kann zudem die Motivation der Mitarbeitenden erheblich gesteigert werden und damit zu mehr Produktivität sowie Innovationskraft bei der Softwareentwicklung beitragen.

LITERATUR

[1] Postman, "State of the API Report," Tech. Rep., 2020.

[2] commercetools GmbH, "Microservices: ein Paradigmenwechsel für schnell wachsende E-Commerce-Unternehmen," Tech. Rep., 2016.

[3] S. Newman, *Monolith to Microservices*. O'Reilly UK Ltd., 2019.

[4] O. Erol, B. Sauser, and J. T. Boardman, "Creating Enterprise Flexibility Through Service-Oriented Architecture," in *The Flexible Enterprise*. Springer India, sep 2013, pp. 27–36.

[5] E. Lemey, "Investigating Service-Oriented Business Architecture," in *Service-Oriented Computing*. Springer Berlin Heidelberg, 2012, pp. 220–225.

[6] S. Newman, *Building microservices : designing fine-grained systems*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2015.

[7] Y. Liu, J. M. Chase, and I. Gorton, "A Service Oriented Architecture for Exploring High Performance Distributed Power Models," in *Service-Oriented Computing*. Springer Berlin Heidelberg, 2012, pp. 748–762.

[8] P. Estes, *Microservices vs. service-oriented architecture*. Sebastopol, Calif: O'Reilly Media, 2015.

[9] M. I. Josélyne, D. Tuheirwe-Mukasa, B. Kanagwa, and J. Balikuddembe, "Partitioning microservices," in *Proceedings of the 2018 International Conference on Software Engineering in Africa - SEiA '18*. ACM Press, 2018.

[10] W. Hasselbring, "Microservices for Scalability," in *Proceedings of the 7th ACM/SPEC on International Conference on Performance Engineering - ICPE '16*. ACM Press, 2016.

[11] Red Hat, Inc. (2020) Was sind Microservices? [Online]. Available: https://www.redhat.com/de/topics/microservices/what-are-microservices

[12] B. Familiar, *Microservices, IoT, and Azure*. Apress, 2015.

[13] E. Wolff, *Microservices: Grundlagen flexibler Softwarearchitekturen*. dpunkt.verlag, 2018.

[14] S. Bindick and M. Stoye. (2018, Sep.) Von Monolithen zu Microservices: Domain-Driven Design als Schlüssel zum Erfolg. [Online]. Available: https://entwickler.de/online/development/microservices-domain-driven-design-579861186.html

[15] C. Posta, *Microservices for Java developers : a hands-on introduction to frameworks and containers*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2016.

[16] R. Heinrich, A. van Hoorn, H. Knoche, F. Li, L. E. Lwakatare, C. Pahl, S. Schulte, and J. Wettinger, "Performance Engineering for Microservices," in *Proceedings of the 8th ACM/SPEC on International Conference on Performance Engineering Companion - ICPE '17 Companion*. ACM Press, 2017.

[17] W. Hasselbring, "Software Architecture: Past, Present, Future," in *The Essence of Software Engineering*. Springer International Publishing, 2018, pp. 169–184.

[18] I. Nadareishvili, R. Mitra, M. Amundsen, and M. Mclarty, *Microservice Architecture*. O'Reilly Media, Inc, USA, 2016.

[19] L. Sun, Y. Li, and R. A. Memon, "An open IoT framework based on microservices architecture," *China Communications*, vol. 14, no. 2, pp. 154–162, feb 2017.

[20] C. Carneiro and T. Schmelmer, *Microservices From Day One*. Apress, 2016.

[21] R. Stropek. (2020, Apr.) Sind Microservices ein Irrweg und elegante Monolithen die Lösung? [Online]. Available: https://entwickler.de/online/development/microservices-monolithen-kolumne-579932618.html

[22] "What Language Do You Use to Create Your AI Programs and Why?" *KI - Künstliche Intelligenz*, vol. 26, no. 1, pp. 99–106, dec 2011.

[23] M. Villamizar, O. Garces, H. Castro, M. Verano, L. Salamanca, R. Casallas, and S. Gil, "Evaluating the monolithic and the microservice architecture pattern to deploy web applications in the cloud," in *2015 10th Computing Colombian Conference (10CCC)*. IEEE, sep 2015.

[24] E. Wolff, *Microservices : flexible software architecture*. Boston: Addison-Wesley, 2016.

[25] ——. (2019, Oct.) Warum Microservices scheitern. Innoq. [Online]. Available: https://www.innoq.com/de/articles/2019/10/warum-microservices-scheitern/

[26] C. Buck and G. Glocker. (2020) Adopting Kubernetes to build IoT solutions. Robert Bosch GmbH. [Online]. Available: https://blog.bosch-si.com/bosch-iot-suite/adopting-kubernetes-to-build-iot-solutions/

[27] confluent.io. (2019) Bosch Power Tools Drives a Digital Transformation and Smart Tools Innovation by Streaming IoT Data with Confluent Cloud. Robert Bosch GmbH. [Online]. Available: https://assets.confluent.io/m/47b5f3952ebbc5a4/original/20190919-CS-Bosch.pdf

Edge AI in der Produktion: Anwendungsfälle und Architekturlösungen

Tom Niederkleine
Duale Hochschule Baden-Württemberg Stuttgart
Nolte Küchen GmbH & Co. KG
tom.niederkleine@icloud.com

Anastasia Preger
Duale Hochschule Baden-Württemberg Stuttgart
Capgemini Deutschland GmbH
anastasia.preger@gmx.de

Philipp Roberz
Duale Hochschule Baden-Württemberg Stuttgart
Capgemini Deutschland GmbH
philipp.roberz@gmx.de

***Abstract*—Diese Ausarbeitung stellt die Anwendung von Edge AI in der Produktion vor. Dabei wird zunächst der Hintergrund des Bereichs des Edge AIs und die Problemstellung vorgestellt. Im Anschluss werden einige theoretischen Grundlagen geschaffen, auf welche einige Anwendungsfälle folgen. Den Kern dieser Ausarbeitung bilden das darauffolgende Konzept einer möglichen Architekturlösung und die darauf basierende Entwicklung einer Anwendung. Dieses Konzept wurde unter Verwendung mehrerer Dienste der Azure Cloud von Microsoft erstellt und im Rahmen dieser Arbeit teilweise umgesetzt. Somit ist es möglich, Anwendungen aus der Ferne bereitzustellen und gesammelte Daten automatisiert in die Cloud hochzuladen. Zuletzt werden innerhalb eines Ausblicks die Ergebnisse zusammengefasst und noch offene Fragen formuliert.**

I. Einleitung

A. Hintergrund

Durch die vermehrte Nutzung von IoT-Geräten sowohl in Industrie und Wirtschaft, sowie auch im privaten Umfeld werden stetig große Datenmengen generiert. Bei Übermittelung sämtlicher Daten an die Cloud zur Verarbeitung und Auswertung dieser, würden gerade die Netzinfrastrukturen stark ausgelastet werden, wodurch auch deren Leistungsfähigkeit leiden würde, während weiterhin auch die Funktion von Diensten, die auf die Auswertungen warten nicht gewährleistet werden. Auch innerhalb der Produktion von Gütern aller Art hat sich durch die Digitalisierung ein Wandel ergeben. So stieg im Rahmen von Industrie 4.0-Lösungen die Anzahl vernetzter Produktionsbereiche konstant an. Als Basis lassen sich an dieser Stelle sowohl Maschinen, Systeme und Geräte als auch Sensoren bestimmen, welche auch im Terminus des Internet of Things (IoT) als Dinge bezeichnet werden. Das sogenannte Edge Computing begründet insofern einen Ansatz zur dezentralen Verarbeitung der dabei anfallenden Daten an Ort und Stelle – also an dem Edge.

B. Problemstellung

Der Einsatz von Edge AI stellt ein vergleichsweise neues Themengebiet im Bereich der Produktion dar. Diese Tatsache bringt einige Herausforderungen mit sich. So muss der Einsatz mehrerer Edge-Geräte sowie die darauf laufenden KI-Modelle zentral verwaltet und gesteuert werden können, um einen reibungslosen Ablauf und einen identischen Stand in allen Bereichen zu gewährleisten.

Hierfür gilt es zunächst ein Gesamtkonzept zu entwerfen, welches alle benötigten Komponenten beinhaltet. So muss festgelegt werden, wie die KI-Anwendung auf einem Edge-Gerät ausgeführt wird, wie die daraus resultierenden Trainingsdaten zentral verwaltet werden können und wie und wo eben diese für das Training neuer Modelle verwendet werden können.

Als erste Problemstellung gilt an dieser Stelle die Herstellung einer Verbindung des Edge-Gerätes mit dem gewählten IoT Hub von Microsoft Azure, in welchem sowohl dessen Verbindungsstatus angezeigt sowie die Möglichkeit der Kommunikation gegeben sein soll. Hierzu wird die standardmäßige Funktionalität des Azure IoT Hubs genutzt, in der ein solches Device-Management-Tool integriert ist [5]. Weiterhin ist auch durch die Monitoring-Funktion von Azure die grundsätzliche Anforderung abgedeckt. So werden einerseits Kommunikationsmöglichkeiten zur Verfügung gestellt, andererseits ist auch die Statusüberwachung möglich, wodurch mithilfe der Umsetzung im Azure IoT Hub die erste Anforderung erfüllt ist [4], [5]. Aufbauend auf diese erste Initialisierung und Konfiguration des Gerätes gilt es über den IoT Hub ein KI-Modell auf das Gerät zu laden und dieses auszuführen. Hierzu wird auf ein vorab trainiertes Modell zurückgegriffen, welches als Input unstrukturierte Daten in Form von Bild- und Videodateien annimmt und anschließend eine Antwort zurückliefert.

Als erste zu beantwortende Frage gilt die Möglichkeit neue, vom Gerät gesammelten Trainingsdaten in die Cloud übertragen zu können. Hierzu wird auf den sogenannten Azure Blob Storage zurückgegriffen, welcher die Speicherung von unstrukturierten Daten, wie an dieser Stelle Bild- und Videodateien, bereitstellt und entsprechend an den Azure IoT-Hub anzubinden ist [6].

Weiterhin geht es um die Umsetzung zusätzlicher oder neuer Trainings und die an dieser Stelle zur Verfügung stehenden Lösungen diese auszuführen. Da bei der generellen Definition von Verteiltem Lernen an der Edge nicht näher definiert ist, wann bzw. in welchen Abständen eine Aktualisierung, Erweiterung oder Erneuerung der Trainingsdaten vorzunehmen ist, gilt die Annahme, dass eine solche Änderung an den Trainingsdaten nur dann vorgenommen werden sollte, wenn eine Verbesserung der zu erzielenden Ergebnisse zu erwarten ist [2].

Zuletzt ist zu klären, inwiefern das Modellmanagement verwaltet werden kann und auf welche Aspekte an dieser Stelle besonders geachtet werden muss, damit ein neu trainiertes Modell die Anforderungen erfüllt, um eingesetzt zu werden.

II. Theoretische Grundlagen

Um dem eingangs im Rahmen der Problemstellung erwähnten Problem der anfallenden Datenmenge zu begegnen, wurde durch das Edge Computing eine Möglichkeit geschaffen einen nicht unerheblichen Teil der Datenverarbeitung an den Rand des Netzwerks zu verlagern, wodurch Lasten von zentralen Servern genommen und ebenso geringere Latenzen für Echtzeit-Anwendungen erzielt werden können. Gerade bei steigenden Mengen an generierten Daten gewinnt Edge Computing an Bedeutung, denn nicht alle diese Daten sind weiter verwertbar, da sie beispielsweise nur zur sofortigen Verarbeitung benötigt werden oder aber gänzlich unbrauchbar sind. Das Edge Computing schafft hier Abhilfe, indem es die anfallenden Daten bereits vor der Weiterleitung in die Cloud vorsortiert.

Auch die Künstliche Intelligenz ist aus der heutigen Zeit nicht mehr wegzudenken. Diese beschäftigt sich damit, menschliche Handlungen durch Maschinen und Systeme abzubilden. Die Basis dafür bilden sogenannte Modelle, welche normalerweise aus Künstlichen Neuronalen Netzen bestehen und mithilfe des Maschinellen Lernens trainiert werden können. Dabei ist eine KI-Anwendung kein Programm, welches für einen bestimmten Zweck programmiert wurde, sondern vielmehr eine intelligente Anwendung, welche eigenständig der Situation entsprechende Antworten finden, Vorhersagen und Entscheidungen treffen sowie Probleme lösen kann.

Der Begriff Edge AI, welcher sich aus dem Edge Computing und der Künstlichen Intelligenz zusammensetzt, erweitert nun das bereits beschriebene Edge Computing. Es ermöglicht nicht nur die Ansammlung und Vorsortierung von Daten am Rande des Netzwerkes, sondern führt zusätzlich eine Analyse der vorhandenen Daten durch. Gerade bei Echtzeit-Anwendungen ist eine solche Analyse direkt am Ort der Entstehung von großer Bedeutung, da sich dies bei einer zentralen Verarbeitung und Analyse in der Cloud nicht umsetzen ließe.

Für die Ausführung von KI-Anwendungen am Rande des Netzwerkes gibt es bereits einige Hardware-Lösungen von namenhaften Herstellern wie beispielsweise Nvidia, Intel oder Google, welche die benötigte Rechenleistung für die Ausführung solcher Anwendungen bieten. Wird eine Vielzahl dieser in der Praxis genutzt, so kann schnell der Fall eintreten, dass die Verantwortlichen den Überblick verlieren. Um die eingesetzten Geräte verwalten zu können, werden einige Dienste bereitgestellt, wie beispielsweise Azure von Microsoft oder AWS von Amazon. Diese bieten den Entwickelnden und Verantwortlichen der KI-Umgebung zahlreiche Funktionalitäten zur Verwaltung von Edge-Geräten.

III. Anwendungsfälle

Insgesamt lassen sich die Anwendungsbereiche von Edge Computing in vier Kategorien einordnen. Beim ersten handelt es sich um das sogenannte Offload Compute, welches beispielsweise bei AR-Brillen anzutreffen ist. Hier geht es darum, durch Limitierungen in der Rechenleistung eben diese in die Cloud zu verlagern, wodurch der integrierte Rechner entlastet werden kann. In der zweiten Kategorie geht es um die Multi-Site-Orchestration, also den synchronen Abgleich mehrerer Edge-Geräte in Echtzeit. Die dritte Kategorie bilden die Kontrollsysteme, bei welchen das Ausführen bestimmter Aktionen in Echtzeit durch vorherige Bestimmung dieser durch die KI im Mittelpunkt steht. Als letzte Kategorie siedelt sich die Data Condensation an. Hier wiederum ist die Aufgabe die Auswertung von eingehenden Daten in Form eines Filters, welcher die zum Großteil unbrauchbaren Daten entnimmt und lediglich verwertbare Daten weitweiterleitet [3].

Mit Blick auf die zunehmende Wichtigkeit in der Betrachtung der künstlichen Intelligenz für den Geschäftserfolg deutscher Unternehmen, sollte auch dieser Aspekt näher beleuchtet werden. Bereits zum aktuellen Zeitpunkt halten 79% der deutschen Unternehmen dies für besonders bedeutend. Weiterhin gelangen diese Unter-nehmen ebenso zu dem Schluss, dass KI als eine der relevantesten Technologien anzusehen ist. Hierzu bilden sich auch an dieser Stelle Aktivitätenfelder, in denen KI bereits heute vermehrt zum Einsatz kommt. So kommt diese, global gesehen, in 47% der Unternehmen vorrangig in der IT zum Einsatz, während an dritter Stelle bereits jetzt der Sektor der Produktion mit 16% steht. Diese Zahlen unterstreichen, dass diese Technologie, vor allem in Bezug auf die Industrie 4.0, in der Produktion Einzug erhält. Verdeutlichen lässt sich dies mit Blick auf die Cybersecurity, welche im globalen Vergleich den zweiten Rang mit 22% belegt. Im innerdeutschen Vergleich jedoch lediglich den vierten Rang bekleidet, während bei deutschen Unternehmen aktuell die Produktion das zweithäufigste Einsatzgebiet von KI ist [7].

IV. Konzeption einer möglichen Architekturlösung

Aufbauend auf die, im vorherigen Kapitel beschriebenen, theoretischen Grundlagen wurde im ersten Schritt ein Konzept einer möglichen Architekturlösung entworfen. Dieses basiert auf dem bereits erwähnten Dienst Azure und einem Raspberry Pi als Edge-Gerät. Das Zusammenspiel aller Komponenten wird nun in einer Gesamtübersicht dargestellt und im Folgenden in seinen Einzelteilen genauer beschrieben.

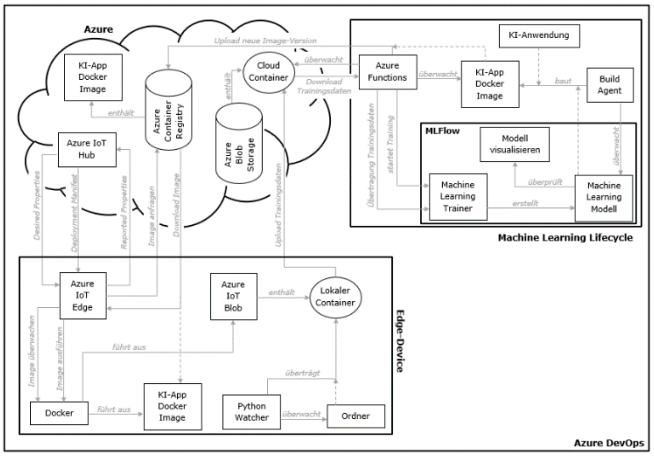


Fig. 1. Gesamtübersicht der Architektur

Die Gesamtübersicht in Fig. 1. zeigt die drei relevanten Komponenten der Architekturlösung. So steht hier die Azure Cloud oben links im Mittelpunkt dieses Konzeptes. Diese kommuniziert über entsprechende Module mit dem Edge-Gerät und dem Machine Learning Lifecycle. Die Bestandteile und benötigten Module zur Kommunikation werden nachfolgend näher erläutert. Die Grundlage für dieses Konzept bietet Azure DevOps, welches alle drei genannten Komponenten umgibt. Dieses dient der einfacheren Verwaltung der Entwicklung der Anwendung und bietet dem Entwickelnden ein Setup, welches die Entwicklung an sich vereinfacht.

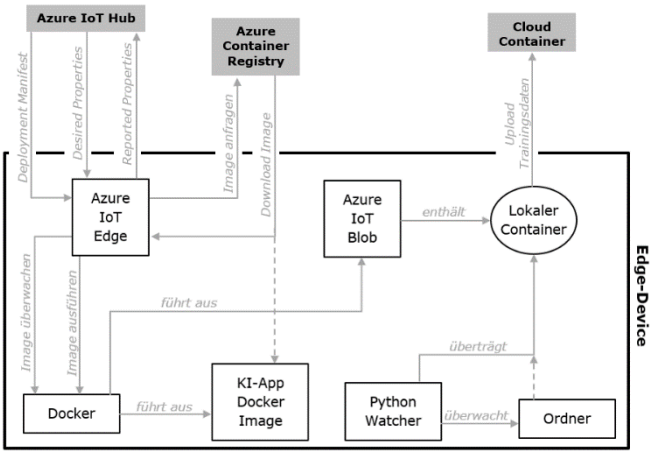


Fig. 2. Edge-Gerät

Die erste Komponente, die nun betrachtet wird, ist das Edge-Gerät. Dieses beinhaltet einige Module, Funktionalitäten und Dateien, welche für den automatischen Upload relevant sind. So kommuniziert das Azure IoT Edge Modul mit dem Azure IoT Hub, welcher sich in der Azure Cloud befindet. Hierbei werden permanent benötigte Properties und das Deployment Manifest ausgetauscht. Auch die Azure Container Registry ist ein Modul der Azure Cloud. Mit diesem findet die Kommunikation bezüglich des benötigten Images statt. So fragt das Azure IoT Edge Modul bei der Registry das Image an und lädt dieses, wenn ein neues vorhanden ist, herunter auf das Gerät. Ist der Download abgeschlossen, steuert das Azure IoT Edge Modul über Docker die Ausführung des jeweiligen Images. Zusätzlich wird auch das Azure IoT Blob Modul ausgeführt, welches einen lokalen Container beinhaltet. In diesen überträgt eine Python-Datei die Trainingsdaten, welche sich in einem lokalen Ordner auf dem Gerät befinden. Diese können beispielsweise Bild- oder Textdateien sein. Aus dem lokalen Container werden die entsprechenden Daten nun in den Cloud Container der Azure Cloud hochgeladen.

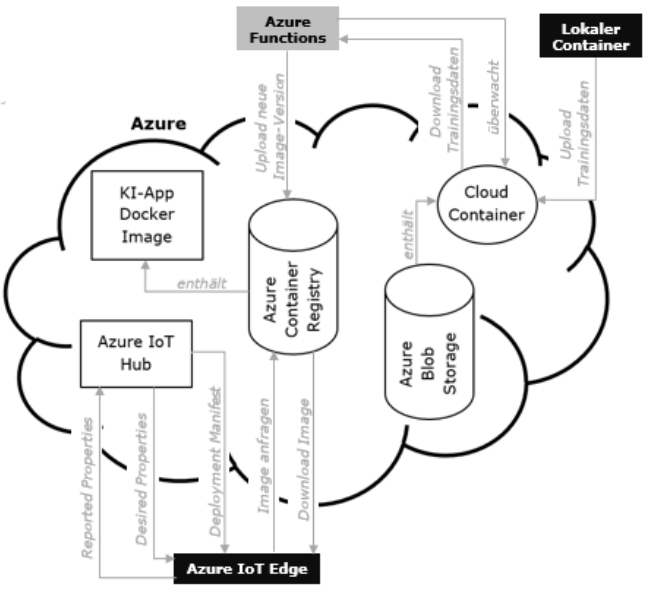


Fig. 3. Azure Cloud

In der Azure Cloud befindet sich der Cloud Container in dem Azure Blob Storage Modul. Sind die Trainingsdaten abgelegt, werden sie mit Hilfe des Azure Functions Moduls, welches ein Teil des Machine Learning Lifecycles ist und den Cloud Container permanent überwacht, heruntergeladen. Dies stößt den Prozess der Erstellung eines neuen Images innerhalb des Lifecycles an. Wurde dieses erstellt, lädt dasselbe Modul dieses in die Azure Container Registry der Azure Cloud.

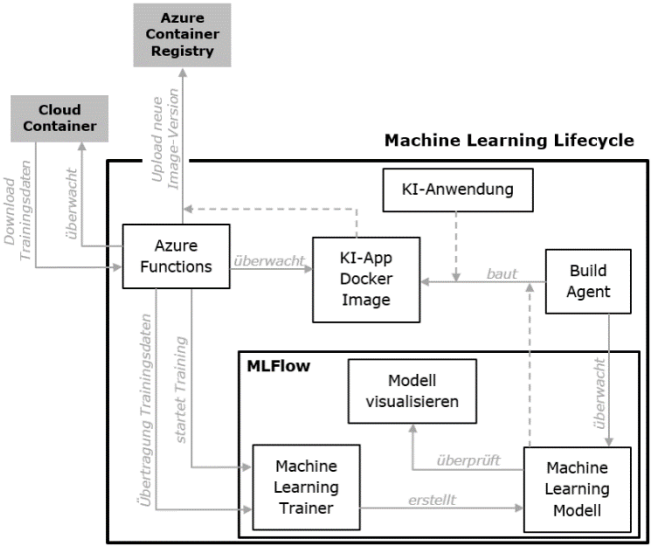


Fig. 4. Machine Learning Lifecycle

Für die Erstellung einer neuen Version des verwendeten Images ist, wie bereits erwähnt, der Machine Learning Lifecycle zuständig. Dieser lädt sich über das Azure Functions Modul die in dem Cloud Container hinterlegten Trainingsdaten und überträgt diese an den Machine Learning Trainer. Hierfür kann beispielsweise der von Azure bereitgestellte Analysedienst Databricks verwendet werden. Dieser trainiert ein Modell, welches zur Durchführung einer KI-Anwendung benötigt wird und erstellt im Anschluss ein neues Machine Learning Modell. Dieses wird nach der Erstellung im Rahmen von MLFlow analysiert. Hierbei wird

beispielsweise die Qualität des neuen Modells festgestellt und mit dem alten Modell verglichen. Außerdem bietet MLFlow für Entwickelnde weitere nützliche Funktionen. So kann das neue Modell visualisiert werden und somit die Möglichkeit einer manuellen Überprüfung und Freigabe geboten werden. Des Weiteren beinhaltet der Machine Learning Lifecycle einen Build Agent. Dieser ist dafür zuständig, aus dem zuvor erstellten Modell und dem Grundgerüst der KI-Anwendung ein neues Docker Image zu erstellen. Der Ort, an dem dieses Image im Anschluss abgelegt wird, wird permanent von dem Azure Functions Modul überwacht. Wird dort ein neues abgelegt, überträgt er dieses, wie bereits erwähnt, an die Azure Container Registry.

Nachdem nun das Konzept vorgestellt wurde, wird in dem nächsten Kapitel die darauf basierende Umsetzung erläutert.

V. Umsetzung

Das im Rahmen des zweiten Kapitels erarbeitete Konzept bietet eine klare Übersicht des zu implementierenden Systems. Im Rahmen der Umsetzung werden zunächst alle benötigten Dienste der Microsoft Azure Cloud aufgesetzt, um die Umgebung für die weitere Implementierung vorzubereiten. Um diese Dienste aufzusetzen und korrekt zu konfigurieren, wird dabei das Azure Portal verwendet. Dabei handelt es sich um eine Webanwendung, welche, dank der graphischen Oberfläche, eine strukturierte Übersicht über die benötigten Parameter bietet.

Im ersten Schritt wird der IoT Hub aufgesetzt und konfiguriert. Dieser dient als Verwaltungsplattform der entsprechenden Edge-Geräte. Um die Zugriffe auf diesen kontrollieren zu können, steht den Entwickelnden eine Zugriffssteuerung zur Verfügung, mit welcher verschiedene Nutzer angelegt, deren Rechte konfiguriert und Zugriffsschlüssel erstellt werden können. Um die gerätespezifische Verbindung zu konfigurieren, wird nun ein Gerät angelegt. Dies wird im Azure Portal über den Menüpunkt IoT Edge vorgenommen. Dabei wird eine Verbindungszeichenfolge generiert, welche für die spätere Konfiguration des Gerätes bereits abgespeichert wird. Nach der Konfiguration des IoT Hubs wird im nächsten Schritt das Speicherkonto erstellt. Dieses beherbergt später die sogenannten Container, in welchen die Daten als sogenannte Blobs abgespeichert werden. Auch hier wird eine Authentifizierung im Rahmen eines Zugriffs benötigt. Standardmäßig werden bei der Erstellung eines Speicherkontos zwei Schlüssel generiert, welche über das Azure Portal eingesehen werden können. Um das zukünftige Hochladen von Blobs zu ermöglichen, wird im letzten Schritt der Erstellung des Speicherkontos ein Container aufgesetzt. Um die KI-Anwendung bereitstellen zu können, wird im dritten und letzten Schritt der Erstellung und Konfiguration der Azure Dienste die Container Registry erstellt. Im Rahmen dieses Schrittes wird nach der Erstellung ein Benutzer angelegt, welcher berechtigt ist, Container-Images hoch- und herunterzuladen. Das zugehörige Passwort wird von der Containerregistrierung generiert.

Nachdem die Komponenten der Azure Cloud konfiguriert wurden, wird nun das Gerät für den Betrieb mit den Diensten vorbereitet. Im Rahmen dieser Arbeit wird ein Raspberry Pi 4b verwendet, welcher das Betriebssystem Raspbian Buster verwendet. Um Anwendungen, die über den IoT Hub bereitgestellt werden, ausführen zu können, wird eine Container Engine benötigt. Im vorliegenden Fall wird dafür Docker verwendet. Um das Gerät mit dem IoT Hub verbinden zu können, wird anschließend der GPG-Schlüssel von Microsoft installiert. Dabei handelt es sich um ein Verschlüsselungssystem, welches unter anderem zum Ver- und Entschlüsseln von Daten und der Erzeugung von digitalen Signaturen benötigt wird. Anschließend wird der sogenannte Daemon für IoT Edge-Sicherheit installiert. Dieser wird für die Kommunikation mit dem IoT Hub benötigt und dient der Bereitstellung und Einhaltung der Sicherheitsstandards auf dem Gerät. Der Daemon wird bei jedem Gerätestart ausgeführt und sorgt somit dafür, dass die Verbindung zum IoT Hub auch nach einem Neustart des Geräts ohne menschlichen Eingriff aufgebaut werden kann. Nach der Installation muss im letzten Schritt noch die Konfiguration der Verbindung vorgenommen werden. Dafür wird die Verbindungszeichenfolge verwendet, welche bei dem Anlegen des Geräts im IoT Hub erstellt wurde.

Im nächsten Schritt wird die Bereitstellung der Module vorgenommen. Bei diesen Modulen handelt es sich um Docker Images, welche die Basis für Docker Container bilden. Diese sind isolierte virtuelle Umgebungen, welche Anwendungen ausführen. Im Falle der in dieser Arbeit betrachteten Umgebung handelt es sich dabei um die KI-Anwendung und das Azure Blob Storage Modul. Die KI-Anwendung besteht hier aus einem einfachen Modell, welches über eine Schnittstelle Anfragen empfängt und diese auf Basis des Machine Learning Modells beantwortet. Der verwendete Datensatz ist der Iris Flower Data Set. Es bestimmt die Art einer Schwertlilie auf Basis der Breiten- und Längenwerte des Kelch- und Kronblatts einer Schwertlilie. Die Schnittstelle wird mithilfe der Python-Bibliothek Flask verfügbar gemacht. Diese ermöglicht simple Definitionen der ansprechbaren Routen. Um die KI-Anwendung über die IoT Edge Funktion des IoT Hub bereitstellen zu können, muss diese zunächst in ein Docker Image überführt und in der Containerregistrierung zum Herunterladen verfügbar gemacht werden. Die Überführung erfolgt dabei mithilfe der Build-Funktionalität der Docker Engine. Das Hochladen in die Containerregistrierung wird unter der Verwendung einer weiteren Funktionalität der Docker Engine vorgenommen. Anschließend wird die Bereitstellung der Module im Azure Portal konfiguriert. Dafür werden im Bereich IoT Edge neue Module definiert. Das Azure Blob Storage Modul wird von Microsoft bereitgestellt, weshalb neben den Konfigurationsparametern keine weitere Anpassung vorgenommen werden muss. Zu diesen Parametern gehört unter anderem die Definition eines lokalen Speichercontainers, welcher auf dem Edge Gerät betrieben wird. Für diesen Container wird definiert, dass vorhandene Daten automatisch in den Cloud-Container hochgeladen und nach erfolgreichem Abschluss dieses Prozesses lokal gelöscht werden. Somit können redundante Datenstände vermieden und Ressourcen geschont werden. Da die KI-Anwendung in einer nicht öffentlichen Containerregistrierung zur Verfügung steht, muss, neben den Konfigurationsparametern, noch die im Rahmen der Konfiguration der Containerregistrierung erstellten Benutzerdaten angegeben werden, sodass das Gerät den Zugriff durchführen kann. Neben der initialen Bereitstellung der Module übernimmt die IoT Edge Funktion außerdem die

Überwachung des Betriebs der Module. Wird eines der beiden Module beendet, startet die Funktion diese stetig neu. Somit kann ein zuverlässiger Betrieb der Anwendungen gewährleistet werden, ohne dass es einem menschlichen Eingriff bedarf.

Das automatische Hochladen der im lokalen Container vorhandenen Daten ist, wie beschrieben, bereits durch das Modul abgedeckt. Im letzten Schritt der Umsetzung wird nun noch eine Anwendung implementiert, welche das Hochladen in den lokalen Container umsetzt. Diese Anwendung überwacht einen Ordner auf dem Edge-Gerät. Dies geschieht in zeitlichen Abständen von zehn Sekunden, da ein Hochladen in Echtzeit nicht erforderlich ist. Durch die Wahl dieser Zeitspanne ist jedoch trotzdem gegeben, dass gesammelte Daten innerhalb kürzester Zeit in der Cloud verfügbar sind. Je nach Einsatzort hat dies außerdem den positiven Effekt, dass keine großen Warteschlangen entstehen. Durch das Hochladen in den lokalen Container ergibt sich allerdings noch ein weiterer Vorteil. Der Prozess des Hochladens in den Cloud Container wird durch das Azure Blob Storage Modul übernommen. Dieses hat bereits implementierte Ausnahmestrategien, welche beispielsweise steuern, wie im Falle eines Netzwerkausfalls fortgefahren wird. Diese stellt sicher, dass Daten in einem solchen Fall nicht verloren gehen oder beschädigt werden und der Prozess fortgesetzt wird, sobald wieder eine Netzwerkverbindung aufgebaut werden kann.

VI. Ausblick

Im Rahmen dieses Projektes wurde das in Kapitel II. vorgestellte Konzept teilweise umgesetzt. So besteht die Verbindung zwischen dem Edge-Gerät und der Azure Cloud und die im Gerät anfallenden Trainingsdaten werden in den Cloud Container hochgeladen. Jedoch steht die Implementierung des Machine Learning Lifecycles zum jetzigen Zeitpunkt noch aus. So wäre hier der nächste Schritt die bereits vorgestellte Verwertung der Trainingsdaten im Rahmen eines Trainings eines neuen Modells.

Zusätzlich bleiben einige Fragen offen, welche vor der Inbetriebnahme einer solchen Anwendung in der Produktion geklärt werden müssen. So gilt es hier zunächst einen Zeitraum oder ein Ereignis festzulegen, wie oft beziehungsweise wann Modelle trainiert werden sollen. Dies kann beispielsweise in regelmäßigen zeitlichen Abständen oder aber mit Hochladen einer gewissen Anzahl an Trainingsdaten geschehen. Des Weiteren muss entschieden werden, ob die Bereitstellung des neuen Modells automatisiert oder manuell stattfinden soll. Hierbei gilt es besonders darauf zu achten, ob die Qualität des neuen Modells ausreichend sichergestellt werden kann, um die Qualität der Anwendung nicht zu verschlechtern. Außerdem muss zunächst geklärt werden, wie sichergestellt werden kann, dass der laufende Betrieb nicht gestört wird. Dabei kann beispielsweise einbezogen werden, wann die Produktion oder weitere kritische Infrastruktur des Unternehmens nicht im Betrieb ist. Soll die Aktualisierung ausgeführt werden muss des Weiteren eine Umfangreiche Fehlerbehandlung definiert und implementiert werden. Damit kann beispielsweise gesteuert werden, welche Aktionen das Edge-Gerät ausführt, sollte eine Aktualisierung fehlschlagen. Abschließend kann somit festgehalten werden, dass eine vollständige Automatisierung des Prozesses nur dann ratsam ist, wenn die Prozesssicherheit den höchsten Standards entspricht und das Auftreten eines unbehandelten Fehlers nahezu ausgeschlossen werden kann.

VII. References

[1] Farzad S., "*Resource Management for Edge Computing in Internet of Things (IoT)"*, https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000081031, S. ix, 2018

[2] Fraunhofer Institut, "MASCHINELLES LERNEN »ON THE EDGE«", https://www.iais.fraunhofer.de/content/dam/iais/abt/kd/Whitepaper_Machine-Learning-on-the-edge%20FraunhoferIAIS.pdf

[3] Goertz C., Salge M., „Edge Computing ermöglicht innovative Anwendungsfälle", https://www.detecon.com/de/wissen/edge-computing-ermoeglicht-innovative-anwendungsfaelle, 2018

[4] J. Han, "Read Azure IoT Hub device-to-cloud messages from the built-in and custom endpoints", https://devblogs.microsoft.com/iotdev/read-azure-iot-hub-device-to-cloud-messages-from-the-built-in-and-custom-endpoints/, 2019

[5] Microsoft, "Overview of device management with IoT Hub", https://docs.microsoft.com/en-us/azure/iot-hub/iot-hub-device-management-overview, 2017

[6] Microsoft, "Quickstart: Azure Blob storage client library v11 for .NET, https://docs.microsoft.com/en-us/azure/storage/blobs/storage-quickstart-blobs-dotnet-legacy", 2019

[7] Sallaba M., "KI-Studie 2020: Wie nutzen Unternehmen Künstliche Intelligenz? Deloitte Deutschland." https://www2.deloitte.com/de/de/pages/technology-media-and-telecommunications/articles/ki-studie-2020.html, 2020

VIII. References Video

Mauchline S., Teerlink M., Manohar S., "Die Zukunft von IoT", https://news.sap.com/germany/2019/10/iot-chance-moeglichkeiten/, 2019

Sallaba M., "KI-Studie 2020: Wie nutzen Unternehmen Künstliche Intelligenz? Deloitte Deutschland." https://www2.deloitte.com/de/de/pages/technology-media-and-telecommunications/articles/ki-studie-2020.html, 2020

Session 2: Organisationsstrukturen und Arbeitswelten

Mobiles Arbeiten in der Ära der Smartphones

Binsch Fabian
Andreas Stihl AG & Co. KG
Waiblingen, Deutschland
fabian.binsch@stihl.de

Mandel Fabio
Robert Bosch GmbH
Stuttgart-Feuerbach, Deutschland
fabio.mandel@de.bosch.com

***Abstract*—Dieses Paper beschäftigt sich mit dem Mobilen Arbeiten auf dem Smartphone. Hierbei werden zuerst die Gründe für die Verwendung des Smartphones im beruflichen Alltag untersucht. Anschließend erfolgt eine allgemeine Betrachtung des Mobilen Arbeitens. Dort werden derzeit bereits umgesetzte Applikationen vorgestellt sowie die wichtigsten Faktoren, die für und gegen den Einsatz von Business-Applikationen auf dem Smartphone sprechen, gegeneinander abgewogen. Den großen Stärken der Mobilität und der flexiblen Eingabe über ein Touch-Display stehen hier die begrenzte Leistung und die kleine Größe gegenüber. Anschließend werden die technischen und organisatorischen Hintergründe für die Verwaltung einer großen Menge an Geräten im Business-Umfeld thematisiert. Hierbei spielt vor allem das Mobile Device Management eine tragende Rolle, das den Verwaltungsaufwand deutlich reduzieren kann, während es die Sicherheit gewährleistet.**

I. Hintergründe für das mobile Arbeiten mit dem Smartphone

Nur 31 % aller Ideen entstehen tatsächlich in einem arbeitsbezogenen Umfeld.[1] Davon entfallen nur 4 % auf den eigentlichen Arbeitsplatz. Das mit Abstand kreativste Umfeld ist die Natur. Dort entstehen laut Wieden über ein Viertel aller Ideen. Den nächstbesten Wert erzielt das Zuhause mit 14 % der Ideen. Auch der drittbeste Wert wird von einer Umgebung erzielt, die nichts mit der Arbeit zu tun hat. Daraus kann man ableiten, dass die Kreativität in vielen Fällen dann am höchsten ist, wenn man sich in einer arbeitsfremden Atmosphäre befindet. Andererseits kann man auch davon ausgehen, dass viele dieser Ideen verloren gehen können, wenn man beim Zeitpunkt der Entstehung keine Möglichkeit hat, diese zu notieren oder auf anderem Wege festzuhalten.

Die wohl praktischste und mobilste aller Optionen ist dafür zweifellos das Smartphone, welches die meisten Personen sowieso bei einem Großteil dieser Alltagssituationen dabeihaben. Es bietet sich an dieser Stelle also an, dass man dieses, zumindest für die oben beschriebenen Ausnahmefälle eines Kreativitätsschubs, auch für berufliche Zwecke nutzt. Es gibt jedoch auch zahlreiche andere Momente, in denen die berufliche Nutzung des Smartphones einen Mehrwert für Arbeitnehmer und ihren Arbeitgeber bringt. Allerdings gehen damit einige rechtliche Probleme einher.

Ein Beispiel dafür ist, dass der Arbeitgeber als verantwortliche Stelle dem Bundesdatenschutzgesetz unterliegt, der Arbeitnehmer mit der Nutzung seines privaten Geräts jedoch nicht.[2] Es muss also eine gewisse Abgrenzung der privaten und geschäftlichen Daten vorgenommen werden. Die aus dieser Hinsicht einfachste Lösung wäre ein rein berufliches Smartphone. Das Problem hierbei ist nur, dass viele Unternehmen entweder erst gar keine Smartphones zur Verfügung stellen, diese nicht mit den entsprechenden Applikationen ausgerüstet sind oder dass die Angestellten keine Lust haben, ein zusätzliches Gerät mit sich zu führen.

Alle diese Probleme sowie weitere Vor- und Nachteile des Mobilen Arbeitens mit dem Smartphone werden im Laufe dieses Papers untersucht. Zuallererst müssen jedoch die Begrifflichkeiten eindeutig geklärt werden. Dazu gehört unter anderem eine Definition davon, was genau in den Bereich des Mobilen Arbeitens fällt.

Laut Auslegung des deutschen Bundestages zeichnet sich das Mobile Arbeiten dadurch aus, dass es nicht ortsgebunden ist und über ein mobiles Netz erledigt werden kann. Das bedeutet jedoch nicht, dass es ausschließlich über ein mobiles Netzwerk stattfinden kann. Des Weiteren wird die Arbeit unabhängig von festen Arbeitsplätzen- und Orten verrichtet.[3]

II. Möglichkeiten der Arbeit mit dem Smartphone

A. *Bereits existierende Applikationen*

Bisher werden Smartphones in den Unternehmen hauptsächlich für den Zugriff auf E-Mails, Telefonie, den Kalender und für Web-Surfing verwendet.[4][5] Grundsätzlich lässt sich jede, in Form einer Web-App bereitgestellte Applikation, auch über das Smartphone benutzen. Allerdings gibt es in der Praxis aktuell kaum Erfahrungswerte und Standards, die die Einführung mobiler Anwendungen in den Unternehmen vereinfachen würden.[6]

Applikationen können auf drei unterschiedliche Arten für Smartphones umgesetzt werden: „als native Anwendung, als Web-Anwendung oder als hybride Anwendung“.[6, p. 18] Eine native Anwendung wird speziell für die gewünschte Plattform Android oder iOS entwickelt. Native Anwendungen haben den Vorteil, dass sie den vollen Funktionsumfang der Softwareentwicklungskits der entsprechenden Plattform verwenden können. Web-Anwendungen haben den Vorteil, dass der Zugriff über den Browser des Gerätes erfolgt und so keine Portierung der Anwendung auf die gewünschte Plattform erforderlich ist. Als ein weiterer Vorteil kann aufgeführt werden, dass Web-Anwendungen nicht über den App-Store verteilt werden müssen. Allerdings haben diese Anwendungen nur eingeschränkten Zugriff auf die Funktionalität des entsprechenden Betriebssystems. Mit hybriden Anwendungen wird versucht, die Vorteile der beiden bereits beschriebenen Varianten zu kombinieren. Hybride Anwendungen sind Web-Anwendungen, die dank einer erweiterten Web-API auf die Funktionalitäten des entsprechenden Plattform- Softwareentwicklungskits zugreifen können. Bereitgestellt werden die hybriden Anwendungen als native Anwendung über den App-Store.[6]

Neben dem Zugriff auf E-Mails, Telefonie und den Kalender nutzen Unternehmen mobile Apps bereits für einige Anwendungsszenarien. In technisch geprägten Unternehmen verwenden Ingenieure Apps für die Digitalisierung und

Prozessoptimierung, um effizienter zu arbeiten und Kosten einzusparen.[7] Auch im Bereich ERP-Software gibt es bereits mobile Apps, man spricht hierbei von „Mobile ERP“. Auch hier versprechen sich Unternehmen effizientere Prozesse und die Erschließung neuer Geschäftsmöglichkeiten. Zudem kann der Einsatz von Mobile ERP zu einer Senkung der Transaktionskosten, geringeren Fehlerraten und zufriedeneren Mitarbeiter führen. Auf Grund der geringeren Displaygröße und der begrenzten Möglichkeiten der Eingabe des Smartphones, werden die in der Regel hoch komplexen ERP-Applikationen in ihrem Funktionsumfang reduziert. Die Touch-Steuerung des Smartphones kann, sofern die mobile ERP-App dies zulässt, unter anderem dank der Multi-Touch-Steuerung bestimmte Prozessschritte des ERP-Systems sehr intuitiv gestalten, was sich positiv auf die Benutzerfreundlichkeit auswirkt.[6]

Ein weiterer bereits existierender Anwendungsfall für Smartphones im Geschäftskontext ist der Bereich der Business Intelligence (BI). Die Nutzung von BI auf mobilen Geräten wird auch als Mobile Business Intelligence (MBI) bezeichnet. Besonders geeignet sind die mobilen Geräte für den Zugriff auf BI-Dashboards, um so die Key Performance Indicators und wichtige Metriken im Blick zu behalten. Unternehmen können durch den Einsatz von MBI die Mobilität, Effektivität und Geschwindigkeit ihrer Mitarbeiter, welche mit den BI-Systemen arbeiten, steigern.[8]

B. Charakteristika von Smartphones

Sowohl im privaten als auch im geschäftlichen Kontext sind die am meisten verwendeten Geräte Desktop PCs, Laptops, Tablets und Smartphones. Neben den genannten Gerätekategorien existieren auch einige Mischformen wie z.B. Convertibles. Da der Fokus dieser Arbeit auf dem Smartphone liegt, werden die einzelnen Gerätekategorien an dieser Stelle nicht weiter im Detail beachtet. Um zu verstehen, welche Anwendung für die Nutzung auf dem Smartphone in Frage kommen, müssen zunächst die Charakteristika des Smartphones und die Unterschiede gegenüber den anderen Geräten herausgearbeitet werden. Die verschiedenen Geräte lassen sich anhand vieler Merkmale unterscheiden, die Wesentlichsten dabei sind die Displaygröße und die Eingabemethode.[9] Gängige Größen bei Laptop Displays sind 13, 15 oder 17 Zoll, typische Größen bei den Monitoren von Desktop PCs sind 24 oder 27 Zoll. Die meisten Unternehmen haben die iPhones von Apple mit der dazugehörigen iOS-Plattform als Unternehmens-Standard im Einsatz.[10] Die aktuellen iPhone Modelle haben Displaygrößen von 4,7 Zoll im Falle des iPhone SE bis hin zu 6,5 Zoll beim iPhone 11 Pro Max.[11] Damit sind Smartphones also deutlich kleiner als Laptops und die Monitore der Desktop PCs.

Auch in der Eingabemethode unterscheiden sich Laptops bzw. Desktop-PCs deutlich von den Smartphones. Spätestens seit der Einführung des ersten iPhones im Jahre 2007 setzen die Smartphone-Hersteller überwiegend auf einen Touchscreen, der gleichzeitig Display und Eingabemethode ist. Mit einer sogenannten Multi-Touch-Unterstützung können nicht nur einzelne Fingereingaben, sondern auch verschiedene Gesten wie beispielsweise das Zoomen mit zwei Fingern als Eingabe erkannt werden.[12] Desktop PCs und Laptops werden durch eine Kombination aus Handbewegungen mit der Maus und Zeicheneingaben über die Tastatur gesteuert, wobei es auch hier Mischformen gibt, die neben der Tastatur und Maus auch über einen Touchscreen verfügen. In einer Studie wurde die Beantwortung einer Umfrage untersucht, die sowohl mit mobilen Geräten wie Smartphone und Tablet, als auch mit einem Desktop PC durchgeführt wurde. Die Studie hat gezeigt, dass die Teilnehmenden mit einem Smartphone länger als die anderen mit Tablet- und Desktop PC für die Beantwortung der Umfrage gebraucht haben. Die Autoren der Umfrage haben die unterschiedliche Displaygröße als einen möglichen Grund für den Zeitunterschied genannt. Je nachdem wie die App bzw. die Webseite gestaltet ist und wie groß das Smartphone Display ist, ist der Anwender oder die Anwenderin gezwungen auf dem Display zu scrollen, um die dargestellte Information komplett zu sehen. Dadurch geht, verglichen mit einem großen Display, etwas Zeit verloren. Zudem sind Toucheingaben mit dem Finger weniger präzise als Eingaben mit der Maus, was einen weiteren Grund für die geringere Geschwindigkeit auf dem Smartphone sein kann.[9] Dem entgegen steht das Argument, dass sich Toucheingaben für den Menschen natürlicher als die Nutzung von Tastatur und Maus anfühlen. Zudem können auf einem Touchscreen Multi-Touch-Gesten eingesetzt werden, denen verschiedene Bedeutungen zugewiesen werden können. So lassen sich bestimmte Aktionen, für die auf dem Desktop PC mehrere Mausklicks oder Tastatureingaben notwendig sind, mit einer einzigen Geste auf dem Smartphone realisieren. In den gängigen Smartphone-Plattformen iOS und Android sowie in vielen Apps haben sich bereits einige intuitive Gesten etabliert. Mit fortschreitender Entwicklung kommen immer neue Gesten hinzu. Hierbei ist der große Vorteil, dass die Gesten für den Anwender oder die Anwenderin schnell und einfach zu erlernen sind, da sie sich für uns Menschen sehr natürlich anfühlen. Als Beispiel kann hier das Wegwischen einer Benachrichtigung genannt werden. Auch bei der Interaktion im echten Leben, schiebt der Mensch etwas zur Seite, wenn es ihn stört.[13]

Eine weitere Eigenschaft des Smartphones ist die auf Grund der kompakten Größe begrenzte, hardwareseitige Leistung. In einem Smartphone können verglichen mit einem Desktop PC keine so großen Komponenten verbaut werden, weshalb das Smartphone dem Desktop PC leistungstechnisch unterlegen ist. Im Geschäftskontext stellt dies allerdings keinen allzu großen Nachteil dar, da der Großteil der heutigen Anwendungen nicht die Ressourcen des Clients beanspruchen, sondern beispielsweise als Server- oder Cloud-Anwendung die Ressourcen des firmeneigenen Rechenzentrums oder eines entsprechenden Dienstleisters in Anspruch nimmt. Der Client dient hierbei lediglich als Präsentationsschicht.[14]

Seinen großen Vorteil spielt das Smartphone in puncto Mobilität aus. In der Arbeitswelt wird es zunehmend wichtiger Informationen immer und überall zur Verfügung zu haben. Die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen der Unternehmen können dank mobilen Geräten wie Laptops oder Smartphones auch von Unterwegs arbeiten und sind nahezu immer erreichbar.[15] Der Aufwand dafür ist als relativ gering zu bewerten, da die mobilen Geräte immer kleiner und leichter werden und besonders das Smartphone bereits fester Bestandteil des alltäglichen Lebens ist.

Zusammenfassend lassen sich folgende Charakteristika des Smartphones festhalten:

- Kleine Displaygröße
- Touch-Eingabe mit Gestensteuerung

- Begrenzte Leistung
- Hohe Mobilität

C. *Faktoren für eine erfolgreiche Business-App*

Die Autoren Gurtner, Reinhardt und Soyez haben in einer Studie untersucht, welche Faktoren beim Design von Business-Apps für die verschiedenen Altersgruppen besonders wichtig sind. Dabei haben sie folgende Faktoren herausgearbeitet:[15]

- Benutzerfreundlichkeit (Ease of use)
- Bequemlichkeit (Convenience)
- Nützlichkeit, Qualität und Vergnügen (Usefulness and Enjoyment)
- Zugriff zu jeder Zeit - an jedem Ort (Any time – Any place)
- Multi-Plattform-App

Die Untersuchung hat ergeben, dass die verschiedenen Faktoren für die unterschiedlichen Altersgruppen anders gewichtet werden. Allgemein kann aber festgehalten werden, dass der wichtigste Faktor die Benutzerfreundlichkeit der App ist. Ist die Benutzerfreundlichkeit gering, wirkt sich dies ebenfalls auf die anderen Faktoren wie die Nützlichkeit, das Vergnügen und letztlich sowohl auf die Nutzungsabsicht als auch auf die tatsächliche Nutzung der App aus. Auch die wahrgenommene Nützlichkeit (Perceived Usefulness) spielt eine große Rolle bei der Akzeptanz einer neuen App. Zwischen den Faktoren Nützlichkeit, Qualität und Vergnügen gibt es einen klaren Zusammenhang. Die Freude bzw. das Vergnügen die App zu nutzen ist dann besonders hoch, wenn die vom Nutzer bzw. von der Nutzerin wahrgenommene Qualität und besonders die Nützlichkeit der App gut ist. Wie bereits erwähnt, sind für die untersuchten Altersgruppen jeweils andere Faktoren besonders wichtig. Für jüngere Menschen (bis 25 Jahre), die mit der Digitalisierung aufgewachsen sind, ist die Bequemlichkeit und der Zugriff auf die App zu jeder Zeit und an jedem Ort sehr wichtig. Für ältere Menschen (ab 50 Jahren) dagegen, ist die Benutzerfreundlichkeit der wichtigste Faktor, da diese Menschen nicht mit der Technologie aufgewachsen sind und sich daher allgemein etwas schwerer tun.[15]

Als Ergebnis der Studie geben die Autoren Gurtner, Reinhardt und Soyez folgende Handlungsempfehlung: Die Faktoren Bequemlichkeit, der Zugriff zu jeder Zeit, an jedem Ort und die Entwicklung als Multi-Plattform-App, sodass die App auf verschiedenen Geräten verwendet werden kann, sollten bei der Gestaltung einer Business-App besonders beachtet werden. Damit die Benutzerfreundlichkeit der App möglichst hoch ausfällt, sollten die Funktionen auf das Wesentliche reduziert werden. Um der älteren Generation den Einstieg und den Umgang mit der App zu erleichtern, kann das Unternehmen spezielle Trainings anbieten, um so Ängste und Blockaden von Beginn an vorzubeugen und abzubauen.[15]

Ausgehend von den herausgearbeiteten Smartphone Charakteristika und den Erfolgsfaktoren einer Business-App geben die Autoren dieses Papers folgende Empfehlung für weitere Anwendungsfälle des mobilen Arbeitens mit dem Smartphone: Neben dem in der Einleitung bereits erwähnten Anwendungsfall des Notierens von Ideen mit dem Smartphone, kann das Smartphone als unser alltäglicher Begleiter weitere kleinere Aufgaben übernehmen, die den Geschäftsalltag erleichtern. So können damit beispielsweise Reisebelege auf Geschäftsreisen erfasst und verbucht werden, der Speiseplan der Kantine abgerufen oder die dortige Bezahlung mit dem Smartphone erledigt werden. Ein weiteres Anwendungsfeld ist das Monitoring mit dem Smartphone. Zum einen können interaktive Dashboards aufgerufen werden, die für die Bedienung auf dem Smartphone optimiert sind und sich beispielsweise mit intuitiven Gesten bedienen lassen. Zum anderen bietet das Smartphone mit der Push-Benachrichtigung eine weitere Funktion, die für das Monitoring verwendet werden kann. Kommt es bei den überwachten Systemen zu einer Störung, kann an den entsprechenden Systemadministrator eine Benachrichtigung auf das Smartphone versendet werden. Die Push-Benachrichtigung hat den Vorteil, dass sie gegenüber einer E-Mail unmittelbar von dem Mitarbeiter oder der Mitarbeiterin wahrgenommen wird und nicht im Posteingang neben unzähligen weiteren E-Mails unbeachtet bleibt. Zudem erreicht die Benachrichtigung, sofern dies vom Unternehmen gewünscht ist, den Mitarbeiter oder die Mitarbeiterin auch unterwegs oder zuhause außerhalb der Arbeitszeiten.

Die Grenzen des mobilen Arbeitens mit dem Smartphone sehen die Autoren insbesondere bei der geringen Displaygröße und der in Kombination mit dem Touchscreen geringen Genauigkeit bei der Benutzereingabe. Daher kommen sämtliche Anwendungen, die eine gewisse Genauigkeit in der Eingabe voraussetzen, in absehbarer Zeit nicht für eine Umsetzung auf dem Smartphone in Frage. Darunter fallen unter anderem Anwendungen, die eine Texteingabe mit geringer Fehlerakzeptanz erfordern (z. B. Programmieren oder redaktionelle Tätigkeiten) oder bei denen mit grafischen Elementen gearbeitet wird, die exakt positioniert werden müssen (z.B. Präsentationen, Grafikdesign). Diese exemplarisch aufgeführten Anwendungsfälle lassen sich zwar auf dem Smartphone ausführen und es existieren teilweise bereits Apps dafür, allerdings ist die Bedienung sehr umständlich und lange nicht so effizient, wie auf einem Desktop-PC bzw. Laptop. Denkbar wäre eine Umsetzung für Tablet-Geräte, diese werden in diesem Paper allerdings nicht weiter vertieft.

D. *Einschränkungen des mobilen Arbeitens mit dem Smartphone*

Durch eine geschäftlich motivierte Smartphone-Nutzung verschwimmen die Grenzen zwischen Arbeit und Freizeit. Die sogenannte Work-Life-Balance in Einklang zu halten, wird für viele Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen mit der zunehmenden geschäftlichen Nutzung von mobilen Geräten immer schwieriger. E-Mails, Chat und andere Kommunikationskanäle können mit dem Smartphone problemlos von Zuhause genutzt werden und so sind die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen auch nach Feierabend von zuhause problemlos erreichbar.[16] Dieser Effekt wird vermutlich noch verstärkt, wenn weitere geschäftliche Applikationen für das Smartphone realisiert werden. Inwiefern die gesetzliche Höchstarbeitszeit von 10 Stunden gemäß § 3 ArbZG durch die Nutzung von geschäftlichen Smartphones eingehalten werden kann, ist somit fraglich.

Die Trennung zwischen beruflichem und privaten wird für Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen nochmals schwieriger, wenn das Unternehmen ihren Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen keine geschäftlichen Smartphones zur Verfügung stellt, sondern die privaten Smartphones auch für

berufliche Zwecke verwendet werden können. Dieser Sachverhalt wird auch als Bring Your Own Device (BYOD) bezeichnet. Immer mehr Unternehmen gehen dazu über, um einerseits Kosten zu sparen, andererseits bringt es aber auch den Vorteil, dass die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnern mit ihren privaten Geräten bereits vertraut sind.[17]

III. Technische und Organisatorische Hintergründe für die Sicherheit und Verwaltung von Smartphones im Firmenumfeld

In diesem Kapitel sollen nun die technischen Voraussetzungen für eine reibungslose Verwaltung von Smartphones im Firmenumfeld näher beleuchtet werden. Unter diesen Aspekt fällt insbesondere die Betrachtung der Sicherheit der firmeninternen Daten auf Smartphones und wie diese durch eine einheitliche Verwaltung am besten gewährleistet werden kann, während zugleich der Verwaltungsaufwand möglichst gering bleibt, sodass Unternehmen mit der Einführung von Mobilem Arbeiten mit dem Smartphone keinem unverhältnismäßig hohen organisatorischen Aufwand gegenüberstehen. In diesem Abschnitt wird für die Betrachtung von Smartphones hauptsächlich das iPhone mit iOS als Betriebssystem betrachtet. Dies geschieht hauptsächlich aus zweierlei Gründen. Zum einen herrscht dort innerhalb der verschiedenen Generationen von Geräten eine größere Einheitlichkeit der Betriebssystemversionen, sodass dies eine einfachere Verwaltung ermöglicht. Auf der anderen Seite nutzen die meisten Unternehmen aus unter anderem auch diesem Grund sowieso größtenteils nur noch ausschließlich iPhones als Firmen-Smartphones. Ein weiterer Aspekt für Unternehmen sich hauptsächlich auf die Nutzung von iOS Geräten zu konzentrieren ist, dass diese eine höhere Sicherheit der Daten vorweisen. Dies zeigt sich einerseits bei den installierbaren Applikationen, bei denen Apple eine größere Überwachung im App Store vornimmt und andererseits auch bei der Sicherheit des Geräts selbst.[18]

Inzwischen gibt es jedoch auch zahlreiche Applikationen, die in beiden Smartphone-Welten verfügbar sind. Zudem sind auch die Unterschiede in der Sicherheit nicht mehr so gewaltig, wie sie noch vor einigen Jahren waren. Aus diesem Grund kann man davon ausgehen, dass die meisten sicherheitstechnischen Aspekte einfach auf Android-Smartphones übertragbar sind bzw. dort aufgrund des weiter geöffneten Betriebssystems und der damit einhergehenden größeren Freiheiten in der Nutzung sogar einfacher umzusetzen sind. Allein die Hinweise zur Einrichtung und Verwaltung der Smartphones auf Firmenebene beziehen sich ausschließlich auf das iPhone.

A. Sicherheit des Smartphones

Grundsätzlich muss bei der Betrachtung der Sicherheit des Smartphones eine Unterscheidung in zwei verschiedene Ebenen erfolgen. Hierbei handelt es sich einerseits um Bring Your Own Device und andererseits die Nutzung eines reinen Firmen-Smartphones, dessen Daten und Inhalte gänzlich vom Unternehmen verwaltet werden können. Dies ist für Organisationen zwar die teurere Lösung, bietet aber durch größere Kontrollmöglichkeiten auch eine erhöhte Datensicherheit. Technisch gesehen handelt es sich hier um ein unüberwachtes (unsupervised) und ein überwachtes (supervised) Gerät.[19] Dies bedeutet allerdings nicht, dass erstere komplett unüberwacht sind. Bei beiden Varianten gibt es eine Form des Managements seitens des Unternehmens.

Diese Überwachung findet bei iPhones unter dem Stichwort Mobile Device Management (MDM) statt, mit dem Edge und Trouton sich in ihrem Buch ausführlich auseinandergesetzt haben. Bei der komplett überwachten Variante hat das MDM die totale Kontrolle über das Gerät. Das bedeutet, dass der User sich nicht von der Überwachung lösen kann und dass das Ausrollen von unternehmenseigenen Richtlinien sowie das Installieren von Apps ohne das Einverständnis des Users vorgenommen werden kann. Auf der anderen Seite geht genau das bei nicht überwachten Geräten nicht. Hier wird das Gerät zwar durch das MDM verwaltet. Letztendlich hat allerdings der User das letzte Wort und muss seine Zustimmung für die Installation erteilen. Außerdem kann das entsprechende Profil, das für Durchsetzung verantwortlich ist, bei diesen Geräten manuell gelöscht werden. Diese zwei Formen bieten sich auch für oben unterschiedenen Arten von Firmen-Smartphones an.

Was genau unter dem Begriff MDM verstanden wird und welche Bereiche davon abgedeckt werden, wird nun genauer untersucht. Dabei werden auch die verwaltungstechnischen Aspekte angerissen, die über die sogenannten Apple Business Manager Accounts in einem Unternehmen umgesetzt werden müssen, um die Sicherheit der Daten auf den Smartphones zu gewährleisten und zugleich einen möglichst geringen Aufwand in deren Verwaltung zu haben.

Der erste Schritt für die Absicherung eines Smartphones ist die Registrierung in der MDM-Datenbank. Um dies zu bewerkstelligen wird ein sogenannter Device Enrollment Program (DEP) Token benötigt. Über diesen werden die zu verwaltenden Geräte auf den Account des Apple Business Managers registriert.[19] Außerdem ermöglicht ein DEP-Token das automatische Enrollment von neuen Geräten. Hierfür muss lediglich online die Seriennummer des betreffenden Smartphones hinterlegt werden. Dies funktioniert über CSV-Dateien auch für eine größere Menge an Geräten auf einmal.

Nachdem das Gerät auf den Firmenaccount registriert wurde, kann es überwacht und verwaltet werden. Hierbei spielen vor allem die Apple Push Notifications (APN) und der Volume Purchase Program (VPP) Token eine tragende Rolle für die Unternehmen.[19] Bei APNs handelt es sich hierbei um eine Plattform über die Nachrichten an die Smartphones geschickt werden können. Dabei kann der Inhalt dieser Nachrichten jedoch nicht von Apple eingesehen werden. Über den VPP-Token kann ein Unternehmen Applikationen zentral erwerben und für alle registrierten Geräte zugänglich machen bzw. diese dort zwangsweise installieren lassen. Der Austausch mit dem Server ist hierbei insofern abgesichert, als dass alle Geräte einen Certificate Signing Request (CSR) durchführen müssen.

Bei der Einrichtung des Smartphones ist es für das Unternehmen am einfachsten, den Usern gewisse Vorschriften an die Hand zu geben. Die einfachste Umsetzung geht hierbei mit Blueprints. Dabei handelt es sich um vom Unternehmen vorgefertigte Pakete.[19] So können über die Blueprints ganz einfach und durch einen zentralen Verwaltungsakt beispielsweise Apps oder Profile installiert oder gelöscht, Software aktualisiert oder Back-ups erstellt werden. Eine Anwendung über ein Profil, das über Blueprints erstellt wird, ist beispielsweise das Hinzufügen von Zertifikaten für das Unternehmens-WLAN. Wenn dieser Arbeitsschritt bereits zentral erledigt wird, so erleichtert das die Einrichtung für den User enorm. Außerdem wird so auch

die Sicherheit des Smartphones gewährleistet, da dieses nicht über ein eventuell nicht-vertrauenswürdiges Netz eingerichtet werden muss.

Nachdem die Einrichtung abgeschlossen ist, stellt sich vor allem die Frage, wie sicher die Daten nun auf dem Smartphone sind. Immerhin gehen knapp 22 % aller Smartphones im Laufe der Zeit verloren.[20] Gerade im Firmenumfeld ist es also von allerhöchster Bedeutung, dass die Daten auf den Geräten sicher sind. Alle iPhones setzen hierbei auf eine Kombination aus Hardware und Filesystem Encryption.[19] Dafür ist in iPhones ein eigens für die Encryption zuständiger Prozessor verbaut, der weder von iOS oder den installierten Apps direkt zugänglich ist. Dieser speichert die 256-Bit Private Keys, die für die Ver- und Entschlüsselung verantwortlich sind. Diese sind einzigartig für jedes Gerät. Zusätzlich dazu wird auch noch das Filesystem verschlüsselt. Wie dies jedoch im Detail funktioniert, würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Diese Encryption wird automatisch aktiviert, wenn auf dem iPhone ein Passcode verwendet wird. Dies kann vom Unternehmen zentral festgelegt werden.

Falls ein Smartphone mit sensiblen Daten jedoch tatsächlich einmal verloren gehen sollte, so können alle Daten darauf vom Unternehmen unbrauchbar gemacht werden, indem sie über MDM alle Decryption Keys vom iPhone löschen. Weitergehend spielen aber auch noch die üblichen Sicherheitsaspekte des Mobilen Arbeitens eine Rolle. Ein Beispiel hierfür ist unter anderem die Nutzung eines VPN in einem öffentlichen Netzwerk.

B. Sicherheit der Applikationen

Ein weiterer wichtiger Faktor für die Sicherheit der Firmendaten ist jedoch nicht nur die Sicherheit des Geräts selbst, sondern auch die der Applikationen. Diese stellen insofern ein Risiko dar, dass sie auf gewisse Daten zugreifen können, die möglicherweise vertraulich sind oder deren Zugriff einen Verstoß gegen Gesetze darstellen. Ein Beispiel hierfür ist die Nutzung von Whatsapp auf Geschäftshandys. Viele Unternehmen verbieten deshalb Apps wie Whatsapp und Facebook auf Firmenhandys, da diese auf alle Kontakte und deren Informationen zugreifen wollen und dies nicht mit der DSGVO in Einklang zu bringen ist.[21]

Ansonsten spielt die Sicherheit der jeweiligen Applikationen eine vergleichsweise untergeordnete Rolle, wenn das Gerät sicher ist. Man sollte jedoch die Zugriffsberechtigungen der einzelnen Apps prüfen, um potenzielle Datenabflüsse zu vermeiden. Eine Möglichkeit eine App zusätzlich zu sichern ist, die Applikation mit einem zusätzlichen Passwort oder Login abzusichern. Hier wird allerdings nur der Zugriff eingeschränkt, falls das Handy abhandenkommt.

Eine wichtige Rolle spielen hier auch die Mitarbeiter. Während das Smartphone selbst noch relativ gut von den Unternehmen gesichert werden kann, so ist es bei der Verwendung sehr auf das eigenverantwortliche Sicherheitsgefühl der einzelnen Mitarbeiter angewiesen.[22]

C. Sicherheit der privaten Daten

Eine weitere Problemzone für die Unternehmen ist, dass sie zwar die firmeneigenen Daten auf den Smartphones schützen müssen, jedoch keinen Zugriff auf die privaten Daten der User haben dürfen. Es muss also eine Trennung der verschiedenen Daten auf dem Smartphone erfolgen. Ein Großteil dieser Abgrenzung wird bereits durch das MDM vorgenommen, das bedeutet, dass die Verwaltung auf bestimmte Daten eines Smartphones keinen Zugriff hat. Diese sind unter anderem:[19]

- Standort des Geräts
- Browserverlauf
- Telefon- und SMS-Verlauf
- Kontakte
- Kalender

Nichtsdestotrotz sollten auch alle anderen privaten Daten abgegrenzt sein. Das spielt vor allem bei BYOD eine Rolle, sollte aber auch bei reinen Geschäftshandys betrachtet werden, da diese teilweise auch für nicht berufliche Zwecke genutzt werden. Es sollten an dieser Stelle eindeutige Vorgaben für die Nutzung gemacht werden, um rechtliche Konflikte zu vermeiden.

IV. Zusammenfassung und Ausblick

Ausgehend von der zunehmenden Verbreitung des mobile Arbeitens mit dem Smartphone, war es das Ziel dieses Papers, die geschäftliche Nutzung des Smartphones näher zu betrachten, die Faktoren die für und gegen die Verwendung des Smartphones sprechen zu untersuchen und die technische Umsetzung für das sichere Arbeiten mit dem Smartphone darzulegen. Für die Zielerreichung wurden im ersten Kapitel zunächst die Hintergründe für das mobile Arbeiten mit dem Smartphone beleuchtet. Viele kreative Ideen der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen entstehen nicht am Arbeitsplatz, sondern beispielsweise in der Natur. Das Smartphone, welches sich im Alltag ohnehin schon als unser täglicher Begleiter etabliert hat, stellt eine passende Lösung dar, diese Ideen zu dokumentieren. Darüber hinaus ist ein geschäftlich genutztes Smartphone geschickt geeignet, um E-Mails oder den Kalender von unterwegs zu pflegen.

Neben den genannten Anwendungsfällen wird das Smartphone auch zum Telefonieren oder für das Surfen im Internet oder unternehmensinternen Intranet verwendet. Weitere und teilweise bereits existierende Applikationen sind mobile ERP und mobile Business Intelligence. Die Anwendungen sind häufig als Web-App realisiert und können über den Browser aufgerufen werden. Alternativ lassen sie sich aber auch als native iOS bzw. Android App oder als hybride App realisieren.

Um das Potenzial und die Grenzen der geschäftlichen Smartphone-Nutzung einordnen zu können, wurden anschließend die Charakteristika des Smartphones und die Faktoren für eine erfolgreiche App dargelegt. Zu den Eigenschaften des Smartphones zählen die im Vergleich zu Computern und Tablets geringe Displaygröße, die Toucheingabe mit Gestensteuerung, die begrenzte Leistung aber gleichzeitig hohe Mobilität aufgrund der kompakten Bauweise. Zu den Erfolgsfaktoren einer App zählen die Benutzerfreundlichkeit, die Bequemlichkeit, die wahrgenommene Nützlichkeit und Qualität sowie der Zugriff zu jeder Zeit, an jedem Ort und auf jeder beliebigen Plattform. Wobei die Benutzerfreundlichkeit besonders für die ältere Generation und der allgegenwärtige Zugriff an jedem Ort eher für die jüngere Generation wichtig ist.

Die technischen Voraussetzungen für einen sicheren Betrieb des geschäftlich genutzten Smartphones müssen differenziert betrachtet werden. Zum einen gilt es für das

Unternehmen das Smartphone an sich abzusichern und zum anderen muss auch die Applikationssicherheit gewährleistet sein. Mit dem sogenannten Mobile Device Management können Unternehmen ihre Richtlinien auf den Geräten umsetzen und so beispielsweise Betriebssystem-Updates oder Anwendungen aus der Ferne installieren oder im Falle des Verlusts eines Smartphones einen sogenannten Remote Wipe vornehmen. Bei der Applikationssicherheit gilt der Fokus besonders der Internetverbindung, welche gerade bei der Verbindung mit öffentlichen W-Lan-Hotspots über einen VPN geleitet werden sollte, und den Zugriffsberechtigungen der installierten Anwendungen. Alle Apps, die für die Benutzung auf dem Smartphone freigegeben sind, sollten im Voraus vom Unternehmen auf die Berechtigungen untersucht werden, um ein mögliches Abgreifen von sensiblen Unternehmensinformationen zu verhindern. Darüber hinaus stehen Unternehmen vor der Herausforderung, zwischen privaten und unternehmenseigenen Daten zu unterscheiden. Während die Unternehmensdaten streng geschützt werden müssen, gilt es gleichzeitig nicht auf die privaten Daten des Mitarbeiters bzw. der Mitarbeiterin zuzugreifen. Daher ist eine klare Trennung zwischen privaten und geschäftlichen Daten auf dem Smartphone zu empfehlen.

Die Verbreitung von Smartphones im Unternehmensumfeld wird voraussichtlich weiter zunehmen. Die Autoren dieses Papers gehen davon aus, dass mit der zunehmenden Verbreitung der Smartphones unter Berücksichtigung der beschriebenen Faktoren weitere Apps von den Unternehmen entwickelt werden und das Smartphone damit mehr und mehr in den Geschäftsalltag integriert wird.

References

[1] M. Wieden, "Mobiles Arbeiten," in *Chronobiologie im Personalmanagement: Wissen, wie Mitarbeiter ticken*, M. Wieden, Ed., 2nd ed., Wiesbaden: Springer Gabler, 2016, pp. 75–94.

[2] O. Rossow, *Die Nutzung privater Smartphones im dienstlichen Umfeld und ihre Tücken…* [Online]. Available: https://www.datenschutz-notizen.de/die-nutzung-privater-smartphones-im-dienstlichen-umfeld-und-ihre-tuecken-5111892/ (accessed: Jul. 4 2020).

[3] Deutscher Bundestag, *Telearbeit und Mobiles Arbeiten: Voraussetzungen, Merkmale und rechtliche Rahmenbedingungen.* [Online]. Available: https://www.bundestag.de/resource/blob/516470/3a2134679f90bd45dc12dbef26049977/WD-6-149-16-pdf-data.pdf (accessed: Jun. 16 2020).

[4] M. Denk, R. Lay, and A. Standford, *More and more people are using their smartphones for work.* [Online]. Available: https://www2.deloitte.com/ch/en/pages/technology-media-and-telecommunications/articles/immer-mehr-menschen-arbeiten-auf-dem-smartphone.html# (accessed: Jun. 13 2020).

[5] S. Pfister, A. Streim, and K. Hampe, "Arbeit 3.0 - Arbeiten in der digitalen Welt," 2013.

[6] M. Knoll and S. Meinhardt, Eds., *Mobile Computing: Grundlagen – Prozesse und Plattformen – Branchen und Anwendungsszenarien*, 1st ed. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2016.

[7] E. Hoos, C. Gröger, and B. Mitschang, "Mobile Apps in Engineering: A Process-Driven Analysis of Business Potentials and Technical Challenges," *Procedia CIRP*, vol. 33, pp. 17–22, 2015, doi: 10.1016/j.procir.2015.06.005.

[8] M. F. Tutunea, "Business Intelligence Solutions for Mobile Devices – An Overview," *Procedia Economics and Finance*, vol. 27, pp. 160–169, 2015, doi: 10.1016/S2212-5671(15)00985-5.

[9] C. Bröhl, P. Rasche, J. Jablonski, S. Theis, M. Wille, and A. Mertens, "Desktop PC, Tablet PC, or Smartphone? An Analysis of Use Preferences in Daily Activities for Different Technology Generations of a Worldwide Sample," in *Lecture Notes in Computer Science, Human Aspects of IT for the Aged Population. Acceptance, Communication and Participation*, J. Zhou and G. Salvendy, Eds., Cham: Springer International Publishing, 2018, pp. 3–20.

[10] M. Bremmer, *Immer mehr Unternehmen setzen auf Enterprise-Apps.* [Online]. Available: https://www.computerwoche.de/a/immer-mehr-unternehmen-setzen-auf-enterprise-apps,2554417 (accessed: Jun. 29 2020).

[11] Apple, *iPhone.* [Online]. Available: https://www.apple.com/iphone/ (accessed: Jun. 29 2020).

[12] M. Rogowsky, *iPhone at 10: Apple's Multi-Touch Changed The World.* [Online]. Available: https://www.forbes.com/sites/markrogowsky/2017/06/29/iphone-love-at-first-multi-touch-but-a-long-road-to-bliss/#698f55255a88 (accessed: Jun. 24 2020).

[13] V. Batchu, *How gestures are shaping the future of UX.* [Online]. Available: https://uxdesign.cc/how-gestures-are-shaping-the-future-of-ux-ce2c9e6d7a9f (accessed: Jun. 30 2020).

[14] o. V., *Client-Server Architecture.* [Online]. Available: https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/client-server-architecture (accessed: Jul. 8 2020).

[15] S. Gurtner, R. Reinhardt, and K. Soyez, "Designing mobile business applications for different age groups," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 88, pp. 177–188, 2014, doi: 10.1016/j.techfore.2014.06.020.

[16] D. Pauleen, J. Campbell, B. Harmer, and A. Intezari, "Making Sense of Mobile Technology," *SAGE Open*, vol. 5, no. 2, 215824401558385, 2015, doi: 10.1177/2158244015583859.

[17] M. Olalere, M. T. Abdullah, R. Mahmod, and A. Abdullah, "A Review of Bring Your Own Device on Security Issues," *SAGE Open*, vol. 5, no. 2, 2015, doi: 10.1177/2158244015580372.

[18] S. Migdal, *Firmenhandys: Sicherheitslücken bei Android-Geräten.* [Online]. Available: https://blog.everphone.de/firmenhandy-sicherheitsluecken-android (accessed: Jul. 9 2020).

[19] C. S. Edge and R. Trouton, *Apple device management: A unified theory of managing Macs, iPads, iPhones, and AppleTVs*. Berkeley, CA: Apress LP, 2020.

[20] M. Hemdi and R. Deters, "Data Management in Mobile Enterprise Applications," *Procedia Computer Science*, vol. 94, pp. 418–423, 2016, doi: 10.1016/j.procs.2016.08.064.

[21] o.A. Hrsg.: WELT, *Arbeitsrecht: Darf ich das Diensthandy auch privat nutzen?* [Online]. Available: https://www.welt.de/wirtschaft/webwelt/article178212914/Arbeitsrecht-Darf-ich-das-Diensthandy-auch-privat-nutzen.html (accessed: Jul. 12 2020).

[22] M. Brogger, *Spielregeln fürs sichere Diensthandy.* [Online]. Available: https://www.springerprofessional.de/it-sicherheit/risikomanagement/spielregeln-fuers-sichere-diensthandy/15855910 (accessed: Jul. 12 2020).

Ways of using Digital Transformation for sustainable business

Oliver P. Burghardt
DHBW Stuttgart
Stuttgart, Germany
burghardt.oliver@web.de

Sofia M. V. Blessmann
DHBW Stuttgart
Stuttgart, Germany
sofia.blessmann@web.de

Charlotte-Fé Radowski
DHBW Stuttgart
Stuttgart, Germany
fe.radowski@gmail.com

***Abstract*—Climate change and its impacts have never been discussed as intensely as they are right now. This paper discusses possible methodologies businesses can use to lower their carbon emissions and support achieving the 1,5°C goal set at the Paris climate agreement. The impact of using these practices is analyzed and reviewed critically. For businesses, continuously improving and developing is a major factor to increase sustainability. This process of continuous development is powered by the digital transformation and the possibilities and new technological practices that come with it. It is important however to keep an eye on any side effects like e.g. the Rebound Effect, which might occur along the way and to make sure, that in case of the effect happening, there are countermeasures in place. To run a sustainable business, a multitude of factors need improvement, which makes reaching a high level of sustainability a time-consuming and long-lasting process.**

Keywords—sustainability, digital transformation, climate change, business management, green through IT

I. Introduction

Climate change and digital transformation – two out of five megatrends that will shape the future of many people around the globe. [1] Megatrends are by definition *"society's biggest challenges— and opportunities"* and thereby not always have to be positive. [1, p. 1] Looking at the two megatrends mentioned above, climate change can be seen as more of a challenge, while digital transformation is more of an opportunity.

Climate change and its negative impacts on the future of humanity is receiving as much attention as never before. One reason for this is that humans can already witness some of these impacts today. For instance, the number of extreme weather events almost doubled between 1990 and 2016 causing monetary damages of more than one billion USD. [2] Another example is the Arctic's reduction in size. Between 1980 and 2019, the Arctic ice shrunk by more than 2 million square kilometers. [3] For reference, this is a larger landmass than the size of Mexico. [4] Since the implementation of the Paris Climate Agreement, which is an agreement between 197 countries and is supposed to limit global warming to 1.5°C, climate change has become a megatrend in society. [5] Movements such as *'Fridays For Future'* have made climate change a topic of discussion not only on the political level, but also on the economical level.

Yet, for the economy, climate change plays a relatively small role compared to digital transformation. Digital transformation describes a *"sustainable, company-level transformation via revised or newly created business operations and business models achieved through value-added digitization initiatives, ultimately resulting in improved profitability"*. [6, p. 4] Business like Uber, Airbnb, Amazon or Spotify are examples for companies that have created not only a value but also entirely new business models through the digital transformation. Spotify for instance revolutionized the music industry by making music available through a monthly subscription. Looking at the success of these and many other companies, digital transformation can be seen as an opportunity for people and businesses to create revenue. Some of the digital transformations new technologies have already been developed while others, like Artificial Intelligence (AI) or Augmented Reality (AR), are still in development. The unfinished technologies will mostly replace old or conventional technologies.

The development and use of new technologies has been strongly criticized in the past, as it increases resource consumption and places greater strain on the environment. However, in recent years it has been observed that new technologies consume resources, but also make services, processes and products more efficient and sustainable. [7, p. 295] The effect, where digital technology can save more carbon dioxide (CO2) than it causes is called *'green trough IT'*. [8, p. 15]

Climate change poses a major threat to companies, as they will also be affected by its consequences as shown in chapter two. It therefore should be in the interest of businesses to become more sustainable in order to mitigate the global impact of climate change. The purpose of this paper is to show methods businesses can use to take advantage of the digital transformation in order to operate more sustainable.

At first, the relevance of sustainability for businesses will be shown by evaluating the main cause of climate change and linking it to the digital transformation. Subsequently this paper will show methods that are already in practice to make businesses more sustainable through using existing technology of the digital transformation. In addition, the potential of future digital transformation technologies is considered in the context of sustainability. In the further course this paper will point out what businesses can achieve by using the digital transformations technology to increase sustainability. Finally, the content of this paper will be critically reflected and summarized.

II. Relevance of sustainability for businesses

Carbon dioxide is the main cause of human made climate change. Due to burning fossil fuels and land use, humans have increased CO2 levels within the atmosphere causing a rise of global temperature and thereby major threats and risks for humanity and whole ecosystems. [9] Since 1995 the worldwide carbon dioxide level has increased from 23.372 to 36.573 million tons which is equivalent to a 56 percent increase. [10] The World Economic Forum (WEF) issues a

warning in their *'Global Risk Report 2020'* that *"climate change is striking harder and more rapidly than many expected"*. [11, p. 33] According to the WEF report, the change of global climate has already or will lead to a series of events that will have major impacts on humans and companies in the near future. E.g. stress on ecosystems, exacerbation of geopolitical tensions, capital market risks, economic impacts as well as trade, labor and supply chain disruption are already happening or will be more likely to happen in the near future. [11, pp. 29] In today's economy where goods are produced, traded and shipped all over the world, an exacerbation of geopolitical tensions or trade, labor and supply chain disruptions would have major negative impacts on companies, that could cause major monetary damages.

In 2018, climate change caused global economic stress as well as natural disasters that lead to monetary damages as high as 165 billion USD. [11, p. 31] Looking at the future, United States (US) agencies expect climate related damages within the US economy to reach 10 percent of the US Gross Domestic Product by the end of this century – for the year 2019 this would be equivalent to more than 2,1 trillion USD. [12, 11, p. 31] To avoid such monetary losses for companies and also due to the social and ecological responsibility that companies carry, it should be in their best interest to help limit the global temperature to 1,5°C. To do so, according to the Paris Climate Agreement, the worldwide emissions of CO2 need to be lowered. However, at the current rate the temperature is rising, the worldwide temperature is expected to rise as high as 3°C or more by the end of this century. [11, p. 6]

Companies can help reduce the global CO2 emissions by developing or using technologies that come along with the digital transformation. For instance, the WEF predicts that through the use of 5G, Internet of Things and Artificial Intelligence the worlds global emissions can be cut by 15 percent by 2030. [13, p. 46] Yet it should always be kept in mind that these technologies require processing of huge amounts of data, which is usually done in data centers. Those data centers require enormous amounts of energy. E.g. in 2017 German data centers consumed 13.2 billion kWh of energy, which is a 25 percent increase compared to 2010. [14, p. 1] As shown in figure 1, the majority of energy is needed to run and cool servers. A study predicts that the power consumption of German data centers will rise to over 16 billion kWh in 2025. [15, p. 6]

Looking at the energy sector as the major CO2 emitter in Germany, this development must be regarded as critical. [16] Considering the fact that the worldwide generated digital data is predicted to increase fast, there will be a global need for even more data centers which then will lead to an even higher energy consumption through data centers. [17]

Since the development of collecting, saving and processing immense amounts of data is unlikely to decrease in the future, it is even more important for companies to become more sustainable in the future trough the digital transformation.

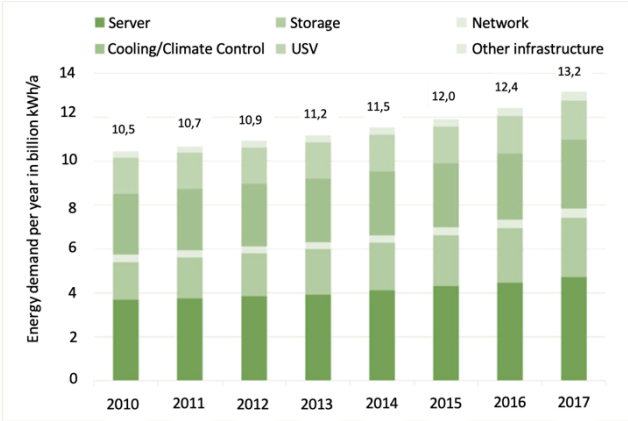


Figure 1: Power consumption of German data centers from 2010 to 2017 in billion kWh, Source: Adapted from [15, p. 6]

III. Existing methods for achieving a higher level of Sustainability

In order to reach the goal of a higher level of sustainability through digital transformation, there are several methods already in practice. While some of these methods focus on helping to reduce e.g. the carbon footprint by eliminating travels for employees, others focus more on the aspect of how the Information Technology (IT) infrastructure within a company can be improved in order to be less wasteful. In the following chapter, several methods will be discussed and assessed based on how efficiently they can contribute to reaching the pre-defined 1.5°C goal.

One commonly used method adapted by many companies to become more sustainable is to use platforms like e.g. Skype, Microsoft Teams or Zoom for virtual meetings through video calls. This method is very straight forward and efficient since it allows employees to have international meetings virtually and not having to travel around the world to meet up in person. Due to these tools being well structured and intuitive, they can be used on a large scale in companies.

Not having to travel in return reduces the amount of flights or other modes of transportation which therefore reduces the amount of CO2 released. Hence, converting large, international meetings to videocalls can already have a big impact on a cooperation's level of sustainability. On top of that virtual meetings not only enable a more sustainable way of working, but they also have several other benefits like being more cost effective or allowing for a higher level of interaction. [18]

Another way of using the digital transformation to increase sustainability is through virtualization in general. Virtualization separates traditional IT resources into more easily managed and centralized solutions in a way that often increases scalability, improves resource utilization, and reduces administrative resources. It facilitates efficient use of computing resources for collaboration that reduces travel time and cost, increases organizational efficiency, and addresses environmental concerns. The following figure shows the graph of business and operational benefits delivered by virtualization currently (by 2015), and in comparison, with the future trend.

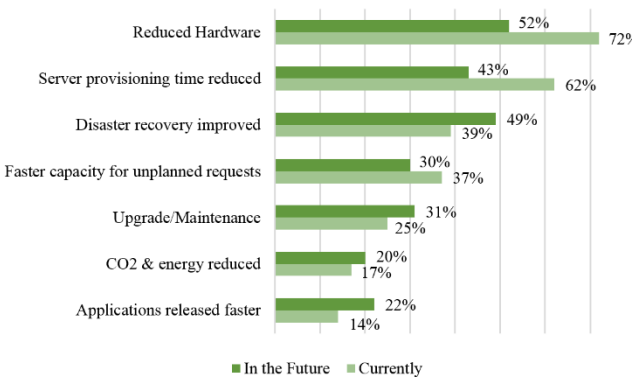


Figure 2: A comparison of the current and future trends in Return on investment (ROI), Source: Adapted from [19]

The graphic in figure 2 shows, that through visualization there is i.a. a reduction in hardware as well as a reduction in CO2 and other energy sources which results in a higher level of sustainability to some degree.

Virtualization not only includes practices like video calls but also topics like Virtual Manufacturing (VM), Virtual Prototyping as well as the so called *'smart factory'*. The smart factory is defined as a factory where physical production processes and operations are combined with digital technology, smart computing and big data to create a more opportunistic system for companies that focus on manufacturing and supply chain management. [20] Through VM combined with the *'smart factory'*, companies can optimize their supply chains by virtually planning and constantly improving their existing processes which leads to a higher level of efficiency and less time and resources wasted.

Practices involving virtual reality (VR) and artificial intelligence can also be applied outside the factory. When used smartly, they are full of potential to reduce waste and energy. A more detailed example for how companies can deploy VR to lower their impact in the environment is discussed in chapter IV. Furthermore, when trying to reduce resource waste, practices like cloud computing can make a positive contribution to sustainability. With the rise of the digital transformation cloud services are gaining more and more popularity. Cloud computing can be defined as "the delivery of different services through the Internet. These resources include tools and applications like data storage, servers, databases, networking, and software". [21]

Cloud infrastructure addresses two critical elements of a *'green through IT'* approach: energy efficiency and resource efficiency. According to an article by Business for Social Responsibility (BSR) "The cloud encourages important clean-tech applications like smart grids, and it also encourages consumers to use virtual services such as video streaming to replace resource-heavy physical products. The cloud also draws resources to where they are used most efficiently, and its jobs tend to be cleaner and safer than those of more traditional industries." [22] One technical reason for why the cloud can be very effective in reducing energy usage is due to the fact, that a cloud uses multi-tenant architecture and uses energy in a more streamlined way, rather than the single-tenant, statically-allocated data centers. [23] When done correctly, cloud computing also requires less servers and hence less energy and maintenance than a standard data center. The following graphic in figure 3 demonstrates, how energy efficiency can be achieved by using cloud computing versus using traditional data centers

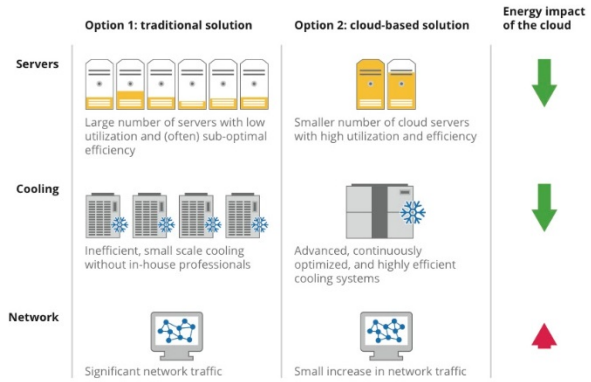


Figure 3: Comparison of a traditional vs. a cloud based computing solution, Source: Adapted from [24]

However, since even cloud computing is still to some extend depended on servers and data centers, in order to be fully sustainable, it is important that these centers draw their energy from sustainable sources. Ideally, cloud computing centers should be located in places where the grid portfolio is clean to guarantee an overall sustainable cycle.

There are of course several more factors, through which IT in general can become more "green" like e.g. using modern, energy-saving hardware or cutting down on the amount of paper used by using e.g. tablets instead. Nonetheless, this paper focusses on *'green through IT'*, meaning how sustainability can be achieved through digital transformation, which is why these practices are not presented in further detail. The following chapter will now take a closer look at what impact can be achieved by using digital transformation to increase sustainability.

IV. Impact of Harnessing Digital Transformation to Increase Sustainability

The outcome of increasing sustainability is different for each business depending on stakeholders, competitors and the products that are being sold.

During a study conducted by Harvard Business School in 2014, 180 US companies and their performance have been analyzed, 90 of which have changed their guidelines regarding sustainability. These were categorized as '*highly sustainable'*. The companies categorized as '*low sustainable'* view environmental impacts as externalities. After analyzing these companies for 18 years, the '*highly sustainable'* companies outran the '*low sustainable'* companies in both stock market and accounting measures. [25] Besides that, it also became clear that not all '*highly sustainable'* companies benefitted equally from being sustainable. Companies in the business to consumer sector got better results than companies, which are dependent on large quantities of natural resources. [25] Therefore, the management of a business must aim for realistic goals, depending on its surroundings and dependencies.

Being a sustainable business can further be used as a marketing strategy. Customers are more likely to buy a sustainable alternative than the unsustainable counterpart.

Businesses that are in the B2C sector can benefit from implementing sustainable processes and sell more products. [26]

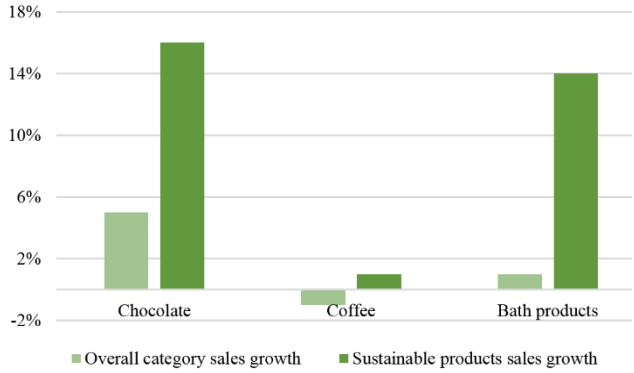


Figure 4: Category sales growth 2017 to 2018, Source: Adapted from [26]

The New York University Stern's Center for Sustainable Business conducted research regarding that customers will buy sustainable products rather than unsustainable ones. Figure 4 shows the difference between total sales growth compared to sustainable goods sales growth during a time span of one year for chocolate, coffee and bath products. [27] Through analyzing bar codes of products, they found out that 50% of the sold goods were from products marketed as sustainable, even though they only hold 26.6% of the markets share. [27]

As a business, choosing to follow a sustainable approach also benefits their image as an employer. Multiple studies tell that younger generations have an increased requirement for their employers to be sustainable or follow a sustainable way of thought. Even to an extend that the decision of applying for a job at an unsustainable business seem in no way possible for them. [28]

In order to live up to those expectations, companies must look at ways to reduce their carbon footprint. A study conducted by the global eSustainability Initiative *'Smart2020'* from The Climate Group states that a reduction of CO2-emissions up to 80 million tons can be expected. And this happens only through using conferencing tools (as explained in chapter III) instead of business travel to conduct meetings. This is between 5 to 20 percent of global business travel which can be cut. [29] To calculate if a business travel is worthwhile the travel distance and the used transportation are compared to the chosen digital meeting platform. [30]

For example, a five-hour meeting with four attendees located between 1,000 and 5,000 kilometers apart has a carbon footprint between 2,900 and 3,533 kilograms depending if the attendees are choosing to travel via train or airplane. If they conduct an online meeting the carbon footprint lies between 4 and 251 kilograms depending on the used medium used. Therefore, the digital meeting alternative is saving between 92.5 and 99.89 percent of CO2. [31]

The decision to grant employees permission to work from home, to reduce emissions generated during commute to the office, is still seen as a possible decrease in productivity. Yahoo for example decided to ban working from home. [32] To diminish concerns, Stanford Professor Nicholas Bloom conducted an experiment, in which he observed call center employees over a time period of nine months. A group of employees could voluntarily work from home, while the control group stayed at the office. Not only did the group which worked from home emit less emissions by not needing to commute but also, they completed 13.5% more calls than their counterparts. Furthermore, furniture and rental savings for nine months are estimated with 1,900 USD per employee. [33] Allowing employees to work from home benefits a business in several ways. Emissions are decreased, employees are more productive and rental costs can be lowered as well. Nevertheless, Professor Bloom emphasizes that home office might not be possible for every sector and every job. [33]

New technologies like AI and VR are of utmost importance for future development towards a sustainable economy. Some businesses have already implemented applications using these technologies. The cruelty-free cosmetics retailer Lush for example, developed an app with AI and machine learning using AR, which allows users to scan unpackaged bath bombs to receive information about ingrediencies and price. Through this app, Lush can reduce the usage of packaging for bath bombs. [34]

While the presented methods to increase sustainability are achievable for bigger businesses, medium and small sized businesses might encounter problems during implementation. Tools which support businesses during their change towards sustainability must include possible differences in resources and business profiles of medium and small sized businesses. A strategy for all business sizes can not only include a business strategy but must support a business to identify its opportunities. [35]

A chance for small and medium sized businesses to increase sustainability through digital transformation is further development of these technologies. It can trigger declining prices and individuality of before generic solutions.

V. Critical Reviews of the Presented Methods

Even though a sustainable orientation can bring businesses a lot of positive results, caution is required when implementing it.

When looking at sustainability through digital transformation, it is important to not only look at the benefits but also consider the potential risks which are associated with the methods currently in practice. In order to be considered *'completely'* sustainable, many practices need to be looked at from a wider perspective. For example, using cloud based solutions instead of regular on-premise solutions. To ensure a high level of sustainability here, simply looking at the fact that through the cloud, the amount of data centers can be reduced, is not sufficient. Cloud based solutions may indeed require fewer data centers, but they still need to be powered, cooled and maintained. The power for these activities should ideally be sourced from local power grids which use renewable energy sources like solar or wind power.

A similar concept applies to the increased usage of video calls and other forms of virtual meetups. Even though they reduce the amount CO2 released through e.g. travelling, one aspect to keep in mind is that an increase in video call activity will also increase the amount of power used in companies as well as at home. If the power used isn't sourced sustainably, it will still have an impact on the environment.

Furthermore, a calculation by Gerry McGovern, author of the book *'World Wide Waste'* has shown, that the data transferred in an hour of standard-definition video call consumes about 270 megabytes (MB) per person, for high-definition its 540MB per person. Assuming an average of one one-hour meeting a day involving two people, 250 days a year, then the standard-definition video calls would emit 0.6 kg and the high-definition video calls would emit 1.1 kg of CO2. [37]

As mentioned in chapter II, the amount of data generated worldwide is predicted to rise quickly. This could lead to the assumption, that the related CO2 emissions should rise at about the same level. Nevertheless, when considering figures like data transferal in terms of their sustainability, there are certain relations to be taken into account to get a clear picture.

A study conducted by the telecommunications company Ericsson in February of 2020 has shown, that historically the electricity consumption and carbon footprint of the Information and Communication Technology (ICT) sector do not follow the same trends as data traffic. [38]

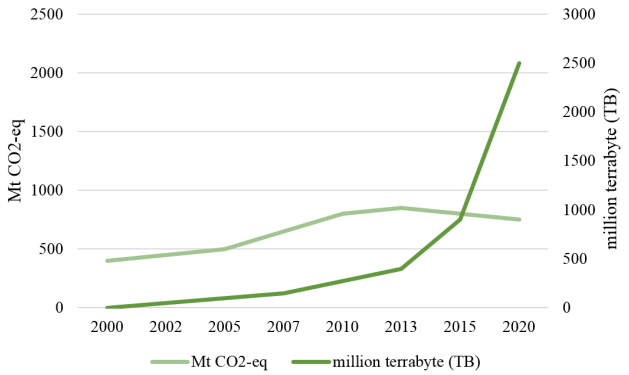


Figure 5: Carbon footprint of the ICT and data traffic development, Source: Adapted from [38]

In figure 5, the historical relationship between the growth of data traffic and the carbon footprint of the ICT is depicted. As shown in the graphic, since 2010, total data traffic has increased approximately tenfold, while electricity consumption for the ICT sector has remained constant. Hence, the environmental impact of large amounts of data transferal like e.g. through video calls is relatively small in comparison to its rapid increase over the last two decades.

McGovern further states that *"Used wisely, digital can be better for the environment. However, time and time again, I have found that digital behaves as an accelerant, as a duplicator, as a copier, as a reproducer, as an encourager of wasteful behavior ".* [37]

The situation, which McGovern describes here is called the *'Rebound Effect'*. The *'Rebound Effect'* describes a phenomenon, where *"Efficiency increase oftentimes reduces product or service costs, which can in turn ramp up consumption (due to reduced prices), thus partly canceling out the original savings"*. [39] It is measured in *"percentile of the original savings"*, meaning that with a rebound effect of e.g. 70 percent, only 30 percent of the expected savings actually occurred. [40] There are several types of Rebound Effects. First, one must differentiate between the direct and the indirect rebound effect.

With the direct rebound effect, if the level of efficiency is increased and therefore lowers the price of a specific good, the demand for this particular good is rising. This could then lead to a higher number of orders having to be packaged and shipped which will in turn increase the amount of CO2 released. The indirect rebound effect describes, that the increase of efficiency creates an excess amount of buying power, which can be used for other goods. The most interesting key figure to look at when talking about the rebound effect is the *'economy-wide rebound effect'*. It combines the effects of the direct and indirect rebound effect and projects them onto a larger, macro-level scale to look at the overall impact of how strong the rebound effect is.

Hence, overall it is crucial to understand, that the progress in digital technologies, which is achieved through digital transformation and by using e.g. the methods discussed in the previous chapters, often leads to efficiency gains in input factors such as energy, materials, space and time, which in turn affects the monetary or non-monetary costs of activities. [40]

Unfortunately, even though a lot of companies have understood the urge of being more sustainable in their business, not all of them are doing all it takes to achieve this goal. *'Greenwashing'* describes a trend, where companies convey a false impression or provide misleading information about how a company's products are more environmentally sound. [41] This means that on the general public is made to believe, that the company cares about the environment even if the practices used behind closed doors are not at all helping to increase sustainability.

An example of how this could connect to the previously discussed methods would be that if a company communicates to the public, that due to the lower impact on the climate, most of their internal IT solutions will now be cloud based. This may seem like a step in the right direction at first, but if after closer examination it turns out, that the energy to power the data centers is still provided by fossil fuels, the announced promise of increasing sustainability cannot be kept. In case of Greenwashing, companies usually do their best to ensure, that none of their internal processes or detailed information gets out to the press or the public. This is achieved through huge public relations campaigns which are supposed to shift the public eye away from the core problem.

Overall it is fair to say that practices like increasing the amount of video meetings to cut travel time or switching from an on-premise solution to a cloud base one in order to save energy can for sure have a positive impact on a company's level of sustainability. However, only when looking at and understanding the bigger picture of how these practices can be successfully implemented and what might come along with implementing one can ensure that a coherent level of sustainability is achieved.

VI. Conclusion

Advanced technologies are required to achieve sustainability in a business in order to meet the 1,5°C goal. Therefore, the development of businesses and society towards being emission- free is in correlation with the digital transformation. Hence, becoming '*green through IT*' should be a goal, which businesses strive towards in the long term. The practices introduced in this paper can aid in moving

towards this goal. Not only do they help lower a business' ecological footprint, but they can also contribute to improving other factors like e.g. their image as an employer.

The velocity in which technology is evolving dictates the boundaries of how sustainable a business can be using digital transformation as a catalyst. Nonetheless it is not sufficient to only focus on different technological methods but to keep track of and monitor any unwanted side effects and risks which might occur during their implementation.

However, change needs to happen in different sectors and not only in technology in order to reach a business model that supports sustainability in the long term. [43, 44]

REFERENCES

[1] PwC, "Five Megatrands And Their Implications for Global Defense & Security", PwC, November, 2016. Accsessed on: July 9, 2020. [Online]. Avaliable: https://www.pwc.com/

[2] D. Loesche, „Extreme Wetterereignisse und wirtschaftliche Schäden weltweit", Statista GmbH, November 6, 2017. Accsessed on: July 9, 2020. [Online]. Avaliable: https://de.statista.com/

[3] A. Breitkopf, „Entwicklung der Fläche der Arktis in den Jahren von 1980 bis 2918", Statista GmbH, October 5, 2019. Accsessed on: July 9, 2020. [Online]. Avaliable: https://de.statista.com/

[4] B. Urmersbach, „Die 30 größten Länder der Welt nach Fläche im Jahr 2020", Statista GmbH, May 20, 2020. Acsessed on: July 9, 2020. [Online]. Avaliable: https://de.statista.com/

[5] „Die Klimakonferenz in Paris", Bundesministerium für Umwelt, Naturschutuz und nukleare Sicherheit (BMU), September 5, 2017. Accsessed on: July 9, 2020. [Online]. Avalibale: https://www.bmu.de/

[6] D. R. A. Schallmo and C. A. Williams, "Digital Transformation Now! Guiding the Successful Digitalization of Your Business Model", Ulm, Germany: Springer Nature, 2018, p. 4

[7] J. Brocke, P. Loos and R. T. Watson, Green IS, "Information Systems for Environmental Stustainability", in Business & Information Systems Engineering, vol. 5, August 2013, pp. 295-297

[8] R. Zarnekow and L. Kolbe, "Green IT, Erkentnisse und Best Practices aus Fallstudien", Berlin et. al.: Springer-Verlag, 2013, pp. 15

[9] „Wissenschaftliche Grundlagen", Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, April 9, 2014. Accsessed on: July 9, 2020. [Online]. Avaliable: https://www.bmu.de/

[10] A. Breitkopf, „Entwicklung des weltweiten CO2-Ausstoßes in den Jahren 1995 bis 2018," Statista GmbH, June 4, 2020. Accsessed on: July 9, 2020. [Online]. Avaliable: https://de.statista.com/

[11] E. G. Franco et. al., "The Global Risks Report 2020", World Economic Forum, January 2020. Accsessed on: July 9, 2020. [Online]. Avaliable: http://www3.weforum.org/

[12] B. Urmersbach, „USA: Bruttoinlandsprodukt (BIP) in jeweiligen Preisen von 1980 bis 2018 und Prognosen bis 2024", Statista GmbH, April 24, 2020. Accsessed on: July 9, 2020. [Online]. Avaliable: https://de.statista.com/

[13] J. Falk and O. Gaffney et. al., "The Exponential Roadmap", Future Earth et. al., September 19, 2019. Accsessed on: July 9, 2020. [Online]. Avaliable: https://exponentialroadmap.org/, p. 46

[14] R. Hintemann, "Digitalisierung treibt Strombedarf von Rechenzentren, Boom führt zu deutlich steigendem Energiebedarf der Rechenzentren in Deutschland im Jahr 2017", Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gemeinnützige GmbH, 2018. Accsessed on: July 9, 2020. [Online]. Avaliable: https://www.borderstep.de/

[15] „Energieverbrauch von Rechenzentren", Deutscher Bundestag, April 4, 2019. Accsessed on: July 9, 2020 [Online]. Avaliable: https://www.bundestag.de/

[16] A. Breitkopf, „Verteilung der energiebedingten Treibhausgasemissionen in Deutschland nach Quellgruppe im Jahr 2018", Statista GmbH, January 27, 2020. Accsessed on: July 9, 2020 [Online]. Avaliable: https://de.statista.com/

[17] F. Tenzer, „Prognose zum Volumen der jährlich generierten digitalen Datenmwengen weltweit in den Jahren 2018 und 2025", Statista GmbH, February 13, 2020. Accsessed on: July 9, 2020. [Online]. Avaliable: https://de.statista.com/

[18] E. Brown, „The 8 Benefits of Virtual Meetings", Eztalks, July 2017, Accessed on June 26. [Online]. Available: https://www.eztalks.com/

[19] O. O. Afolabi, "Virtualization: A Sustainable Resource Management Strategy in Computing Practices," April 2015, p.69

[20] "What is a Smart Factory and its Role in Manufacturing?," abas ERP, September 2019. Accessed on June 26. [Online]. Available: https://abas-erp.com/

[21] J. Frankenfield, "Cloud Computing," Investopedia , May 2019, Accessed on June 26. [Online]. Available: https://www.investopedia.com/

[22] D. Allison-Hope, "Taking Ethics to the Cloud," BSR, April 2012, Accessed July 1. [Online]. Available: https://www.bsr.org/

[23] R. Matthews, "How Envidonmentally Sustainable is Cloud Computing and Storage?," Earthmaven, September 2013, Accessed on July 1. [Online]. Available: https://earthmaven.io/

[24] U. Hoelzle, "Energy efficiency in the cloud," June 2012, Google Blog, Accessed on July 1. [Online]. Available: https://europe.googleblog.com/

[25] R. G. Eccles, I. Ioannou, and G. Serafeim, "The impact of corporate sustainability on organizational processes and performance," in Management Science, vol. 60, 2014, pp. 2835-2857

[26] The Nielsen Company, "Sustanability sells: linking sustainability claims to sales," October 2018, Accsessed on: June 17 2020. [Online]. Available: https://www.nielsen.com/

[27] NYU Stern Center for Sustainable Business, "Sustainable Share Index™: Research on IRI Purchasing Data (2013-2018)," March 2019

[28] Zukunft? Jugend fragen!: Nachhaltigkeit, Politik, Engagement – eine Studie zu Einstellungen und Alltag junger Menschen", April 2018, pp. 14

[29] The Climate Group and GeSI, "Smart 2020: enabling the low carbon economy in the information age," June 2008, p. 31

[30] J. Clausen, S. Schramm and R. Hintemann, „CliDiTrans Werkstattsbericht 3-1: virtuelle Konferenzen und Online-Zusammenarbeit in Unternehmen: Effektiver Klimaschutz oder Mythos?," Berlin: Borderstep Institut für Innvoation und Nachhaltigkeit gemeinnützige GmbH, 2016, p. 3

[31] D. Ong, T. Moors and V. Sivaraman, "Comparison of the energy, carbon and time costs of videoconferencing and in-person meetings," in: Computer Communications, vol. 50, 2014

[32] J. Goudreau, "Back to the stone age? New yahoo CEO Marissa Mayer bans working from home," in: Forbes, February 2013, Accsessed: June 19, 2020. [Online]. Available: https://www.forbes.com/

[33] N. Bloom, J. Liang, J. Roberts and Z. J. Ying, "Does working from home work? Evidence from a chinese experiment," in: The Quarterly Journal of Economics, vol. 130, 2013

[34] S. Nickalls, "Lush is using machine learning and AI to make wasteful packaging and signage irrelevant," in: Adweek, March 2019, Accsessed: July 08, 2020. [Online]. Available: https://www.adweek.com/

[35] E. Loucks, M. Martnes and C. Cho, "Engaging small- and medium-sized businesses in sustainability," in: Sustainability Accounting, Management and Policy Journal, vol. 1

[36] J. Falk, O. Gaffney, A. K. Bhowmik, P. Bergmark, V. Galaz, N. Gaskell et. al., „ Exponential Roadmap 1.5.1 Future Earth," Sweden, January 2020

[37] G. McGovern, "The hidden pollution cost of online meetings", Gerry McGovern, March 2020. Accessed July 9. [Online]. Available: https://gerrymcgovern.com/

[38] "A quick guide to your digital carbon footprint", Ericsson, 2020, p. 6

[39] "Rebound effects", Umwelt Bundesamt, September 2019, Accessed July 9, 2020. [Online]. Available: https://www.umweltbundesamt.de/

[40] J. Bieser, R. Hintermann, S. Beucker, S. Schramm and L. Hilty, „Klimaschutz durch digitale Technologien – Chancen und Risiken", Bitkom e.V., 2020, pp. 32-33

[41] W. Kenton, "Greenwashing", Investopedia, January 2020, Accessed July 9. [Online]. Available: https://www.investopedia.com/

[42] F. Westley, P. Olsson, C. Folke, T. Homer-Dixon, H. Vredenburg, D. Loorabch et. Al., „Tipping toward sustainability: emerging pathways of transformation," in: Ambio, vol. 40, 2011

[43] C. M. Christensen, H. Baumann, R. Ruggles and T. M. Sadtler, „Disruptive innovation for Social Change," in: Harvard Business Review, vol. 84, 2006, pp. 94-100

Entwicklung eines Lösungskonzepts zur Einbeziehung der Produktionsmitarbeiter in die Digitale Transformation

Kevin Bogner
TRUMPF GmbH + Co. KG
Ditzingen
kevin.bogner@gmx.de

Ahmed Hebratovic
TRUMPF GmbH + Co. KG
Ditzingen
ahmedhebratovic@yahoo.de

Patrick Schlegel
TRUMPF GmbH + Co. KG
Ditzingen
patrick.schlegel154@gmx.de

***Abstract* — In kritischen Situationen wie zur Zeit der Corona-Pandemie 2020 wird der Gesellschaft bewusst, welche negativen Auswirkungen solch ungeplante Ausnahmesituationen haben. Wird die Weltwirtschaft in dieser Hinsicht betrachtet, so folgen mit den Maßnahmen zur Bekämpfung des Virus, Störungen in den globalen Lieferketten und fehlende Möglichkeiten im Unternehmen zu produzieren. Die Produktionsstillstände bewirken einen Rückgang im Umsatz und eine globale Krise auf den Finanzmärkten und der Realwirtschaft. Die negative Lage der Arbeitgeber betrifft wiederum die Arbeitnehmer, die mit Kurzarbeit, Zwangsurlaub oder sogar Entlassungen umzugehen haben. In den Unternehmen ist trotzdem nicht jeder Arbeitnehmer auf dieselbe Weise von der Krise beeinflusst. Vor allem Produktionsmitarbeiter haben weniger Möglichkeiten ihre Tätigkeiten auf andere Weise auszuführen als die Angestellten im Büro. Diese arbeiten trotz der Beschränkungen weiterhin an ihren Projekten und nutzen dabei verschiedene innovative Technologien, die im Zuge der Digitalen Transformation aufgekommen sind. Mithilfe des Home-Office Konzepts und Applikationen wie Microsoft Teams oder Zoom, ist es diesen Abteilungen weiterhin gestattet per remote an ihren Projekten weiterzuarbeiten und ihren Beruf auszuüben. Diese Möglichkeiten können die Angestellten in der Produktion nicht nutzen, da deren Arbeit überwiegend auf handwerklichen Fähigkeiten basiert. Die Einschränkungen sich im Werk aufzuhalten bewirken, dass diese Berufsgruppe keine Chance hat, ihre Arbeit umzusetzen.**

Die Produktionsstillstände, welche zu derartigen Situationen führen, gehen aber nicht nur von Ausnahmezuständen wie der Corona Pandemie aus. Die Automobilindustrie gilt bspw. als volatiler Markt und hat in fast jedem Geschäftsjahr mit Umsatzschwankungen zu rechnen. Diese führen teilweise zu einer Verringerung der Produktion und der Unterbeschäftigung von Produktionsmitarbeitern. Aus diesem Grund sind die negativen Folgen für diese Berufsgruppe nicht nur derzeit vorhanden, sondern gelten als allgemeine Herausforderung der Unternehmen, welche dies zukünftig genauer zu betrachten haben. Die Arbeit baut auf diese Problemstellung auf und stellt Lösungsvorschläge zur Einbeziehung der Produktionsmitarbeiter in der Digitalen Transformation bereit. Dafür betrachtet der theoretische Teil zunächst den Einfluss der Digitalen Transformation auf die Automobilindustrie und die dazugehörigen Berufsfelder. Mit diesem Wissen werden daraufhin Fallstudien zu dieser Thematik analysiert und Lösungsvorschläge zur Behandlung der Herausforderung erarbeitet. Das Ziel ist es hilfreiche Maßnahmen vorzuschlagen, welche die berufliche Situation der handwerklichen Angestellten in der Automobilindustrie verbessern.

Keywords — Digitale Transformation, Automobilindustrie, Beruflicher Wandel, Blue Collar Worker, New Collar Worker

I. Definition: Digitale Transformation

Die Digitale Transformation ist eine Ära, welche nicht nur die Wirtschaft, sondern allgemein die ganze Gesellschaft beeinflusst. Trotz dieses Einflusses existiert für diesen Begriff keine einheitliche Definition, da alle Unternehmen und Personen diese Transformation anders erfahren. Um trotzdem einen Rahmen um dessen Terminologie zu setzen, ist die Betrachtung der Definition von GARTNER hilfreich. Diese ordnet die Digitale Transformation zu „[…] allem von der IT-Modernisierung (z.B. Cloud-Computing), zur digitalen Optimierung und bis zur Erschließung von neuen digitalen Geschäftsmodellen.“[1] Diese Erklärung beschränkt sich damit nicht nur auf einen Anwendungsfall, sondern betrachtet diesen Wandel übergreifend bis hin zur Veränderung von Unternehmensstrukturen.

In allen Anwendungsfällen lässt sich die Transformation anhand von vier Charakteristika beschreiben. Zum einen sind digitale Transformationsprozesse aufgrund der Globalisierung, Urbanisierung und des demographischen Wandels als unausweichlich anzusehen. Die Herausforderungen, welche durch diese Trends entstehen, sind, ohne den Einsatz innovativer digitaler Technologien, nicht zu überwinden. Neben dieser Eigenschaft ist die Digitale Transformation als unumkehrbar, schnell und unsicher beschrieben. Neue Technologien entstehen in sehr schnellen Entwicklungszyklen und schaffen es größtenteils bereits etablierte Lösungen vom Markt zu verdrängen, sodass die Lösungen für die Kunden unverzichtbar werden. Aus diesen Gründen sind digitale Transformationsprozesse jedoch ebenso als unsicher einzustufen. Die hohe Vielfalt und Schnelligkeit bei der Entwicklung von Technologien erhöhen das Risiko, dass bestimmte Innovationen keinen Erfolg zeigen. Zu den etablierten Technologietrends der Digitalen Transformation gehören Big Data, Cloud-Computing, Internet of Things und die Blockchain.[2]

In dieser Arbeit werden diese Technologien nicht detailliert erklärt, jedoch ist deren Auswirkung auf den stärksten Industriezweig Deutschlands zu betrachten, der Automobilindustrie. Dabei ist zu analysieren, welche Anwendungsfälle in diesem Sektor zur Digitalen Transformation gehören und wie sich dies konkret auf die dort eingesetzten Arbeitnehmer auswirken.

II. Überblick Automobilindustrie

Die Relevanz der Automobilindustrie für die deutsche Wirtschaft ist unumstritten. Seit jeher ist Deutschland bekannt für die Produktion qualitativ hochwertiger Automobile. DIEZ/RENDEL definieren dabei die Automobilwirtschaft folgendermaßen: „Die Automobilwirtschaft umfasst alle Unternehmen, die überwiegend mit der Herstellung, Vermarktung, Instandhaltung sowie Entsorgung von Automobilen und Automobilteilen beschäftigt sind.“[3] In der vorliegenden Arbeit beschreibt der Begriff ‚Automobilindustrie‘ Unternehmen, die sich mit der Herstellung von Automobilen und Automobilteilen beschäftigen.

Der hohe Einfluss dieser Unternehmen auf die Wirtschaft, lässt sich am Gesamtumsatz im Jahr 2019 mit etwa 436 Milliarden Euro erkennen. Dabei gewinnt der ausländische Markt zunehmend an Bedeutung für deutsche Automobilhersteller. In diesem wurden 2019 etwa 283 Milliarden Euro durch die deutsche Automobilindustrie abgesetzt. Das entspricht fast zwei Drittel des Gesamtumsatzes. Mit den hohen Umsatzzahlen geht auch eine hohe Investitionssumme der Automobilindustrie in Forschung und Entwicklung (44,6 Milliarden Euro) einher.[4] Dies bewirkt die Bezeichnung der deutschen Automobilindustrie als Leitindustrie.[5] Mit dieser Position nimmt sie eine prägende Rolle in der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft ein.

Eine weitere wichtige Rolle erhält sie in der Bereitstellung von Arbeitsplätzen. Im Jahr 2019 sind durchschnittlich 832.000 Personen im Automobilsektor in Deutschland beschäftigt.[6] Dabei unterscheiden sich die Tätigkeiten der dazugehörigen Berufsgruppen in manuelle, abstrakte und routinemäßige Arbeiten. Während manuelle Tätigkeiten eher den Produktionsmitarbeitern, auch als Blue Collar Worker bekannt, zugeordnet werden, sind abstrakte Tätigkeiten für die Büromitarbeiter, den sogenannten White Collar Worker, vorgesehen. Routinetätigkeiten werden von beiden Personengruppen ausgeübt. Blue Collar Worker arbeiten vorwiegend in der Produktion und erlernen dadurch handwerkliche Fähigkeiten und angewandtes technisches Wissen zu den verschiedenen Produkten. White Collar Worker befinden sich eher in den Büros der Automobilhersteller und fungieren in diesen als ´Knowledge Worker´. Das Hauptkapital dieser Berufsgruppe ist ihr Wissen, wodurch ihre Arbeit darauf ausgelegt ist, ihr theoretisches und analytisches Wissen zur Entwicklung von Produkten oder Services zu nutzen.[7]

Allgemein stehen die Arbeitnehmer in der Automobilindustrie, aufgrund der aktuellen Corona Krise, vor einer schwierigen Zeit. Experten prognostizieren etwa 100.000 gefährdete Arbeitsplätze. Diese Herausforderung besteht jedoch nicht nur in solchen Ausnahmesituationen, sondern ist Teil des Charakters der Automobilindustrie als volatiler Markt. Die Umsatzschwankungen, mit denen fast jedes Jahr zu rechnen ist, bewirken eine konstante Unsicherheit vor Produktionsstilständen und damit die Gefährdung von Arbeitsplätzen. Eine Möglichkeit diese Herausforderung anzugehen und Arbeitnehmer zu schützen ist die Digitale Transformation.[8]

III. Einfluss der Digitalen Transformation auf die Automobilindustrie

Die Digitale Transformation verändert das Leben der privaten Haushalte, Unternehmen und des gesamten Ökosystems. Dies reicht bis hin zur Beeinflussung der Wertschöpfung von Industrien, welche sich bislang auf die Herstellung physischer Produkte konzentrierte. Dazu gehört unter anderem die Automobilindustrie, welche dadurch eine sichtbare Weiterentwicklung in den letzten Jahren erfuhr.[2] Für die Konzeption der Einbeziehung bestimmter Berufsgruppen in die Digitale Transformation, ist daher zunächst der Einfluss dieser auf die Automobilindustrie zu analysieren.

Durch die Analyse wird bemerkbar, dass die Digitale Transformation vor allem für traditionelle und bereits etablierte Unternehmen nicht nur eine Chance, sondern auch eine große Herausforderung bzw. Bedrohung darstellt. Neue Marktteilnehmer drängen mithilfe des richtigen Einsatzes von digitalen Technologien schneller und wirksamer in den Automobilmarkt ein und schaffen sich dadurch große Marktanteile. Ein Hauptgrund dafür ist die veränderte Kundenorientierung an digitale Innovationen. Hauptsächlich bei den jüngeren Kundengruppen entwickelte sich in den letzten Jahren eine neue Sichtweise auf das Automobil und insgesamt die eigene Mobilität. Das Fahrzeug als Statussymbol hat an Bedeutung verloren. Beispielhafte Gründe dafür sind die Urbanisierung oder auch das gestärkte Umweltbewusstsein der Menschen. Dadurch haben die Kunden mehr Interesse an den angebotenen Services der Automobilhersteller als am eigentlichen Hauptprodukt, dem Fahrzeug.[9] Dieser Druck von der Kunden- und Wettbewerbsseite forciert traditionelle Unternehmen dazu ihre gesamte Struktur zu überdenken und die wichtigsten Trends mit den richtigen Technologien umzusetzen.

Zu den bedeutendsten Trends gehören [10]:

- Mobilitätsservices / Autonomes Fahren
- Connected Services / Digitale Produkte
- Effiziente Prozesse / Automatisierung
- Kundenerfahrung Sales / After Sales

All diese Themen verbindet, dass sie mithilfe der treibenden Technologien der Digitalisierung umsetzbar sind und die Geschäftsmodelle in der Automobilindustrie erneuern. Die neuen Geschäftsmodelle fokussieren sich auf einen verbesserten Service mithilfe von selbstfahrenden Fahrzeugen, einer verbesserten Möglichkeit mit dem Fahrzeug zu kommunizieren oder durch Modelle wie das Car Sharing, welches die Mobilität der Kunden steigert.

Im Hinblick auf die Umsetzung dieser Trends haben sich die ´Original Equipment Manufacturer´ (OEMs) von ihrem traditionellen Ziel, der Fertigstellung massenmarkttauglicher Produkte, zu lösen und den Fokus auf die Software innerhalb des Produkts zu richten. Dies resultiert daraus, dass die Optimierungspotenziale mithilfe von Verbrennungs- oder E-Motoren sehr gering sind und eine Differenzierung im Markt nur mithilfe der angebotenen Services und Funktionen möglich ist. Um sich von den anderen Unternehmen im Markt abzusetzen, ist ein umfangreiches unternehmensinternes Know-How zu den modernen Technologien der IT aufzubauen. [9]

Für die Unternehmen ist es wichtig zu realisieren, dass ein Wandel vom reinen Hardware Hersteller zum Softwareanbieter stattfindet. Der Schlüsselfaktor für die Umsetzung dieses Wandels ist dessen Realisierung und der darauffolgende kulturelle Wandel innerhalb des Unternehmens. Die klassischen Organisationsstrukturen mit ihren klaren Hierarchien und Top-Down-Prinzipien eignen sich nicht zur Bewerkstelligung des digitalen Wandels und sind bspw. durch agile Softwareentwicklungsmethoden zu ersetzen. [9]

Mit dem Wandel der Geschäftsmodelle und der eigenen Strukturen ändern sich dementsprechend die Anforderungen der Unternehmen an ihre Angestellten. Wie sich die einzelnen Berufsbilder durch die Digitale Transformation der Automobilindustrie verändern, behandelt das folgende Kapitel.

IV. Wandel der Berufsbilder

Die disruptiven Technologien der Digitalen Transformationen beeinflussen unsere Wirtschaft und führen zu massiven Veränderungen im Berufsalltag. Laut einer Studie sind bis 2030 etwa 46% der Jobs in der Automobilindustrie durch die Digitalisierung gefährdet. Auf der anderen Seite eröffnet die Digitale Transformation neue Geschäftsfelder und schafft somit massenweise Stellen. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Digitale Transformation sowohl Arbeitsplätze vernichtet als auch neue schafft. [11]

Die geschaffenen Arbeitsplätze werden von sogenannten New Collar Worker besetzt. Der Begriff ‚New Collar Worker' wurde erstmals von der ehemaligen Geschäftsführerin von IBM, Virginia Rometty, verwendet. Diese Bezeichnung entwickelte sich, als Rometty mit der Herausforderung konfrontiert wurde, technische Berufe zu besetzen. Von diesen Jobs wird ein sogenanntes Computational Thinking, also informatisches Denken und digitales Verständnis, gefordert. Dabei lässt sich der Tätigkeitsbereich der New Collar Worker nur schwer definieren. Laut Begriffsdefinition handelt es sich dabei um Tätigkeiten, die 'New' sind. Diese Technologien wurden also noch nicht erfunden. Vor allem die Automobilindustrie sieht in den New Collar Worker die Zukunft der Branche. Digitalen Fähigkeiten der Arbeitnehmer sind nämlich für die Digitale Transformation essenziell. [12]

Laut einer Studie sind Berufsbilder mit abstrakten Tätigkeiten deutlich weniger von der Automatisierung betroffen als Berufsbilder mit manuellen Tätigkeiten. Da sich abstrakte Tätigkeiten nur schwer mit Algorithmen nachbilden lassen. Das bedeutet, dass hauptsächlich die Stellen der Blue Collar Worker im Zuge der Digitalisierung gefährdet sind. Manuelle Tätigkeiten werden in Zukunft nicht mehr von Menschen, sondern von intelligenten Robotern und Systemen ausgeführt werden. Jedoch besitzen Produktionsmitarbeiter Wissen, dass für die Unternehmen wertvoll ist. Das Ziel ist es, das Wissen und somit die Blue Collar Worker, im Unternehmen zu behalten. [11]

Nachfolgend werden Fallstudien vorgestellt, die sich in der Praxis bewährt haben, New Collar Worker aus den Blue Collar Worker zu formen.

V. Lösungsvorschläge aus vorhandenen Fallstudien

Um Lösungsvorschläge auszuarbeiten wurden unterschiedlichste Fallstudien verwendet, die sich zur Entwicklung von New Collar Worker eignen. Dabei lassen sich die Lösungsansätze in drei Bereiche unterteilen:

- Engage: Bei dieser Art von Lösungsansätzen wird ein erstes Verständnis bei den Mitarbeitenden für die Digitale Transformation geschaffen.
- Motivate: Hier gilt es die Motivation bei dem Arbeitnehmer zu verbessern, einen New Collar Job auszuführen.
- Re-skill: Bei Re-skill handelt es sich, um den aktiven Ansatz den Blue Collar Worker für einen New Collar Job auszubilden.

Für den Engage-Bereich wurden drei Lösungsvorschläge erarbeitetet, die nachfolgend vorgestellt werden:

- Digital Engagement Software / Plattform: Als Digital Engagement Software wird eine Anwendung bezeichnet, die sich darauf fokussiert eine Plattform zum Austausch innerhalb einer Organisation zu bieten. Umgangssprachlich wird hier auch der Begriff des ‚Intranets' verwendet. Aber auch soziale Netzwerke, wie Yammer, fallen unter diesen Begriff. Durch den Austausch können die Blue Collar Worker beispielsweise über Blogbeiträge adressiert werden und ein grundlegendes Verständnis für die Digitale Transformation entstehen. [13]
- Ausstattung: Bei der Ausstattung erhalten die Mitarbeitenden Zugriff auf Hardware und Software. Für Blue Collar Worker ist es auch im Jahr 2020 keine Selbstverständlichkeit einen eigenen Computer und ein eigenes Profil zu besitzen. Durch Investitionen in die Ausstattung der Produktionsmitarbeiter, erhalten diese die Möglichkeit ihr Computational Thinking im geschäftlichen Umfeld zu stärken. [14]
- On-the-job training: Beim on-the-job training lernen die Mitarbeitenden voneinander und dies während der Arbeitszeit. Der Lösungsansatz kann zum Beispiel mit einem sogenannten ‚Paten' umgesetzt werden. Hier können Blue Collar Worker mit White Collar Worker verknüpft werden. Dabei erhalten die Paare einen Einblick in den Berufsalltag des Partners. Durch diesen Ansatz entsteht ein erster Kontakt in mit einem anderen Berufsbild. [15]

Auch bei dem Motivate-Ansatz wurden drei Konzepte abgeleitet, die sich dafür eignen, New Collar Worker zu entwickeln:

- Motivation durch Geld: Die Entwicklung von einem Blue Collar Worker zu einem New Collar Worker kann mit einer monetären Komponente begründet werden. So kann der Mitarbeitende etwa einen Bonus für das Unterschreiben eines Vertrags im

Tätigkeitsfeld eines New Collar Workers erhalten. Aber auch eine Steigerung des Jahresgehalts kann Produktionsmitarbeiter dazu motivieren, eine Stelle als New Collar Worker anzutreten. Hierbei handelt es sich um extrinsische Motivation. [16]

- Motivation durch Verantwortung: Motivation kann auch an Verantwortung im Arbeitsalltag entstehen. Dabei kann es sich um jegliche Verantwortung handeln, die im geschäftlichen Umfeld auftritt. So werden Positionen mit Führungsverantwortung von vielen Personen angestrebt. Hierbei handelt es sich um intrinsische Motivation. [17]
- Gesundheitliche Aspekt: Der Weg vom Blue Collar Worker zum New Collar Worker wird vermutlich mit weniger physischen und mehr kognitiven Tätigkeiten verbunden sein. Damit setzt auch ein gesundheitlicher Aspekt ein, der Blue Collar Worker dazu motivieren könnte eine New Collar Tätigkeit auszuüben. [18]

Für den Re-skill-Bereich haben sich zwei Ansätze bewährt, um Blue Collar Worker bei der Digitalen Transformation zu adressieren:

- Ausbildung: Bei der Ausbildung handelt es sich um den schulischen und akademischen Bildungsprozess. Dabei findet keine Umschulung vom Blue Collar Worker zum New Collar Worker statt, sondern es werden von Grund auf New Collar Worker ausgebildet. Dieser Lösungsansatz ist zeitaufwändig und besitzt bildungspolitische Herausforderungen. [19]
- Weiterbildung: Bei einer Weiterbildung handelt es sich um eine Umschulung von Mitarbeitern, die in der Produktion tätig sind zu New Collar Worker. Dabei werden aus Mitarbeitern, dies sich bereits im Unternehmen befinden, New Collar Worker entwickelt. Dieser Prozess kann mehrere Monate in Anspruch nehmen. [20]

Die vorgestellten Lösungsansätze werden nun bereichsspezifisch anhand einer gewichteten Entscheidungsmatrix bewertet. Dafür wurden sieben Kriterien definiert, deren Gewichtung linear aufgebaut ist. Nachfolgend werden die Kriterien der Wichtigkeit aufsteigend aufgeführt:

- Zeitersparnis: Die Dauer des Prozesses von Initiierung bis Umsetzung ist gering.
- Integration in andere Berufsbereiche: Es wird ein Netzwerk mit Mitarbeitern aus anderen Berufsbereichen geknüpft.
- Krisenbeständigkeit: Der Lösungsansatz lässt sich schnell in einer nicht planbaren Krise umsetzen.
- Kostenersparnis: Die Kosten für den Ansatz sind gering.
- Bewusstsein für Digitale Transformation schaffen: Die betroffenen Personen dieser Maßnahme erhalten ein Verständnis für die Digitale Transformation.
- Aufbau von IT-Kenntnisse: Durch diesen Lösungsansatz werden wichtige IT-Kenntnisse vermittelt.
- Stärke der Integration: Die Bindung an eine New Collar Tätigkeit ist stark.

Jeder Lösungsansatz wird nun anhand einer Skala von 0, trifft gar nicht zu, bis 5, triff vollständig zu, bewertet. Außerdem wird auch mit der Entscheidungsmatrix analysiert, was passieren würde, wenn man bei der Digitalen Transformation keine Aktion durchführt.

Exemplarisch werden nachfolgend die Ergebnisse der Entscheidungsmatrix für den Bereich Engage dargestellt.

Kriterien	Digital Engagement Software / Platform	Ausstattung	On-the-job training	keine Aktion
Stärke der Integration	2	3	4	0
Aufbau von IT-Kenntnisse	2	4	1	0
Bewusstsein für Digitale Transformation schaffen	2	3	3	0
Kostenersparnis	3	0	3	5
Krisenbeständigkeit	1	3	1	0
Integration in andere Berufsbereiche	3	3	4	0
Zeitersparnis	4	4	2	5
Punktzahl	61	79	74	25

Abbildung 1: Entscheidungsmatrix Engage

Im nächsten Kapitel wird ein ganzheitlicher Ansatz vorgestellt, der anhand von den Lösungsansätzen der drei Bereiche aufgebaut wurde.

VI. Konzeption der Internen Projektbörse

Während der Erarbeitung und Bewertung von verschiedenen Lösungsansätzen aus den Bereichen Engage, Motivate und Re-Skill, ist eine eigene Projektidee entstanden, welche alle drei Bereiche umfasst und das Ziel hat, die Produktionsmitarbeiter in die Digitale Transformation zu integrieren und sie zum New Collar Worker weiterzubilden. Es handelt sich um die ´Interne Projektbörse´, welche eine im Unternehmen eingesetzte Anwendung darstellt, die von allen Berufsgruppen benutzbar ist. Die Hauptfunktion der Anwendung ist die Vorstellung von aktuellen Projekten, in welchen die Produktionsmitarbeiter freiwillig mitarbeiten können. Der genaue Ablauf wird im Folgenden beschrieben.

Eine derartige Applikation existiert noch nicht, sodass die eigene Anwendungsentwicklung die Aufgabe erhalten würde diese zu programmieren. Für den Anfang reicht die Erstellung einer Web- oder Desktop-Anwendung. Eine mobile App wäre auch denkbar, jedoch gehört dieses Thema zur Zukunft, wenn die interne Projektbörse im Unternehmen etabliert ist. Für die Einführung ist es von hoher Bedeutung die Aufmerksamkeit der Angestellten zu erhalten. Mithilfe des Marketing Bereichs lässt sich die Anwendung über Intranet Beiträge, Flyern oder bspw. Präsentationen anwerben. Wichtig dabei ist die richtige Übermittlung des Hauptziels der Projektbörse. Bei der Einführung besteht die Gefahr, dass das Projekt von den Produktionsmitarbeitern falsch aufgenommen wird. Diese könnten die Applikation bei falscher Vermarktung als letzten Ausweg zu ihrem bisherigen Beruf sehen und eine Beteiligung daran für zwingend halten. Das ist jedoch nicht das Ziel der Idee, da die Interne Projektbörse keine Stellenbörse ist. Die Teilnahme an diesem

Projekt ist freiwillig und soll den Produktionsmitarbeitern eine höhere Vielfalt im Berufsalltag bringen.

Diese wird geschaffen nachdem die Angestellten sich bei der Applikation registriert haben. Für die Anmeldung ist ein eigenes Profil anzulegen mit üblichen Stammdaten, den beruflichen Erfahrungen, fachlichen Kenntnissen und eigenen Interessen im Berufsumfeld. Eine Herausforderung stellt dabei die Thematik der Windows-Lizenzen und den damit verbundenen Kosten dar. In den Produktionswerken der größten Automobilhersteller stehen teilweise noch eine abzählbare Menge an Computern mit Kiosk-Usern. Diese besitzen nur beschränkte Benutzungsrechte, sodass die Produktionsmitarbeiter für die Projektbörse eigene Lizenzen benötigen, welche die Investitionskosten für das Projekt erhöhen. Aus Kapitel 5 ist zu entnehmen, dass die Bereitstellung von Software als wichtiger Ansatz im Bereich Engage gilt. Um Produktionsmitarbeiter in die Digitale Transformation miteinzubeziehen, benötigen diese auch das notwendige Equipment, womit Windows-Lizenzen eine allgemeine Investition sind, die Unternehmen auch ohne die Interne Projektbörse zu tätigen haben. Für die Reduzierung der Kosten lässt sich die Anwendung z.B. erst an bestimmten Standorten testen, sodass der Return-on-Investment (ROI) durch die Lizenzen genauer zu ermitteln ist. Bei erfolgreichem ROI ist die Investition in Lizenzen begründet zu rechtfertigen.

Um diese Problematik haben sich die Angestellten im Büro nicht zu sorgen, da diese aufgrund ihrer üblichen Tätigkeiten eine Lizenz besitzen. Sie melden sich ebenfalls in der Projektbörse an und haben die Aufgabe aktuelle Projektthemen auf der Seite zu veröffentlichen. Die Projekttypen können dabei z.B. Produktentwicklungen, Innovationsprojekte oder Wandel-Projekte thematisieren. Neben dem Projekttypen sind eine Beschreibung, das Projektziel und die -dauer anzugeben. Wie die Startseite der Anwendung für die Produktionsmitarbeiter damit aussehen könnte, zeigt Abbildung 2.

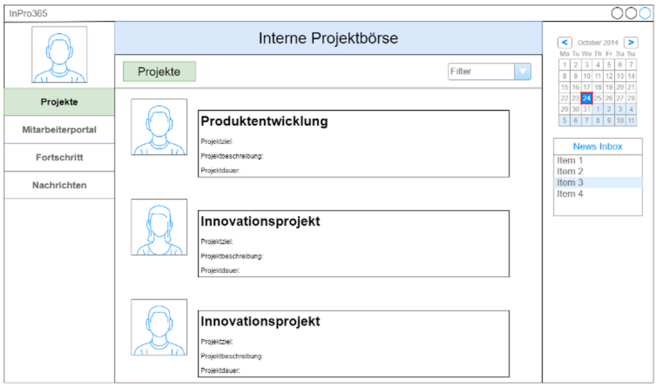


Abbildung 2: Startseite der Projektbörse

Auf dieser Seite können sich die Angestellten die Projekte mithilfe von Filtern und Suchmöglichkeiten benutzerdefiniert anzeigen lassen und die für sie interessanten Themen anschauen. Daraufhin ist es möglich sein Interesse an einem Projekt zu bekunden und eine Teilnahme daran bei den Projektleitenden anzufragen. Die Interne Projektbörse setzt auf einen gegenseitigen Austausch zwischen Blue und White Collar Worker, sodass nicht nur Produktionsmitarbeiter nachfragen, sondern ebenso von den Projektleitenden angefragt werden können. Die Börse soll dazu dienen, dass Büromitarbeiter nach Unterstützung von Angestellten mit starken handwerklichen und fachlichen Kenntnissen suchen können. Damit entsteht nicht das problematische Bild, dass die Projektbörse der letzte Ausweg für die Produktionsmitarbeiter ist, sondern ihre Kenntnisse eine höhere Wertschätzung in anderen Fachgebieten erhalten.

Nach der Entstehung eines Kontakts folgt über die Chat-Funktion eine erste persönliche Absprache zwischen den Projektleitenden und dem Produktionsmitarbeiter. In diesem ist zu kommunizieren, wie sich beide Seiten die Zusammenarbeit vorstellen und es können Fragen zum Projektablauf beantwortet werden. Im Optimalfall wird ein erstes Kennenlernen oder eine erste Projektbesprechung geplant. Bei diesen und den folgenden Terminen wird der Produktionsmitarbeiter in das Projekt miteingebunden und erhält dadurch die Chance sein Wissen für abstrakte und kreative Tätigkeiten einzusetzen.

Nach erfolgreichem Abschluss der Zusammenarbeit ergeben sich mehrere Vorteile für den Angestellten, die für eine höhere Motivation sorgen. Zum einen sind das die in Kapitel 5 vorgestellten Vorschläge zur Bildung von Motivation. Dazu gehören z.B. mögliche monetäre Boni bei guter Mitarbeit oder es entsteht eine intrinsische Motivation dadurch, dass der Produktionsmitarbeiter mehr Verantwortung bekommt und eine größere Abwechslung im Arbeitsalltag erhält. In der Applikation ist es außerdem vorstellbar, dass die Angestellten Feedback von Projektleitenden bekommen oder sogar Zertifikate durch das Arbeiten an einem bestimmten Themengebiet erhalten.

Der wichtigste Vorteil und Hauptziel der Internen Projektbörse sind die erlernten Fähigkeiten der Blue Collar Worker. Dazu gehört fachliches Wissen, das durch die Arbeit an einem Projekt aus einem bisher unbekannten Fachbereich gewonnen wurde. Außerdem entsteht Wissen darüber, wie Projekte in anderen Abteilungen durchgeführt werden, wodurch Einblicke in andere Arbeitsweisen und Projektmethoden geschaffen werden. Mithilfe der Projektbörse als Anwendung verbessert sich bei den Produktionsmitarbeitern die Arbeit mit einer Digital Engagement Software. Darauf aufbauend erhalten sie wichtiges IT-Know-How und einen Sinn für das Computational Thinking, welche beim Wandel zum New Collar Worker helfen. Insgesamt unterstützt die interne Projektbörse die Produktionsmitarbeiter dabei ihr bisher handwerklich eingesetztes Wissen, für abstrakte und kreative Tätigkeiten einzusetzen, sodass sie zum Knowledge Worker werden.

Neben den fachlichen Kompetenzen steigern sich durch das Projekt ebenso die Soft Skills der Angestellten. Diese spielen in der Digitalen Transformation eine enorm wichtige Rolle, da z.B. ein hohes Maß an Kreativität, kritischem Denken und Kommunikationsfähigkeiten für die Arbeit als New Collar Worker erforderlich ist. In der Addition mit den verbesserten technischen Fähigkeiten entsteht eine Digitalkompetenz. Diese stellt eine wichtige Bedingung zur erfolgreichen Integration in die Digitale Transformation dar.[15]

Nach längerem Einsatz der Internen Projektbörse im Unternehmen, ist mit einer kontinuierlichen Integration der Produktionsmitarbeiter in die neuen digitalen Geschäftsmodelle zu rechnen. Die Grundlage dafür schafft die gewonnene Digitalkompetenz und der abteilungsübergreifende Aufbau von Kontakten. „Training through Community“ ist dabei das Stichwort, denn neue Anforderungen an die Mitarbeiter sind weniger mithilfe von Lehrbüchern, sondern mehr durch das Lernen von und miteinander im Unternehmen zu erwerben. Die Interne Projektbörse ist dafür ein erster hilfreicher Ansatz.[15]

VII. Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen dieser Ausarbeitung wurde der Trend der Digitalen Transformation und dessen Auswirkung auf die Automobilindustrie und speziell deren Arbeitnehmer analysiert. Dabei steht vor allem die Berufsgruppe der Produktionsmitarbeiter aufgrund der Entwicklung neuer Geschäftsmodelle und der Digitalisierung der Wertschöpfungskette vor einer großen Herausforderung. MHP prognostiziert eine Gefährdung von 46% der aktuellen Arbeitsplätze in der Automobilbranche.[11] Diese Tätigkeiten werden zukünftig größtenteils von Maschinen ausgeführt. Um die Personen, die bisher diese Arbeit ausgeführt haben, weiterhin in der Industrie einzubinden, beschreibt diese Arbeit Lösungsvorschläge anhand von bisher bekannten Erfolgsgeschichten und Artikeln zu dieser Thematik. Darauf aufbauend wird mit der Internen Projektbörse eine noch derzeit unbekannte Lösung vorgeschlagen, die einen erfolgreichen Wandel der Blue Collar Worker zu New Collar Worker verspricht.

Mit einer kurzzeitigen Einbindung der Produktionsmitarbeiter in andere Bereiche außerhalb der Produktion ist dieses Problem nicht gelöst, da in ungefähr 10 Jahren mit einer digitalisierten Automobilindustrie zu rechnen ist.[10] Dies hat zur Folge, dass traditionelle Unternehmen sich von der Herstellung von Hardware entfernen und immer mehr zum IT-Unternehmen heranwachsen, die sich auf die Entwicklung von Software fokussieren. Die Chancen, die dadurch für die gesamte Industrie entstehen, dürfen jedoch nicht die Gefährdung von tausenden Arbeitsplätzen zur Folge haben, sodass Möglichkeiten zu finden sind, dass alle Personengruppen von der Digitalen Transformation profitieren. Die Arbeit stellt deshalb wichtige Maßnahmen für die Einbeziehung der Produktionsmitarbeiter in die Digitale Transformation zur Verfügung.

[1] Gartner (o.J.): Definition – Digitale Transformation, https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/digital-transformation, Abruf: 18.06.2020

[2] Oswald, G. / Krcmar, H. (2018): Digitale Transformation – Fallbseispiel und Branchenanalyse, Wiesbaden: Springer Gabler

[3] Diez, W. (2005): Grundlagen der Automobilwirtschaft, Auto Business Verlag

[4] van Berck, J. / Knye, M. / Matusiewicz, D. (2019): Effekte der Digitalen Transformation auf den Gesundheitsmarkt und die Automobilindustrie. In Automotive Health (pp. 3-14), Wiesbaden: Springer Gabler

[5] Gottschalk, B. (2006): Automobilindustrie als Leitindustrie in der globalen Wirtschaft, Gottschalk, B./Kalmbach, R.(Hrsg. 2006), Mastering the Automotive Challenges, München, pp. 9-30.

[6] ZEIT ONLINE (2020): Automobilindustrie droht Entlassungswelle, https://www.zeit.de/wirtschaft/unternehmen/2020-06/ig-metall-insolvenzwelle-automobilbranche-konjunkturpaket, Abruf 16.07.2020.

[7] Corporate Finance Institute (2015): Knowledge Workers - High-level workers who apply theoretical and analytical knowledge in product and service development, https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/other/knowledge-workers/, Abruf: 27.06.2020.

[8] Van Suntum, U. (2019): Die volkswirtschaftliche Bedeutung von Automobilindustrie und Mobilität. In Zukünftige Kraftstoffe (pp. 100-113), Berlin Heidelberg: Springer Vieweg

[9] Safar, M. (o.J.): Die Digitale Transformation der Automobilindustrie, https://weissenberg-solutions.de/die-digitale-transformation-der-automobilindustrie/, Abruf: 02.07.2020

[10] Winkelhake, U. (2017): Digitale Transformation der Automobilindustrie, Berlin: Springer Vieweg

[11] Kelkar, O. / Esposito, S. / Hertweck, D. / Kinitzki, M. / Sigle, N. (2017): Robots wanted: der Einfluss der Digitalisierung auf die Workforce in der Automobilindustrie.

[12] Cox, C. M. (2020): Augmenting autonomy:‘New Collar’labor and the future of tech work. Convergence.

[13] Jesuthasan, R. (2017): HR’s new role: rethinking and enabling digital engagement. Strategic HR Review

[14] Briefs, U. (1981): Re-thinking industrial work: computer effects on technical white-collar workers. Computers in Industry, 2(1), pp. 76-81.

[15] Tandemploy (2019): How to New Collar: Arbeiten an der Schnittstelle von Mensch und …Mensch, https://www.tandemploy.com/de/blog/how-to-new-collar-arbeiten-an-der-schnittstelle-von-mensch-und-mensch/, Abruf: 06.07.2020.

[16] Olafsen, A. H. / Halvari, H. / Forest, J. / Deci, E. L. (2015): Show them the money? The role of pay, managerial need support, and justice in a self - determination theory model of intrinsic work motivation. Scandinavian journal of psychology, 56(4), pp. 447-457.

[17] Gardner, H. (Ed.) (2010): Responsibility at work: how leading professionals act (or don't act) responsibly, John Wiley & Sons

[18] Morris, W. R. / Conrad, K. M. / Marcantonio, R. J. / Marks, B. A. / Ribisl, K. M. (1999): Do blue-collar workers perceive the worksite health climate differently than white-collar workers?, American Journal of Health Promotion, 13(6), pp. 319-324.

[19] Hammermann, A. / Stettes, O. (2016): Qualifikationsbedarf und Qualifizierung: Anforderungen im Zeichen der Digitalisierung (No. 3/2016), IW policy paper

[20] Seyda, S. / Meinhard, D. B. / Placke, B. (2018): Weiterbildung 4.0-Digitalisierung als Treiber und Innovator betrieblicher Weiterbildung. IW-Trends-Vierteljahresschrift zur empirischen Wirtschaftsforschung, 45(1), pp. 107-124.

Produzierende Unternehmen in der digitalen Transformation – Weiterbildung und Motivation von Produktionsmitarbeitenden

Anna Luisa Bachmann
Robert Bosch GmbH
Stuttgart, Germany
albachmann@outlook.de

Annika Isabelle Geisert
Robert Bosch GmbH
Stuttgart, Germany
Annika.Geisert@de.bosch.com

Antonia Weyhing
Robert Bosch GmbH
Stuttgart, Germany
a.weyhing@gmx.de

***Abstract* — Die digitale Transformation hat einen zunehmenden Einfluss auf produzierende Unternehmen und ihre Produktionsmitarbeitenden. Ein wesentliches Bestreben von Unternehmen ist die Entwicklung eines Vorgehens, um diese Produktionsmitarbeitenden einzubinden, zu motivieren und weiterzubilden. Im Rahmen dieser Arbeit wurde auf Basis eines qualitativen Forschungsdesigns ein solches Vorgehensmodell entwickelt sowie dafür anwendbare Weiterbildungs- und Einbindungsmaßnahmen identifiziert. Zusammen mit den erarbeiteten Bewertungskriterien sind diese in zwei dynamischen Entscheidungsmatrizen dargestellt. Daraus lässt sich eine Auswahlempfehlung für konkrete Maßnahmen ableiten. Zusätzlich wird eine Analyse zukünftiger Entwicklungen und Marktprognosen und daraus gefolgerte Chancen und Risiken der Einführung von Maßnahmen und Vorgehensmodellen dargestellt. Es wurde deutlich, dass ein frühzeitiges und kontinuierliches Handeln wichtig für den langfristigen Erfolg und die Zukunftssicherung der Produktion ist. Diese Arbeit stellt eine wissenschaftliche Aufarbeitung sowie einen Vorschlag zum Vorgehen und zu ergreifenden Maßnahmen dar. Damit gibt sie einen Impuls für produzierende Unternehmen in der digitalen Transformation aktiv zu werden.**

Keywords — digitale Transformation, Weiterbildung, Motivation, Produktionsmitarbeitende, Entscheidungsmatrix

I. EINLEITUNG

„Wer nicht mit der Zeit geht, geht mit der Zeit“ [1] – auch wenn der Kaufmann Carl J. Neckermann im 20. Jahrhundert kaum an der digitalen Transformation beteiligt war, sind seine Worte mehr als aktuell. Die digitale Transformation eröffnet vielen Geschäftsfeldern neue Möglichkeiten und schafft viele neue Arbeitsplätze. Damit gehen allerdings auch veränderte und höhere Anforderungen z.B. an die Flexibilität und Innovationsfähigkeit von Unternehmen einher. Produzierende Unternehmen und ihre Produktionsmitarbeitenden (PM) sind davon zunehmend betroffen. Durch den Ausbau des Engagements, der Weiterbildung und der Motivation von PM erhoffen sich Unternehmen, deren Fachwissen und Erfahrungen in der digitalen Transformation zu nutzen und nachhaltig ihre Produktion zu optimieren.

In diesem Paper werden Studien, Umfragen und Untersuchungen von Forschungsinstituten und Bundesämtern mit Erkenntnissen aus den durchgeführten Interviews mit Unternehmensvertretern zusammengeführt. Es wird ein Vorgehensmodell entwickelt, das beschreibt, wie die PM weitergebildet, eingebunden und motiviert werden können. Für dieses entwickelte Vorgehen werden anwendbare Maßnahmen bspw. für die Weiterbildung der PM identifiziert und bewertet und in zwei Entscheidungsmatrizen dargestellt. Diese sollen die Thematik zusammenfassen und als Entscheidungshilfe dienen. Abschließend werden zukünftige Marktentwicklungen untersucht und verschiedene Risiken und Chancen der Einführung bzw. Nicht-Einführung eines Vorgehenmodells und verschiedener Maßnahmen untersucht.

II. THEORETISCHE BASIS

A. *Digitalisierung und digitale Transformation*

Die Begriffe Digitalisierung und digitale Transformation werden oft synonym verwendet, beschreiben aber zwei unterschiedliche Ansätze. Die Digitalisierung kann als Unterpunkt der digitalen Transformation gesehen werden. Die digitale Transformation beschreibt die Auflösung alter Strukturen durch Technologie, während die Digitalisierung auf die Veränderung von Prozessen fokussiert ist [2]. In dieser Arbeit steht die digitale Transformation in der Produktion im Mittelpunkt.

B. *Analyse der aktuellen Situation in produzierenden Unternehmen*

Der ohnehin hohe Stellenwert produzierender Unternehmen in Deutschland ist in den letzten Jahren weiter gewachsen. Dies ist unter anderem an einer kontinuierlichen Steigerung des Anteils dieser Unternehmen an der Bruttowertschöpfung Deutschlands ersichtlich. Dieser lag im Jahr 2019 bei ca. 27% [3].

Um auch zukünftig eine zentrale Rolle in der deutschen und globalen Industrie einzunehmen, wurden in zahlreichen Studien Kernbereiche identifiziert, die kommende Rahmenbedingungen der Produktion definieren und als Anforderungen an ein erfolgreiches Produktionsunternehmen gestellt werden können [4]:

1) Produktvielfalt bei geringer Losgröße [4]: Veränderte und individualisierte Reaktionen wirken sich auf die Produktion eines Unternehmens als wachsende Komplexität durch viele Varianten bei geringer Losgröße aus. Dadurch ist Wissen z.B. im Umgang mit neuen, komplexen Technologien in der Produktion ein immer bedeutenderer Faktor.

2) Innovationsfähigkeit [4][5]: Da sich Technologien und Trends in der heutigen Zeit schnell weiterentwickeln und verändern, muss auch die Produktion eines Unternehmens mit neuen Trends umgehen und Vorteile daraus ziehen können, sonst verliert es seine Konkurrenzfähigkeit.

3) Flexibilität [4][6]: Flexibilität wird von vielen Quellen als deutlicher Erfolgsfaktor im produzierenden Gewerbe benannt. Zum einen wird dieser Aspekt auf den Umgang mit Volatilität, z.B. durch schwankende Märkte, veränderte Kundenwünsche oder Krisen wie die Corona-Pandemie bezogen. Zum anderen wird auch eine Flexibilität der Verwendung von Anlagen und des Mitarbeitenden-

einsatzes vorausgesetzt. Die Qualifikation der PM wird hierbei als Schlüsselfaktor für einen flexiblen Arbeitseinsatz gesehen.

Unter anderem um diese Kernbereiche abzudecken, aber auch um zukünftige Technologien und resultierende Chancen zu nutzen, wird die digitale Transformation als Kernelement der zukünftigen Entwicklung der Produktion angesehen. Das dadurch entstehende Interesse zeigt sich in der hohen Anzahl von Studien und Untersuchungen zum Thema digitale Transformation in Produktionsunternehmen, durchgeführt von renommierten Instituten und Universitäten wie z.B. dem Fraunhofer Institut. Die hier durchgeführten Studien geben Anhaltspunkte und Empfehlungen zur bestmöglichen Vorbereitung, Implementierung und Nutzung der digitalen Transformation [4].

Die konkrete Umsetzung steht heute am Anfang. Sie zeigt aber deutliche Tendenzen für zukünftige Entwicklungen mit einem Anstieg des Einflusses der digitalen Transformation in der Produktion [4][7][8][9]. So steigt z.B. die Anzahl der digitalen Fabriken mit stark reduzierter Anzahl von PM in der direkten Produktion (z.B. Teslas Gigafabriken). Hier unterstützen neue Technologien wie Big Data, Robotik, 3D-Drucker oder Sensoren neue Arbeitsprozesse [10][11]. Dazu wird die Automatisierung zunehmend komplexerer Prozesse vorangetrieben. So findet in Siemens-Werken 70% der Produktion vollautomatisiert statt [11][15]. Abgesehen davon beeinflusst die digitale Transformation schon heute Produktionsprozesse und den Einsatz neuer Technologien sowie Kundenerwartungen, z.B. eine höhere Qualität [11][4].

Diese Rahmenbedingungen und Entwicklungen beeinflussen schon heute die PM in verschiedener Hinsicht:

1) Deutliche Veränderungen des Arbeitsumfelds [13]: Laut einer Delphi-Befragung des deutschen Bundesamts für Arbeit aus dem Jahr 2018 wurden viele Bereiche in der Automobilindustrie verändert, z.B. durch neue Anlagen, Fertigungs- und Verfahrenstechnologien oder Software. Auf Basis dessen wurde festgestellt, dass 78% der PM in der Automobilindustrie stark von der Digitalisierung beeinflusst wurden, z. B. durch den Einsatz neuer Technologien.

2) Veränderung der Qualifikationsbedürfnisse [4]: Es gibt eine erhöhte Nachfrage nach qualifiziertem Produktionspersonal mit Kompetenzen im digitalen Bereich. Dies ist beispielsweise am amerikanischen Arbeitsmarkt seit 2002 zu sehen. [12][14]. Besonders hervorzuheben sind laut einer Studie des deutschen Bundesamts für Arbeit die folgenden immer wichtiger werdenden Kompetenzen: IKT-Fähigkeiten, Systemwissen, Innovationsfähigkeit, Anwendung von Maschinen und vernetzten Systemen [13].

Um auf diese veränderten Rahmenbedingungen zu reagieren wurden bereits mehrere Maßnahmen ergriffen. So hat sich bspw. die Anzahl an PM mit Fach- und Hochschulabschluss erhöht, was auf eine vorgelagerte Auswahl mit stärkerem Fokus auf höher qualifiziertes Personal schließen lässt. Darüber hinaus wurden in einer europäischen Erhebung des statistischen Bundesamts 2017 drei Wege zur Qualifikationssicherung identifiziert: Neueinstellungen, berufliche Weiterbildung und Reorganisation des Arbeitsplatzes. Weiterbildungen fanden hierbei vor allem am Arbeitsplatz (Learning-on-the-job) und durch Lehrveranstaltungen statt [13].

III. Qualitative Forschung

Um die in der Einleitung beschriebene Problemstellung zu beantworten, wurden vier leitfadengestützten Interviews in einem Zeitraum von vier Wochen mit globalen und mittelständischen Unternehmen durchgeführt. Diese wurden ergänzt durch eine Literaturrecherche, die auf praktischen Fallstudien von Unternehmen sowie Umfragen, Studien und Untersuchungen von Bundesämtern, Forschungsinstituten und Beratungsunternehmen basiert. Insgesamt wurden 32 produzierende Unternehmen für ein Interview angefragt, von denen 28 entweder kein Interesse oder keine Kapazität hatten, oder sich nicht rückgemeldet haben. Durch die geringe Anzahl an befragten Unternehmen können die Ergebnisse der Interviews nicht als repräsentativ angesehen werden. Durch die Kombination mit der durchgeführten Literaturrecherche sind die Ergebnisse allerdings valide und geben belastbare Antworten auf die Problemstellung.

A. *Aufbau des Leitfadens*

Der Leitfaden für die Durchführung der Interviews ist in drei Bereiche unterteilt. Der erste Bereich des Interviews geht auf die aktuelle Situation des Unternehmens ein. Neben generellen Herausforderungen und Chancen der Digitalisierung wird auch aktiv nach der Rolle der PM gefragt. Der zweite Bereich der qualitativen Befragung zielt auf Handlungen zur Weiterbildung und Motivation der PM ab. Hier soll ermittelt werden, ob und wie Mitarbeitende weitergebildet werden. Auch werden hier konkrete Umsetzungen und organisatorische Faktoren abgefragt. Abschließend wird der Interviewpartner um eine Reflektion des von dem Unternehmen bisher angewendeten Verhaltens in Bezug auf die Digitalisierung und die PM gebeten. Diese Aussagen gehen vor allem in die Bewertung der Maßnahmen mit ein.

B. *Ergebnisse der Interviews*

Im ersten Bereich zu Auswirkungen der digitalen Transformation wurde in allen Unternehmen eine Veränderung des Produktportfolios und der Prozessabläufe bemerkt. Außerdem werden digitale Prozesse und neue Technologien im Alltag eingesetzt. So wurde beispielsweise ein Intranet als zentrale Austauschplattform ausgebaut oder immer mehr in Clouds verlagert. Von mindestens drei Unternehmen wurden eine fehlende Infrastruktur, hohe Kosten und soziale Komponenten als Herausforderungen identifiziert. Beispiele für soziale Aspekte sind z.B. notwendige Motivation der PM oder die Überwindung einer Zweiklassengesellschaft, in der PM geringer priorisiert werden als Angestellte. Gleichzeitig werden auch viele Chancen aus den aktuellen Veränderungen deutlich. Genannt wird hier z.B. eine breitere Streuung des Wissens, was auch zusätzlich durch den Austausch mit externen Experten ergänzt werden kann. Darüber hinaus wird eine höhere Flexibilität bei der Umstellung von produzierten Produkten und Geschäftszweigen bemerkt. Abgesehen davon werden weitere Faktoren wie eine Reduktion von Gefahren und Risiken genannt. Zuletzt beobachten alle Unternehmen eine Veränderung des benötigten PM-Profils, das zu einem flexiblen und adaptiven PM erweitert wird, der analytische und technische Kenntnisse hat.

Im zweiten Bereich, den Handlungen zur Weiterbildung und Motivation, liegt der Fokus aller Unternehmen auf Weiterbildungsmaßnahmen. Drei Unternehmen sehen die aktive Motivation und Einbindung der PM als zentralen

Faktor zum Erfolg der Weiterbildung. So arbeiten diese z.B. an Kommunikationskonzepten mit produktionsinternen Multiplikatoren zur Schaffung von mehr Transparenz und Motivation. Das vierte Unternehmen sieht die Verantwortung der Motivation der PM beim direkten Vorgesetzten. Es werden verschiedene konkrete Weiterbildungsmaßnahmen wie Schulungen und Lernportale mit verschiedenen Zielen, z.B. Entwicklung von Softskills, methodischen und fachlichen Kompetenzen und langfristigem Kompetenzaufbau angesprochen. Zwei Unternehmen setzen in besonderem Maß auf die Methode Learning-on-the-job. Darüber hinaus schaffen drei Unternehmen zusätzliche Anreize für kostenlose Lernangebote außerhalb der Arbeitszeit oder unterstützen die Maßnahme durch eine Freistellung. Zusätzlich gibt es einen internen Austausch durch beispielsweise Auslands-entsendungen von internen Experten. Der externe Austausch erfolgt z.B. durch das Besuchen von Fachmessen. Darüber hinaus werden Neueinstellungen in Betracht gezogen, falls das benötigte Wissen nicht durch Weiterbildungsmaßnahmen erreichbar ist.

In der organisatorischen Umsetzung der Weiterbildungs-maßnahmen sind alle Unternehmen ähnlich aufgebaut. Es gibt einen mehrstufigen Genehmigungsprozess, bei dem die Personalabteilung und der Vorgesetzte involviert sind. Dazu verfügen alle Unternehmen über ein zentral verwaltetes System mit einer Übersicht aus angebotenen Schulungen. Unterschiedlich sind jedoch die Bedingungen, unter denen ein Mitarbeitende an diesen Angeboten teilnehmen kann. Ein Unternehmen entschied sich jedoch nur für Personen und Stellen, bei denen ein direkter Mehrwert ersichtlich ist, weiterzuentwickeln. Die übrigen drei Unternehmen gehen zusätzlich auf die Interessen der Mitarbeitenden ein und bieten Schulungen über den Arbeitsplatz hinaus an. Persönliche Entwicklungsziele und Maßnahmen können in regelmäßigen Entwicklungsgesprächen festgelegt werden. Diese dienen zusätzlich zur Leistungsbeurteilung.

Alles in allem haben alle Unternehmen aus ihren Erfahrungen für ihren Anwendungsfall relevante Erkenntnisse in der Umsetzung von Weiterbildungsmaßnahmen identifiziert. So wurde betont, dass Maßnahmen einfach umzusetzen sind, wenn sie lokal stattfinden oder dass eine Einbindung von proaktiven und fertigungsinternen Multiplikatoren und Schichtführern oder von Vorgesetzten als „Coaches“ und Motivatoren sehr hilfreich ist. Alle befragten Unternehmensvertreter verdeutlichten, dass eine (pro)aktive Mitarbeit der PM notwendig ist. So hängt z.B. die Entscheidung darüber, ob eine Weiterbildungsmaßnahme weiterhin angeboten wird, vom Feedback der PM ab. Dadurch hat das besagte Unternehmen bereits eine kontinuierliche Qualitätssicherung und Verbesserung erfahren. Insgesamt beobachten alle vier Unternehmen ein ambivalentes Stimmungsbild in der Produktion. Zum einen sind viele PM durch die gegebenen Möglichkeiten motiviert, was sich in positivem Feedback äußert. Allerdings werden auch viele Gegenstimmen beschrieben, z.B. aufgrund fehlender Motivation oder einer Depriorisierung der PM. Ergriffene Gegenmaßnahmen hier betrafen v.a. mehr Marketing-Aktionen und Kommunikation. Deshalb wollen zwei Unternehmen sich in Zukunft nicht nur auf Weiterbildungsmaßnahmen beschränken, sondern auch bei Neueinstellungen gezielter auf notwendiges Wissen in der digitalen Transformation (z.B. IT-Wissen) achten.

C. Ergebnisse der Literaturrecherche

In der Literaturrecherche wurden verschiedene Ansätze zur Weiterbildung und Einbindung von PM durch Fallstudien, Umfragen oder wissenschaftliche Untersuchungen identifiziert.

Grundlegend werden in der Literatur drei zentrale Herausforderungen genannt, die eine erfolgreiche Einführung von Veränderungen wie Weiterbildungsmaßnahmen behindern können. Beispielsweise gibt es soziale Herausforderungen wie eine fehlende Motivation der PM, neue Inhalte zu lernen oder ein fehlendes Verständnis bezüglich neuer Technologien und Technik, was einen Einstieg in Veränderungen erschwert [16]. Darüber hinaus wird mehrmals eine fehlende Infrastruktur in Form von nicht vorhandener Hardware und Software (z.B. fehlende Lizenzen, fehlender Zugang zu Intranet und Computern in der Produktion), Transparenz und Information sowie fehlende Organisationsstrukturen genannt [16].

Um effektiv die Arbeit, Weiterbildung und Einbindung der PM zu verändern, wurden mehrere Managementmodelle untersucht. Zuerst gibt es eine allgemeine Umstellung des Shopfloors und Shopfloor-Managements. Das hier propagierte „Worker Centric Design“ führt dazu, dass sämtliche Prozessinnovationen und Veränderungen von Technologien und Rollen auf die PM ausgerichtet sind. Dadurch werden diese zu „Dirigenten“ der Produktion, die z.B. Maschinen anleiten bzw. kontrollieren. Es wird unter anderem versucht, das gesamte Potential der PM in aufgewerteten und komplexeren Aufgabenfeldern zu nutzen und Führungskräfte zu methodischen Coaches zu schulen, die eine Weiterentwicklung der PM unterstützen und motivierend wirken [17][18].

Ein weiteres Modell ist die Kombination aus Produktions- und Wissensmanagement, z.B. durch eine zentrale, einheitliche Dokumentation. Dadurch soll eine höhere Transparenz, interner Wissenserhalt und eine Unterstützung verschiedener Problemstellungen der digitalen Transformation wie erhöhte Marktvolatilität erreicht werden [19].

Eine besondere Bedeutung nimmt das sogenannte strategische Kompetenzmanagement ein. Dieses wird unterstrichen durch eine breit aufgestellte Forschung und Projekte wie StraKosphere, die die Einführung eines strategischen Kompetenzmanagements für die Produktion untersuchen [20][17][16]. Das Kompetenzmanagement wird v.a. durch drei Schritte beschrieben: Kompetenzerfassung der PM, Definition der Anforderungsprofile und Programme zur Kompetenzentwicklung [20]. Zur sinnvollen Kategorisierung, Erfassung und Definition von Kompetenzen und Anforderungsprofilen werden diese in unterschiedliche Bereiche unterteilt, darunter persönliche Kompetenzen, technisch/methodische Kompetenzen, sozial/kommunikative Kompetenzen [17]. So ist auch eine sinnvolle und übersichtliche Visualisierung in bspw. Kompetenzmatrizen möglich [16][20].

Der Fokus im strategischen Kompetenzmanagement liegt darauf, durch Entwicklungsmaßnahmen das Personal richtig und nachhaltig zu qualifizieren. Hierbei stehen viele verschiedene Maßnahmen zur Verfügung, die in verschiedenen Untersuchungen kategorisiert, beschrieben und evaluiert werden. Nur einige wenige Beispiele sind Job-Enlargement, Job Rotation, Mentoring, Lernfabriken, Schulungen und Workshops [21][22][23]. Die für diese

Forschungsarbeit relevanten Maßnahmen werden in Anhang 1 genannt und beschrieben. Mehrere Quellen bestätigen, dass eine ungerichtete Einführung von Maßnahmen nicht ausreicht. Stattdessen ist eine Bewertung der Nutzerorientierung und Zielgruppe sowie eine regelmäßige Evaluierung der verwendeten Maßnahmen notwendig [13]. Hierfür werden unter anderem Umfragen, Interviews, Beobachtung, Feedback oder Fallstudien vorgeschlagen [24].

Darüber hinaus werden verschiedene Prozesse und Verfahren empfohlen, um die Weiterbildung der PM zu sichern. Hierbei werden zyklische und kontinuierliche statt sequentieller Prozesse empfohlen [25]. Darüber hinaus wird eine starke Einbindung der PM und unteren Führungsebenen in den gesamten Prozess, z.B. bei der Entscheidung, Definition und Bewertung von Maßnahmen nahegelegt [25]. Durch eine gute Kommunikation und internes Marketing (z.B. mit Leuchtturmprojekt) kann mehr Transparenz geschaffen werden, PM werden stärker motiviert und die Maßnahmen sind durch direkte Erfahrungen zielführender [25].

Ein konkretes Modell, das auf diesem Prinzip der Einbindung der Mitarbeitenden basiert, ist der Enterprise Transformation Circle (ETC), der die Mitarbeitenden durch die Schritte Envision (Strategie definieren, Vorbehalte thematisieren), Engage (Kommunikationsplanung), Transform (Strukturen, Prozesse, Rollen verändern) und Optimize (Reflektion für folgende Projekte, Beurteilung des Nutzens) im gesamten Veränderungsprozess emotional einbindet. Dadurch können die Mitarbeitenden selbst gestalten, was in einem positiven Ergebnis und höherer Zufriedenheit resultiert [26].

D. *Zentrale Erkenntnisse der qualitativen Untersuchung*

Die wesentlichen Erkenntnisse der qualitativen Untersuchung sind:

1) Zukünftiger Einfluss der digitalen Transformation auf die Produktion und PM steigt: Daraus ergeben sich weitere Anforderungen an die PM, welche sich in den als besonders relevant identifizierten Eigenschaften der PM widerspiegeln: Flexibilität, Adaptivität, Offenheit sowie technisches, methodisches und analytisches Wissen.

2) Ansätze zur Weiterentwicklung und Anpassung der Produktion und PM sind vorhanden: Beispiele sind ein durchdachtes Wissens- und Kompetenzmanagement inklusive Weiterbildungsmaßnahmen und eine ganzheitliche Vision zur Entwicklung der Produktion.

3) Es wurden drei wesentliche Erfolgsfaktoren für die Gestaltung von Weiterbildungsmaßnahmen identifiziert:

- kontinuierliches Vorgehen zur Weiterentwicklung
- gute Kommunikation und hohe Transparenz
- aktive Einbindung der verschiedenen Hierarchiestufen in der Produktion

Übergreifend ist es wichtig, dass das Vorgehen und die Maßnahmen regelmäßig überprüft und optimiert werden, um eine optimale Passung auf sich verändernde Bedürfnisse und Gegebenheiten zu gewährleisten.

4) Herausforderungen für die Weiterbildung von PM: Relevant sind v.a. hohe Kosten, eine fehlende Organisations- und Infrastruktur und die fehlende Motivation der PM.

5) Chancen durch die Weiterbildung von PM: Identifiziert wurden v.a. die Zukunftssicherung, schnelle, effiziente Abläufe und gesteigerte Transparenz, Steigerung der Qualität der Produkte und Prozesse und ein gleicher Zugang zu Wissen im Unternehmen und in der Produktion.

IV. Modell und Maßnahmendefinition zur Weiterbildung und Motivation der PM

Durch die qualitativen Forschungsergebnisse wurde deutlich, dass die Weiterbildung und Motivation von verschiedenen Einflussfaktoren abhängt. Für einen Erfolg müssen verschiedene Komponenten definiert und beachtet werden. So ist beispielsweise eine beliebige Definition von Weiterbildungsmaßnahmen nicht zielführend. Es bedarf eines geplanten Vorgehens mit einer für dieses Vorgehen geeigneten Auswahl an Maßnahmen zur effektiven Weiterbildung und Motivation von PM.

Aus diesem Grund wird im Folgenden ein kontinuierliches Vorgehensmodell vorgeschlagen sowie relevante Maßnahmen identifiziert und evaluiert. Diese dienen als Grundlage und können auf das jeweilige Unternehmen und den jeweiligen Anwendungsfall angepasst werden.

A. *Vorgehensmodell*

Das entwickelte Vorgehensmodell basiert auf den in der Literatur untersuchten Organisationsmodellen (z.B. ETC) und bezieht die identifizierten kritischen Erfolgsfaktoren mit ein. Dadurch wurden für eine erfolgreiche Weiterbildung und Einbindung drei Hauptbestandteile ausgearbeitet, die in Abbildung 1 dargestellt werden:

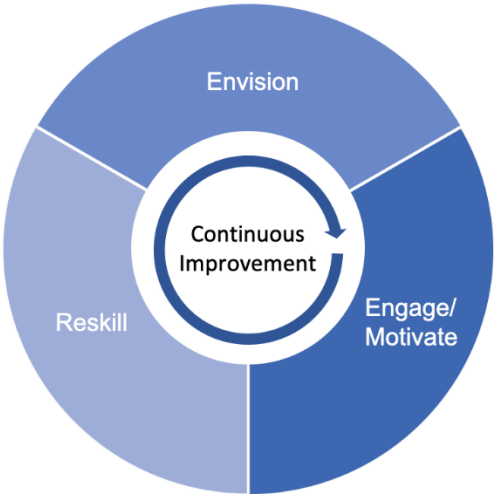


Abbildung 1: Entwickeltes Vorgehensmodell

1) Envision: Der erste Teil beginnt mit der Erkenntnis der Herausforderungen der digitalen Transformation und der Entscheidung, aktiv etwas zu verändern. Deshalb werden hier das Ziel bzw. die Vision definiert sowie die Strategie, die verwendet wird, um dieses Ziel zu erreichen. Außerdem betrifft diese Phase die Schaffung der Voraussetzungen (z.B. organisatorische, soziale, usw.), um in weiteren Schritten Veränderungen oder Entwicklungen einzuführen. Da hier auch weitreichende Veränderungen möglich sind, ist insbesondere die Klärung von Vorbehalten und Ängsten der PM, die von der Vision betroffen sind, wichtig.

2) Engage/Motivate: Dieser Bestandteil beschäftigt sich im Allgemeinen damit, wie Mitarbeitende aktiv beteiligt und eingebunden werden können. Dadurch müssen sie im gesamten Weiterbildungsprozess beachtet werden.

3) Reskill: Im Zentrum dieses Teils steht die aktive Änderung von Rollen und Prozessen sowie die Weiterbildung mit verschiedenen Inhalten. Auch hier ist die aktive Einbindung der PM bedeutend.

Ein Schwerpunkt des gesamten Vorgehenmodells ist außerdem die kontinuierliche Verbesserung oder auch Continuous Improvement. Im Rahmen dieser Arbeit liegt der Fokus der kontinuierlichen Verbesserung auf einer kontinuierlichen Überprüfung und Qualitätssicherung der eingesetzten Maßnahmen. Dieses Vorgehen soll zu einer zukunftsbezogenen Optimierung der Maßnahmen und einer kontinuierlichen Weiterentwicklung und Motivation der PM führen. Dadurch wird sichergestellt, dass die verfolgte Strategie mit der Umsetzung durch bestimmte Maßnahmen auch zukünftig angepasst wird und anwendbar ist.

B. Praktische Anwendung: Definition der Maßnahmen

Um einen möglichst großen Überblick zu bekommen, wurden 25 verschiedene Maßnahmen aus den durchgeführten Interviews und der Literatur gesammelt, für dieses Paper definiert und beschrieben. Die hierfür erstellte Übersicht befindet sich in Anhang I.

Für eine praktische Anwendung wurden die Maßnahmen nach dem Schema des Vorgehenmodells gegliedert. Beispielsweise betreffen Maßnahmen wie die Definition einer Kommunikationsstruktur und die Schaffung von technischen/infrastrukturellen Grundlagen besonders den genannten Teil Envision. Maßnahmen wie die Schaffung von Anreizmodellen, Nutzung von Marketing und Multiplikatoren beeinflussen vor allem den zweiten Teil Engage/Motivate, während Maßnahmen wie Job Enlargement, Verwendung von Lernfabriken oder Coaching/Mentoring den dritten Teil Reskill betreffen. Speziell für Maßnahmen im Bereich Reskill wurden für eine bessere Entscheidbarkeit und Kategorisierung auf Basis der Literatur zwischen on-the-job, off-the-job und near-the-job Maßnahmen unterschieden.

Maßnahmen für den Bestandteil Continuous Improvement liegen nicht im Fokus dieser Arbeit, da bereits viele kontinuierliche Ansätze vorhanden sind und untersucht wurden. Der Vollständigkeit halber werden hier einige exemplarische Maßnahmen genannt: Dokumentation und interner Wissenserhalt, Transfersicherung und Erfolgskontrolle (Bewertung der Maßnahme durch PM und Rückschlüsse aus Leistung der PM auf Maßnahmen), Förderung aktiver Einbringung von Vorschlägen (z.B. durch technische Vorschlagssoftware, Anreizmodelle) und ein kontinuierlicher Prozess (z.B. PDCA-Zyklus o.ä.).

C. Praktische Anwendung: Definition der Beurteilungskriterien

Die Beurteilungskriterien der Entscheidungsmatrix für die Weiterbildungsmaßnehmen basieren auf den Ergebnissen der Interviews und Literatur. Die Kriterien sind in die folgenden drei Bereiche unterteilt:

1) Voraussetzungen: Hier wird beurteilt, in welchem Maße unterschiedliche Voraussetzungen bei der Umsetzung der Maßnahmen gegeben sein müssen.

2) Zielerreichung/Inhalte: Inhaltliche Ausrichtung und Zielsetzung der Weiterbildungsmaßnahmen werden beurteilt.

3) Risiken: In diesem Bereich werden mögliche Risiken bei der Einführung der Maßnahme bewertet. Das Risiko bei keinem Handeln wird in Kapitel V erläutert.

Jede Maßnahme wird auf diese Kriterien hin untersucht und auf einer Skala von 1 bis 5 bewertet, wobei 5 die beste Bewertung darstellt. Die Kategorien Voraussetzungen und Risiken stellen hierbei eine Ausnahme dar. So bedeutet hier bspw. die Bewertung 5 einen hohen Aufwand bzw. große Hürden. In der automatischen Verrechnung der Entscheidungsmatrizen wird dieser Unterschied allerdings umgerechnet. Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Beurteilungskriterien und der Zuordnung der Skala ist im Anhang II des Papers zu finden.

D. Gliederung der Entscheidungsmatrix

Für eine bessere Übersicht bezüglich der Nützlichkeit der Maßnahmen wurden zwei Entscheidungsmatrizen erstellt. Die erste fokussiert sich auf Weiterbildungsmaßnahmen, d.h. den Teil Reskill des Vorgehensmodells. Die zweite Matrix enthält strategische/organisatorische Maßnahmen sowie Maßnahmen zur Einbindung und Motivation der PM (Vgl. Anhang III).

Alle Maßnahmen wurden basierend auf den Ergebnissen der folgenden Quellen im Hinblick auf die zuvor definierten Beurteilungskriterien bewertet: [13][21][22][23][24].

In der jeweiligen Entscheidungsmatrix wird für jede bewertete Maßnahme die Gewichtung des Beurteilungskriteriums mit der Bewertung der Maßnahme multipliziert und je Kategorie der Mittelwert der Ergebnisse aus einer Kategorie bestimmt. Alle Teilergebnisse bilden zusammen das Gesamtergebnis, deshalb gilt: je höher das Gesamtergebnis, desto geeigneter ist die konkrete Maßnahme. Für eine flexible Anpassung auf spezifische Unternehmensbedürfnisse oder Anforderungen von bestimmten Anwendungsfällen kann die Gewichtung einzelner Kriterien beliebig und dynamisch bestimmt werden. Wenn zum Beispiel eine hohe Kosteneinsparung besonders relevant ist, kann diese Kategorie hoch gewichtet werden, was sich auf das Gesamtergebnis aller Maßnahmen und damit auch auf eine mögliche Auswahl einer oder mehrerer Maßnahmen auswirkt.

V. AUSBLICK

A. Zukünftige Entwicklungen

Die digitale Transformation ist in vollem Gange. Die Entscheidung, der Unternehmen gegenüberstehen, lautet nicht, ob sie Teil der Transformation sein wollen, sondern wie die Transformation gestaltet werden kann. Nokia, Blackberry und Kodak sind nur die prominentesten Beispiele, die zeigen was passiert, wenn die digitale Transformation nicht in Angriff genommen wird [27].

Die Zukunft der Automobilindustrie wurde und wird in vielen Studien untersucht und prognostiziert. Die Ergebnisse zeigen, dass in der Zukunft die Mobilität umfassender gesehen werden und das Auto als eigenes Fortbewegungsmittel an Stellenwert verlieren wird. Das erfordert die Vernetzung der Fortbewegungsmittel und der Nutzenden unter- und miteinander, dementsprechend steigen die Anforderungen an die Fahrzeuge und die Produktion [28][29].

B. Abgeleitete Chancen und Risiken

Auch vor der Produktion von Unternehmen macht die digitale Transformation keinen Halt. Der Stand der Digitalisierung und Automatisierung in der deutschen Automobilindustrie ist jedoch ernüchternd, wie die Studie des BMWI zeigt [30]. Zwar steht Deutschland im internationalen Vergleich auf Platz drei, wenn man die Anzahl der Industrieroboter in Relation zu PM betrachtet, doch die Studie

zeigt, dass der Fachkräftemangel die Industrie vor große Herausforderungen stellen wird. Viele kleine und mittelständische Unternehmen stellen die hohen Kosten für Weiterbildungsmaßnahmen der Mitarbeitenden vor große Herausforderungen [30]. Doch die Investitionen lohnen sich, wie z.B. das Unternehmen „PTS Logistics“ demonstriert. Dieses verwendet als erstes weltweit die „HoloLens“ von Microsoft und revolutioniert seine Logistik [31].

VI. Zusammenfassung und Fazit

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass ein frühzeitiges Handeln und eine kontinuierliche Anpassung entscheidend ist für einen langfristigen Erfolg und die Zukunftssicherung des Unternehmens. Die digitale Transformation wirkt sich stark auf Anforderungen an Produktionsmitarbeitende aus, so sind zusätzliche Kompetenzen wie Flexibilität, Adaptivität, Offenheit und technisches, methodisches und analytisches Wissen elementar geworden. Um diese Qualifikationen in der bestehenden Produktionsbelegschaft sicherzustellen, gibt es viele Optionen der Weiterbildung. Für die Sicherstellung einer nachhaltigen Kompetenzentwicklung, ist über die bloße Einführung von Maßnahmen hinaus auch ein geplantes und auf die Anforderungen ausgerichtetes Vorgehen notwendig. Diese Untersuchung hat die Aspekte Kommunikation, Transparenz und Einbindung der PM als zentrale Erfolgs-kriterien für den Wandel und die Weiterentwicklung der PM und dadurch für eine Optimierung der Produktion identifiziert.

Diese Ausarbeitung liefert eine wissenschaftliche Aufbereitung der aktuellen Situation. Im Rahmen der qualitativen Forschung wurde ein Handlungsbedarf der kontinuierlichen Weiterentwicklung von PM festgestellt. Dies kann produzierenden Unternehmen einen Impuls geben, auch die PM in der digitalen Transformation einzubinden und weiterzubilden. Darauf aufbauend wurde das Vorgehensmodell entwickelt, das einen potenziellen Weg in die digitale Transformation zusammen mit PM aufzeigt. Die darauf basierende Entscheidungsmatrix kann zukünftig von produzierenden Unternehmen als Diskussionsgrundlage für die Maßnahmenauswahl eingesetzt werden.

References

[1] C.J. Neckermann (1912-1992)

[2] goetzpartners - Transformation Beats. 2020. Digitale Transformation, Trends, Cases & Insights | Transformationbeats. [Online] Verfügbar unter: https://www.transformationbeats.com/de/digitale-transformation/ [Abruf: 16.7.2020].

[3] Statistisches Bundesamt. 2020. Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen Inlandsproduktberechnung Detaillierte Jahresergebnisse 2019. Wiesbaden.

[4] Ganschar, O., Gerlach, S., Hämmerle, M., Krause, T. and Schlund, S.. 2013. Produktionsarbeit der Zukunft-Industrie 4.0. Ed. Dieter Spath, Stuttgart: Fraunhofer Verlag.

[5] Bacellar, R. 2018. Key trends until 2025. Ed. KPMG International Cooperative

[6] Kuhnert, F., Sturmer, K. and Koste, A. 2018. Five trends transforming the Automotive Industry. PwC.

[7] Apt, W., Bovenschulte, M., Hartmann, E., Wischmann, S. 2016. Foresight-Studie "Digitale Arbeitswelt". Bundesministerium für Arbeit und Soziales. Berlin.

[8] Wagner, R. 2018. Industrie 4.0 für die Praxis. Springer Fachmedien Wiesbaden.

[9] Gärtner, C. 2018. Der Fall der Automobilindustrie. In Fallstudien zur Digitalen Transformation. Springer Gabler, Wiesbaden.

[10] Geissbauer, R., Schrauf, S., Berttram, P. and Cheraghi, F. 2017. Digital Factories 2020: Shaping the future of manufacturing.

[11] Weindelt, B. 2016. Digital transformation of industries: automotive industry. In World Economic Forum in collaboration with Accenture (Vol. 4).

[12] Muro, M., Maxim, R. 2018. What GM’s Layoffs Reveal About the Digitalization of the Auto Industry. [Online] Verfügbar unter: https://hbr.org/2018/12/what-gms-layoffs-reveal-about-the-digitalization-of-the-auto-industry [Abruf: 16.7.2020].

[13] Priesack, K., Apt, W., Glock, G., Strach, H., Krabel, S. and Bovenschulte, M. 2018. Qualität der Arbeit, Beschäftigung und Beschäftigungsfähigkeit im Wechselspiel von Technologie, Organisation und Qualifikation-Branchenbericht: Automobil. Bundesministerium für Arbeit und Soziales.

[14] Muro, M., Liu, S., Whiton, J. Kulkarni, S. 2017. Digitalization and the American workforce. [Online] Verrfügbar unter: https://www.brookings.edu/research/digitalization-and-the-american-workforce/ [Abruf: 16.7.2020].

[15] Schuh, G., Zeller, P., Scholz, P., Krebs, L., Studerus, B. 2019. Whitepaper Eine Branche im Umbruch – den technologischen Wandel in der Automtobilindustrie gestalten. Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT.

[16] Plumanns, L., Janssen, D., Vossen, R., Isenhardt, I. 2019. Organizational and Individual Factors for Training of the Manufacturing Workforce in Digitalization. In 2019 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) (pp. 1158-1166).

[17] Leyer, M. & Richter, A. & Steinhueser, M. 2018. “Power to the workers”: Empowering shop floor workers with worker-centric digital designs. International Journal of Operations & Production Management.

[18] Hertle, C., Siedelhofer, C., Metternich, J., & Abele, E. 2015. The next generation shop floor management–how to continuously develop competencies in manufacturing environments.

[19] Ganschar, O., Gerlach, S., Hämmerle, M., Krause, T., & Schlund, S. 2013. Produktionsarbeit der Zukunft-Industrie 4.0 (Vol. 150). D. Spath (Ed.). Stuttgart: Fraunhofer Verlag.

[20] Jackwerth, T., Jäger, A., & Güth, S. 2018. Fähigkeiten und Kompetenzen gezielt ausbauen: Strategische Kompetenzentwicklung für die Produktion (No. 73). Mitteilungen aus der ISI-Erhebung-Modernisierung der Produktion.

[21] Federal Ministry for Economic Affairs and Energy. 2017. Shaping the Digital Transformation within Companies - Examples and Recommendations for Action Regarding Basic and Further Training. Ed: Plattform Industrie 4.0. Berlin.

[22] bfw-Unternhemen für Bildung. 2017. Leitfaden für die Erstellung von passgenauen Qualifizierungen - Prokom 4.0. Ravensburg.

[23] Martin, B., Kolomitro, K., Lam, T. 2013. Training Methods: A Review and Analysis. Human Resource Development Review.

[24] Sarwade, W.K., Sharma D. 2018. Study on Training Effectivenes of training methods and techniques of employees working in corporate sector. Journal for advanced research in applied sciences.

[25] 15: Christidis, A.,Miller, A., Kochan, T. 2018. Engaging the workforce in digital transformation a new model to enable your digital strategy. Ed: Marsh & McLennan Companies.

[26] Kupiek, M. 2018. Emotionen in digitalen Transformations-Projekten–Bedeutung und Implikationen für das Organizational Change Management. In Der Enterprise Transformation Cycle (pp. 425-444). Springer Gabler, Wiesbaden.

[27] Schallmo, D. 2016. Digitale Transformation von Geschäftsmodellen. In Jetzt digital transformieren (pp. 3-8). Springer Gabler, Wiesbaden.

[28] Bormann, R., Fink, P., Holzapfel, H., Rammler, S., Sauter-Servaes, T., Tiemann, H., Waschke, T. and Weirauch, B. 2018. Die Zukunft der Deutschen Automobilindustrie. Transformation by Disaster oder by Design.

[29] Winkelhake, U. 2018. Digital Transformation of the Automotive Industry. Springer International Publishing AG.

[30] Hagedorn, M., Hartmann, S., Heilert, D., et al. 2019. Automobile Wertschöpfung 2030/2050 Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie Endbericht.

[31] Raveling, J. 2017. HoloLens in der Industrie: Augmented Reality in der Logistik Weltweit erstes Praxisbeispiel mit der HoloLens in der Projektlogistik. [Online] Verfügbar unter: https://www.wfb-bremen.de/de/page/stories/digitalisierung-industrie40/hololens-in-der-industrie-augmented-reality-in-der-logistik [Abruf: 16.7.2020]

Anhang I: Maßnahmen

ENVISION (ALLGEMEIN, STRATEGIE, ORGANISATION)

Schaffung von technischen Grundlagen (z.B. Rechner, Netzwerk): Durch den Neuerwerb und Ausbau vorhandener technischer Grundlagen kann sowohl die Digitalisierung vorangetrieben als auch Mitarbeitenden ein neuer oder schnellerer Zugriff auf das Internet oder andere Wissensquellen gegeben werden. Dadurch kann die Arbeitsqualität verbessert oder effizienter gestaltet werden. Die Kosten können hier sehr hoch sein. Diese Maßnahme muss bei Ausbau der infrastrukturellen Grundlagen meist parallel mit in Angriff genommen werden, um die Performance aufrecht zu erhalten.

Schaffung von infrastrukturellen Grundlagen (z.B. User/Emails bereitstellen): Die Schaffung infrastruktureller Grundlagen hat es zum Ziel zusätzliche Mitarbeitenden an das Firmennetz oder Internet anzubinden oder die Verbesserung der Performance von bestehenden Usern. Sie kann strategisch, aber auch zu Weiterbildungszwecken oder Erschließung neuer Aufgabengebieten ausgerichtet sein. Diese Maßnahme kann hohe Kosten, durch z.B. Lizenzen, mit sich bringen. Mit einem großen Ausbau der Infrastruktur muss meist auch ein Ausbau der technischen Grundlagen einhergehen.

Schaffung von organisatorischen Grundlagen: Eine Organisationsstruktur klärt Aspekte wie z.B. Verantwortlichkeiten, hierarchische Strukturen und die Kostenübernahme der Maßnahmen. Bei der Weiterentwicklung von Produktionen ist die Organisationsstruktur ein wesentlicher Erfolgsfaktor, da nur durch das Aufbrechen von stark hierarchischen, starren Strukturen zu der notwendigen Flexibilität und Anpassungsfähigkeit führt.

Aufbau eines strategischen Kompetenzmanagements: Ein Kompetenzmanagement in der Produktion richtet sich an die Produktionsmitarbeitenden und kann z.B. durch deren Vorgesetzte direkt ausgeführt werden. Ziel ist die Förderung und Nutzung von Fähigkeiten, die den eigentlichen Beruf übersteigen. Mit einer Strategie und gezielten Förderung können diese Fähigkeiten gezielt ausgebaut und eingesetzt werden und einen großen Mehrwert für das Unternehmen, aber auch die Mitabreitenden persönlich bringen.

Definition klarer Kommunikationswege: Klare Kommunikationswege sparen Zeit und somit auch Kosten. Des Weiteren werden klare Interaktionswege vorgeschrieben, welche den ersten Ansprechpartner aktiv vorgeben und somit unterstütze aktiv zu handeln.

Auswahl der Neueinstellungen nach Anpassungsfähigkeit, Offenheit für Neues: Wenn bei Neueinstellungen auf die Offenheit und Anpassungsfähigkeit der Mitabreitenden geachtet wird, werden bereits gute Grundsteine zur späteren Weiterentwicklung gelegt. Diese Maßnahme verursacht keine direkten Kosten, sondern wird durch ein gutes Auswahlverfahren erfüllt.

Heranführung von MA und Azubis in die Weiterbildungsphilosophie des Unternehmens: Ziel dieser Maßnahme ist sowohl die Akzeptanz der Mitabreitenden zu fördern als auch die Proaktivität und Eigeninitiative zu fördern.

ENGAGE/MOTIVATE (MOTIVATION, SOZIAL)

Frühe Einbindung von MA und Arbeitnehmervertretung: Ziel dieser Maßnahme ist sowohl die Akzeptanz der Mitabreitenden zu fördern als auch die Weiterbildungsprogramme möglichst passend auf sie zuzuschneiden. Durch die Einbindung der Arbeitnehmervertretung soll eine faire Planung und Durchführung gewährleistet werden. Die Maßnahme ist motivierend, da dadurch eigene Ideen und Wünsche mehr berücksichtigt werden.

Definition, Planung und Umsetzung einer Kommunikations- und Marketingstrategie: Durch Transparenz erhalten alle Mitarbeitenden und Führungskräfte einen Einblick in das Unternehmensgeschehen. Das Marketing der Maßnahmen und des Vorgehens schafft Mitstreiter und kann eine Oppositionsbildung im Unternehmen verhindern.

Demonstration und Kommunikation durch fertigungsinterne Multiplikatoren: Der einfachste Weg, um ein bestimmtes Vorgehen weiterzugeben ist es, es zu zeigen. Ziel ist. Es ebenfalls, dass jeder Mitarbeitende alle Schritte versteht und überzeugt ist diese effizient durchzuführen. Die Maßnahme wirkt auf effizientes Arbeiten hin und kann dadurch indirekt Kosten sparen.

Workshops mit Teilnehmern aus verschiedenen Gruppen: Ziel dieser Maßnahme ist der Austausch aus verschiedenen Gruppen im Unternehmen. Somit wird die Zusammenarbeit gefördert, die Coperate Identity gestärkt und der Wissensaustausch gestärkt. Dies unterstützt ebenfalls den internen Ideenaustausch und kann Kosten sparen, da externe Experten gespart werden können.

Anreizmodell: Anreize für Schulungen/Weiterbildungen: Anreize wie Freistellungen, Kostenvergünstigungen oder die Aussicht für einen besseren Job sollen die Aktivität und den Willen zur persönlichen Weiterbildung stärken. Ziel ist es eine stetige Weiterbildung zu unterstützen.

Einbindung und direkte Schulung der Führungskräfte für Motivation und Führungskompetenz: Eine gute Führungskraft ist essenziell für die Motivation und Produktivität des Teams. Zusätzlich ist der optimale Einsatz der Kompetenzen der Mitarbeitenden ein entscheidender Erfolgsfaktor.

Kooperation zw. Produktionsmitarbeitern und Entwicklung/anderen Angestellten/IT: Diese Zusammenarbeit kann ebenfalls externe Trainer oder Experten ersetzen, die Coperate Identity stärken oder neue die Aufmerksamkeit auf neue Kompetenzfelder wecken. Durch den aktiven Austausch wird zusätzlich ein außenstehender Blick auf Situationen gegeben, der zu effizienteren Vorgehen führen kann.

RESKILL (WEITERBILDUNGSMAßNAHMEN)

Regelmäßiger Austausch über aktuelle Themen: Ein regelmäßiger Austausch hat als Ziel, interessierte Mitarbeitende zu finden, die in neuen Themen oder Projekten gerne unterstützen. Des Weiteren werden Kompetenzen gezielt eingesetzt und interne Unterstützung kann eingeholt werden, bevor teure externe Experten zu Rate gezogen werden müssen.

Job Rotationen, auch in die IT: Job Rotationen auch außerhalb der Produktion erweitern die Kompetenzen der Mitarbeitenden und bringen das Wissen aus der Produktion in andere Bereiche. Durch diese Maßnahme können auch Überbesetzungen oder kurzfristige Aushilfen in anderen Bereichen gespart werden und neben einer Erweiterung des Handlungsraumes der Mitarbeitenden auch Unregelmäßigkeiten oder Saisonbedarfe ausgeglichen werden.

Job Enlargement, Job Enrichment in die Richtung IT: zusätzliche Aufgaben in die informationstechnische Richtung bereiten auf die Digitalisierung in der Produktion vor und erweitern das Handlungsfeld der Mitarbeitenden.

Auslandseinsatz: Die Entsendung eines Experten ins Ausland kann neben fachlicher Unterstützung vor Ort auch die sprachlichen und sozialen Fähigkeiten des Entsendeten fördern. Die persönliche Weiterentwicklung durch einen Auslandsaufenthalt und das Erlernen von interkulturellen Kompetenzen sind beispielsweise wichtige Voraussetzungen für Führungskräfte.

Seminare/Trainings: Ziel von Seminaren und Trainings ist eine Weiterbildung "on the job". Durch die Präsenzveranstaltungen wird eine Lernatmosphäre geschaffen und der Austausch mit den anderen Teilnehmenden und den Trainern hervorgerufen. Diese Maßnahme hat einen höheren Kosten- und Zeitaufwand als andere, da sowohl Arbeitszeit als auch Trainer, Räume, die Anreise, etc. bezahlt werden müssen.

Lernfabrik: Ganz nach dem Motto "Learning by doing" soll in Lernfabriken das fachliche Geschick sowie der Austausch unter den Lernenden gefördert werden. So können beispielsweise neue Prozesse erprobt oder fachliche Kompetenzen gesteigert werden.

Digitale Lernformate: Digitale Lernformate sind zeitlich sehr flexibel und können, wenn der Mitarbeitende einen eigenen Laptop und Zugang zu der Lernplattform hat jederzeit durchgeführt werden. Diese Maßnahme erfordert allerdings ein hohes Eigeninteresse und technische Kompetenzen.

Externe Schulung: Externe Schulungen eignen sich beispielsweise für das Erlernen von Kompetenzen, in denen das Unternehmen über keine oder eine geringe Wissensbasis verfügt. Externe Schulungen können entweder durch einen externen Trainer im Unternehmen durchgeführt werden oder aber in einem externen Seminar-/ Schulungszentrum.

Interne Schulung: Interne Schulungen eignen sich beispielsweise für neue Mitarbeitende, die in ein Thema eingeführt werden sollen. Das Wissen ist also schon im Unternehmen vorhanden und wird weitergegeben.

Coaching/Mentoring: Eine persönliche Betreuung z.B. in einem neuen Job oder einer neuen Aufgabe hat das Ziel Wissen direkt weiter zu geben du aus den Best-Practise des Mentors zu lernen. Zusätzlich hat der Bereuende umfangreiches Wissen, dass er bei der Weitergabe selbst reflektiert. Der Mentor kann auch neue Erkenntnisse und Ansätze von dem Geschulten mitnehmen.

Workshops, Planspiele: Durch diese Maßnahme soll ein Thema spielerisch erweitert werden. Durch meist eine Simulation eines Beispielfalls werden Verständnis und Handlungsweisen geübt. Ein Planspiel hat i.d.R. einen hohen zeitlichen Aufwand.

CONTINOUS IMPROVEMENT (NICHT IN DEN MATRIZEN BEURTEILT)

Dokumentation und Wissenserhalt: Aufbau einer zentralen Wissensdatenbank o.ä.: Ziel dieser Maßnahme ist der Wissenserhalt im Unternehmen. Zeitgleich kann jederzeit auf das Wissen zugegriffen werden.

Transfersicherung und Erfolgskontrolle durch Leistungsbeurteilung und Befragung: Durch Leistungsbeurteilungen und Befragungen kann die persönliche Entwicklung der Mitarbeitenden unterstützt und dokumentiert werden. Fortschritte lassen Rückschlüsse auf wirksame Mittel schließen und Mitarbeitende können durch das Aufzeigen ihrer Erfolge langfristig motiviert werden.

Förderung aktiver Einbringung und Vorschläge durch Boni, Benefits: Gute Arbeit und Proaktivität sollte belohnt werden! Durch Boni und Benefits können aktive Verbesserungsvorschläge gefördert und das Mitdenken der Mitarbeitenden über ihren Job hinaus gefördert werden.

Kontinuierlicher Überprüfungsprozess: Eine regelmäßige Prüfung soll den optimalen Ressourceneinsatz fördern. So können überflüssige Maßnahmen zeitnah reduziert oder abgeschafft werden und wirksame Aktivitäten verstärkt werden.

Anhang II: Beurteilungskriterien Entscheidungsmatrix

Envision & Motivate, Engage

VORAUSSETZUNGEN

Zeitl. Aufwand: Dieses Kriterium beurteilt den zeitlichen Aufwand der Mitarbeitenden und Führungskräfte, bei erfolgreicher Teilnahme an einer Maßnahme. 1 bedeutet, die Maßnahme erfordert einen einmaligen zeitlichen Aufwand, der weniger als 0,5 Arbeitstage beinhaltet. 5 bedeutet, die Maßnahme umfasst einen zeitlichen Aufwand, der mehr als 5 Arbeitstagen innerhalb eines Jahres entspricht.

Kosten: Dieses Kriterium beurteilt, wie hoch die Kosten sind, die für die Durchführung der Maßnahme erforderlich sind. 1 bedeutet, die Kosten für die Durchführung sind gering, die Freigabe kann durch den/die direkte/e Vorgesetzte/n erfolgen, 5 bedeutet, die Kosten für die Maßnahme sind erheblich und erfordern die Freigabe durch eine hohe Führungskraft.

ZIELERREICHUNG / CHANCEN

MA Zufriedenheit: Dieses Kriterium beurteilt, inwiefern die Maßnahme zur Zufriedenheit der Mitarbeitenden am Arbeitsplatz beiträgt. 1 bedeutet, durch die Maßnahme wird die Zufriedenheit, wenn überhaupt negativ beeinflusst, 5 bedeutet, die Mitarbeitenden werden durch die Maßnahme erheblich zufriedener.

Anpassung an neue Geschäftsfelder: Dieses Kriterium beurteilt, inwiefern die Maßnahme dazu beiträgt, neue Geschäftsfelder zu erschließen. 1 bedeutet, die Maßnahme zielt nicht auf die Anpassung an neue Geschäftsfelder ab, 5 bedeutet, die Maßnahme trägt in erheblichem Maße zur Anpassung an neue Geschäftsfelder bei.

Entwicklung Produkte: Dieses Kriterium beurteilt inwiefern sich die Maßnahme auf die Entwicklung neuer Produkte auswirkt. 1 bedeutet, dass die Maßnahme nicht auf die Produktentwicklung abzielt, 5 bedeutet, dass aktiv an der Entwicklung neuer Produkte gearbeitet wird.

Entwicklung Prozesse: Dieses Kriterium beurteilt, inwiefern sich die Maßnahme auf die Entwicklung neuer Prozesse auswirkt. 1 bedeutet, dass die Maßnahme nicht auf die Prozessentwicklung abzielt, 5 bedeutet, dass aktiv an der (Weiter-)Entwicklung von Prozessen gearbeitet wird.

Qualität der Prozesse: Dieses Kriterium beurteilt inwiefern die Maßnahme zu Qualitätsverbesserung der Prozesse beiträgt. 1 bedeutet, die Maßnahme zielt nicht auf die Verbesserung der Prozesse ab, 5 bedeutet, durch die Maßnahme wird die Qualität der Prozesse in erheblichem Maße gesteigert.

Teambuilding: Dieses Kriterium beurteilt, inwiefern durch die Maßnahme der Zusammenhalt im Team gefördert wird. 1 bedeutet, dass die Maßnahme keinen Einfluss auf den Zusammenhalt im Team hat, 5 bedeutet, dass die Maßnahme auf den Zusammenhalt im Team abzielt und das Team erheblich gestärkt wird.

Motivation: Dieses Kriterium beurteilt, inwiefern die Motivation der Mitarbeitenden durch die Maßnahme gesteigert wird. 1 bedeutet, die Motivation wird nicht gesteigert, 5 bedeutet, dass die Mitarbeitenden nach erfolgreichem Abschluss der Maßnahme erheblich motivierter sind.

Wirkung des Unternehmens auf die MA: Dieses Kriterium beurteilt, inwiefern die Sicht der Mitarbeitenden auf das Unternehmen durch die Maßnahme positiv beeinflusst wird. 1 bedeutet, dass durch die Maßnahme die Veränderung der Wirkung, wenn überhaupt negativ beeinflusst wird, 5 bedeutet, dass durch die Maßnahme die Wirkung auf die Mitarbeitenden erheblich positiv beeinflusst wird.

RISIKEN

Opposition im Unternehmen: Dieses Kriterium beurteilt, wie hoch das Risiko einer Oppositionsbildung gegen die Maßnahme im Unternehmen ist. 5 bedeutet, es ist zu erwarten, dass z.B. der Betriebsrat oder die Mitarbeitenden große Einwände haben, 1 bedeutet, bei der Durchführung der Maßnahme ist mit einer breiten Zustimmung zu rechnen.

Return of Investment: Dieses Kriterium beurteilt das Risiko, dass Ressourcen in die falschen Maßnahmen investiert und damit verschwendet werden. 5 bedeutet, das Risiko, dass in die falsche Maßnahme investiert wird, ist sehr hoch, 1 bedeutet, es ist sehr unwahrscheinlich, dass Ressourcen verschwendet werden.

Zeitverschwendung: Dieses Kriterium beurteilt das Risiko, dass die Zeit der Mitarbeitenden verschwendet wird, also dass eine Maßnahme nicht effektiv ist. 5 bedeutet, es ist wahrscheinlich, dass die Mitarbeitenden ihre Zeit verschwenden, 1 bedeutet, das Risiko ist sehr gering.

Planungsunsicherheit: Dieses Kriterium beurteilt das Risiko, dass die inhaltliche Ausrichtung der Maßnahme falsch ist. 5 bedeutet, dass das Risiko der falschen Ausrichtung hoch ist, 1 bedeutet, dass das Risiko einer falschen Ausrichtung sehr gering ist.

Organisatorische Hürden: Dieses Kriterium beurteilt, inwiefern die Maßnahme aufgrund organisatorischer Hürden scheitern kann. 1 bedeutet, das Risiko, dass organisatorische Hürden die Maßnahme behindern, ist sehr hoch, 5 bedeutet, das Risiko ist sehr gering.

Reskill

VORAUSSETZUNGEN

Hardware: Dieses Kriterium bewertet, inwiefern Hardware für die Durchführung der Weiterbildungsmaßnahme erforderlich ist. 1 bedeutet, es ist keine Hardware vonnöten, 5 bedeutet, für die Durchführung der Maßnahme wird einige Hardware benötigt, von der nicht erwartbar ist, dass sie im normalen Bestand eines Unternehmens vorhanden ist.

Software: Dieses Kriterium bewertet, inwiefern Software für die Durchführung der Weiterbildungsmaßnahme benötigt wird. 1 bedeutet, dass die Maßnahme ohne Software durchgeführt werden kann, 5 bedeutet, für die Durchführung der Maßnahme wird Software benötigt, von der nicht erwartbar ist, dass ein Unternehmen dafür bereits Lizenzen besitzt oder sie selbst entwickelt hat.

Vorkenntnisse: Dieses Kriterium bewertet, inwiefern die Mitarbeitenden Vorkenntnisse benötigen, um an der Weiterbildungsmaßnahme erfolgreich teilzunehmen. 1 bedeutet, die Mitarbeitenden brauchen keinerlei Vorkenntnisse, 5 bedeutet, die Mitarbeitenden brauchen für die erfolgreiche Teilnahmen erhebliche Vorkenntnisse in dem jeweiligen Bereich (bspw. wenn die Maßnahme eine Folgemaßnahme ist und die Mitarbeitenden die vorherige Schulung absolviert haben müssen.)
Eigeninitiative: Dieses Kriterium bewertet, inwiefern die Mitarbeitenden Eigeninitiative zeigen müssen. 1 bedeutet hierbei, dass keinerlei Eigeninitiative erforderlich ist (wie beispielsweise bei einer Pflichtschulung), 5 bedeutet, dass die Maßnahme ohne Eigeninitiative scheitert.

Zeitl. Aufwand: Dieses Kriterium beurteilt den zeitlichen Aufwand eines Mitarbeitenden bei erfolgreicher Teilnahme an einer Maßnahme. 1 bedeutet, die Maßnahme erfordert einen einmaligen zeitlichen Aufwand, der weniger als 0,5 Arbeitstage beinhaltet. 5 bedeutet, die Maßnahme umfasst einen zeitlichen Aufwand, der mehr als 5 Arbeitstagen innerhalb eines Jahres entspricht.

Leistungsbereitschaft: Dieses Kriterium bewertet, inwiefern die Leistungsbereitschaft der Mitarbeitenden bei erfolgreicher Teilnahme an der Maßnahme ausschlaggebend ist. 1 bedeutet, die Mitarbeitenden müssen über die reine Teilnahme an der Maßnahme hinaus keinen weiteren Aufwand investieren, 5 bedeutet die Maßnahme kann nur bei überdurchschnittlicher Leistungsbereitschaft der Mitarbeitenden erfolgreich sein.

Kosten: Dieses Kriterium beurteilt, wie hoch die Kosten sind, die für die Durchführung der Maßnahme erforderlich sind. Dabei werden die schon beurteilten Kriterien Hardware, Software und der zeitliche Aufwand der Mitarbeitenden nicht bewertet. 1 bedeutet, die Kosten für die Durchführung sind gering, 5 bedeutet, die Kosten für die Maßnahme sind erheblich. Die Beurteilung des Kriteriums „Kosten“ ist stark abhängig von der Unternehmensgröße und der Mitarbeitendenanzahl.

INHALTE

Die folgenden Kriterien geben Auskunft darüber, welches Potenzial die Weiterbildungsmaßnahme zur Kompetenz- oder Wissenssteigerung für eben jenes Kriterium hat.

Fachliches Wissen: Dieses Kriterium beurteilt, inwiefern das fachliche Wissen der Mitarbeitenden erweitert wird. 1 bedeutet, die Maßnahme bezieht sich gar nicht auf fachliches Wissen, 5 bedeutet, die Mitarbeitenden erweitern ihr fachliches Wissen (bspw. das Erlernen eines neuen Verfahrens) in erheblichem Maße.

Methodisches Wissen: Dieses Kriterium beurteilt, inwiefern das methodische Wissen der Mitarbeitenden erweitert wird. 1 bedeutet, die Maßnahme bezieht sich gar nicht auf methodisches Wissen, 5 bedeutet, die Mitarbeitenden erweitern ihr methodisches Wissen (bspw. das Erlernen eines neuen Prozesses) in erheblichem Maße.

Persönliche Weiterentwicklung: Dieses Kriterium beurteilt, inwiefern die Maßnahme die persönliche Weiterentwicklung der Mitarbeitenden voranbringt. 1 bedeutet, die Maßnahme bezieht sich gar nicht auf die persönliche Weiterentwicklung der Mitarbeitenden, 5 bedeutet, die Mitarbeitenden haben durch die Maßnahme die Möglichkeit sich in erheblichem Maße weiterzuentwickeln. (bspw. die Reflektion des eigenen Verhaltens in Konfliktsituationen).

Zufriedenheit: Dieses Kriterium beurteilt, inwiefern die Maßnahme zur Zufriedenheit der Mitarbeitenden am Arbeitsplatz beiträgt. 1 bedeutet, durch die Maßnahme wird die Zufriedenheit, wenn überhaupt negativ beeinflusst, 5 bedeutet, die Mitarbeitenden werden durch die Maßnahme erheblich zufriedener.

Förderung Proaktivität: Dieses Kriterium beurteilt, inwiefern die Maßnahme die Proaktivität der Mitarbeitenden fördert. 1 bedeutet, die Proaktivität der Mitarbeitenden wird, wenn überhaupt negativ beeinflusst, 5 bedeutet, die Mitarbeitenden sind nach der erfolgreichen Durchführung der Maßnahme deutlich proaktiver und nehmen im Rahmen ihrer Möglichkeiten Einfluss auf Gegebenheiten.

Entwicklung Produkte: Dieses Kriterium beurteilt inwiefern sich die Maßnahme auf die Entwicklung neuer Produkte auswirkt. 1 bedeutet, dass die Maßnahme nicht auf die Produktentwicklung abzielt, 5 bedeutet, dass aktiv an der Entwicklung neuer Produkte gearbeitet wird.

Entwicklung Prozesse: Dieses Kriterium beurteilt, inwiefern sich die Maßnahme auf die Entwicklung neuer Prozesse auswirkt. 1 bedeutet, dass die Maßnahme nicht auf die Prozessentwicklung abzielt, 5 bedeutet, dass aktiv an der (Weiter-)Entwicklung von Prozessen gearbeitet wird.

Gewinnung externes Wissen: Dieses Kriterium bewertet, inwiefern durch die Maßnahme externes Wissen gewonnen wird. 1 bedeutet, dass durch die Maßnahme kein externes Wissen gewonnen wird, 5 bedeutet, dass die Mitarbeitenden in einem erheblichen Umfang Wissen erfahren, welches zuvor nicht in dem Unternehmen vorhanden war.

Erhaltung internes Wissen: Dieses Kriterium beurteilt die Erhaltung des internen Wissens durch die Maßnahme. 1 bedeutet, dass durch die Maßnahme, wenig bis gar kein Wissen intern weitergegeben wird, 5 bedeutet, dass internes Wissen in erheblichem Ausmaß ausgetauscht und erweitert wird.

Effizienzsteigerung: Dieses Kriterium beurteilt, inwiefern durch die Maßnahme die Effizienz in der Produktion gesteigert wird. 1 bedeutet, dass die Maßnahme, wenn überhaupt einen negativen Einfluss auf die Effizienz in der Produktion hat, 5 bedeutet, dass die Maßnahme die Effizienz in einem erheblichen Maße steigert.

Teambuilding: Dieses Kriterium beurteilt, inwiefern durch die Maßnahme der Zusammenhalt im Team gefördert wird. 1 bedeutet, dass die Maßnahme keinen Einfluss auf den Zusammenhalt im Team hat, 5 bedeutet, dass die Maßnahme auf den Zusammenhalt im Team abzielt und das Team erheblich gestärkt wird.

Sozialkompetenz: Dieses Kriterium beurteilt, inwiefern die Maßnahme die Sozialkompetenz der Mitarbeitenden voranbringt. 1 bedeutet, die Maßnahme bezieht sich gar nicht auf die Sozialkompetenz der Mitarbeitenden, 5 bedeutet, die Mitarbeitenden haben durch die Maßnahme die Möglichkeit ihre Sozialkompetenz in erheblichem Maße weiter zu entwickeln. (bspw. durch das Erlernen von Konfliktlösungsstrategien).

Motivation: Dieses Kriterium beurteilt, inwiefern die Motivation der Mitarbeitenden durch die Maßnahme gesteigert wird. 1 bedeutet, die Motivation wird nicht gesteigert, 5 bedeutet, dass die Mitarbeitenden nach erfolgreichem Abschluss der Maßnahme erheblich motivierter sind.

RISIKEN

Opposition im Unternehmen: Dieses Kriterium beurteilt, wie hoch das Risiko einer Oppositionsbildung gegen die Maßnahme im Unternehmen ist. 5 bedeutet, es ist zu erwarten, dass z.B. der Betriebsrat oder die Mitarbeitenden große Einwände haben,
1 bedeutet, bei der Durchführung der Maßnahme ist mit einer breiten Zustimmung zu rechnen.

Return on Investment: Dieses Kriterium beurteilt das Risiko, dass Ressourcen in die falschen Maßnahmen investiert und damit verschwendet werden. 5 bedeutet, das Risiko, dass in die falsche Maßnahme investiert wird, ist sehr hoch, 1 bedeutet, es ist sehr unwahrscheinlich, dass Ressourcen verschwendet werden.

Zeitverschwendung: Dieses Kriterium beurteilt das Risiko, dass die Zeit der Mitarbeitenden verschwendet wird, also dass eine Maßnahme nicht effektiv ist. 5 bedeutet, es ist wahrscheinlich, dass die Mitarbeitenden ihre Zeit verschwenden, 1 bedeutet, das Risiko ist sehr gering.

Planungsunsicherheit: Dieses Kriterium beurteilt das Risiko, dass die inhaltliche Ausrichtung der Maßnahme falsch ist. 5 bedeutet, dass das Risiko der falschen Ausrichtung hoch ist, 1 bedeutet, dass das Risiko einer falschen Ausrichtung sehr gering ist.

Keine Annahme der Maßnahme: Dieses Kriterium bewertet, wie hoch das Risiko ist, dass durch die getroffene Maßnahme keine Verhaltens- oder Einstellungsänderung bei den Mitarbeitenden eintritt. 5 bedeutet, dass das Risiko sehr hoch ist, dass die Mitarbeitenden durch die Maßnahme ihre Einstellung nicht verändern, 1 bedeutet, es ist mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass die Mitarbeitenden die Maßnahme annehmen und ihr Verhalten anpassen.

Organisatorische Hürden: Dieses Kriterium beurteilt, inwiefern die Maßnahme aufgrund organisatorischer Hürden scheitern kann. 5 bedeutet, das Risiko, dass organisatorische Hürden die Maßnahme behindern, ist sehr hoch, 1 bedeutet, das Risiko ist sehr gering.

Anhang III: Ausschnitt Entscheidungsmatrix

Beurteilungskriterium	Gewichtung	Regelmäßiger Austausch über aktuelle Themen	Job Rotationen, auch in die IT	Job Enlargement, Job Enrichment in die Richtung IT	Auslandseinsatz	Seminare/Training	Lernfabrik
Voraussetzungen							
Hardware	1	2	n/a	1	1	n/a	5
Software	1	2	n/a	1	1	n/a	3
Vorkenntnisse	1	1	1	2	2	1	1
Eigeninitiative	4	2	2	4	5	2	3
Zeitl. Aufwand	1	3	2	5	3	2	4
Leistungsbereitschaft	1	2	4	5	4	n/a	4
Kosten	1	1	n/a	3	2	n/a	4
Zwischenergebnis		**5,86**	**6,75**	**3,86**	**3,86**	**8,33**	**3,86**
Inhalte							
Fachliches Wissen	1	5	4	5	3	5	5
Methodisches Wissen	2	3	3	4	1	5	5
Persönliche Weiterentwicklung	1	1	3	2	4	4	2
MA Zufriedenheit	1	3	3	3	3	4	3
Förderung Proaktivität	1	3	2	1	1	3	3
Entwicklung Produkte	3	2	1	1	1	2	3
Entwicklung Prozesse	1	1	1	1	1	2	3
Gewinnung externes Wissen	1	1	1	3	2	5	5
Erhaltung internes Wissen	1	5	5	2	3	4	4
Effizienzsteigerung	1	3	1	3	1	3	3
Teambuilding	1	2	4	1	1	5	2
Sozialkompetenz	2	1	3	1	4	4	4
Motivation	1	3	3	3	4	4	4
Zwischenergebnis		**3,15**	**3,23**	**2,85**	**2,77**	**4,85**	**4,69**
Risiken							
Opposition im Unternehmen	1	2	3	1	2	1	1
Return on Investment	1	1	1	2	2	2	4
Zeitverschwendung	1	2	3	3	1	2	3
Planungsunsicherheit	6	1	1	3	1	4	4
Keine Annahme der Maßnahme	1	2	3	3	3	2	2
Organisatorische Hürden	1	4	4	2	2	2	3
Zwischenergebnis		**8,17**	**7,67**	**6,17**	**8,33**	**5,50**	**4,83**
Ergebnis		**17,18**	**17,65**	**12,87**	**14,96**	**18,68**	**13,38**

Exemplarische Entscheidungsmatrix: Reskill

Session 3: Kollaborationsmodelle und -tools

Low-Code Development – Schnelle IT Unterstützung für neue Kollaborationen

Michael Hauser
Duale Hochschule Baden-Württemberg
Stuttgart
michaelhauser1@gmx.de

Stefan Käser
Duale Hochschule Baden-Württemberg
Stuttgart
kaeser.stefan@outlook.de

Janik Rehkugler
Duale Hochschule Baden-Württemberg
Stuttgart
janik.rehkugler@gmail.com

***Zusammenfassung*—Dieses Paper zeigt auf, inwiefern das Programmierkonzept Low-Code die Kollaboration zwischen Unternehmen unterstützen kann. Dazu wurde anhand eines Use Cases die beispielhafte Entwicklung einer App mit der Low-Code Plattform Mendix untersucht. Ein Vergleich der Entwicklungszeiten mit klassischer Programmierung zeigte, dass die Entwicklung mit Low-Code um bis zu 50 % schneller erfolgen kann. Vorteile entstehen außerdem durch Auslagerung der Programmierung in die Fachabteilungen sowie kundennahe Entwicklung. Als Nachteil wurde u. a. identifiziert, dass zur Nutzung der Low-Code Plattform eine intensive Einarbeitung vonnöten ist. Insgesamt überwiegt jedoch der Nutzen und Mehrwert, sodass der Einsatz von Low-Code für die meisten Unternehmen empfehlenswert ist.**

I. Einleitung

Software ist ein großer Teil des täglichen Lebens, im privaten wie beruflichen Bereich. Ganz gleich, ob in Form von Apps auf Smartphones, embedded in Haushaltsgeräten oder klassisch als Anwendung auf PCs. Ohne ihren Einsatz würde der Großteil aller Arbeiten und Tätigkeiten nicht mehr funktionieren. Sogar bei der Bewältigung weltweiter Ereignisse wie der aktuellen Corona-Pandemie setzen die Regierungen große Hoffnungen in die Unterstützung durch mobile Apps.

Vor der Veröffentlichung einer Software steht der Prozess der Softwareentwicklung. Dieser ist vor allem von der Programmier-Phase geprägt, während derer viele Zeilen Code geschrieben und damit Aufbau, Struktur, Logik und Wissen einer Anwendung entwickelt und definiert werden. Für Entwicklungsteams stellt heutzutage vor allem die zeitnahe und schnellstmögliche Umsetzung von Anforderungen und Änderungen eine Herausforderung dar, da die Individualität von Applikationen kontinuierlich zunimmt. Um dies bei gleichbleibend hoher Qualität zu gewährleisten, ist es auf der einen Seite wichtig, kundenfokussiert zu entwickeln und die Kunden so früh wie möglich in den Entwicklungsprozess miteinzubeziehen. Auf diese Weise können Kundenwünsche und Änderungen möglichst früh und exakt umgesetzt und damit die Notwendigkeit und Anzahl späterer Anpassungen reduziert werden. Andererseits muss auch eine effiziente Kommunikation zwischen IT, Fachbereichen und eventuellen externen Dienstleistern etabliert werden.

Low-Code Anbieter versprechen mit ihren Plattformen Universallösungen, welche die Entwicklung von Software einer breiten Zielgruppe schnell und unkompliziert zugänglich machen sollen. Durch den Verzicht auf das explizite Schreiben von Quellcode und den Wandel zur Programmierung durch intuitive grafische Anordnung soll die Einbeziehung der Fachbereiche eines Unternehmens in den Entwicklungsprozess ermöglicht werden. Laut Marketingaussagen führt dies sowohl zu schnellerer und effizienterer Softwareentwicklung nah an den Kundenvorgaben, als auch zur Entlastung der Entwicklungsabteilung durch Auslagerung in die Fachbereiche.

Auch Gartner identifiziert großes Potential in Low-Code. So geht das Marktforschungsunternehmen davon aus, dass Low-Code bis 2024 für mehr als 65 % aller Entwicklungen eingesetzt werden wird und 3/4 aller großen Unternehmen mindestens vier Low-Code Plattformen nutzen werden. [1] Die Analysten von Forrester prophezeien sogar eine jährliche Wachstumsrate von 40 % und damit Ausgaben für Low-Code Entwicklung in Höhe von 21,2 Mrd. USD im Jahr 2022. [2] Gründe für dieses starke Marktwachstum werden im fortwährenden Bedarf an Software und Apps sowie einer Knappheit an erfahrenen Entwicklern und Entwicklerinnen gesehen. [1]

Dieses Paper gibt eine Einführung in Low-Code und erörtert dessen Vor- und Nachteile. Weiter wird untersucht, wie eine Low-Code Plattform im Unternehmenskontext zur schnellen Entwicklung von Kollaborations-Anwendungen beitragen kann. Da Anwendungen dieser Art oft nicht schnell genug bereitstehen und damit viele gewinnbringende Kollaborationen erst verspätet, gar nicht oder durch die fehlende Softwareunterstützung nur ineffizient zustande kommen, bietet sich der Low-Code Ansatz hier theoretisch an. Die Praktikabilität wird daher anhand eines Use Cases unter Nutzung der Low-Code Plattform *Mendix* validiert.

II. Grundlagen

Obwohl Low-Code Development erst in den vergangenen Jahren verstärkt an Bedeutung gewonnen hat, ist das Konzept nicht neu. Bereits Anfang 2000 fand der Ansatz der modellgetriebenen Softwareentwicklung (*Model-Driven Development (MDD)*) große Beachtung. [3] Zentrales Element von MDD ist die Nutzung von Modellen. Während diese vorher vor allem zur Dokumentation von Softwaresystemen verwendet wurden, bilden sie bei MDD die Basis für die zu entwickelnden Applikationen. [4] Modelle werden als ebenso wichtig wie der Quellcode angesehen und bereits zu Beginn

des Entwicklungsprozesses ausgearbeitet. [4], [5] Statt also wie zuvor üblich die Modelle auf Basis des Quellcodes zu erstellen (*modellbasiert*), wird der Code bei MDD aus dem Modell (automatisch) generiert (*modellgetrieben*). [4]

Der modellgetriebenen Softwareentwicklung wiederum gingen die seit den 1980er Jahren bestehenden Ansätze *4GL* und *RAD* voraus. Als 4GL (Fourth-Generation Programming Language) werden Programmiersprachen bezeichnet, welche die Anwendungsentwicklung ohne bzw. mit möglichst wenig Programmierung ermöglichen. [6] RAD (Rapid Application Development) beschreibt ein Konzept, um die Software-Entwicklung zu beschleunigen. RAD-Produkte weisen eine flache Lernkurve auf und sind damit auch für die Bedienung durch Nicht-Entwickler geeignet. [7] Sowohl 4GL als auch RAD ist die Idee der Software-Entwicklung unter Nutzung folgender Konzepte gemein:

- Modellgetriebenes Design
- Automatische Code-Generierung
- Visuelle Programmierung durch Drag-and-drop

A. Low-Code

2014 wurde die Programmierung unter den oben genannten Gesichtspunkten erstmals als *Low-Code* bezeichnet.[1] Dieser Begriff stellt die Tatsache, dass zur Programmierung kaum oder gar kein Quellcode mehr geschrieben werden muss, in den Mittelpunkt. Bei Low-Code erfolgt die Softwareentwicklung mithilfe grafischer Oberflächen und „visuelle[r] Applikationsdesigns“ [7] nach dem *Baukastenprinzip*. [7] Spezielle Applikationen und Plattformen ermöglichen den Anwendern und Anwenderinnen die Entwicklung kompletter Programme inklusive moderner User-Interfaces. [9] Ziel ist es dabei, die Softwareentwicklung zu vereinfachen und zu beschleunigen. [7] Außerdem wird der Schwerpunkt von der Fehlersuche sowie Implementierung auf die Ausarbeitung von Benutzeroberfläche und Funktionalitäten verlagert. [10]

Unter dem Begriff können dabei vier Ansätze zur Software-Entwicklung zusammengefasst werden, die größtenteils bereits durch 4GL und RAD eingeführt wurden: [10]

- *Modellgetriebene Softwareentwicklung*: Der (komplexe) Quelltext wird aus einem (weniger komplexen) Modell generiert
- *Schnelle Anwendungsentwicklung*: Prototypisches Vorgehen, möglichst schnell funktionierenden Code generieren
- *Generative Programmierung*: Quellcode wird von einem Generator automatisch erzeugt
- *Visuelle Programmierung*: Programme oder Algorithmen werden durch grafische Elemente definiert

Das bekannteste Beispiel für Low-Code stellt das Content Management System (CMS) WordPress dar, welches das einfache Erstellen von Websites mithilfe grafischer Editoren ermöglicht. [7]

[1] Siehe hierzu auch: *New Development Platforms Emerge For Customer-Facing Applications* [8], [7].

B. Low-Code Plattform

Die Entwicklung mit Low-Code findet typischerweise auf sog. Low-Code Plattformen statt. Die Funktionen dieser Plattformen gehen dabei weit über die eines reinen Entwicklungswerkzeugs hinaus und decken meistens alle für die Softwareentwicklung wichtigen Komponenten ab. [11] Dazu gehören:

- Datenbanken und Datenmodellierung
- Entwicklungsumgebung (IDE)
- Frontend-Entwicklung
- Schnittstellen (APIs) von und zu Drittanbietern, Integration von anderen Systemen
- Bereitstellung und Verwaltung der Anwendungen
- Laufzeitumgebung [11]

Low-Code Plattformen ermöglichen die visuelle Verbindung und Verknüpfung dieser verschiedenen Komponenten, sodass die Kontrolle, Analyse und Überwachung sowie vor allem die Entwicklung erheblich vereinfacht werden. Features wie die automatische Datenbankintegration oder auch die Gestaltung von Benutzeroberflächen per Drag-and-drop ermöglichen auch weniger erfahrenen Anwendern und Anwenderinnen die Softwareentwicklung. [11] Zusätzlich unterstützen moderne Plattformen den kompletten Entwicklungsprozess inklusive Anforderungs-, Projekt- und Prozessmanagement. [12], [6] Auch nach Bereitstellung einer Applikation kann diese durch das integrierte Lifecycle-Management komfortabel verwaltet werden. [11] Generell soll zur Nutzung nur ein minimaler Aufwand für Einrichtung und Training nötig sein. [13]

C. No-Code

Während bei der Low-Code Entwicklung die visuell gestaltete Software noch durch individuellen Code angepasst werden kann, ist dies beim Prinzip *No-Code* nicht vorgesehen. [7] Hier kann ausschließlich auf die vorgefertigten Bausteine der Plattformen zurückgegriffen werden. Als problematisch erweist sich dies dann, wenn weitere Systeme angeschlossen werden sollen. [7]

Da Gartner No-Code aber mehr als Marketing-Begriff denn als eigenständiges Prinzip einordnet, wird No-Code im Folgenden nicht mehr explizit erwähnt, sondern als Teil von Low-Code betrachtet.[2] [1]

III. Vor- und Nachteile beim Einsatz von Low-Code

A. Vorteile

Vorteile lassen sich generell in die drei Kategorien *Geschwindigkeit*, *Einfachheit* und *Anpassbarkeit* unterteilen. [12]

Geschwindigkeitsvorteile ergeben sich aus der schnelleren Entwicklung durch vorgefertigte Elemente sowie der Möglichkeit, Code ohne Anpassungen auf unterschiedlichen Plattformen (vor allem Mobile) wiederverwenden zu können. [12], [7] Dadurch sind Unternehmen in der Lage, Applikationen um ein vielfaches schneller zu entwickeln, als dies

[2] Bei der Auswahl einer entsprechenden Plattform sollte diese Unterscheidung jedoch berücksichtigt werden, da No-Code Plattformen zumeist funktional begrenzt sind und im Gegensatz zu Low-Code tatsächlich nicht mit eigenem Quellcode erweitert werden können.

mit klassischer Programmierung möglich wäre. [14] Vorgefertigte GUI-Elemente ermöglichen schon in einem frühen Stadium einen Live-Abgleich mit den Anforderungen der Auftraggebenden, wodurch frühzeitig auf Änderungswünsche reagiert und damit der Nacharbeitungsaufwand verringert werden kann.[3] [10]

Damit verknüpft ist der zweite Vorteil der Einfachheit. Fachabteilungen können leichter Anforderungen formulieren, aber diese auch schneller mit der erstellten Applikation bzw. einem Prototyp abgleichen. [12] Alternativ kann die Erstellung von Anwendungen direkt in der Fachabteilung durch die Anwender und Anwenderinnen (sog. *Citizen Developer*) selbst erfolgen und so die Entwicklungsabteilung entlastet werden. [15] In diesem Szenario kann die IT-Abteilung weiterhin als Support für Entwicklung und Betrieb eingesetzt werden. [13]

Low-Code Applikationen sind in großem Maße anpassbar und können rasch an sich ändernde Marktbedingungen oder Kundenanforderungen angeglichen werden. [13] Die Basisapplikation selbst kann durch zusätzliche Funktionen einfach und schnell erweitert werden. Darüber hinaus ist eine Anpassung und vollständige Integration in die Systemlandschaft des Unternehmens durch Schnittstellen möglich. [13]

Ein von Herzog [12] nicht betrachteter Vorteil sind geringere Kosten durch Low-Code Plattformen. Dieser ergibt sich jedoch aus den o. g. drei Kategorien. Eine schnellere Entwicklung spart Kosten, da Entwickler weniger Personentage auf ein Projekt buchen. [10] Dieser zeitliche Unterschied in der Entwicklung wird in Abschnitt IV-E durch einen praktischen Vergleich bestätigt. Die geringeren Abweichungen in der Entwicklung durch schnelleren Abgleich mit den Anforderungen sparen Kosten aufgrund weniger Nacharbeit. [16] Eine schnelle und einfache Anpassung an sich ständig ändernde Umweltbedingen ermöglicht zudem eine längere Laufzeit der Applikation und erhöht somit den Return on Investment (ROI).

B. Nachteile

Vor allem im Hinblick auf Anbieter und Kosten birgt der Einsatz von Low-Code Risiken. Das größte Risiko stellt hierbei ein möglicher *Vendor-Lock-In* dar. [15] Durch die Wahl einer Plattform bindet sich ein Unternehmen langfristig an einen Anbieter und dessen Lösung. Stellt dieser bspw. durch eine Insolvenz die Plattform ein, können Anwendungen nicht mehr verwendet und weiterentwickelt werden. Eine oftmals fehlende Exportfunktion erhöht dieses Risiko und verhindert jede Portierung hin zu einem anderen System oder Anbieter. [15]

Eine langfristige Abhängigkeit kann sich ebenfalls auf die Lizenzkosten auswirken. Wird die Lizenzgebühr erhöht, so besteht keine Möglichkeit schnell auf günstigere Alternativen zu wechseln. Auch bei längerer Nichtverwendung der Plattform fallen die Lizenzkosten weiterhin an und generieren laufende monatliche Ausgaben. So würden etwaige Kostenvorteile schnell aufgehoben werden. [15]

C. Reflektion der Vor- und Nachteile

Low-Code bietet viele Vorteile und kann Entwicklungskosten sparen. Die mögliche enge Zusammenarbeit mit Auftraggebern vermeidet nicht nur Nacharbeit, sondern erhöht auch die Kundenzufriedenheit. Applikationen können schneller entwickelt und eingesetzt sowie damit verbundene Mehrwerte rasch generiert werden.

Gerade die Abhängigkeit von den Anbietern muss jedoch als geschäftskritisch angesehen werden, da durch einen Ausfall der Plattform das gesamte Unternehmen stillstehen kann. Daher ist die Empfehlung von Gartner, mehrere Low-Code Plattformen und diese auch nur für nicht geschäftskritische Anwendungen zu verwenden, nachvollziehbar. [1] Genauso sollte bei der Auswahl einer geeigneten Plattform auf die Möglichkeit eines Exports in eine Standard-Programmiersprache wie Java oder generell einen plattformunabhängigen Betrieb geachtet werden.

Der Aspekt der Einfachheit ist ebenfalls kritisch zu betrachten. Anwendende ohne entsprechende Programmiervorkenntnisse können sich zwar schnell in die Plattformen einarbeiten und erste Applikationen erstellen. Für eine effiziente und effektive Anwendung sind jedoch auch bei Low-Code Erfahrungen und Grundkenntnisse über den Aufbau von Applikationen nötig. [17] Daher erfordert diese Art der Entwicklung einen engen Austausch mit der IT-Abteilung. [12]

Zusammengefasst lässt sich sagen, dass den genannten Nachteilen und Risiken durch überlegte Implementierung im Unternehmen entgegengewirkt werden kann. Die Vorteile bei Geschwindigkeit, Einfachheit und Anpassbarkeit überwiegen daher und können Unternehmen einen großen Mehrwert bieten.

IV. Low-Code in der Praxis

A. Einsatzmöglichkeiten

Bei näherer Betrachtung kann festgestellt werden, dass der Einsatz von Low-Code vor allem für Apps und Webapplikationen, erstellt für ein spezielles geschäftliches Problem, geeignet ist. Mögliche Szenarien wären die Programmierung eines Kundenportals oder von Self-Service-Applikationen. Für größere Anwendungsfälle wie bspw. ERP-Systeme ist es dagegen von Vorteil, Standardsoftware eigenentwickelten Lösungen vorzuziehen.

In der Literatur wird Low-Code vor allem für folgende Szenarien als geeignet angesehen: [2]

- *Interne Apps* zur Unterstützung von Kernprozessen wie HR, Vertrieb und Marketing
- *Kundenorientierte Apps*, bspw. zur Verbesserung des Einkaufserlebnisses für Kunden
- *Ersetzen von alten Anwendungen*, die nicht mehr unterstützt werden oder für die kein Support mehr geleistet werden kann

Darüber hinaus bietet sich die Nutzung von Low-Code auch zur schnellen und unkomplizierten Programmierung von

[3] In der klassischen Softwareentwicklung wird die Benutzeroberfläche dagegen meist erst am Ende, nach Fertigstellung der gesamten Programmlogik, gestaltet. Etwaige Änderungswünsche sorgen dann ggf. für einen hohen Mehraufwand.

Lösungen an, welche die Kollaboration zweier Unternehmen unterstützen. Gerade in diesem Fall ist es wichtig, möglichst schnell eine lauffähige Applikation vorweisen zu können, um die Vorteile und den Mehrwert einer solchen (neuen) Kollaboration zu nutzen.

Im Folgenden wird genau dieses Szenario näher betrachtet und anhand eines konkreten Use Cases erörtert. Ziel dabei ist die Überprüfung, ob sich der Einsatz einer Low-Code Plattform im Vergleich zu klassischer Entwicklung als vorteilhaft und lohnenswert erweist. Zur Untersuchung wird dabei die Low-Code Plattform *Mendix* verwendet.

B. Mendix

Mendix wurde 2005 mit dem Ziel einer besseren Zusammenarbeit von Business und IT gegründet. Dazu verfolgt die Plattform den Ansatz von Modellen in der Applikationsentwicklung als Basis für eine gemeinsame Sprache. Dadurch, dass Mendix sich nicht auf der Ebene des klassischen Source Codes bewegt, wird die meiste Arbeit auf einer höheren Abstraktionsschicht als bei der klassischen Entwicklung erledigt. Mendix automatisiert zudem den Transfer dieser Schicht in eine funktionierende Anwendung. [18]

Die Plattform stellt für verschiedene Schritte im Lebenszyklus einer Applikation Lösungen bereit. Für die Applikationsentwicklung sind Möglichkeiten zur Anforderungsverwaltung und Planung von agilen Entwicklungsschritten vorhanden. Das soll ein direktes und schnelles Feedback in der Planung und Definition einer Applikation ermöglichen. [19] Überdies ist es verschiedenen Nutzergruppen möglich, gemeinsam am Entwicklungs- und Testprozess zu arbeiten. Mendix nennt unter anderem folgende Beispielgruppen: [19]

- *Business Analysten & Business Entwickler* können gemeinsam eine Applikation erstellen und prüfen.
- *Entwickelnde* mit technischem Hintergrund können Java und JavaScript zur Erweiterung der Applikation verwenden.

Die Bereitstellung der entwickelten Applikation auf verschiedenen Cloud-Plattformen wie AWS ist möglich. Darüber hinaus stellt Mendix auch Lösungen für den Betrieb der Anwendung zur Verfügung. Hier können bspw. Auslastungen überwacht und verschiedene Applikationen verwaltet werden. [19]

C. Use Case

Im beispielhaften Use Case möchte Unternehmen A ein neues Geschäftsfeld erschließen und Service- sowie Wartungsarbeiten bei seinen Kunden vor Ort ausführen. Mit der Durchführung dieser Arbeiten wird ein externer Dienstleister beauftragt. Dessen Service-Techniker und -Technikerinnen müssen im täglichen Einsatz einerseits die sogenannten Service Maintenance Aufträge, also die durchzuführenden Arbeiten, aus dem SAP-System des Unternehmens A abrufen können. Andererseits sollen ihre Arbeitsnachweise, Dokumentationen und Fotos nach erfolgter Arbeit wieder in das System übertragen werden. Da sie mobil bei den Kunden vor Ort sind, ist die Unterstützung von mobilen Endgeräten ein zwingendes Kriterium.

Tabelle I
TECHNISCHE DATEN WEBSERVICES

Operation	Webservice	Format
Lesen	SOAP	XML
Schreiben	REST	JSON

Um diese Kollaboration zu ermöglichen, soll eine mobile App entwickelt werden. Der Austausch von Daten mit SAP ist bereits durch Webservices, welche auch für die neue App genutzt werden können, realisiert (vgl. Tabelle I). Zur Dokumentation soll die interne Kamera des mobilen Geräts verwendet werden. Dies erfordert einen hybriden Ansatz zwischen Webapp und Native-App. Weitere Anforderungen sind die Einbindung von Google Maps zur Routenplanung sowie ein Offline-Modus, welcher die Nutzung der App trotz unterbrochener Internet-Verbindung gewährleistet. Dies wird durch einen lokalen Speicher in der Applikation realisiert.

D. Entwicklung der App mit Mendix

Eine Entwicklung innerhalb der Low-Code Plattform Mendix besteht aus drei Hauptbestandteilen: [20]

- Pages
- Domain Model
- Microflows

Pages bilden dabei die GUI und ermöglichen die Interaktion (Auslesen und Eingeben der Auftragsdaten) zwischen Servicemitarbeitenden und App. In Mendix lässt sich hierfür das Seiten- und Navigationslayout aus bestehenden Templates auswählen und anschließend individuell anpassen. Leider ist in der Template-Vorschau nicht genau ersichtlich wie eine Seite aufgebaut ist. Das führt dazu, dass ggf. öfter eine unpassende Seite gewählt und dann ersetzt werden muss. Eine Erstellung von komplett eigenen Seiten und Vorlagen, bspw. passend zur CI des Unternehmens, ist ebenfalls möglich.

Die auf den Pages abgebildeten Auftrags- und Kundendaten werden im sogenannten *Domain Model* definiert. Dies ist eine abstrakte Beschreibung der Informationen innerhalb der Applikation und vergleichbar mit einem Datenbank-Modell (ER-Diagramm). Auch im Domain Model werden Entitäten mit Attributen und Beziehungen modelliert. Jedoch sind innerhalb von Mendix Entitäten als Tabellen und Attribute als Tabellenspalten zu verstehen. Weiterhin ist es möglich bereits bestehende Schnittstellen zu importieren. Darüber kann ein automatischer Datenaustausch mit externen Systemen, bspw. ERP oder SCM, erstellt werden. Für die Beispielapplikation werden zwei Webservices in das System eingebunden.

Mendix stellt Standardfunktionalitäten wie das Öffnen von Pages sowie das Auslesen und Schreiben von Informationen von Entitäten zur Verfügung. Wird zusätzlich davon abweichende Logik benötigt, kann diese mithilfe von *Microflows* modelliert werden. Diese Modellierung orientiert sich stark an der Prozessmodellierung mit BPMN. Um eine direkte Navigation zum Kunden zu gewährleisten, werden mithilfe eines

Tabelle II
AUFWANDSSCHÄTZUNG IN PERSONENTAGEN IM VERGLEICH

Element	Klassische Entwicklung	Low-Code
GUI		
Auftragsliste	2	1
Auftragseinzelansicht	2	1
Auftragsarbeiten dokumentieren (mit Upload)	1	1
Anhangsliste	3	2
Navigation	1	1
Schnittstellen		
Anbindung Backend-Services		
- Read-Service	2	1
- Write-Service	1	0,5
Anbindung lokale Datenbank (inkl. Model)	2	1
Kameraintegration	1	0,5
Google Maps-Integration	1	1
NFA		
Responsivität	1	0,5
Offline-Modus	1	1
Lauffähig auf Android und iOS	2	1
Doku + Test	4	3
Summe	**24** + 30%[4] **31,2**	**15,5**

Microflows die Adressdaten aus der Kunden-Entität gelesen. Über die von Mendix bereitgestellte API werden die Daten automatisch an Google Maps übergeben und die Navigation gestartet.

Der Entwicklungsprozess selbst unterscheidet sich nicht von der klassischen Entwicklung. Auch bei Low-Code muss mit der Analyse und Anforderungsaufnahme gestartet werden. Darauf folgen Systemdesign, Coding-Prozess, Testing und abschließend Deployment. Durch Mendix können jedoch Design, Coding und Testing parallel ausgeführt werden. Ermöglicht wird dies durch die Entwicklung der GUI von Anfang an sowie vielfältige Kollaborationstools auf der Plattform.

E. Vergleich der verschiedenen Entwicklungszeiten

Für eine konkrete Aussage zum Nutzen von Low-Code ist die Entwicklungszeit eine entscheidende Kennzahl. Anhand der Entwicklung des Elements *Auftragseinzelansicht* der bereits in Abschnitt IV-C vorgestellten Applikation wurde daher eine Schätzung für klassische Entwicklung durchgeführt und mit den in der Praxis ermittelten Zeiten für Low-Code verglichen (vgl. Tabelle II). Dabei wird ersichtlich, dass Low-Code in vielen Schritten deutlich schneller als die klassische Entwicklung ist und den Entwicklungsaufwand mit insgesamt 15,5 Personentagen im Vergleich nahezu halbieren kann. Die Geschwindigkeitsvorteile ergeben sich dabei vor allem durch die einfachere GUI-Erstellung und bereits vordefinierte Schnittstellen. Auch die Erstellung und Pflege einer Datenbank übernimmt Mendix mithilfe des Domain Models und spart somit deren gesamte Entwicklung.

[4]Bei unerfahrenen Entwicklern oder Entwicklerinnen muss bei klassischer Entwicklung mit einem Mehraufwand von 30 % gerechnet werden.

F. Erkenntnisse aus der praktischen Entwicklung

Während der Entwicklung der Beispiel-App konnte ein großer Vorteil für Mendix herausgearbeitet werden. Die Plattform zentralisiert alle Aufgaben wie Systemdesign, Projektmanagement und die eigentliche Entwicklung, wofür sonst unterschiedliche Anwendungen vonnöten wären. Auf Projektmanagementseite bietet sie die Möglichkeit der Anforderungsaufnahme in Form von User Stories und das Tracken derselben. Ein Alleinstellungsmerkmal ist die mögliche Verlinkung auf die Entwicklungselemente. Für das Systemdesign kann das Domain Model genutzt werden, da es sich dabei um eine Kombination aus ER- und UML-Diagramm handelt. Der Vorteil hierbei ist, dass Änderungen im Domain Model sich direkt auf die App auswirken. Kritisch betrachtet ist aber festzustellen, dass Mendix nicht für alle Bereiche, vor allem nicht für Projektmanagement und Systemdesign, das beste Tool beinhaltet. Hier liegt aber auch nicht der Fokus der Plattform.

Bei der Entwicklung fiel vor allem eine Diskrepanz zum Vorteil der Einfachheit auf. Ohne vorherige Einarbeitung in die Plattform ist eine Entwicklung nicht möglich. Zu empfehlen sind hierfür professionelle Schulungen, da bei der Variante Selbststudium erst passendes Material gefunden werden muss. Insgesamt musste jeder Autor ungefähr fünf Personentage für die Einarbeitung aufwenden, die Vorkenntnisse aus einem Wirtschaftsinformatikstudium vorausgesetzt. Daraus ergibt sich, dass bei geringen Erfahrungen in Programmierung, Datenbanken und Systementwurf mit entsprechend längerer Einarbeitungszeit zu rechnen ist. Weiterhin konnte der Nachteil, dass ein intensiver Austausch mit Entwicklungsexperten nötig ist, bestätigt werden.

Für die effektive Entwicklung einer Applikation wird Grunderfahrung im Umgang mit Mendix und dessen drei Hauptbausteinen benötigt. Zudem sollten auch Paradigmen zu effektiver Entwicklung und sauberer Darstellung bekannt sein und beachtet werden. Anderenfalls wird auch die Entwicklung mit Low-Code schnell sehr unübersichtlich.

V. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Während die einen Low-Code als neuen Effizienzmotor in der Softwareentwicklung sehen, ist das Programmierparadigma für die anderen lediglich „alter Wein in neuen Schläuchen“ [21]. Fakt ist jedenfalls, dass die Programmierung mit grafischen Elementen kein neues Konzept ist, sondern auf den früheren Ansätzen MDD und RAD basiert. Der Grund für das Wiederaufleben sind jedoch die Möglichkeiten, welche durch die Nutzung von Low-Code Plattformen in der Cloud (*Platform-as-a-Service (PaaS)*) entstehen. Diese vereinfachen nicht mehr nur die Entwicklung an sich, sondern ermöglichen darüber hinaus Kollaboration und Projektmanagement.

Der betrachtete Use Case hat gezeigt, dass die Entwicklung einer App durch die Nutzung von Low-Code im Vergleich zu klassischen Programmiermethoden bis zu doppelt so schnell erfolgen kann. Dadurch werden einerseits Entwicklungskosten gespart. Andererseits kann durch die deutlich schnellere Fertigstellung der App auch früher mit der Realisierung

einer neuen Kollaboration mit anderen Unternehmen erfolgen. Dies verspricht Wettbewerbsvorteile und eine schnellere Generierung von Mehrwert. Voraussetzung ist jedoch, dass eine Einarbeitung in die gewählte Low-Code Plattform bereits stattgefunden hat.

Generell kann die Entwicklungsabteilung durch die Auslagerung vieler Entwicklungsschritte in die Fachbereiche und an Citizen Developer entlastet werden. Dabei wird sie jedoch nie vollständig ersetzt, da ihre Expertise nach wie vor vonnöten ist, wenn es darum geht eine Applikation in bestehende Systeme zu integrieren, sie effizienter zu machen oder den Datenfluss in einer App zu modellieren. So implementiert Mendix bspw. nicht automatisch die Übergabe von Daten zwischen verschiedenen Seiten. Statt Drag-and-drop wird hier vertiefte Programmierexpertise benötigt.

Eine Entscheidung für oder gegen Low-Code sollte in Unternehmen als Teil der Gesamt-Strategie erfolgen. Allein für einige wenige individuelle Apps lohnt sich eine Investition in die Technologie nicht, da Expertise aufgebaut werden muss und laufende Lizenzkosten anfallen. Sollen zukünftig aber viele Kollaborationen umgesetzt und grundsätzlich auch vermehrt mobile Geräte eingebunden werden, bietet Low-Code viele Vorteile. Gerade im Bereich der Prozessautomatisierung lassen sich durch maßgeschneiderte Apps viele Optimierungspotentiale heben. Daher lohnt es sich, hier Low-Code Expertise aufzubauen.

Bei allen Vorteilen darf nicht außer Acht gelassen werden, dass die Einführung von Low-Code auch für Unmut im Entwicklungsteam sorgen kann. Ein Grund dafür ist der Wechsel von einem klassischen Ansatz mit *grüner Wiese* zu einer Low-Code Plattform mit ihren Einschränkungen. Konflikte entstehen auch durch die Angst des Teams, durch Citizen Developer in den Fachabteilungen ersetzt und nicht mehr benötigt zu werden, da mit Low-Code quasi jeder programmieren könne. Zumindest suggerieren das die Hersteller. Vor einer Entscheidung sollte deshalb auch das Entwicklungsteam in diese miteinbezogen werden.

In Zukunft wird Low-Code ein wichtiges Thema bleiben. Dies unterstreichen nicht nur Gartner und Forrester mit ihren Analysen. Amazon hat mit dem Start seiner No-Code Plattform *Honeycode* im Juni 2020 ebenfalls gezeigt, dass er in Low-Code großes Potential sieht. [22] Und auch Oracle möchte sich mit einem eigenen Tool Marktanteile sichern. [23]

Für Unternehmen wird Low-Code dann interessant, wenn es darum geht, schnell und zielgerichtet Applikationen für spezielle Geschäftsprobleme zu entwickeln. Werden dann die hier beschriebenen Risiken wie ein möglicher Vendor-Lock-In beachtet, so wird Low-Code sowohl die interne Kollaboration mit den Fachabteilungen, als auch externe Kollaborationen mit anderen Unternehmen unterstützen sowie überhaupt erst möglich machen.

LITERATUR

[1] P. Vincent, K. Iijima, M. Driver, J. Wong, and Y. Natis, Magic quadrant for enterprise low-code application plattforms, 2019. [Online]. Available: https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-1ODOM46A&ct=190812&st=sb

[2] T. Taulli, What you need to know about the low-code market, 2019. [Online]. Available: https://www.forbes.com/sites/tomtaulli/2019/02/17/what-you-need-to-know-about-the-low-code-market/#7f3057de5afc

[3] B. Humm, U. Schreier, and J. Siedersleben, Model-driven development - hot spots in business information systems, in *Model Driven Architecture - Foundations and Applications*, A. Hartman and D. Kreische, Eds. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2005, pp. 103–114.

[4] T. Stahl, M. Völter, S. Efftinge, and A. Haase, Modellgetriebene Softwareentwicklung: Techniken, Engineering, Management, 2. Aufl., Heidelberg: Dpunkt.verlag, 2007.

[5] B. Hailpern and P. Tarr, Model-driven development: The good, the bad, and the ugly, *IBM Systems Journal*, vol. 45, no. 3, pp. 451–461, 2006.

[6] T. Virta, Relation of low-code development to standard software development: Case biit oy, Lappeenranta, 2018. [Online]. Available: https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/158441/masters_thesis_virta_tatu.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[7] E. Mundt, Was ist Low Code? Definition, Anwendung und Beispiele, *Industry of Things*, 2019. [Online]. Available: https://www.industry-of-things.de/was-ist-low-code-definition-anwendung-und-beispiele-a-794509/

[8] OutSystems, Low-Code-Entwicklungsplattformen, o.J. [Online]. Available: https://www.outsystems.com/de-de/low-code-platforms/

[9] M. Revell, What is low-code? 2020. [Online]. Available: https://www.outsystems.com/blog/what-is-low-code.html

[10] R. Waszkowski, Low-code platform for automating business processes in manufacturing, *IFAC-PapersOnLine*, vol. 52, no. 10, pp. 376–381, 2019.

[11] T. Schießl, Low-code-plattform, 2019. [Online]. Available: https://mission-mobile.de/knowhow/low-code-plattform/

[12] C. Herzog, Digitale Transformation mit Low-Code Development: Die Zukunft der Entwicklung von Unternehmensanwendungen, 2018. [Online]. Available: https://www.genesis-markets.de/wp-content/uploads/2018/09/Digitale-Transformation-mit-LowCodeDevelopment.pdf

[13] Appian, Low-code guide: Everything you need to succeed in your low-code development journey, 2019. [Online]. Available: https://www.appian.com/resources/low-code-guide/

[14] C. Richardson and J. R. Rymer, Vendor landscape: The fractured, fertile terrain of low-code application platforms, 2016. [Online]. Available: https://informationsecurity.report/Resources/Whitepapers/0eb07c59-b01c-4399-9022-dfc297487060_Forrester%20Vendor%20Landscape%20The%20Fractured,%20Fertile%20Terrain.pdf

[15] P. Steinmetzger, Implementierung einer Geschäftsanwendung auf Basis einer Low-Code Entwicklungsplattform, Köln, Dortmund, 2019. [Online]. Available: https://epb.bibl.th-koeln.de/frontdoor/deliver/index/docId/1419/file/SteinmetzgerPhilipp_Masterarbeit_final.pdf

[16] C. Bouveret and F. Rühl, Low-Code Plattformen: Wie Sie Ihr Unternehmen effizient und nachhaltig digitalisieren – und dabei Zeit sowie Kosten sparen, 2019. [Online]. Available: https://www.simplifier.io/applikationserstellung/downloads/whitepaper-low-code-plattformen/#download

[17] B. Reselman, Why the promise of low-code software platforms is deceiving, 2018. [Online]. Available: https://searchsoftwarequality.techtarget.com/opinion/Why-the-promise-of-low-code-software-platforms-is-deceiving

[18] Mendix, Why was mendix founded — mendix evaluation guide, 2019. [Online]. Available: https://www.mendix.com/evaluation-guide/why-founded

[19] ——, What is mendix?, 2020. [Online]. Available: https://www.mendix.com/evaluation-guide/what-is-mendix

[20] ——, Mendix documentation - app modeling, 2020. [Online]. Available: https://docs.mendix.com/refguide/modeling

[21] A. Neumann, Honeycode: Amazon beschreitet jetzt auch den No-Code-Pfad, 2020. [Online]. Available: https://www.heise.de/news/Honeycode-Amazon-beschreitet-jetzt-auch-den-No-Code-Pfad-4795547.html

[22] J. Barr, Introducing Amazon Honeycode, 2020. [Online]. Available: https://aws.amazon.com/de/blogs/aws/introducing-amazon-honeycode-build-web-mobile-apps-without-writing-code/

[23] S. Augsten, Oracle stellt Low-Code-Tool Apex vor, 2020. [Online]. Available: https://www.dev-insider.de/oracle-stellt-low-code-tool-apex-vor-a-942016/

Ansatz zur Ausgestaltung des Wissensmanagements und der Motivationssteigerung in Communities of Practice

Tobias Geilen
Dr. Ing. H. c. F. Porsche AG
Stuttgart, Deutschland
tobias+dhbw@geilen.eu

Lena Lachenmeier
MAHLE International GmbH
Stuttgart, Deutschland
lena.lachenmaier@googlemail.com

Jan-Luka von Blittersdorff
Dr. Ing. H. c. F. Porsche AG
Stuttgart, Deutschland
janluka+dhbw@blittersdorff.com

***Abstrakt*—Wissen und Informationen sind für Unternehmen die Basis, um in der schnelllebigen Wirtschaft dynamisch handeln zu können. Daher muss der Wettbewerbsfaktor – Wissen – bestmöglich beherrscht werden. Zudem werden durch die Digitalisierung und dem verstärkten Wunsch der Mitarbeiter, sich selbst zu verwirklichen, agile Organisationsformen vermehrt in Unternehmen implementiert und eingesetzt. Ein Konzept für die Strukturierung der Mitarbeiter innerhalb agiler Organisationsformen sind sogenannte Communities of Practice (CoP). Diese Interessensgemeinschaft spezialisiert sich auf ein bestimmtes Themenfeld, welches den individuellen Präferenzen und der intrinsischen Motivation der Mitarbeiter entspricht und generiert innerhalb des Interessensgebietes das notwendige Wissen. Die Herausforderung ist es, das erlangte Wissen und die Ergebnisse für das Unternehmen nutzbar zu machen. In dieser wissenschaftlichen Arbeit wird ein Konzept für die effektive Ausgestaltung des Wissens- und Motivationsmanagements in CoP vorgestellt.**

Keywords— Communities of Practice, Wissensmanagement, Mitarbeitermotivation

I. Einführung

Der weltweite Nachfrageanstieg nach wissensintensiven Produkten und Dienstleistungen führt dazu, dass Wissen als entscheidendes Kapital innerhalb von Unternehmen angesehen wird. [1] Die bewusste und systematische Verwaltung von Wissen wird als eines der überlebenswichtigen Instrumente für Organisationen innerhalb des 21.Jahrhundert betrachtet. [2] Darüber hinaus werden Unternehmen durch die fortschreitende Digitalisierung und dem verstärkten Wunsch der Selbstverwirklichung durch ihre Mitarbeiter vor weitere Herausforderungen gestellt, um auch zukünftig attraktiv auf dem Arbeitsmarkt zu bleiben. Diese und weitere Herausforderungen haben in Unternehmen unter anderem den Wandel hin zu agilen Organisationsmodellen verstärkt. Ein Konzept für die Erarbeitung neuen Wissens in agilen Organisationsmodellen ist der Einsatz sogenannter Communities of Practice (CoP). Diese Gruppen von Personen tauschen Wissen zu einem gemeinsamen Interessens- oder Themengebiet aus. [3, 4] In Zusammenhang mit dem Wissensdruck innerhalb von Unternehmen muss bei der Verwendung von Community-Strukturen sichergestellt werden, dass einerseits die Verwaltung von Wissen systematisch und bewusst durchgeführt wird und zudem die Motivation der Mitarbeiter innerhalb der Communities hoch genug ist, damit für die Unternehmen ein Mehrwert aus den Communities entsteht.

In Hinblick auf die relevanten Problemfelder wird für die vorliegende Arbeit folgende Forschungsfrage formuliert, die im weiteren Verlauf aus wissenschaftlicher und praktischer Perspektive untersucht.

FF1: Wie können agile Organisationen mit Community-Strukturen ihr Wissen managen, weiterentwickeln und die aktive Mitarbeit fördern?

Die vorliegende Arbeit präsentiert die Ergebnisse einer Umfrage aus mehreren Unternehmen, deren Reifegrad in der Anwendung von Community-Strukturen unterschiedlich hoch ist. Auf Basis der Ergebnisse der Umfrage wird abschließend ein Konzept für Communities of Practice vorgestellt, welches die Ausgestaltung eines erfolgreichen Wissensmanagements sowie Maßnahmen zur nachhaltigen Steigerung der Mitarbeitermotivation beschreibt.

II. Theoretische Grundlagen

A. Communities of Practice

Das Begriffsverständnis zu CoP in der Literatur unterscheidet sich stark und ordnet das Konzept in unterschiedliche Gebiete ein. [5] Für diese Arbeit wird der Begriff im Rahmen agiler Organisationsformen oder Organisationsmodelle betrachtet. Nach Wenger sind CoP Gemeinschaften von Menschen in einem Unternehmen, die gemeinsame Interessensgebiete oder Themengebiete vertreten und sich mit diesen auseinandersetzen. [3,6] Neben der Wissenserarbeitung steht unter anderem die Förderung der zwischenmenschlichen Beziehungen innerhalb der Gruppen im Vordergrund. Manville und Foote definieren den Begriff Communities of Practice als eine Zusammensetzung oder Gruppe von Mitarbeitern, die durch die Interaktion und die Auseinandersetzung mit Problemen und das Streben nach einer gemeinsamen Lösung zusammenarbeiten und demnach neues Wissen erarbeiten. [3] Darüber hinaus wurde der Begriff Communities of Practice auch als eine Gruppe von Personen definiert, die sich zu einem gemeinsamen Interessensgebiet in regelmäßigen Abständen austauschen und somit ein Netzwerk bilden, in dem das erarbeitete Wissen verwaltet wird. [3]

Das für diese Arbeit verwendete Begriffsverständnis einer oder mehrerer CoP lautet wie folgt: CoP sind Gruppen von Mitarbeitern, die sich zusammengeschlossen haben, um Informationen, Wissen, Einsichten, Erfahrungen und Werkzeuge zu gemeinsamen Interessens- oder Themengebieten in regelmäßigen Abständen auszutauschen. Darüber hinaus wird dieses Wissen innerhalb sowie außerhalb dieser Strukturen für das Unternehmen nutzbar gemacht.

In agilen Organisationsformen haben sich Community-Strukturen in den letzten Jahren vermehrt etabliert. [7] Der Vorteil einer Kombination aus agilen Organisationsformen und Community-Strukturen liegt in der Überschneidung der Grundprinzipien. Nach agilen Prinzipien fördern cross-funktionale Teams die Zusammenarbeit und Wertschaffung des Unternehmens. Demnach bilden Community-Strukturen eine ergänzende strukturelle Maßnahme, um neues Wissen

innerhalb eines Unternehmens zu erarbeiten und zu teilen. Beispiele aus der Praxis wie Spotify prägen und entwickeln diese Strukturen und bringen immer mehr Unternehmen dazu, Community-Strukturen als eigenes Konzept zu evaluieren und anzuwenden.

Für den Aufbau von Community-Strukturen innerhalb von Unternehmen hat insbesondere Wenger folgende drei Kriterien formuliert, die es zu beachten gilt: [5, 8]

1. Gemeinsames Interesse- oder Themengebiet
2. Gemeinsamer Austausch von Techniken, Wissen und Erfahrungen zu (1.)
3. Gemeinsamer Austausch von Mitarbeitern in regelmäßigen Abständen zu (1.)

Community-Strukturen können rollen- und oder themenbasiert aufgebaut werden.[8] Ersteres umfasst zum Beispiel jegliche Scrum Master, Product Owner oder Softwareentwickler innerhalb eines Unternehmens. Letzteres umfasst beispielsweise Themengebiete wie Künstlicher Intelligenz, Data Security oder E-Commerce. Um Community-Strukturen innerhalb von Unternehmen zu implementieren, müssen verschiedene Ressourcen bereitgestellt werden. [8] Einerseits betrifft das die IT-spezifischen Lösungen, wie z.B. Wissensmanagementsysteme und Kommunikationssysteme aber auch alle anderen Möglichkeiten, Wissen über digitale Wege zu teilen und nutzbar zu machen. Darüber hinaus unterstützen Formate wie z. B. Tech-Talks, Brown Bags oder Hackathons, Wissen innerhalb eines Unternehmens zu erarbeiten und zu teilen.

Häufig stehen die Unternehmen gerade im Bereich des Wissensmanagements vor Herausforderungen, da entweder mehrere Wissensmanagementsysteme synchron genutzt werden und so die Ablage und das Auffinden von bereits erarbeitetem Wissen den ausgelasteten Arbeitsalltag zusätzlich erschwert. Zudem ist die Struktur innerhalb dieser Systeme zwischen unterschiedlichen Bereichen oft nicht synchron und demnach kann Wissen nicht über die Abteilungs- oder Unternehmensbereichsgrenzen teilbar gemacht werden. Somit muss durch ein effektives und effizientes Wissensmanagement abgesichert werden, dass das erarbeitete Wissen der Communities für die Organisationen nachhaltig nutzbar gemacht werden kann.

B. Wissensmanagement

Das Wissensmanagement ist Teil des Informationsmanagements. Im Informationsmanagement werden die Zusammenstellung und Strukturierung der Daten und Informationen sowie deren technische Bereitstellung zusammengefasst. [9] Hierzu zählt auch das Wissensmanagement, dessen Ziel es ist, durch das Wissen die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens zu vergrößern.

Der zentrale Begriff im Wissensmanagement ist das „Wissen“. Dieser wird vielfach in der Literatur definiert. Nachfolgend wird an die anerkannte Erklärung von Probst angeknüpft, welcher Wissen wie folgt definiert: „Gesamtheit der Kenntnisse und Fähigkeiten, die Individuen zur Lösung von Problemen einsetzen“ [10]. Das Wissen baut auf Daten und Informationen auf, die als Wissen ihrerseits jedoch an Personen gebunden sind. Denn Wissen entsteht bei jeder Person einzeln aus Informationen und Daten. [10] Diese Interpretation der Informationen ist individuell und unterscheidet sich besonders mit Blick auf kulturelle Hintergründe und persönliche Erfahrungen. Neben der Entstehung von Wissen ist auch die unterschiedliche Betrachtung von Wissen wichtig. Polanyi differenziert in diesem Zusammenhang Wissen in explizites und implizites Wissen. Als explizites Wissen wird jenes bezeichnet, das formulierbar, reproduzierbar und über Sprache kommuniziert werden kann. Dagegen kann implizites Wissen nicht allein mit Sprache ausgedrückt werden. [11] In den Bereich des impliziten Wissens fällt beispielsweise die Fähigkeit, Gesichter zu erkennen: ein Gesicht zu erkennen und mit einer Person zu verbinden ist sehr einfach, diesen Prozess aber in Worte auszudrücken und die Merkmale und Proportionen zu beschreiben, ist fast unmöglich. [11]

Ein Ziel des Wissensmanagements ist es, das Teilen von implizitem Wissen zu ermöglichen und zu fördern. Eine wichtige Rolle spielen dabei die Kommunikation der Mitarbeiter und der Austausch ihrer Erfahrungen. [12] Dieser kann unter Zuhilfenahme von modernen Kommunikationstools aktiv gefördert werden. So helfen auch klassische Wissensmanagementsysteme bei der Erstellung, Verwaltung und der Verteilung von Wissen. [13]

C. Motivationstheorie

Motivation ist ein nicht direkt beobachtbares psychologisches Konstrukt, das die Bereitschaft eines Menschen beschreibt, Zeit, Energie und Arbeit zu investieren, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen.[14] Motivation setzt sich aus dem Produkt von personenbezogenen und situativen Faktoren zusammen. Dieses Produkt löst bei Personen ein bestimmtes zielgerichtetes und motiviertes Handeln aus. [15, 16]

Personenfaktoren

Personenfaktoren umfassen alle Einflüsse, die in einer Person liegen. [16, 17] Diese können in die folgenden drei grundsätzlichen Arten unterschieden werden.

1. Bedürfnisse
2. Motivdispositionen (implizite Motive)
3. Ziele (explizite Motive)

Bedürfnisse können mit Hilfe der Maslowschen Bedürfnispyramide genauer betrachtet werden. Zum einen sind in jedem Menschen elementare physische Bedürfnisse, wie Hunger oder Durst, verankert. Zusätzlich zu diesen Grundbedürfnissen gibt es auch die Bedürfnisse nach Sicherheit und sozialen Kontakten. [18] Sind all diese sogenannten Defizitbedürfnisse befriedigt, so treten die Wachstumsbedürfnisse bei einer Person ein. Diese umfassen das Streben nach Wirksamkeit in Form der Ich-Bedürfnisse und der Selbstverwirklichung. Die zugrunde liegenden Motive und die Ausprägungsstärke sind bei jedem Menschen unterschiedlich. [16,17]

Die impliziten Motive und zweite Art der Personenfaktoren sind individuelle, aber konsistente Verhaltensmuster einer Person. [16, 17] Diese sind bedingt durch die Eigenschaften, Gewohnheiten oder Fähigkeiten, kurz um: durch die Persönlichkeit. Hierdurch kann erklärt werden, weshalb sich zwei Personen in derselben Situation unterschiedlich verhalten. Im Gegensatz zu den bereits in 2. erläuterten impliziten Motiven, welche unser Verhalten meist unbewusst beeinflussen, sind explizite Motive bewusste, sprachlich repräsentierte Selbstbilder, Werte und Ziele, welche sich eine Person selbst zuschreibt. [16,17]

Situationsfaktoren

Motiviertes Verhalten kann nicht vollständig durch die oben beschriebenen Personenfaktoren erklärt werden. [16,17] Trotz einer stabilen Persönlichkeit und gleichbleibender Bedürfnisse lassen sich häufig Unterschiede im Verhalten und Handeln einer Person beobachten. Dies kann auf die situativen Einflussfaktoren, die sogenannten Anreize, zurückgeführt werden. Ein Anreiz hat stets einen Aufforderungscharakter zu einem entsprechenden Handlungsereignis und wird in die folgenden zwei Arten unterteilt – intrinsische Anreize und extrinsische Anreize.

Anreize, die in der Handlungstätigkeit selbst liegen, werden als intrinsische Anreize bezeichnet.[15,19] Im Folgenden werden die drei relevantesten Faktoren der intrinsischen Anreize mit den dazugehörigen Eigenschaften genannt.

TABELLE 1: EIGENSCHAFTEN DER INTRINSISCHEN ANREIZE

Intrinsische Anreize	Eigenschaften
Autonomie	Selbstbestimmung, Mitbestimmungsrecht, Eigenverantwortung, Freiräume
Kompetenzmotivation	Gefühl/Bewusstsein ausgeübte Tätigkeit richtig zu machen und besser zu werden, eigene Kompetenzen feststellen
Zweck / Bedeutsamkeit	Zweck und Bedeutsamkeit / Tieferen Sinn in der eigenen Tätigkeit erkennen

Bei den extrinsischen Anreizen liegt der Anreiz in einem erwarteten äußeren Nutzen durch das persönliche Handeln.[16,19] Extrinsische Anreize treten meist in Form von materiellen Belohnungen, wie Gehalt oder Sachprämien oder einer Fremdbewertung, wie Lob und Anerkennung auf. Nicht nur der Anreiz einen positiven Nutzen zu erhalten, auch die Vermeidung von negativen Folgen, wie Strafen oder Streit, können zu einem extrinsisch motivierten Verhalten führen.

Arbeitsmotivation im agilen Umfeld

Motivierte Mitarbeiter sind für die Erreichung von Unternehmenszielen unabdingbar. Daher versuchen Arbeitgeber stets die Motivation hoch zu halten. Doch hierfür sind die oft gewählten extrinsischen Anreize nicht ausreichend. Die effektiveren intrinsischen Anreize sind allerdings wesentlich schwieriger zu beeinflussen. Durch die Einführung agiler Arbeitsumgebungen werden die nachweislich effektiveren intrinsischen Anreize positiv beeinflusst, weil die Faktoren Autonomie, Kompetenzmotivation und Bedeutsamkeit bereits im agilen Manifest verankert sind. So kann mit der Umsetzung einer agilen Organisation, auf Basis des Manifests, gleichzeitig auch die intrinsischen Anreize für die Mitarbeitermotivation geschaffen werden. [20]

III. METHODISCHE VORGEHENSWEISE

Auf Basis der gesammelten Erkenntnisse nach dem Stand der Forschung wird in diesem Abschnitt die wissenschaftliche Methodik der Arbeit vorgestellt. Für die Untersuchung der Forschungsfrage aus praktischer Sicht wurde eine quantitativ-empirische Forschungsmethodik eingesetzt. Der speziell für diese Arbeit entwickelte Fragebogen eignet sich demgemäß, da unterschiedliche Sachverhalte durch eine größere Personenzahl in kurzer Zeit erfasst werden können. Dabei müssen nach Reinders unterschiedliche Kriterien eingehalten werden, damit die Kriterien des wissenschaftlichen Arbeitens erfüllt sind. [21]

1. Der Fragebogen dient als wissenschaftliches Instrument und unterliegt klaren Kriterien und Regeln für die Konzeption.
2. Fragen und Stimuli sollten so formuliert werden, dass präzise Informationen über unbekannte Sachverhalte durch die Befragten geliefert werden.
3. Der Aufbau sollte eine systematische Struktur aufweisen, sodass ein Konzept oder eine Theorie auf Basis der Erkenntnisse des Fragebogens unterstützt bzw. belegt werden kann.

A. *Fragebogen*

Für diese wissenschaftliche Arbeit wurde der Fragebogen in Form eines Onlineformats der Plattform Microsoft den befragten Personen zur Verfügung gestellt. Die Umfrage wurde iterativ in Zusammenarbeit mit zwei Betreuern der MHP Management- und IT-Beratung GmbH entwickelt und anschließend durch die Studenten und Betreuer in den jeweiligen Unternehmen und sozialen Netzwerken geteilt. Die Umfrage war für den Zeitraum vom 23. Juni bis 12. Juli 2020 aktiv und es wurden insgesamt 65 anonyme Antworten eingereicht.

Der Fragebogen bestand aus 13 Fragen aufgeteilt in drei Frageabschnitte und zwei unterschiedliche Pfade (siehe Anhang 1). Im ersten Abschnitt wurden generelle Fragen zum Konzept und der Anwendung von CoP gestellt. Danach wurde der Fragebogen in zwei Pfade aufgeteilt. Beide Pfade haben dieselben Fragen enthalten, jedoch in anderen Formulierungen. In dem ersten Pfad wurden die Antworten von Befragten aufgenommen, bei denen CoP bereits im Unternehmen angewendet werden. In dem zweiten Pfad wurden die Antworten der Befragten aufgenommen, deren Unternehmen noch keine Community-Struktur verwendet. Diese Unterscheidung wurde bewusst getroffen, um einerseits Daten bezüglich der bereits gesammelten Erfahrungen von Mitarbeitern zu konsolidieren und andererseits die Daten bezüglich der Erwartungen an Community-Strukturen zu erfassen.

B. *Datenauswertung*

Auf Basis der einführenden Begriffserklärung zu Communities of Practice haben 95% der Befragten den Begriff verstanden. Bei 54% der Befragten werden bereits Communities als zusätzliche Mitarbeiterstrukturen innerhalb des Unternehmens verwendet. Bei den restlichen 46% der Befragten werden CoP noch nicht verwendet. Nach dieser Frage wurde der Fragebogen wie beschrieben in zwei Pfade aufgeteilt, um die Antworten aus bereits aktiv gesammelten Erfahrungen (Pfad 1) sowie Erwartungen (Pfad 2) an CoP unterscheiden zu können.

Pfad 1 - Ergebnisse der Befragung zu CoP-Erfahrungen

Von den 54% der Befragten (35 Personen), bei denen CoP bereits verwendete Strukturen sind, arbeiten 71% (25 Personen) aktiv in CoP mit. Für die restlichen 29% (10 Personen) hat sich innerhalb ihres Unternehmens noch keine ansprechende Community gefunden oder die aktuelle Arbeitslast verhindert eine aktive Teilnahme an einer Community. Anschließend wurden die Probanden zu den Anforderungen an den Nutzwert der CoP befragt. Bei den aktiv mitarbeitenden Befragten steht primär der

Wissensaustausch und Wissenstransfer im Vordergrund. Darüber hinaus muss für die Organisation ein Mehrwert entstehen, beispielsweise durch Förderungen von Innovationen oder der Entwicklung neuer Geschäftsfelder oder Business Cases. Ein weiterer wichtiger Nutzwert war die Möglichkeit der Monetarisierung der erarbeiteten Inhalte einer Community. Somit kann abgeleitet werden, dass das Ziel einer Community primär einen Unternehmenswert darstellen sollte, andernfalls sehen die Befragten auch keinen persönlichen Mehrwert in der Mitarbeit in CoP‘s.

Im zweiten Abschnitt haben die Probanden Fragen zum Wissensmanagement beantwortet. Auffällig ist, dass bereits ein großer Teil der Befragten aus den Communities of Practice Wissensmanagementsysteme einsetzen, aber der Arbeitsalltag die effektive und effiziente Nutzung dieser Systeme nicht zulässt. Wenige Befragte äußerten, dass sie für sich bzw. das Unternehmen keinen Vorteil in der Nutzung eines Wissensmanagementsystems sehen. Daraus lässt sich schließen, dass die Mehrheit die Nutzung eines Wissensmanagementsystems befürwortet, solange die Struktur und Organisation innerhalb des Systems einheitlichen Richtlinien und Konventionen folgt und Informationen somit einfach auffindbar sind. Darüber hinaus wurden die Personen nach weiteren Möglichkeiten des Wissenstransfers gefragt. Die häufigsten Antworten zu weiteren Transfermöglichkeiten von Wissen waren Quick-Wins, Newsletter, Tech Talks, Blogs oder Podcasts. Das zeigt, dass großes Interesse an weiteren Möglichkeiten für den Wissenstransfer besteht, welche beispielsweise durch den Einsatz eines Kommunikationssystems unterstützt werden können.

Abschließend wurde in diesem Abschnitt die Befürwortung einer Verknüpfung eines Wissensmanagementsystems und eines Kommunikations-systems abgefragt. Für die Auswertung dieser Frage wurde das arithmetische Mittel berechnet. Der Durchschnitt für alle Antworten auf einer Skala von 1-10, bei denen 1 für die Ablehnung und 10 für die Befürwortung der Verknüpfung stand, lag in diesem Pfad bei 7,74. Es kann also abgeleitet werden, dass die Akzeptanz der Verknüpfung beider Systeme von den Befragten mehrheitlich befürwortet wurde.

Als letzter Teilabschnitt des ersten Pfades wurden fünf Fragen zur aktuellen Mitarbeitermotivation in agilen Organisationsformen gestellt. Das Ziel war herauszufinden, inwiefern agile Organisationsformen sowie zusätzliche Belohnungsmaßnahmen die Motivation beeinflussen können. Auffällig ist die bereits hohe Motivation der Mitarbeiter unter agilen Arbeitsbedingungen. Von den 35 Befragten beantworteten 25 die Frage, ob sie sich im agilen Umfeld motivierter fühlen, ihrer täglichen Arbeit nachzugehen, mit „Ja“. Die restlichen 10 Befragten beantworteten die Frage mit „Vielleicht“. Das lässt darauf schließen, dass die Mitarbeitermotivation bereits zum heutigen Zeitpunkt durch die Anwendung agiler Prinzipien gesteigert wird bzw. schon sehr hoch ist.

Diese bereits hohe Mitarbeitermotivation ließ sich ebenfalls durch die nachfolgenden Fragen bestätigen. In dieser wurde die Wirkung der Motivationsfaktoren einer agilen Arbeitsumgebung untersucht. Eigenverantwortung, Selbstständigkeit oder die erhöhte Zusammenarbeit im Team sind nur einige der Faktoren, welche die Motivation der Befragten des ersten Pfades steigern. Interessant sind wiederrum die Antworten nach Verbesserungsmöglichkeiten bezüglich der Motivationssteigerung. Hier sind insbesondere die „fehlenden gelebten Agilität“ sowie die „fehlende Unterstützung des Managements“ genannt worden. Für die Evaluierung und Ausarbeitung des nachfolgenden Konzeptes wurde abschließend nach zusätzlichen Motivationsfaktoren für die Mitarbeit in Community-Strukturen gefragt. Hierbei wurden den Teilnehmern fünf unterschiedliche Maßnahmen zur Auswahl aufgezeigt. Diese enthielten sowohl intrinsische als auch extrinsische Anreize. Aus dem Ergebnis lässt sich schlussfolgern, dass unter der Voraussetzung der aktiven Mitarbeit im agilen Umfeld die intrinsischen Motivationsfaktoren bei den Mitarbeitern bereits sehr ausgeprägt sind. Darüber hinaus dienen extrinsische Anreize wie z. B. zusätzliche Anerkennung und Lob oder Vergütungen, wie Bonuszahlungen oder Reisen als weitere sinnvolle Maßnahmen, um die Mitarbeitermotivation zusätzlich zu steigern.

Pfad 2 – Ergebnisse der Befragung zu CoP-Erwartungen

Die 46% der Befragten (30 Personen), bei denen Community-Strukturen noch keine Anwendung innerhalb ihres Unternehmens gefunden haben, können sich 53% vorstellen, in einer Community mitzuarbeiten. 40% sind sich ihrer Entscheidung nicht klar und lediglich 7% verneinen die Arbeit innerhalb von Community-Strukturen, da diese lieber an Projekten arbeiten. Zu den zentralen Anforderungen an den Nutzwert der Community-Strukturen haben die Befragten primär das Zeitmanagement erwähnt. Es sollte sichergestellt werden, dass für die Mitarbeit in Communities ein freier Zeitraum während der Arbeitszeit eingeräumt wird. Ebenfalls werden das Wissensmanagement sowie der Wissenstransfer aber auch der Mehrwert für das Unternehmen als weitere Anforderungen an Community-Strukturen erwähnt.

Im zweiten Abschnitt haben die Befragten ebenfalls Antworten zur Nutzung von Wissensmanagementsystemen abgegeben. Auffällig ist hier die hohe Zahl an Befragten, die keine benötigten Tools für ein adäquates Wissensmanagement besitzen. Dennoch nutzt ein größerer Teil bereits Wissensmanagementsysteme. Wie im Pfad 1 verhindert auch hier der Arbeitsalltag die effiziente Nutzung dieser Systeme. Zudem wird geäußert, dass fehlende einheitliche Strukturen innerhalb dieser Systeme die Ablage und Suche nach Dokumenten erschweren. Darüber hinaus sind die Einstiegsbarrieren für neue Mitarbeiter oftmals sehr hoch, sodass die Systeme direkt abgelehnt werden, da der Aufwand für die Einarbeitungen dem gegenüberstehenden Arbeitsalltag nicht gerechtfertigt werden kann. Letztlich wurden die Probanden noch zu weiteren Vorschlägen für die Wissensvermittlung befragt. Newsletter oder kurze regelmäßige Formate für den Wissensaustausch (Quick-Wins, Talks) wurden hier mehrheitlich genannt. Bei der Frage zu der Verknüpfung des Wissensmanagement- und Kommunikationssystems lag der Durchschnitt aller abgegebenen Antworten bei 7,03 von 10. Somit kann wie im ersten Pfad abgeleitet werden, dass die Verknüpfung beider Systeme von den Befragten mehrheitlich befürwortet wurde.

Im letzten Teilabschnitt wurden den Befragten ebenfalls Fragen zur Mitarbeitermotivation innerhalb agiler Arbeitsumgebungen gestellt. Von den 30 Befragten würden 27 sich unter agilen Arbeitsbedingungen motivierter fühlen. Zwei Befragte waren sich nicht sicher und lediglich eine Person verneinte diese Antwort. Das lässt darauf schließen, dass die Motivation der Mitarbeiter durch die intrinsischen

Faktoren einer agilen Arbeitsumgebung die Gesamtmotivation bereits signifikant erhöhen würde.

Synchron zum ersten Pfad wurde die Frage nach weiteren Motivationsfaktoren für die Mitarbeit in Community-Strukturen gestellt. Die Ergebnisse der Auswertung zeigen auf, dass die Mehrheit der Befragten die intrinsischen Anreize durch agile Organisationsmodelle als größte Motivationsfaktoren bewertete. Daneben erhalten extrinsische Anreize ebenfalls einen Zuspruch, jedoch nicht in der Ausprägungsstärke des ersten Pfades. Diese Ergebnisausprägung veranschaulicht, wie unterschiedlich die Antworten zwischen den Erfahrungen und Erwartungen zu CoP ausfallen.

Abschließend wurden die Befragten nach weiteren Anregungen oder Ideen gefragt, die Unternehmen bei der Implementierung von Community-Strukturen beachten sollten. Die Mehrheit nannte die Unterstützung des Managements oder der Vorgesetzten sowie zusätzliche zeitliche Freiräume für die Arbeit innerhalb der Communities als entscheidende Erfolgsfaktoren.

IV. Konzept und Fazit

A. *Konzept für die Community-Strukturen*

Auf Basis der vorgestellten Grundlagen und den Ergebnissen des Fragebogens hat die Forschungsgruppe ein Konzept für das zukünftige Wissensmanagement sowie der Förderung der aktiven Mitarbeit bzw. Mitarbeitermotivation innerhalb von Community-Strukturen entwickelt. Das für die vorliegende Arbeit entwickelte Modell setzt sich aus drei Ebenen zusammen (siehe Abb. 1), welche im Folgenden erläutert werden:

Die erste Ebene umfasst die intrinsischen und extrinsischen Motivationsfaktoren der Mitarbeiter innerhalb der Community-Strukturen. Intrinsische Faktoren werden durch die Anwendung einer agilen Arbeitsumgebung positiv beeinflusst und steigern demnach die Motivation. Unternehmen sollten schlussfolgernd Community-Strukturen insbesondere unter dem agilen Prinzip implementieren. Andernfalls ist die Einstiegsbarriere für die Steigerung der intrinsischen Faktoren bereits sehr hoch und weniger engagierte Mitarbeiter werden auch weiterhin schwierig zu motivieren sein. Falls die agilen Prinzipien erfüllt sind, können zusätzliche extrinsische Anreize, wie z. B. Anerkennung oder Lob sowie bestimmte Vergütungsformen zu einem weiteren Anstieg der Motivation führen. Für die aktive Beeinflussung der extrinsischen Anreize wird ein Reward-System eingeführt, welches alle Anreize enthält. Diese werden dann auf der dritten Ebene des Modells operationalisiert und somit nutzbar für den Mitarbeiter gemacht.

Die zweite Ebene umfasst die Community-Strukturen innerhalb der Organisationen. Diese sollten sich stark nach den in Abschnitt zwei genannten Bedingungen für den Aufbau von Community-Strukturen richten. Unternehmen sollten hier die Entscheidung treffen, ob jede Community einen direkten monetären Mehrwert für das Unternehmen leisten muss. Die dritte und unterste Ebene des Modells bildet zum einen den IT-spezifischen Lösungsanteil als auch die Schnittstelle zu weiteren Unternehmensbereichen sowie die Operationalisierung des Reward-Systems. Die drei Elemente werden im Folgenden erläutert:

Das Wissensmanagementsystem dient innerhalb dieser Ebene als zentraler Hub für die Speicherung und Ablage sowie Bewertung des erarbeiteten Wissens. Das Kommunikationssystem dient als zentraler Hub für den Wissensaustausch und beinhaltet jegliche Transfer-möglichkeiten, wie Quick-Wins, Tech-Talks, Podcasts oder Newsletter, bei denen Wissen proaktiv geteilt und für alle Mitarbeiter zur Verfügung gestellt werden kann. Für die Nutzung dieser Systeme wird vorgeschlagen, dass Unternehmen eine einheitliche Richtlinie und Namenskonvention für die Ablage aller erarbeiteten Dokumente verwenden. Nur durch diese Voraussetzung kann gewährleistet werden, dass bereits erarbeitetes Wissen schnell auffindbar und nachhaltig nutzbar ist.

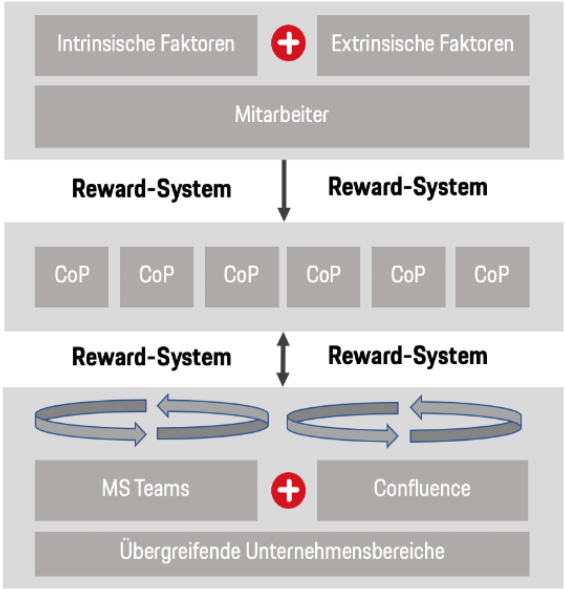


Abbildung 1: Drei-Ebenen-Modell für das zukünftige Wissens- und Motivationsmanagement innerhalb von Community-Strukturen

Darüber hinaus kann das erarbeitete Wissen somit auch weiteren Mitarbeitern und Unternehmensbereichen, die nicht Teil der Community-Strukturen sind, zugänglich gemacht werden. Die Voraussetzung dafür ist die Reduktion der Nutzungsbarrieren innerhalb der verwendeten Systeme. Es bedarf somit einem einfachen Rollen- und Berechtigungskonzept. Jeder Mitarbeiter erhält Zugriff auf alle Informationen innerhalb des Systems.

Das abschließende Element beinhaltet die Operationalisierung des Reward-Systems. Innerhalb des Reward-Systems sollen zusätzliche extrinsische Anreize, wie Lob und Anerkennung aber auch Vergütungsoptionen für die Mitarbeiter bereitgestellt werden. Für erfolgreiche, neue oder innovative Lösungen der Communities wird ein Bewertungssystem auf Basis von Likes oder Kudos vorgeschlagen. Das heißt, dass Mitarbeiter für ihre Initiativen direktes Feedback von anderen Mitarbeitern innerhalb aber auch außerhalb der Communities erhalten können. Dieses Feedback wird innerhalb des Kommunikationssystems angezeigt und im Wissensmanagementsystem abgespeichert. Somit besteht im Notfall bei späterer Prüfung ein weiteres Backup der bereits bewerteten Dokumente. Darüber hinaus umfasst das Wissensmanagementsystem weitere Bewertungsoptionen für alle abgespeicherten Ideen und Innovationen, damit diese auf ihren monetären Nutzen geprüft werden können. Dadurch kann der explizite Mehrwert für das

Unternehmen aus einer oder mehreren Community-Strukturen berechnet werden. Bei erfolgreichen Ergebnissen können die Mitarbeiter innerhalb dieses Konzeptes anschließend aus verschiedenen Vergütungsoptionen auswählen. Entweder entscheiden sie sich für Bonuszahlungen oder die Teilnahme an einer Reise mit ihrer Community als Anerkennung eines erfolgreichen Beitrags für das Unternehmen.

B. Fazit und Validierung der Forschungsfrage

In der vorliegenden Arbeit wurde ein Konzept für das Wissensmanagement sowie die Mitarbeitermotivation innerhalb von Communities of Practice vorgestellt. Zunächst wurde durch die Vorstellung der Forschungsfrage das Ziel konkretisiert. Auf dieser Basis wurden die theoretischen Grundlagen zu CoP, dem Wissensmanagement und den Grundlagen der Mitarbeitermotivation aufgearbeitet. Anschließend konnten die gewonnenen Erkenntnisse aus dem Stand der Forschung durch die Nutzung einer Umfrage als quantitativ empirische Forschungsmethodik aus der praktischen Perspektive untersucht werden.

Die Ergebnisse der Umfrage haben zu folgender Schlussfolgerungen geführt. Die Mehrheit der Befragten nutzten bereits Wissensmanagementsysteme, die in den meisten Fällen jedoch keinen Mehrwert bieten. Die Kombination eines Wissensmanagement- und Kommunikationssystems für die Erarbeitung und Teilung des Wissens innerhalb der Community-Strukturen wird befürwortet. Zudem kann gesagt werden, dass die intrinsische Motivation der Befragten durch die Mitarbeit in agilen Organisationsstrukturen bereits sehr hoch ist. Dadurch können weitere Maßnahmen für die Verbesserung der Mitarbeitermotivation durch extrinsische Maßnahmen vorgeschlagen werden.

Die im Rahmen der Umfrage gesammelten Erkenntnisse wurden als Basis für die Ausarbeitung des anschließenden Konzeptes genutzt. Das Konzept setzt sich aus drei Ebenen zusammen. Die erste repräsentiert die intrinsischen und extrinsischen Motivationsfaktoren der Mitarbeiter, die zweite die Community-Strukturen und die dritte die IT-spezifische Umsetzung sowie die Operationalisierung des Reward-Systems. Durch die Verknüpfung eines Wissensmanagement- und Kommunikationssystems kann Wissen auf einfache Art und Weise innerhalb der Communities erarbeitet und geteilt werden. Insbesondere weitere Wissensformate, wie z. B. Quick-Wins, Tech Talk, Podcasts etc., können durch das Kommunikationssystem genutzt und in den Communities sowie weiteren Unternehmensbereichen zur Verfügung gestellt werden. Das entwickelte Reward-System unterstützt insbesondere die extrinsischen Motivationsfaktoren der Mitarbeiter, deren intrinsische Motivation nur mäßig ausgeprägt ist. Durch den Einbezug der Ressourcen für das zukünftige Wissensmanagement und durch den Fokus auf das Motivationsmanagement kann somit die vorliegende Forschungsfrage validiert werden.

Zukünftige Forschungsprojekte könnten an die Ergebnisse dieser Arbeit anknüpfen. Beispielsweise kann im Rahmen eines Pilotprojekts das Konzept in einem Unternehmen unter realen Bedingungen getestet und bewertet werden. Die Ergebnisse könnten anschließend mit den aktuellen Antworten des Fragebogens abgeglichen werden, um so das Konzept zu validieren. Alle in der vorliegenden Arbeit gewonnen Erkenntnisse wurden durch die Umfrage unter speziellen Rahmenbedingungen gewonnen. Durch den begrenzten Rahmen kann nicht ausgeschlossen werden, dass weitere effektive Konzepte zur Anwendung des Wissensmanagement und der Mitarbeitermotivation in CoP vorliegen.

QUELLEN

[1] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. (2013). Stand und Perspektiven von Dienstleistungen in Deutschland – Potentiale der deutschen Dienstleistungswirtschaft.

[2] Obeidat, B. Y., Tarhini, A., Aqqad, N. O. & Masa'deh, R. (2017). The impact of intellectual capital on innovation via the mediating role of knowledge management: a structural equation modelling approach. International Journal of Knowledge Management Studies, 8(3/4), 273.

[3] Hildreth, P., Kimble, C. & Wright, P. (2000). Communities of practice in the distributed international environment. Journal of Knowledge Management, 4(1), 27–38.

[4] Wenger, E. & Snyder, W. M. (2014). Communities of Practice: The Organizational Frontier. Harvard Business Review. https://hbr.org/2000/01/communities-of-practice-the-organizational-frontie (letzter Abruf: 02.06.2020)

[5] Stand der Community of Practice-Forschung. (2007). *Wissensmanagement durch Communities of Practice*, 61–82.

[6] Wenger, E. (1998). Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity (Learning in Doing: Social, Cognitive and Computational Perspectives) (1. Aufl.). Cambridge University Press.

[7] Porsche Consulting. (2019). *Agil in einer komplexen Welt*., Bietigheim-Bissingen, Deutschland

[8] Communities of Practice. (2019, September 23). Scaled Agile Framework. https://www.scaledagileframework.com/communities-of-practice/ (letzter Abruf: 20.06.2020)

[9] Stahlknecht, P., Hasenkamp, U. (2002). Einführung in die Wirtschaftsinformatik. (10. Auflage, Springer) Verlag.

[10] Probst, G., Raub, S. & Romhardt, K. (2010). Wissen managen: Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen (German Edition) (6., überarb. u. erw. Aufl. 2010 Aufl.). Gabler Verlag.

[11] Meboldt, M. (2008). Mentale und formale Modellbildung in der Produktentstehung. IPEK.

[12] Al-ghamdi, H. A. K. & Al-ghamdi, A. A. K. (2015). The Role of Virtual Communities of Practice in Knowledge Management Using Web 2.0. *Procedia Computer Science*, *65*, 406–411.

[13] Dei, D.-G. J. & van der Walt, T. B. (2020). Knowledge management practices in universities: The role of communities of practice. *Social Sciences & Humanities Open*, *2*(1), 100025.

[14] Motivation - Lexikon der Psychologie | Psychomeda. (2016). Psychomeda. https://www.psychomeda.de/lexikon/motivation.html (letzter Abruf: 01.06.2020)

[15] Schelk, A. (2011). Perspektive Berufsabschluss: Netzwerke für Ausbildung | Leistungsmotivation. Perspektive Berufsabschluss.

[16] Hoffmann, S. & Akbar, P. (2016). Konsumentenverhalten: Konsumenten verstehen – Marketingmaßnahmen gestalten (German Edition) (1. Aufl. 2016 Aufl.). Springer Gabler

[17] Heckhausen, J. & Heckhausen, H. (2018). Motivation und Handeln (Springer-Lehrbuch) (German Edition) (5., überarb. u. erw. Aufl. 2018 Aufl.). Springer

[18] Landeszentrale für politische Bildung Baden-Württemberg | Die Maslowsche Bedürfnispyramide – Motivation und Bedürfnisse des Menschen. (2017).

[19] Landeszentrale für politische Bildung Baden-Württemberg | Intrinsische und extrinsische Motivation. (2017).

[20] Karlinger, G. (2017). Intrinsische Motivatoren sind in agilen Methoden eingebaut. TRANSFERIO. https://transferio.at/agile-coach/intrinsische-motivatoren-sind-in-agilen-methoden-eingebaut/ (letzter Abruf: 03.06.2020)

[21] Reinders, H., Ditton, H., Gräsel, C. & Gniewosz, B. (2015). *Empirische Bildungsforschung: Strukturen und Methoden (German Edition)* (2., überarbeitete Aufl. 2015 Aufl.). VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Anhang 1

Fragebogen Communities of Practice

Beginn der Umfrage

1. Ist Ihnen der Begriff "Communities of Practice" im Kontext der kurzen Einführung klar geworden? *
   - Ja
   - Nein

2. Werden in Ihrem Arbeitsumfeld bereits Communities of Practice als zusätzliche Mitarbeiterstrukturen verwendet? *
   - Ja
   - Nein

Next

Pfad 1 -Erfahrungen

Pfad 2 – Erwartungen

Darstellung auf S.9

Pfad 1 - Ergebnisse der Befragung zu CoP-Erfahrungen

Communities of Practice

3. Arbeiten Sie innerhalb Ihrer Organisation AKTIV in einer oder mehreren Communities of Practice (z. B. Elektromobilität, E-Commerce, Machine Learning oder sonstige Interessensgebiete) mit? *
   - Ja
   - Nein

Back | Next

Wenn 3. Nein

4. Warum möchten oder können Sie nicht aktiv in einer Community of Practice mitarbeiten? *

Enter your answer

5. Mit der Implementierung von CoP's gehen gewisse Erwartungen an den Nutzwert einher. Nennen Sie bitte mindestens drei Anforderungen, was eine CoP aus Ihrer Sicht leisten muss. *

Enter your answer

Back | Next

Wenn 3. Ja

4. Mit der Implementierung von CoP's gehen gewisse Erwartungen an den Nutzwert einher. Nennen Sie bitte mindestens drei Anforderungen, was eine CoP aus Ihrer Sicht leisten muss. *

Enter your answer

Back | Next

Anschließend gemeinsam weiter

Wissensmanagement & Motivation

5. Wissensmanagement Tools werden meist leider nur sehr wenig genutzt. Was hat Sie in der Vergangenheit an der Nutzung von Wissensmanagement-Systemen (z. B. Confluence oder SharePoint) gehindert? *
   - [ ] Arbeitsalltag lässt es nicht zu
   - [ ] Benötigte Tools im Unternehmen nicht bereitgestellt
   - [ ] Ich sehe darin keinen Vorteil für das Unternehmen
   - [ ] Ich sehe darin keinen Vorteil für mich persönlich
   - [ ] Ich verwende ein Wissensmanagement-System
   - [ ] Other

6. Sehen Sie außer Tools weitere Möglichkeiten Wissen aus Ihrer Community an Ihre Kollegen weiterzugeben? *

z. B. Quick-Wins, Newsletter oder ähnliches?

Enter your answer

7. Würden Sie bestehende Kommunikationstools (z. B. Microsoft Teams oder Slack) auch für das Wissensmanagement verwenden? *

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Äußerst unwahrscheinlich — Äußerst wahrscheinlich

8. In einer agilen Arbeitsumgebung sollen unter anderem:

- Selbstständigkeit
- Eigeninitiative
- Selbstverwirklichung
- Starke Kundenorientierung
- Ausgeprägte und intensive Zusammenarbeit

innerhalb der Teams gefördert werden.

Fühlen Sie sich unter diesen genannten Werten einer agilen Arbeitsumgebung motivierter, um Ihre tägliche Arbeit durchzuführen? *

- ◯ Ja
- ◯ Nein
- ◯ Vielleicht

9. Vorausgesetzt, Sie arbeiten schon in einer agilen Arbeitsumgebung. Was motiviert Sie? *

Enter your answer

10. Vorausgesetzt, Sie arbeiten schon in einer agilen Arbeitsumgebung. Was müsste besser werden? *

Enter your answer

11. Bewerten Sie bitte was Sie zur Mitarbeit in einer Community of Practice motiviert bzw. noch mehr motivieren würde *

Gewichtung von 1 (nicht übereinstimmend) bis zu 5 (sehr übereinstimmend)

	1	2	3	4	5
Die Zusammenarbeit und Selbstverwirklichung	◯	◯	◯	◯	◯
Zusätzliche Vergütung in Form von Bonuszahlungen für erfolgreiche Initiativen / Ideen	◯	◯	◯	◯	◯
Zusätzliches Lob in Form von "Gefällt mir" Angaben für Initiativen / Ideen innerhalb eines Forums o. Ä.	◯	◯	◯	◯	◯
Gemeinsame Reisen mit den Communities als Anerkennung eines erfolgreichen Beitrags für das Unternehmen	◯	◯	◯	◯	◯

12. Gibt es weitere Anreize, die Sie bei Ihrer Mitarbeit in Communities of Practice motivieren bzw. noch mehr motivieren würden? *

Enter your answer

Abschluss

13. Gibt es noch etwas was Sie uns zum Thema Communities of Practices, Wissensmanagement oder Mitarbeitermotivierung mitgeben möchten?

Enter your answer

Back | Submit

Pfad 2 - Ergebnisse der Befragung zu CoP-Erwartungen

Communities of Practice

3. Würden Sie innerhalb Ihrer Organisation in einer oder mehreren Communities of Practice (z. B. Elektromobilität, E-Commerce, Machine Learning oder sonstige Interessensgebiete) AKTIV mitarbeiten? *

- Ja
- Nein
- Vielleicht

Back | Next

Wenn 3. Nein

4. Warum möchten oder können Sie nicht aktiv in einer Community of Practice mitarbeiten? *

Enter your answer

5. Mit der Implementierung von CoP's gehen gewisse Erwartungen an den Nutzwert einher. Nennen Sie bitte mindestens drei Anforderungen, was eine CoP aus Ihrer Sicht leisten muss. *

Enter your answer

Back | Next

Wenn 3. Ja / Vielleicht

4. Mit der Implementierung von CoP's gehen gewisse Erwartungen an den Nutzwert einher. Nennen Sie bitte mindestens drei Anforderungen, was eine CoP aus Ihrer Sicht leisten muss. *

Enter your answer

Back | Next

Anschließend gemeinsam weiter

Wissensmanagement & Motivation

5. Wissensmanagement Tools werden meist leider nur sehr wenig genutzt. Was hat Sie in der Vergangenheit an der Nutzung von Wissensmanagement-Systemen (z. B. Confluence oder SharePoint) gehindert? *

- [ ] Arbeitsalltag lässt es nicht zu
- [ ] Benötigte Tools im Unternehmen nicht bereitgestellt
- [ ] Ich sehe darin keinen Vorteil für das Unternehmen
- [ ] Ich sehe darin keinen Vorteil für mich persönlich
- [ ] Ich verwende ein Wissensmanagement-System
- [ ] Other

6. Sehen Sie außer Tools weiter Möglichkeiten Wissen aus Ihrer Community an Ihre Kollegen weiterzugeben? *

z. B. Quick-Wins, Newsletter oder ähnliches?

Enter your answer

7. Würden Sie bestehende Kommunikationstools (z. B. Microsoft Teams oder Slack) auch für das Wissensmanagement verwenden? *

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Äußerst unwahrscheinlich — Äußerst wahrscheinlich

8. In einer agilen Arbeitsumgebung sollen unter anderem:

- Selbstständigkeit
- Eigeninitiative
- Selbstverwirklichung
- Starke Kundenorientierung
- Ausgeprägte und intensive Zusammenarbeit

innerhalb der Teams gefördert werden.

Würden Sie sich unter diesen genannten Werten einer agilen Arbeitsumgebung motivierter fühlen, um Ihre tägliche Arbeit durchzuführen? *

- Ja
- Nein
- Vielleicht

9. Angenommen, Sie arbeiten schon in einer agilen Arbeitsumgebung. Was würde Sie motivieren? *

Enter your answer

10. Angenommen, Sie arbeiten schon in einer agilen Arbeitsumgebung. Was würde Sie demotivieren? *

Enter your answer

11. Bewerten Sie bitte was Sie zur Mitarbeit in einer Community of Practice motivieren würde *

Gewichtung von 1 (nicht übereinstimmend) bis zu 5 (sehr übereinstimmend)

	1	2	3	4	5
Die Zusammenarbeit und Selbstverwirklichung	○	○	○	○	○
Zusätzliche Vergütung in Form von Bonuszahlungen für erfolgreiche Initiativen / Ideen	○	○	○	○	○
Zusätzliches Lob in Form von "Gefällt mir" Angaben für Initiativen / Ideen innerhalb eines Forums o. Ä.	○	○	○	○	○
Gemeinsame Reisen mit den Communities als Anerkennung eines erfolgreichen Beitrags für das Unternehmen	○	○	○	○	○

12. Gibt es weitere Anreize, die Sie bei der Mitarbeit in Communities of Practice motivieren würden? *

Enter your answer

Back Next

Abschluss

13. Gibt es noch etwas was Sie uns zum Thema Communities of Practices, Wissensmanagement oder Mitarbeitermotivierung mitgeben möchten?

Enter your answer

Back Submit

Das Potential von Kollaborationstools in einer Pandemiekrise

Marc Baumann
Testgilde GmbH
Esslingen am Neckar
marc.baumann@testgilde.de

Michele Candolfo
perinova IT Management GmbH
Heilbronn
michele.candolfo@testgilde.de

***Abstract* — Vor dem Hintergrund der Coronavirus-Pandemie stehen Organisationen nicht nur in der Softwareentwicklung vor der Herausforderung, die Arbeit dezentral und kollaborativ zu organisieren. Zielsetzung des Papers ist daher die Konstruktion eines Kollaborationsmodells, um den Softwareentwicklungsprozess nach Portfolio SAFe dezentral mit verschiedenen Kollaborationstools umzusetzen. Zudem sollen geeignete Tools zur Prozessgestaltung ausgewählt werden. Im Rahmen des vorliegenden Papers wird die Referenzmodellierung als wissenschaftliche Methode zur Erstellung eines Metamodells zur Kollaboration genutzt. Die Toolauswahl basiert auf einer Marktanalyse. Ergebnis ist die Empfehlung von Kollaborationsplattformen anstelle einer Vielzahl von Einzellösungen, die aufwands- und kostenintensiv kombiniert werden müssten.**

Keywords — Agile Softwareentwicklung, SAFe, Referenzmodellierung, Kollaborationsmodell, Kollaborationstools

I. Einleitung

In Deutschland und vielen anderen Ländern wechseln Beschäftigte situationsbedingt von den Großraumbüros und *Collaborative Workspaces* ins Homeoffice. Rund jeder zweite Arbeitnehmer arbeitet nach einer Umfrage des IT-Branchenverbandes Bitcom aktuell von Zuhause aus [1]. Es gilt sich selbst und andere vor der Coronavirus-Pandemie zu schützen. Dabei ist die Herausforderung des dezentralen Arbeitens zu bewältigen. In einigen Branchen ist das Arbeiten von Zuhause kaum möglich, in anderen bringt es die technische Infrastruktur an die Grenze der Belastbarkeit. Deswegen müssen große wie kleine Organisationen gerade jetzt investieren und dezentrales, kollaboratives Arbeiten ermöglichen, damit die Arbeits- und Entscheidungsfähigkeit gesichert werden kann. In der Softwarebranche sind dabei verschiedene Teams und Workflows zusammenzubringen, die gemeinsam an der Erstellung und Bereitstellung komplexer Softwarelösungen arbeiten.

Im Rahmen des vorliegenden Papers werden vor diesem Hintergrund nachstehende Fragen betrachtet und beantwortet:

1) Wie kann agile Softwareentwicklung in großen Organisationen skaliert werden?
2) Wie kann ein Kollaborationsmodell für die dezentrale Softwareentwicklung nach Portfolio SAFe gestaltet werden, damit es auf unterschiedliche Organisationsstrukturen und -abläufe angepasst und angewendet werden kann?
3) Welche Kollaborationstools können in einer Organisation eingesetzt werden, um den agilen Softwareentwicklungsprozess bestmöglich zu unterstützen?

II. Agile Softwareentwicklung

A. Softwareentwicklung skalieren

Jedes Jahr zwischen August und Dezember erhebt Digital.ai im Rahmen einer Umfrage Daten zum *State of Agile*. Befragt werden weltweit Softwareentwicklungsprojekte im Hinblick auf ihre agilen Praktiken. Für den 2020-Report wurden etwas über 1120 Projekte unterschiedlicher Organisationen befragt. 95 Prozent aller befragten Organisationen setzen im Rahmen der Softwareentwicklung auf agile Methoden und Ansätze [2]. Die Motivation für agile Vorgehensweisen lässt sich dabei auf drei Hauptfaktoren herunterbrechen [2]:

1) 74 Prozent der befragten Organisationen wollen durch agile Praktiken und Methoden schneller Software entwickeln.
2) 63 Prozent der befragten Organisationen wollen durch agile Praktiken und Methoden in der Lage sein, schneller auf Änderungen zu reagieren.
3) 51 Prozent der befragten Organisationen wollen durch agile Praktiken und Methoden die Produktivität steigern.

Die mit bekannteste agile Softwareentwicklungsmethode ist Scrum. Scrum ermöglicht kleinen Teams die inkrementelle Entwicklung einer Softwarelösung oder –komponente. So kann bereits in kurzer Zeit eine erste Softwareversion an Kunden ausgeliefert werden. In vielen Organisationen arbeiten in der Regel mehrere Teams an komplexen Softwarelösungen. Um die Agilität, die Scrum bietet, auf große Organisationsstrukturen zu übertragen und zu skalieren, hat sich in den letzten Jahren das *Scaled Agile Framework* (SAFe) entwickelt. SAFe wird nach dem *State of Agile* bereits von 35 Prozent der befragten Organisationen genutzt und bietet ein Rahmenwerk, um *Business Agilty* (Skalierung der Agilität von Team- auf Unternehmensebene) zu erreichen [2].

B. Portfolio SAFe

Das *Scaled Agile Framework* bietet unterschiedliche Konfigurationen, um agil zu skalieren. Jede Konfiguration setzt dabei einen individuellen Schwerpunkt. Im Rahmen des vorliegenden Papers werden die Betrachtungen auf das Portfolio SAFe beschränkt.

Kleinster Baustein im Portfolio SAFe ist das agile Team. Ein agiles Team ist eine Gruppe von fünf bis elf Personen, die in kurzen Zeitspannen (Iterationen) Wert in Form von Software definiert, entwickelt, testet und verteilt. Das Team arbeitet dabei nach agilen Methoden wie beispielsweise Scrum und Kanban. Jede Iteration wird mit einer Planung (*Iteration Planning*) gestartet, die festlegt, welche Werte in

der kommenden Zeitspanne geliefert werden können. Das Team trifft sich täglich zur Diskussion über den Fortschritt zum Erreichen des Iterationsziels. Am Ende jeder Iteration wird der geschaffene Wert in einem *Iteration Review* vorgestellt. Bevor die nächste Iteration beginnt, tauscht sich das Team in einer Retrospektive über Verbesserungen und Anpassungen von Vorgehen und Arbeitsweisen für die kommenden Iterationen aus.

In großen Organisationen müssen verschiedene Teams zusammenarbeiten, um komplexe Softwarelösungen bereitzustellen. Im Rahmen von SAFe wird dieses Team von agilen Teams als *Agile Release Train* (ART) bezeichnet. *Agile Release Trains* sind cross-funktional. So wird sichergestellt, dass alle Fähigkeiten, die benötigt werden, um Entwicklungsaufgaben zu erledigen, vorhanden und verfügbar sind [3]. Eine ART bedient sich agiler Liefermethoden (*ContinuousX*), um Wert zur richtigen Zeit ausliefern zu können. Die ART arbeitet in einem fest definierten Zeitraum von fünf Iterationen, dem *Program Increment* (PI) [3]. Die ART-Events sind dabei ähnlich den Events auf Teamebene. Zu Beginn des *Program Increments* kommen die Teams zusammen und planen das anstehende PI - die von den jeweiligen Teams umzusetzenden Aufgaben - im Rahmen eines *PI Plannings*. Die Teams definieren, welche Werte im Zuge des PI geliefert und integriert werden kann. Abhängigkeiten zwischen den einzelnen agilen Teams werden im *Program Board* visualisiert [3]. Die ART demonstriert die implementierten Lösungen nach jeder Iteration. Zu PI-Ende treffen sich alle Teams, um zu reflektieren, wie die Arbeit in folgenden *Program Increments* verbessert werden kann *(Inspect & Adapt*) [3].

Das *Lean Portfolio Management* (LPM) definiert strategische Themen und die Portfoliovision, um das Portfolio einer Organisation und somit die Bereitstellung von Lösungen im Rahmen der *Program Increments* an der Organisationsstrategie auszurichten [3]. Das LPM hilft einer Organisation die Arbeit um die Bereitstellung von Wert in Form von verschiedenen Wertströmen zu organisieren. Dabei wird jede Lösung vom LPM einzeln budgetiert [3].

C. Vor- und Nachteil des Scaled Agile Framework

SAFe ermöglicht den schnellen Entwurf einer agilen Organisation, da Rollen, Techniken und Artefakte umfassend dokumentiert sind. SAFe stellt allerdings nur einen Rahmen für den Weg zur Agilität von Organisationen dar. Die Prozessausgestaltung obliegt der jeweiligen Organisation. Dieser Aspekt muss nicht unbedingt als Nachteil verstanden werden, ihm sollte aber gewissen Aufmerksamkeit beigemessen werden. Um SAFe erfolgreich durch die Organisation weg zu implementieren müssen die Prozesse und Abläufe, die den Rahmen füllen sollen, nicht nur qualitativ, sondern in der breiten Masse verstanden sein. Organisationen können dann agil sein und auf oberster Entscheidungsebene schnell auf geänderte Rahmen- und Marktbedingungen reagieren, wenn die zu Grunde liegenden Prozesse beherrscht werden.

III. Kollaborationsmodell

A. Potentiale von Kollaborationstools

Die Digitalisierung eröffnet neue Möglichkeiten der Zusammenarbeit. Kollaborationstools ermöglichen die Verwaltung und Koordination von Arbeitsflüssen. Das ist gerade dann von großem Vorteil, wenn viele Mitarbeiter an einem Projekt beteiligt sind. Kollaborationstools unterstützen eine oder mehrere Gruppen von Mitarbeitern ein gemeinsames Projektziel zu erreichen. Die meist webbasierten Dienste haben den weiteren Vorteil, dass man nicht mehr an einen Ort gebunden ist. Kollaborationstools ermöglichen dezentrales Arbeiten und das Einbeziehen externer Mitarbeiter in den Workflow. Gerade in der Softwareentwicklung, wo nicht selten Dienstleister für die Entwicklung und die Qualitätssicherung von Software beauftragt werden, ist das unerlässlich. Kollaborationstools schaffen darüber hinaus Transparenz.

B. Portfolio SAFe mit Kollaborationstools umsetzen

Um den Softwareentwicklungsprozess im Rahmen des Portfolio SAFe vor dem Hintergrund der aktuellen Pandemiesituation umzusetzen, braucht es eine Vielzahl an kollaborativen Tools, die es ermöglichen, Arbeitsflüsse zu verwalten und die Organisationen zu unterstützen, Softwareprodukte dezentral zu entwickeln und bereitzustellen. Die Anforderungen an die Kollaborationstools sind dabei vielseitig. Im SAFe Kontext muss den Mitarbeitenden beispielsweise die Möglichkeit gegeben werden

- in Echtzeit kollaborativ an Dokumenten zu arbeiten,
- Vorgänge zu erstellen, zu bearbeiten und zu überwachen (Vorgangs- und Projektverfolgungstool),
- Softwarecode versioniert zu verwalten (Versionsverwaltungstool),
- entwickelte Software zu testen und zu deployen (Testmanagementtool und Deploymenttool) und
- sich über Fortschritte und anstehende Aufgaben auszutauschen und diese zu planen (Audio- und Videokonferenztool).

Die genannten Toolkategorien stellen die Mindestanforderungen an ein Kollaborationsmodell zur Umsetzung des Entwicklungsprozesses nach Portfolio SAFe dar.

C. Referenzmodellierung

Die Referenzmodellierung ist ein Verfahren zur Konstruktion von Informationsmodellen. Ziel eines Referenzmodells ist die Abbildung eines idealen Zustands [4]. Der Zustand ist dabei nicht einzelunternehmensspezifisch. Ein Referenzmodell ist für eine Klasse von Problembereichen, für die sich ähnliche Strukturen und Abläufe identifizieren lassen, gültig [5]. Nach Hars ist ein Referenzmodell ein nützlicher Entwurf, der für die Konstruktion weiterer spezifischerer Modelle genutzt wird [6].

Die Referenzmodellierung eignet sich zur Konstruktion eines Kollaborationsmodells im Rahmen des vorliegenden Papers aus nachstehenden Gründen:

1) Referenzmodelle stellen keine spezifischen Ausprägungen eines Sachverhaltes dar, sondern sind als Metamodelle vielseitig einsetzbar.
2) Metainformationsmodelle lassen sich leicht auf verwandte Sachverhalte anwenden. Unabhängig von der Organisation und den in der Organisation genutzten Kollaborationstools stellt das Metamodell einen Rahmen für die technische Umsetzung des

Portfolio SAFe bereit, der je nach Organisation und genutzten Tools individuell ausgestaltet werden kann.

Für die Referenzmodellierung müssen vier Dimensionen betrachtet werden.

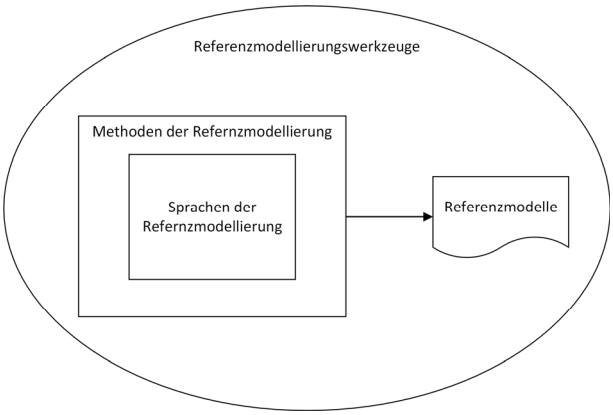


Abb.1 Dimensionen der Referenzmodellierung [8]

1) Modellierungssprache: Eine Modellierungssprache ist eine künstlich definierte Sprache mit dem Zweck, Ausschnitte aus der realen Welt zu modellieren [6]. Weit verbreitete Modellierungssprachen sind beispielsweise die *Business Process Model and Notation* (BPMN) oder die ereignisgesteuerte Prozesskette (EPK).

2) Modellierungsmethode: Die Methode beschreibt die Vorgehensweise, ein Modell durch das Anwenden einer Modellierungssprache zu erstellen.

3) Referenzmodell: Ergebnis der Anwendung einer Modellierungsmethode.

4) Modellierungswerkzeuge: „Modellierungswerkzeuge unterstützen die Konstruktion von Informationsmodellen“ [7]. Das ARIS-Toolset und Microsoft Visio sind Beispiele für Modellierungswerkzeuge.

D. Konstruktionsprozess eines Referenzmodells

Der Konstruktionsprozess beschreibt die zur Erstellung eines Referenzmodells erforderlichen Arbeitsschritte. Die Konstruktion teilt sich in vier Schritte: Problemdefinition, Entwicklung (die Konstruktion im eigentlichen Sinn) Bewertung und Pflege. Im Rahmen des vorliegenden Papers werden lediglich die Prozessschritte eins bis drei betrachtet.

1) Problemdefinition: Definition des Zielzustandes des Modellierungsprozesses [5]. Zudem ist die zu verwendende Modellierungssprache auszuwählen.

2) Entwicklung / Konstruktion: Für den definierten Zustand wird eine Modelllösung entwickelt [5].

3) Bewertung: Das konstruierte Modell muss auf seine Qualität geprüft werden. Zur Bewertung müssen Kriterien gewählt werden. Es bietet sich an, die Kriterien bereits vor Konstruktion zu definieren. So kann die Modellentwicklung entlang der Bewertungskriterien erfolgen.

Der Zielzustand des Konstruktionsprozesses ist ein Modell zur dezentralen und technischen Umsetzung des agilen Softwareentwicklungsprozesses entlang des Portfolio SAFe mit entsprechenden Kollaborationstools. Die im Zuge der Konstruktion verwendete Modellierungssprache ist die BPMN.

Um die Qualität des entwickelten Modells sicherzustellen werden die

- Allgemeingültigkeit (Modell ist für eine breite Masse nutzbar, geringer Konkretisierungsgrad),
- Wiederverwendbarkeit (einfache Anwendung durch hohen Grad an inhaltlicher Qualität) und
- Akzeptanz (Begründung von Modellierungsentscheidungen)

des Modells als Bewertungskriterien angesetzt [5]. Entlang dieser Kriterien ist das Modell entwickelt.

E. Modellkonstruktion

Das Modell soll einen geringen Konkretisierungsgrad aufweisen, um allgemeingültig zu sein und die Anwendung auf jede Organisation zu erlauben. Deshalb werden folgende Modellierungsentscheidungen getroffen:

1) Es sind keine spezifischen Toolausprägungen (zum Beispiel Microsoft Teams) im Modell dargestellt, lediglich die Tollkategorie, beispielsweise Audio- und Videokonferenztool. So wird jeder Organisation die Möglichkeit gegeben, bereits von der Organisation genutzte Tools in den Portfolio SAFe-Prozess zu integrieren oder neue Toollösungen nach spezifischen Anforderungen zu wählen.

2) Der Softwareentwicklungsprozess nach Portfolio SAFe ist auf Metaebene dargestellt. Am Prozess beteiligte Rollen finden sich grundsätzlich nicht im Modell. Lediglich das *Lean Portfolio Management* ist als Rolle verankert, um den initialen Startpunkt des Prozesses darzustellen.

3) Der Modellrahmen ist ein *Program Increment*. Die Aktivitäten beschränken sich dabei auf die Hauptevents des PI und der Iteration.

Das Referenzmodell befindet sich im Paper aus Gründen der Übersichtlichkeit dem Quellenverzeichnis nachgelagert. Die Modellierung kann wie folgt beschrieben werden: Das LPM definiert die an der Organisationsstrategie ausgerichteten Wertströme. Zur Wertschaffung sind dazu umzusetzende Vorgänge (Anforderungen) zu definieren. Obwohl im SAFe-Kontext diese Vorgänge genau benannt sind, wird im Modell lediglich auf Vorgänge referenziert. So wird Akzeptanz geschaffen, da jede Organisation im Zuge von SAFe gegebenenfalls Vorgänge unterschiedlich benennt. Vorgänge sind mit einem Vorgangsverwaltungstool zu erfassen und zu verwalten. Wertströme werden in kleinere, umsetzbare Vorgänge heruntergebrochen. Ein Vorgang auf Teamebene könnte beispielsweise einer *Story* entsprechen.

Vorgänge sind nach Erfassung für die Umsetzung auszuwählen und aufzuplanen. Zur Planung des *Program Increments* kommen die Teams der ART zum *PI Planning* zusammen. *Plannings* sind optimalerweise in einem Audio- und Videokonferenztool abzuhalten. Ergebnisse des *PI Plannings* sind in einem Wikisystem zu dokumentieren. Im

Anschluss an das *PI Planning* planen die einzelnen Teams ihre Iterationen. Ein PI besteht aus vier Iterationen. Nach erfolgtem *Planning* beginnt die Entwicklung mit der Umsetzung der Vorgänge. Entwickelter Softwarecode wird verwaltet, deployt und vom Test geprüft. In der agilen Entwicklung werden Entwicklung und Test unterschiedlicher Vorgänge parallelisiert. Diese Vorgänge werden im Modell zur Übersichtlichkeit in Serie modelliert. Sind die umzusetzenden Vorgänge abgeschlossen (entwickelt, deployt und getestet), werden die Iterationsergebnisse im *Review* vorgestellt. Wie die anderen PI- und Iterationsevents wird das *Review* als Konferenz im entsprechenden Tool umgesetzt. Auf das *Review* folgt die Retrospektive ebenda. Ergebnisse und Findings der Retrospektive, wie der Entwicklungsprozess und Arbeitsablauf gegebenenfalls verbessert werden kann, sollten dokumentiert werden. Dazu empfiehlt sich ein Wikisystem.

Sind vier Entwicklungsiterationen abgeschlossen, folgt die *System Demo*. Alle zu einer Iteration gehörenden Aktivitäten sind im Modell logisch gruppiert (gestrichelter Kasten). Die parallelen, horizontalen Striche am unteren Rand der Gruppierung geben die sequentielle Mehrfachausführung der Iteration an. Auf die *System Demo* folgt der *Inspect & Adapt*-Workshop der ART. Findings zu Verbesserungen der Arbeitsweise der ART sind festzuhalten.

Der Integrationstest aller von den einzelnen Teams gelieferten Softwareteile im Rahmen des PI ist im Modell nicht abgebildet. Unabhängig von der Modellierung sind die Aktivitäten des Integrationstests in einem Testmanagementtool umzusetzen.

Der Konstruktionsprozess (im Rahmen des Papers reduziert auf die Schritte eins bis drei) ist mit einer Bewertung abzuschließen. Das Referenzmodell kann in Hinblick auf die in Abschnitt D definierten Kriterien wie folgt bewertet werden:

1) Das Modell weist einen geringen Grad an Konkretisierung auf und ist daher allgemeingültig. Vorgänge werden nicht genauer spezifiziert. So können die in den jeweiligen Organisationen etablierten Terminologien genutzt werden.

2) Die inhaltliche Qualität des Modells ist hoch einzuschätzen. Alle wesentlichen SAFe-Events sind abgebildet, Das Referenzmodell ist wiederverwendbar. Dazu trägt auch das Metamodell an sich bei.

3) Dar Akzeptanz des Modells steht nichts entgegen. Modellierungsentscheidungen sind im vorangegangenen Text und teilweise auch im Modell selbst ausreichend begründet.

IV. MARKTANALYSE

Die Marktanalyse betrachtet Kollaborationstools, die aufgrund ihrer Funktionalitäten in einen agilen Softwareentwicklungsprozess integriert werden können, um vor dem Hintergrund der aktuellen Coronavirus-Pandemie Softwareentwicklungsprojekte zu unterstützen und dezentral zu ermöglichen. Bei der Wahl der Kollaborationsmöglichkeiten werden in diesem Paper (analog zum konstruierten Modell) keine Einzellösungen in den Bereichen Echtzeit-Chat (zum Beispiel Slack), Audio- und Videokonferenztools wie Zoom, Kollaborationstools zur Dokumentenverwaltung (beispielsweise Office 365), Wissensdatenbanken wie Confluence, Datenaustauschdienste (Dropbox) oder Projektmanagementsoftware wie zum Beispiel Trello betrachtet. Vielmehr wird zu etwaigen Kollaborationsplattformen tendiert, die neben einem Set an Grundfunktionalitäten die Möglichkeit bieten, externe Kollaborationslösungen zu integrieren. Vorteil der Kollaborationsplattformen ist, dass die Organisation universell kollaborieren kann. Das bedeutet, dass alle Kommunikationsprozesse, Projektfortschritte und die zugehörigen Daten und Dateien an einem zentralen Ort verfügbar und gespeichert sind. Der Softwareentwicklungsprozess profitiert dadurch von einem einfachen und transparenten Informationsaustausch.

In der folgenden Tabelle (Tab.1) werden drei am Markt weit verbreitetet Kollaborationsplattformen in Hinblick auf ihre Funktionalitäten betrachtet.. Als Kollaborationsplattformen wurden Monday.com, Hive und Asana ausgewählt. Alle Plattformen bieten unzählige Möglichkeiten externe Kollaborationstools zu integrieren. Dieser Fakt unterstützt die Anpassbarkeit des konstruierten Referenzmodells.

Funktionalität	**Kollaborationsplattform**		
	monday.com	***Hive***	***Asana***
Vorgangs-/Projektverfolgung	x	x	x
Audio-/Videokonferenzen	x	x	x
Versionsverwaltung	x		x
Deployment			x
Testmanagement	x	x	x
Wiki	x	x	x

Tab.1 Kollaborationsplattformen und Funktionalitäten

Monday.com entspricht einem Kollaborations- und Taskmanagementtool. Das Tool wurde im Jahr 2019 mit dem *Webby Award* für Produktivitätsplattformen ausgezeichnet und zählt zu den renommiertesten Lösungen im Bereich Kollaboration. Monday.com bietet eine Taskmanagement-Oberfläche und ermöglicht die Verwaltung von Projekten. Filemanagement ist ebenfalls Teil des Funktionsumfangs. Die Plattform bietet die Möglichkeit externe Tools für Videokonferenzen, die Versionsverwaltung von Code und das Testmanagement zu integrieren [9]. Mit einem monatlichen Nutzungspreis von 79 Euro je fünf User liegt Monday.com im mittleren Preissegment [10].

Hive wird von namhaften Unternehmen wie Starbucks, Uber oder IBM für die tägliche Kollaboration von Teams genutzt. Der Funktionsumfang und die Integrationsmöglichkeiten von Hive sind mit denen von Monday.com vergleichbar [9]. Hive liegt mit 88,50 Euro monatlichem Nutzungspreis aber über dem Konkurrenten [11].

Asana bietet seinen Nutzer Taskmanagement im Kanban-Style. Der Funktionsumfang umfasst zudem Messaging, Filemanagement und ein individuell anpassbares Dashboard [9]. Integriert werden können Einzellösungen wie Microsoft Teams, Jira, Slack, Gmail und Google Drive [12]. Der monatliche Nutzungspreis liegt bei 54,95 Euro je fünf User [13].

Fazit: Asana besticht nicht nur durch den günstigsten Preis. Auch der Funktionsumfang und die umfassenden Integrationsmöglichkeiten sind ein Pluspunkt. Für die technische Umsetzung des agilen Softwareentwicklungsprozesses nach Portfolio SAFe ist Asana daher erste Wahl. Die Vorgangsverwaltung ist im Kanban-Style möglich. Für Audio- und Videokonferenzen kann beispielsweise Microsoft Teams integriert werden. Auch das Testmanagement (durch Integration von Jira Add-Ins) und die Versionsverwaltung von Softwarecode können auf der Asana-Plattform umgesetzt werden.

Asana ist vor dem Hintergrund eine Pandemiesituation und der damit verbundenen Herausforderung eines dezentralen und technisch unterstützen Softwareentwicklungsprozesses als Kollaborationsplattform zu empfehlen.

V. Fazit

A. Zusammenfassung

In der Einleitung wurden Fragen formuliert, die im Rahmen des Papers thematisiert wurden. Nachstehend werden die Fragen abschließend beantwortet.

Wie kann agile Softwareentwicklung in großen Organisationen skaliert werden?

Um Agilität, die vor allem in kleinen Entwicklungsteams einer Größe von fünf bis elf Personen anzutreffen ist, auf große Organisationsstrukturen zu skalieren, hat sich in den letzten Jahren das *Scaled Agile Framework* (SAFe) entwickelt. SAFe bietet Organisationen einen Prozessrahmen auf dem Weg zur *Business Agility*. Die populärste der SAFe-Varianten ist die Portfoliokonfiguration.

Wie kann ein Kollaborationsmodell für die dezentrale Softwareentwicklung nach Portfolio SAFe gestaltet werden, damit es auf unterschiedliche Organisationsstrukturen und -abläufe angepasst und angewendet werden kann?

Um Modelle allgemeingültig und anpassbar zu gestalten kennt die Wissenschaft die Methode der Referenzmodellierung. Die Referenzmodellierung ist ein Konstruktionsverfahren für Informationsmodelle, die für einen bestimmten Problemkontext angewendet werden können. Referenzmodelle visualisieren keine Einzellösungen, vielmehr bilden sie den Lösungsrahmen ab, den Anwender unabhängig von jeweiligen Voraussetzungen und Vorgaben individuell ausgestalten können.

Welche Kollaborationstools können in einer Organisation eingesetzt werden, um den agilen Softwareentwicklungsprozess bestmöglich zu unterstützen?

Am Markt ist eine Vielzahl von Kollaborationstools mit den unterschiedlichsten Funktionalitäten verfügbar. Diese Tools sind aber zumeist Einzellösungen mit bestimmten Schwerpunkten wie beispielsweise Microsoft Teams für Audio- und Videokonferenzen oder Atlassians Jira zur Projekt- und Vorgangsverwaltung. Um eine Kombination vieler Einzeltools und somit erhebliche Installations-, Wartungs- und monetäre Aufwände zu verhindern, bietet es sich an eine Kollaborationsplattform zu nutzen. Zu den bekanntesten und weit verbreitetsten am Markt gehören Monday.com, Hive und Asana. Alle drei Kollaborationsplattformen bieten einen großen Funktionsumfang und zusätzlich die Möglichkeit, etwaige bereits von der jeweiligen Organisation genutzte Einzellösungen zu integrieren. Asana ist auf Grund des Preis-Leistungsverhältnisses und dem größten Angebot an Integrationsmöglichkeiten zu empfehlen, um Softwareentwicklung im Portfolio SAFe-Kontext schlank, transparent und effektiv zu gestalten.

B. Reflexion

Das Referenzmodell bildet den Entwicklungsprozess nach Portfolio SAFe aus ausreichender Flughöhe ab. Der Prozess ist infolge auf die wesentlichen SAFe-Events und -Aktivitäten reduziert. Das Kollaborationsmodell fokussiert auf die technische Umsetzung und nicht auf die dahinterliegenden Prozesse. Um SAFe erfolgreich technisch mit verschiedenen Kollaborationstools umzusetzen, müssen die Prozesse und Abläufe im SAFe-Kontext verstanden sein, vollständig implementiert und von der Organisation beherrscht werden. Auch eine Vielzahl an kollaborativen Tools kann mangelndem Prozessverständnis nicht entgegenwirken.

Im Zuge der Modellkonstruktion wurde der Schritt der Pflege nicht durchgeführt, da eine Pflege ohne operativen Einsatz des Modells nicht möglich ist. Erfahrungen aus der Praxis, die zur Pflege erforderlich sind, liegen nicht vor. Ob ein Modell für die ihm zugrundeliegende Problemstellung geeignet ist, entscheidet sich zudem ebenfalls erst beim praktischen Einsatz.

Als Ausblick lässt sich Folgendes festhalten: Das Kollaborationsmodell muss durch die praktische Umsetzung in Organisationen bewertet und kontinuierlich verbessert werden.

Quellenverzeichnis

[1] B.Pauly, "Homeoffice in Zeiten der Coronapandemie", 2020 [Online]. Verfügbar: https://www.bitkom.org/Themen/Corona/Homeoffice-in-Zeiten-der-Corona-Pandemie. Abruf: 10.07.2020

[2] Digital.ai, "14th Annual State of Agile Report", 2020 [Online]. Verfügbar: https://stateofagile.com/#ufh-i-615706098-14th-annual-state-of-agile-report/7027494. Abruf: 25.06.2020

[3] C.Mathis, *SAFe, Das Scaled Agile Framework*. Heidelberg: dpunkt.verlag, 2018

[4] P.Fettke, P.Loos, „Referenzmodellierungsforschung", 2004 [Online]. Verfügbar: https://www.uni-saarland.de/fileadmin/user_upload/Professoren/fr13_ProfLoos/isym_paper_016.pdf. Abruf: 28.06.2020

[5] A.Schwegmann, *Objektorientierte Referenzmodellierung, Theoretische Grundlagen und praktische Anwendung*. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag, 1999

[6] R.Schütte, *Grundsätze ordnungsmäßiger Referenzmodellierung, Konstruktion konfigurations- und anpassungsorientierter Modelle*. Wiesbaden: Gabler Verlag, 1998

[7] G.Engels, "Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik", 2014 [Online]. Verfügbar: https://www.en-zyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/wi-enzyklopaedie/lexikon/technologien-methoden/Sprache/Modellierungssprache. Abruf: 12.07.2020

[8] S.Strahinger, *Business Engineering*. Heidelberg: dpunkt.verlag, 2005

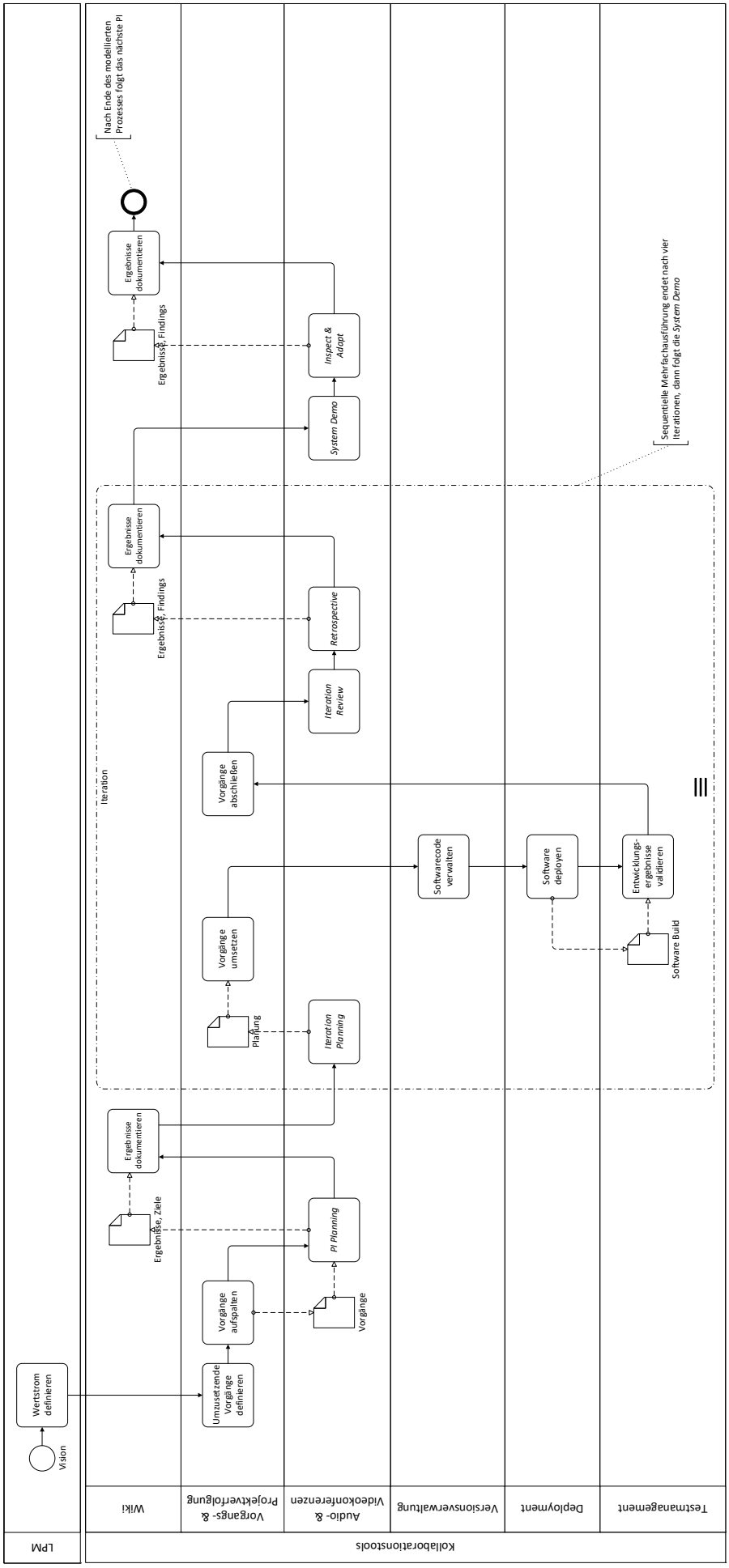
[9] B.Aston, "10 Online Collaboration Tools zur Effizienzsteigerung deines Projekts", 2020 [Online]. Verfügbar: https://thedigitalprojectmanager.com/de/10-online-kollaborationstools/. Abruf: 01.07.2020

[10] monday.com , "Preisgestaltung", 2020 [Online]. Verfügbar: https://monday.com/lang/de/pricing/. Abruf: 28.06.2020

[11] Hive, „Pricing", 2020 [Online]. Verfügbar: https://hive.com/pricing/. Abruf: 28.06.2020

[12] Asana, „App Integrationen", 2020 [Online]. Verfügbar: https://asana.com/de/apps. Abruf: 28.06.2020

[13] Asana, „Preise", 2020 [Online]. Verfügbar: https://asana.com/de/pricing. Abruf: 28.06.2020


LPM
Kollaborationstools
Wiki
Vorgangs- & Projektverfolgung
Audio- & Videokonferenzen
Versionsverwaltung
Deployment
Testmanagement
Vision
Wertstrom definieren
Umzusetzende Vorgänge definieren
Vorgänge aufspalten
Ergebnisse, Ziele
Ergebnisse dokumentieren
PI Planning
Vorgänge
Iteration
Planung
Vorgänge umsetzen
Iteration Planning
Vorgänge abschließen
Softwarecode verwalten
Software deploy en
Entwicklungs-ergebnisse validieren
Software Build
Iteration Review
Retrospective
Ergebnisse, Findings
Ergebnisse dokumentieren
System Demo
Inspect & Adapt
Ergebnisse, Findings
Ergebnisse dokumentieren
Nach Ende des modellierten Prozesses folgt das nächste PI
Sequentielle Mehrfachausführung endet nach vier Iterationen, dann folgt die System Demo

Potenzial von Kollaborationswerkzeugen in einer pandemischen Krise

Robin Hettich
Landesbausparkasse Südwest
Stuttgart
hettich.robin@web.de

Ben Wanja Kupper
Landesbausparkasse Südwest
Stuttgart
ben.kupper93@gmail.com

Nicolas Wirth
Finanz-Informatik Solutions Plus GmbH
Fellbach
nicolas.wirth@web.de

***Abstract*—Diese Ausarbeitung beschäftigt sich mit dem Potenzial von Kollaborationswerkzeugen in pandemischen Krisen. Dabei soll anhand des Portfolio SAFe Modells ein geeignetes Kollaborationsmodell zur Umsetzung definiert werden.**

I. Ausgangssituation

In Zeiten der aktuell herrschenden Covid-19 Krise stehen Unternehmen, neben finanziellen, auch vor organisatorischen Herausforderungen. So wurden unter anderem zahlreiche Messen, Veranstaltungen und Festivals abgesagt. Darüber hinaus erleidet die Reise- und Tourismusbranche einen starken Rückgang. Am Beispiel der Automobilbranche können die Auswirkungen einer globalen Pandemie aufgezeigt werden. Die Produktion wurde gestoppt, Just-in-time Verträge wurden gekündigt oder ausgesetzt und an eine Weiterentwicklung von Produkten ist, auch wegen der räumlichen Distanz der Entwicklungsteams, nicht zu denken. Aufgrund der Covid-19-Krise ist die Zahl der Mitarbeiter im Homeoffice stark gestiegen, was unter anderem eine Herausforderung für agile Softwareprojekte darstellt.

An dieser Stelle setzt diese Ausarbeitung an. Es wird analysiert, wie das SAFe Portfolio Framework auf eine verteilte Arbeit mit Kollaborations- und Kommunikations-tools anwendbar ist. Dazu werden geeignete Tools recherchiert, deren Stärken und Schwächen anhand vordefinierter Kriterien ermittelt und abschließend ein Modell erstellt, welches diese Tools in den Program Increment (PI) Prozess einbindet. Dies geschieht an einem selbstgewählten Beispiel, an dem sich Softwareprojekte jeglicher Branchen orientieren können, sodass die Arbeit, auch während einer Pandemie, weiter vorangetrieben werden kann.

Der Aufbau dieser Ausarbeitung wird nachfolgend beschrieben. In Abschnitt II wird das SAFe (Portfolio) Framework mit seinen Vor- und Nachteilen beschrieben. Außerdem werden Alternativen hierzu erläutert, sodass SAFe im Kontext gesehen werden kann. In Abschnitt III wird auf verschiedene Tools zur Unterstützung von SAFe eingegangen. Dabei werden im ersten Schritt einige Kriterien ermittelt und beschrieben, anhand derer eine passende Auswahl erfolgen kann. Anschließend wird eine Vielzahl von Tools mit Hilfe der Kriterien miteinander verglichen und eine Entscheidung für ein oder mehrere Tools begründet. Abschnitt IV beschäftigt sich mit der Erstellung eines Kollaborationsmodells. Dabei wird ein PI des SAFe Portfolio Modells mit Hilfe der Ereignisgesteuerten Prozesskette (EPK) dargestellt. Abschließend beschäftigt sich Abschnitt V mit der Zusammenfassung und dem Ausblick der Ausarbeitung.

II. SAFe Portfolio

A. *Was ist SAFe Portfolio?*

SAFe steht für „Scaled Agile Framework“ und ist eine Online-Wissensdatenbank. In ihr sind bewährte und integrierte Prinzipien, Praktiken und Kompetenzen zur Implementierung von DevOps, Lean und Agile in großen Organisationsstrukturen enthalten. Es wurde 2011 von Dean Leffingwell kreiert und seitdem regelmäßig weiterentwickelt.[1]

Konfigurierbar und skalierbar, erlaubt SAFe jeder Organisation, das Framework an die eigenen Geschäftsanforderungen anzupassen. Mit vier unterschiedlichen Konfigurationen unterstützt SAFe das gesamte Spektrum von Lösungen. Diese beinhalten Lösungen, die eine kleine Anzahl von Teams erfordern, bis hin zu komplexen Systemen, die Hunderte oder sogar Tausende von Mitarbeitern.

SAFe Portfolio besteht dabei aus Essential und Portfolio.

Essential SAFe ist der Baustein für alle anderen Konfigurationen und stellt den Ausgangspunkt für eine Implementierung dar. Es liefert die Kernkompetenzen von Lean-Agile Leadership, Team- und technische Agilität sowie Agile Product Delivery für das Unternehmen.[2]

Portfolio SAFe umfasst die Kompetenz Lean Portfolio Management sodass die Portfolioausführung an der Unternehmensstrategie ausgerichtet werden kann. Diese Konfiguration organisiert auch die Entwicklung rund um den Wertfluss durch einen oder mehrere Wertströme. Darüber hinaus ist Portfolio SAFe die einfachste Konfiguration, mit der Unternehmen ihre geschäftliche Agilität erreichen können.[3] Durch die Bereitstellung der grundlegenden Budgetierungs- und notwendigen Governance-Mechanismen, einschließlich Lean Budget, trägt sie dazu bei, sicherzustellen, dass die Wertströme auf den Aufbau mit dem entsprechenden Investitionsniveau für diese Lösungen ausgerichtet sind, damit das Portfolio seine strategischen Ziele erreichen kann.

Die Highlights von Portfolio SAFe bestehen aus folgenden Kernkompetenzen:[4]

- **Wertströme:** Jeder Entwicklungswertstrom muss die Mitarbeiter und Ressourcen unterstützen, die für den Aufbau von Lösungen erforderlich sind und dem Unternehmen oder dem Kunden einen Mehrwert bieten.
- **Schlanke Budgets**: Eine schlanke Budgetierung ermöglicht eine schnelle und fundierte Entscheidungsfindung, wobei eine angemessene Finanzkontrolle und Rechenschaftspflicht durch Leitplanken gewährleistet wird.

- **Portfolio-Kanban**: Das Portfolio-Kanban-System macht die Arbeit sichtbar und schafft Grenzen für Work-in-Process, um sicherzustellen, dass die Nachfrage mit der tatsächlichen Kapazität der Wertströme und Agile Release Trains (ARTs) abgestimmt ist.

- **Portfolio-Vision:** Die Portfolio-Vision ist eine Beschreibung des zukünftigen Zustands der Wertströme und Lösungen eines Portfolios und beschreibt, wie diese zusammenarbeiten werden, um die Ziele des Portfolios und das übergeordnete Unternehmensziel zu erreichen.

Auf Programmebene werden in SAFe ARTs gebildet, die bestimmte Produkt- oder Geschäftsbereiche abdecken. Sie werden gebildet, um ein Systemdenken zu entwickeln und eine funktionsübergreifende Organisation aufzubauen. Die Anzahl der Teams und Mitarbeiter ist flexibel gestaltet, um den Wertfluss von der ersten Idee bis zur Veröffentlichung zu maximieren. Die ARTs schaffen auch eine Kadenz und Synchronisation der Teams, die mit Scrum oder Kanban während einer Vier-Sprint-Periode arbeiten. Dies wird als PI bezeichnet. Zwischen den PIs treffen sich die Teams der einzelnen ARTs, die oft mehr als 100 Personen umfassen, um ihre PI-Planung durchzuführen, Aufgaben aus dem Auftragsbestand zu übernehmen und Ziele für die bevorstehenden PIs festzulegen.[3]

B. Welche Vor- und Nachteile bietet SAFe?

Ein Vorteil von SAFe ist, dass es detaillierte Anleitungen und Vorgaben mit sich bringt, um großen Unternehmen und Organisationen, die noch nicht agil sind, die Chance bietet agile Strukturen zu festigen. Hierzu gehört auch, dass SAFe umfangreich beschreibt, wie der Prozess aussehen muss. Zusätzlich liefert das Framework einige Rollen, die zur Orientierung am Prozess dienen. Darüber hinaus unterstützt das Framework komplexe Systeme mit einer hohen Anzahl von Teams und vielen Abhängigkeiten untereinander.[5]

Ein Nachteil von SAFe kann sein, dass es zur Inflexibilität tendiert. Dies geschieht durch die Vielzahl an Rollen und Abhängigkeiten. Darüber hinaus steht die Agilität der hierarchischen Struktur gegenüber. Bei mangelnder Kontrolle kann es zu Problemen hinsichtlich der Abstimmung der einzelnen Teams und derer Produkte kommen. Dabei muss beachtet werden, dass das strategische Gesamtziel erreicht wird.[6]

C. Alternativen zu SAFe Portfolio

LeSS:[6][8] Unter LeSS wird Scrum verstanden, welches bei groß angelegten Entwicklungsprojekten angewandt wird. LeSS geht davon aus, dass die Bereitstellung zu viele Regeln, Rollen und Objekte vorsieht. Es schlägt vor, den Skalierungsrahmen minimalistisch zu halten, um den Erfolg voranzutreiben. Das LeSS Framework ist in 2 Stufen unterteilt: reguläres LeSS für 2-8 Teams und LeSS-Huge für Projekte ab 8 Teams. LeSS-Teams folgen den typischen Regeln von Agile, wobei die Mitglieder die gesamte Zeit im selben Team verbringen. Bei LeSS spielt das Management eine geringere Rolle. Der Product Owner gibt die Richtung des Teams vor, während das Team bestimmt, wie es die Wünsche des Product Owners erfüllt. Das Schlüsselprinzip des LeSS-Frameworks ist, dass man Agile nicht erfolgreich auf die Organisation skalieren kann, wenn man die Prinzipien nicht zuerst korrekt befolgt.

Spotify:[7][8] Spotify ist ein menschengetriebener, autonomer Rahmen für die Skalierung von Agile. Es betont die Bedeutung der Kultur und der Netzwerke. Spotify verwendet Tribes, Squads, Chapter und Guilds. Die Grundlage des Frameworks ist das Squad, welches mit einem Scrum-Team vergleichbar ist. Das Squad organisiert sich selbst und bestimmt die beste Arbeitsweise, von Scrum-Sprints über Kanban bis hin zu einem hybriden Ansatz. Das Squad ist auf ein einziges Produkt und ein einziges Projekt ausgerichtet. Ein Product Owner priorisiert und verwaltet die Roadmap für das Squad, während ein agiler Coach mit ihm zusammenarbeitet, um die Transformation zu beschleunigen und Hindernisse zu beseitigen. Ein Tribe ist eine Gruppe von Squads, die an einem gemeinsamen Gebiet arbeitet. Der Tribe ist zusammen mit den Squads angesiedelt und auf 100 Personen begrenzt. Die Chapter sind Teil eines Squad und bestehen aus einer Gruppe von Teammitgliedern, die über dieselbe Expertise verfügen und zusammenarbeiten. Den Abschluss bilden die Guilds, die eine Gruppe von Menschen mit demselben Fachwissen und gemeinsamen Interessen darstellen.

III. TOOLS ZUR UNTERSTÜTZUNG VON SAFE

Nachdem im vorherigen Abschnitt ein Überblick über das SAFe-Portfoliomodell geschaffen wurde, befasst sich dieser Abschnitt mit der Unterstützung dieses Modells durch entsprechende Tools.

A. Kriterien für die Auswahl

Um eine möglichst passende Auswahl an Tools treffen zu können, werden folgende vier Hauptkriterien bestimmt:

1. Darstellung agiler Muster
2. Unterstützung von SAFe-Strukturen
3. Support
4. Kommunikation

Tabelle 1: Beschreibung der Kriterien

Name des Kriteriums	**Beschreibung des Kriteriums**
Darstellung agiler Muster	
Scrum	Integration von Scrum-Methoden in das Tool
Kanban	Integration von Kanban-Methoden in das Tool
Lean	Integration von Lean-Methoden in das Tool
DevOps	Integration von DevOps-Methoden in das Tool
Unterstützung von SAFe Strukturen	
Portfolio Management	Unterstützung von Portfolio-Management
Projekt Management	Unterstützung von Projekt-Management.
Aufgaben Management	Unterstützung von Aufgaben-Management
Epics	Unterstützung von Epics

Support	
Schulungen	Möglichkeit der Weiterbildung über Schulungen
Support	Möglichkeit bei Problemen einen kostenlosen Support zu kontaktieren
Kommunikation	
Chatfunktion	Unterstützung einer Chatfunktion
Virtuelle Meetings	Unterstützung von virtuellen Meetings über Video und Telefon
Dokumentation der Meetings	Möglichkeit besprochene Inhalte in Meetings zu dokumentieren
Kommentarfunktion bei Aufgaben / Projekten	Möglichkeit Kommentare zu Aufgaben und Projekten abzugeben

Innerhalb dieser Hauptkriterien werden jeweils maximal vier Unterkriterien gebündelt, die bei der Bewertung der Tools unterstützen. In der folgenden Tabelle werden die Kriterien übersichtlich dargestellt und erläutert.

B. Auswahl und Begründung der Tools

Die unter Punkt A erläuterten Kriterien stellen eine zentrale Rolle in der Auswahl der Tools dar. Bei der Durchführung der Fallstudie (siehe Tabelle II) wurden Informationen nach den genannten Kriterien für die sieben ausgewählten Tools herausgearbeitet und gegenübergestellt.

Tabelle 2: Gegenüberstellung der Tools

Kriterium	Unterkriterium	Jira Align	Target-process	Asana	Azure DevOps	Miro	Zoom meetings	Slack
Darstellung agiler Muster	**Kanban**	x	x	x	x	x		
	Scrum	x	x	x	x	x		
	Lean	x	x					
	DevOps	x	x		x			
Unterstützung von SAFe Strukturen	**Portfolio Management**	x	x	x	x	x		
	Projekt Management	x	x	x	x	x		
	Aufgaben Management	x	x	x	x	x		
	Epics	x	x	x	x	x		
Kommunikation	**Chatfunktion**					x	x	x
	Virtuelle Meetings					x	x	x
	Dokumentation der Meetings					x	x	x
	Kommentarfunktion bei Aufgaben	x	x	x	x	x		
Support	**Schulung**	Online	Online	Online	Online	Online		Online
	Support	x	x	x	x	x	x	x

Dabei handelt es sich um Enterprise Agile Planning (EAP)- und Kollaborations-Tools. Hierbei wurde ein besonderes Augenmerk auf die Kriterien für die SAFe Kompatibilität und die Kommunikationsfunktionen gelegt. Im Aspekt des verteilten Arbeitens (beispielsweise im Home-Office) in großen Softwareentwicklungsprojekten gilt vor allem letzterer Aspekt als essenziell.

Ein EAP-Tool soll bei der operativen Umsetzung die Strukturen des agile Enterprise-Frameworks SAFe aufstellen können und somit das Zusammenarbeiten von unabhängigen

Teams verknüpfen und leiten. Weiterhin soll betrachtet werden, dass durch ein Tool, bzw. durch die Ergänzung eines weiteren Tools, Funktionen zur Verfügung stehen, um beispielsweise in pandemischen Krisen verteilt arbeiten zu können.[9]

Insgesamt wurden vier EAP-Tools genauer betrachtet. Darunter fällt Jira Align von Atlassian, Targetprocess vom gleichnamigen Hersteller, Agile & Scrum von Asana sowie Azure DevOps von Microsoft. Die Tools, die die Darstellung der agilen Muster und Funktionen und die Unterstützung von SAFe Strukturen vollumfänglich erfüllen, sind Jira Align und Targetprocess.

Alle vier Tools bieten eine vollständige SAFe Kompatibilität, die sich mit den Funktionen des Portfolio-, Projekt- und Aufgaben- Management sowie dem Aufstellen und Aufzeigen von Epics kennzeichnen. Jira Align und Targetprocess sind fähig, die Prozesse nach der Darstellung von agilen Mustern und Funktionen wie Kanban, Scrum und Lean, sowie unter der Berücksichtigung von entsprechenden Add-Ons, den Prozessverbesserungs-Ansatz DevOps zu betreiben.[10][11] Asana Agile & Scrum und Azure DevOps unterstützen hingegen die Funktion Lean nicht. Bei Asana Agile & Scrum kommt die Inkompatibilität von DevOps hinzu.[12] Deshalb eignen sich Asana Agile & Scrum und Azure DevOps nur beschränkt für den Einsatz als vollständiges EAP-Tool.

Jira Align hebt sich dagegen durch die umfangreichen Add-Ons ab, die eine hervorragende Integrationsmöglichkeit zu anderen Anwendungen bieten. Jira Align verfügt über eine moderne und einfache Bedienung sowie durch die anerkannte Etablierung am Markt. Diese spiegelt sich in einem umfangreichen Drittanbieter-Marktplatz für Add-Ons sowie Schulung und Support eigener sowie fremder Dienstleistung wider.[13][14] Auch Targetprocess bietet zahlreiche Add-Ons für die Erweiterung der Funktionen und Integration anderer Anwendung an. Zusätzlich bietet auch Targetprocess Online Schulungen und Support an.[15]

Jira Align und Targetprocess erfüllen nicht eigenständig alle Kriterien, die in Tabelle I dargestellt sind. So existieren in der Kategorie „Kommunikation“ Funktionen, die nicht abgedeckt werden. Hierfür wurden die Kollaborations-Tools Miro, Zoom Meeting und Slack genauer betrachtet, die als zusätzliche Software die Kommunikationsfunktionen erfüllen sollen. Alle genannten Tools bieten Funktionen wie Chatfunktionen, Virtuelle Meetings und Dokumentation der Meetings. Miro bietet als einziges der drei Tools die Kommentarfunktion bei Aufgaben. Darüber hinaus bieten die genannten Tools eine Jira Align Integration an, womit sich die Zusammenarbeit und die Informationen der EAP- und Kollaborations-Tools verbinden lassen. Auch Targetprocess stellt Add-Ons für die Integration für Miro und Slack zur Verfügung. Jedoch existiert kein Add-On für die Integration für die Anwendung Zoom Meeting.[16] Die Hersteller von Slack und Miro stellen für ihre Anwendungen verschiedene Erweiterungen bereit. Dadurch ist es möglich, diese Kollaboration Tools durch nützliche Funktionen (Video-Chat, Abstimmungen, etc.) zu erweitern.[17][18]

Miro stellt kein reines Kommunikationstool dar, da es Funktionen bietet, die den Kollaborationstools zuzuordnen sind. Diese Anwendung wird im weiteren Verlauf nicht mehr betrachtet, da es zu Redundanzen bezüglich der Funktionen kommt.

Aus der Analyse und der dargestellten Tabelle ergeben sich nun vier offensichtliche Möglichkeiten, um alle Kriterien zu erfüllen:

1. Jira Align und Zoom Meetings
2. Jira Align und Slack
3. Targetprocess und Zoom Meetings
4. Targetprocess und Slack

Im nächsten Schritt muss das Zusammenspiel der Anwendungen innerhalb der vier beschriebenen Optionen untersucht werden. Dies garantiert, dass die Tools nicht nur die Kriterien erfüllen, sondern auch zusammen verwendet werden können und miteinander kooperieren. Hierfür wurden Empfehlungen für Erweiterungstools auf den jeweiligen Webseiten herangezogen. Durch diesen Schritt können die Alternativen 3 und 4 ausgeschlossen werden. Targetprocess bietet weder eine Integration von Zoom Meetings noch von Slack.[19] Jira hingegen erlaubt die Integration beider Tools.[20][21] Dadurch wurde die Auswahl auf die Alternativen 1 und 2 reduziert.

Die Integration von Zoom Meetings in Jira legt den Fokus allerdings auf den Jira Service Desk.[21] Dies bedeutet, dass die Funktionen nicht auf die Kommunikation innerhalb eines Entwicklungsteams spezialisiert sind. Slack hingegen ist durch die Erleichterung der Kommunikation innerhalb von Entwicklungsteams bekannt geworden. Bei der Integration von Slack in Jira handelt es sich eigentlich um eine Integration von Jira in Slack.[20] Das bedeutet, dass nach der Integration die Funktionen von Jira in Slack zur Verfügung stehen. Dadurch muss die Webapplikation von Jira nur noch in Sonderfällen geöffnet werden. Alltägliche Aufgaben wie Kommentieren von Aufgaben und Projekten, das Anlegen von Aufgaben und eine Übersicht über die noch zu erledigenden Aufgaben eines Mitarbeiters können direkt über die Slack-Applikation erledigt werden.[20] Demnach empfiehlt diese Ausarbeitung den Einsatz von Jira und Slack, um ein verteiltes Arbeiten von Entwicklungsteams mittels des SAFe-Frameworks zu realisieren und zu optimieren.

IV. Erstellung eines Kollaborationsmodells nach EPK

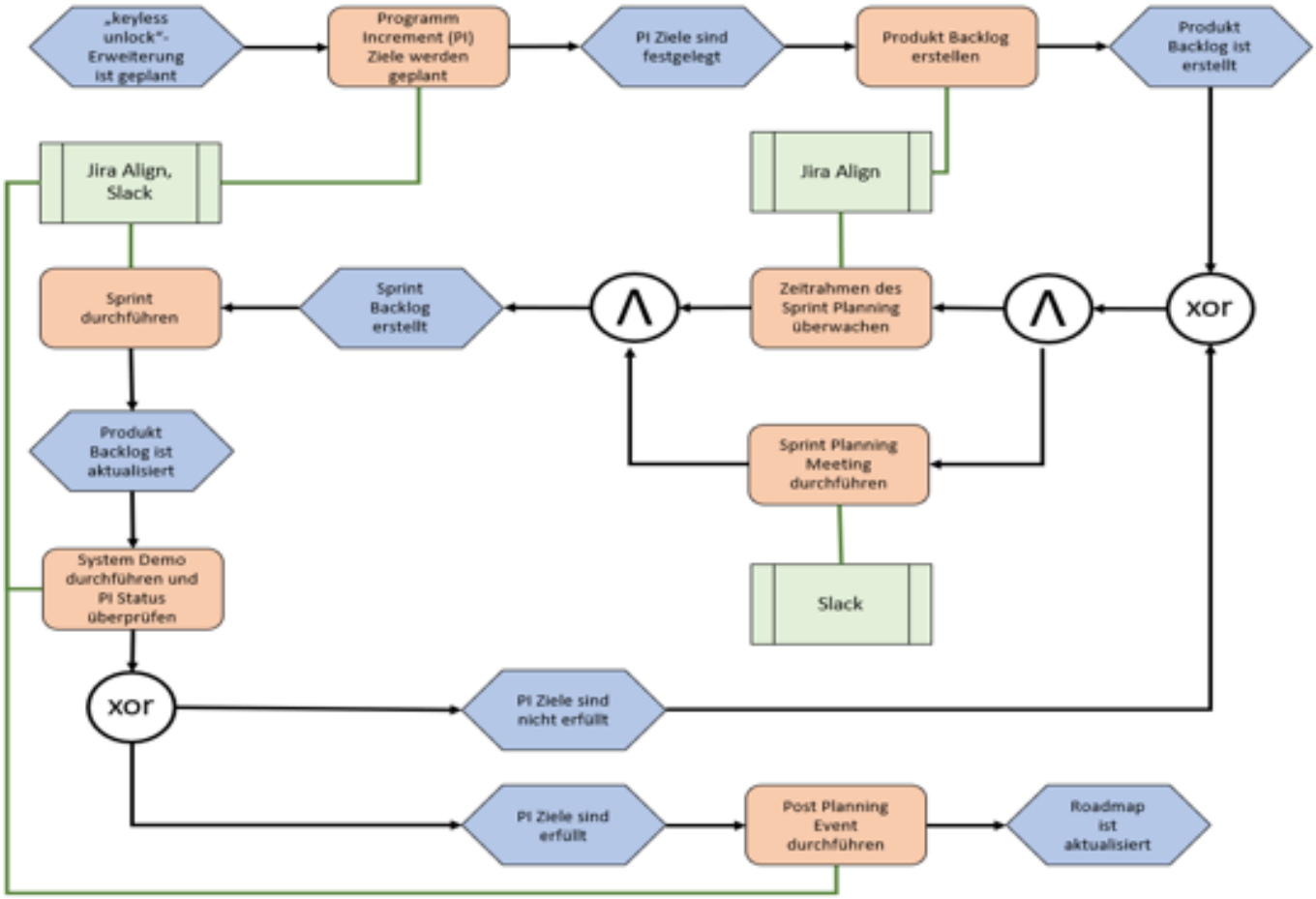
Abbildung 1 beschreibt einen mittels der EPK-Notation dargestellten Prozess. Er bildet ein PI der Entwicklung einer „keyless unlock“-Funktion ab. Diese Funktion ermöglicht es dem Besitzer eines Autos sein Fahrzeug über das Smartphone auf- und abzuschließen.[22] Das Szenario dient lediglich dem besseren Verständnis des Prozesses und ist nicht auf professioneller Ebene durchdacht.

Der Startpunkt des Prozesses ist die bereits geplante Erweiterung der „keyless unlock“-Erweiterung. In einem PI werden dann zuerst die Ziele geplant, die innerhalb des Zeitraums des PIs umgesetzt werden sollen. In diesem Szenario sind dies beispielsweise die Entwicklung der Back-End-Strukturen und die Erweiterung der Schnittstellen, um in zukünftigen PIs das Frontend zu entwickeln. Auf dieses PI wird hier allerdings nicht eingegangen. Die Planung der Ziele wird durch beide Tools unterstützt. Während Slack als Diskussionsforum dient, werden in Jira Align die Ziele dokumentiert, um sie jederzeit zentral abrufen zu können.

Nachdem die Ziele festgelegt wurden, wird ein Produkt Backlog erstellt. Darin werden spezielle Aufgaben

zusammengefasst, die während der Zeitspanne des PIs erledigt werden müssen, um die gesetzten Ziele zu erreichen. Der Projektmanager verwendet dabei ausschließlich Jira Align, da hierfür keine Diskussion benötigt wird. Sollte dies widererwarten doch der Fall sein, steht Slack dafür natürlich zur Verfügung.

Abbildung 1: Prozessmodell nach EPK



Danach werden zwei Aufgaben parallel ausgeführt. Zum einen überwacht die Projektleitung den Zeitrahmen des Sprints mittels der Zeitplanung in Jira Align. Gleichzeitig plant das Entwicklungsteam – möglicherweise auch mehrere Teams – den ersten Sprint über das Kommunikationstool Slack. Empfehlenswert ist dabei die Verwendung der Videokommunikation, um eine Atmosphäre möglichst nahe an einer Präsenzveranstaltung zu entwickeln und so potenziell das Engagement der Mitarbeiter zu steigern. Diese Schritte markieren zusätzlich den Anfang der Iteration eines jeden Sprints.

Anschließend wird der Sprint durchgeführt. Dies ist gleichbedeutend mit der Bearbeitung der Aufgaben im Backlog durch das Entwicklungsteam. Außerdem werden die erledigten Aufgaben aus dem Produkt Backlog entfernt. Dabei unterstützen Jira Align und Slack gleichermaßen. Die Kommunikation im Team wird über Slack abgebildet, während die Aufgaben aus dem Backlog in Jira Align herausgezogen werden. In dieser Abbildung des Prozesses wird nur ein Team beschrieben. Es ist allerdings möglich und auch üblich, dass innerhalb eines PIs mehrere Teams gleichzeitig einen Sprint durchführen. Beispielsweise ist es in diesem Szenario möglich ein Team für die Entwicklung des Back-Ends der Smartphone-Applikation, ein weiteres für die Entwicklung des Back-Ends zur Weiterentwicklung der Schnittstellen im Fahrzeug und ein weiteres zur Erweiterung des gesamten Systemback-Ends abzustellen.

Nachdem das Produkt Backlog aktualisiert wurde, findet eine Systemdemo über Slack statt. Dabei wird den verschiedenen Stakeholdern in einer Videokonferenz der Fortschritt des Sprints offengelegt. Zusätzlich kommt Jira Align bei der Überprüfung des Status des gesamten Pis zum Einsatz.

Sind die Ziele des PIs noch nicht erfüllt, werden die Schritte vom Planen des PIs bis zum letzten Schritt so lange durchgeführt, bis die Ziele erfüllt sind.

Sind alle Ziele erfüllt, wird das Post-Planning Event durchgeführt. Dabei wird das PI und die Sprints reflektiert, um eventuelle Fehler bei der Ausführung zu finden und Verbesserungen für das nächste PI herauszuarbeiten. Außerdem wird die Roadmap des gesamten Projekts

aktualisiert, sodass das nächste PI anhand der neuen Roadmap geplant werden kann.

V. Zusammenfassung und Fazit

SAFe ist ein sehr umfangreiches Framework, welches komplexe Systeme mit einer hohen Anzahl an Mitarbeitern und Teams verbindet und unterstützt. Zusätzlich bietet es einige Rollen, die zur Orientierung entlang des (Entwicklungs-)Prozesses dienen. SAFe verbindet agile Strukturen, wie beispielsweise DevOps, mit einem Regelwerk, das es Unternehmen einfacher macht, agiler zu werden. Das genannte Regelwerk von SAFe sehen vor allem die Kritiker des Frameworks kritisch, da die Agilität dadurch verloren geht und eine Inflexibilität gefördert wird.

Jedoch kann gerade dieses Regelwerk inklusive der vorhandenen Rollen in einer pandemischen Krise, wie Covid-19, einen Vorteil mit sich bringen. Der Umwelteinfluss einer solchen Pandemie auf ein Unternehmen besteht aus vielen Variablen. Ein Framework, wie SAFe es ist, kann in einer solchen Situation Sicherheit und Struktur vermitteln, an die sich die Beteiligten halten können.

In dieser Ausarbeitung wurden anhand von selbstgewählten Kriterien Kommunikations- und Kollaborationstools eruiert, die Softwareentwicklungs-projekte mit einer hohen Zahl an Teams und Mitarbeitern unterstützen können. Bei der Auswahl dieser Tools wurde sich auf die Kriterien aus *Abschnitt III A.* verlassen. (Darstellung agiler Muster, Unterstützung von SAFe-Strukturen, Support, Kommunikation). Der Markt der Kommunikations- und Kollaborationstools ist sehr groß. Diesen Markt vollständig zu analysieren, würde eine umfangreichere Studie benötigen. Jeder Einzelfall kann hierbei seine eigenen Schwerpunkte legen, sodass im Ergebnis möglicherweise andere Tools für die individuelle Lösung in Frage kommen.

Abschnitt IV beschäftigt sich mit der Darstellung eines PI-Prozesses mit Hilfe der EPK-Notation. Hierbei wurde nur ein Team dargestellt, wobei es durchaus üblich ist, dass mehrere Teams an einem PI arbeiten. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde jedoch nur ein Team dargestellt.

Abschließend kann gesagt werden, dass die Ausarbeitung einen guten Ansatz über agile und verteilte Kollaborationsmodelle liefert. Dieser orientiert sich an der Zusammenarbeit in großen Projekten und muss im Einzelfall sowie für kleinere Projekte möglicherweise erneut untersucht werden.

References

[1] Scaled Agile Inc.,Welcome to Scaled Agile Framework® 5.0!, https://www.scaledagileframework.com/about/, 2019

[2] Scaled Agile Inc., Achieving Business Agility with SAFe® 5.0, 2019, pp. 3-24

[3] Charlotte Hedlund and Axel Ingo, The agile transformation in traditional organisations in regulated environments, KTH Industrial Engineering and Management, 2018, pp. 22-23

[4] Scaled Agile Inc., Portfolio SAFe, https://www.scaledagileframework.com/portfolio-safe/, 2019

[5] Valentin Schell, Agile Skalierungsframeworks: Safe, Less und Nexus im Vergleich, https://t3n.de/news/agile-skalierungsframeworks-safe-less-nexus-1150190/, 2019

[6] The LeSS Company B.V., LeSS Framework, https://less.works/less/framework/index, 2020

[7] Rik van der Wardt, Das Spotify Modell: Agile und Scrum für große Organisationen, https://agilescrumgroup.de/spotify-modell/, 2020

[8] Atlassian, Scaled Agile Frameworks in a Nutshell, pp. 4-9, 2019

[9] Gartner Inc., Magic Quadrant for Enterprise Agile Planning Tools, https://www.gartner.com/en/documents/3983813/magic-quadrant-for-enterprise-agile-planning-tools, 2020

[10] Microsoft Docs, Implement Scaled Agile Framework®, https://docs.microsoft.com/en-us/azure/devops/boards/plans/scaled-agile-framework?view=azure-devops, 2020

[11] Microsoft Docs, Portfolio management, https://docs.microsoft.com/en-us/azure/devops/boards/plans/portfolio-management?view=azure-devops, 2019

[12] Asana Guide, Asana für Agile und Scrum, https://asana.com/de/guide/examples/project-management/asana-agile, o.J.

[13] Atlassian, Jira Align, https://www.atlassian.com/de/software/jira/align, o.J.

[14] Atlassian, Lean Portfolio Management, https://www.atlassian.com/agile/agile-at-scale/lean-portfolio-management, o.J.

[15] Targetprocess, Solutuions, https://www.targetprocess.com/solutions/, o.J.

[16] Zoom Video Communications, Meeting und Chats, https://zoom.us/de-de/meetings.html, o.J.

[17] Miro, The definitive tool for Agile teams, https://miro.com/online-scrum-agile-tool/, o.J.

[18] Slack Technologies Inc., Slack Features, https://slack.com/intl/de-de/features, o.J.

[19] Targetprocess, Integrations, https://www.targetprocess.com/integrations/, o.J.

[20] Slack, Jira Cloud, https://slack.com/apps/A2RPP3NFR-jira-cloud, o.J.

[21] Zoom, Atlassian Jira and Service Desk, https://marketplace.zoom.us/apps/Gh46IV43S8WoaKfxFLXsJQ, o.J.

[22] Bosch Mobility Solutions, Perfectly keyless, https://www.bosch-mobility-solutions.com/de/produkte-und-services/pkw-und-leichte-nutzfahrzeuge/vernetzungsloesungen/perfectly-keyless/, o.J.

Session 4: Datenanalyse und Geschäftsprozesse

Professionalisierung von Machine Learning

Alina Steiger
Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG
Stuttgart, Deutschland
alinasteiger@gmx.de

Lorena Rohrbach
Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG
Stuttgart, Deutschland
lorena0405@gmx.de

Tom Jonas Bartsch
Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG
Stuttgart, Deutschland
tom_jonas.bartsch@porsche.de

***Abstrakt* —** *Durch technologische Fortschritte in den Bereichen der Künstlichen Intelligenz und des Machine Learning wächst deren Nutzenpotenzial für Unternehmen stetig an. Dennoch haben selbst hochentwickelte Unternehmen noch Probleme, diese neuen Technologien gewinnbringend zu implementieren, obwohl sie über die notwendigen Kapazitäten für die Entwicklung von Machine-Learning-Modellen verfügen. Dies liegt insbesondere daran, dass sich noch keine Referenzprozesse für eine produktive Bereitstellung und Überwachung sowie eine Model Management etablieren konnten. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit soll untersucht werden, wie diese kritischen Teilschritte im Gesamtprozess des Machine Learning einzuordnen sind und umgesetzt werden können. Mittels eines praktischen Ansatzes wird darüber hinaus die zuvor skizzierte Lösung kritisch evaluiert.*

I. EINLEITUNG

Die Themen Künstliche Intelligenz (KI) und Machine Learning (ML) sind längst weitreichend bekannte Begriffe im ökonomischen Kontext und scheinen unabdingbare Erfolgsfaktoren für ein erfolgreiches Wirtschaften in der Zukunft zu sein. 91% [1] der Mitglieder in Führungsebenen können sich ohne künstliche Intelligenz nicht vorstellen, die geplanten Erfolgsgrößen zu erzielen. Dennoch gelingt es 82% [1] der Unternehmen nicht, Künstliche Intelligenz erfolgreich einzusetzen. Vielmehr sehen 86% [1] das Fortbestehen des Unternehmens in den nächsten 5 Jahren gefährdet, sollte der unternehmensweite Einsatz von KI-Technologien nicht effektiv umgesetzt werden können. Dieser offensichtlichen Bedeutung, die den Methoden der Künstlichen Intelligenz zugeschrieben wird, stehen die Herausforderungen gegenüber, an denen derzeit viele Unternehmen scheitern und es nicht gelingt, ihre Investitionen in KI zu refinanzieren.

Im Rahmen einer Studie hat die Accenture Plc. einige Problemfelder identifiziert, die für die Implementierung von KI Hindernisse darstellen. Durch die Handhabung als Expertenthema, welches ausschließlich der IT-Abteilung zugeschrieben wird, entstehen Silos, die keine großflächige Sicht auf das Thema ermöglichen [1]. Dennoch wird verlangt, Analysen und Berichte zeitnah umzusetzen, was in Unkenntnis der Aufwände meist dazu führt, dass den Entwicklern nicht ausreichend Zeit für die Bereitstellung konsistenter und nutzbringender Modelle zugesprochen wird. Die Datengrundlage kann dadurch nicht angemessen analysiert und der gewünschte Mehrwert nicht generiert werden. Aus diesem Grund enden viele Modelle im Proof of Concept ohne Implementierung. Dies hat zur Folge, dass kein ROI ausgewiesen werden kann, da dieser sich erst mit der Professionalisierung von ML einstellen kann.

II. THEMATISCHE EINORDNUNG

Die Begriffsabgrenzung zwischen Künstlicher Intelligenz und Machine Learning ist in der Literatur nicht eindeutig, deshalb werden die beiden Begriffe fälschlicherweise häufig synonym verwendet. In der Wissenschaft gibt es keinen Konsens über eine einheitliche Definition Künstlicher Intelligenz. Dennoch lassen sich Attribute festlegen, die kennzeichnend für das Vorhandensein von Künstlicher Intelligenz sind. Hierzu werden vor allem das Lernen – die Aneignung und Anwendung von Wissen und Fähigkeiten –, Argumentation sowie eine selbstständige Auswahl und ggf. Anpassung der Ziele gezählt [2]. Machine Learning ist dabei eine konkrete Teildisziplin der Künstlichen Intelligenz, die den Vorgang bezeichnet, bei dem Computersysteme selbstständig aus vorhandenen Daten lernen und die akquirierten Kenntnisse auf eine Zielstellung anwenden. Die Applikationen des ML können dabei sowohl das selbstständige Treffen von Entscheidungen als auch das Erstellen von Prognosen übernehmen [3]. Machine Learning kann in diesem Kontext also als Teilgebiet der KI verstanden werden, neben welcher noch weitere Technologien zu KI gezählt werden können.

III. VORBEREITENDE MAßNAHMEN

Die Datenhaltung stellt als einer der wichtigsten Bausteine die Basis der gesamten ML-Architektur dar, auf der die Modelle zum Einsatz kommen. Deshalb müssen bereits als Vorstufe vor dem eigentlichen Prozess zur Bereitstellung von ML-Modellen in einer Datenstrategie grundlegende Maßnahmen definiert werden, die unternehmensweit zu berücksichtigen sind, um einheitliche Prozesse zu schaffen [4]. Ferner genügt es nicht, einzelne Anwendungsfälle für den Einsatz von ML zu entwickeln. Stattdessen muss abteilungsübergreifend eine Wissensbasis aufgebaut werden, um ein Verständnis für die Potentiale und Umfänge solcher Methoden zu schaffen [5]. Zu den organisatorischen Anforderungen gehören aus diesem Grund Maßnahmen zur Akzeptanzsteigerung sowie Schulungen der Mitarbeiter. Zu den Aufgaben gehört außerdem der Aufbau eines Teams mit verschiedenen Kompetenzen, die aus ihren jeweiligen Expertengebieten die notwendigen Fähigkeiten mitbringen, um statt des Silogedankens einen Plattformgedanken aufzubauen [1]. Dazu zählen nicht nur Data Analysten, sondern auch Data Engineers, Anwendungsentwickler und weiterer IT-Experten, aber auch Datenschutzexperten, um mit einem breiten Kompetenzpool Ideen zu generieren und Innovationen zu schaffen, die die Skalierungsmöglichkeiten erhöhen und nachhaltig den Erfolg des KI-Einsatzes vergrößern [6].

IV. PROZESS

Sind die organisatorischen Gegebenheiten geschaffen, kann der Prozess zur Implementierung von ML-Modellen initiiert werden. Da einzelne Vorgänge während der Modellentwicklung im Kontext des Modelltrainings nicht nach einmaligem Durchführen abgeschlossen sind, ist ein iterativer Ansatz notwendig. Die Darstellung erfolgt aus

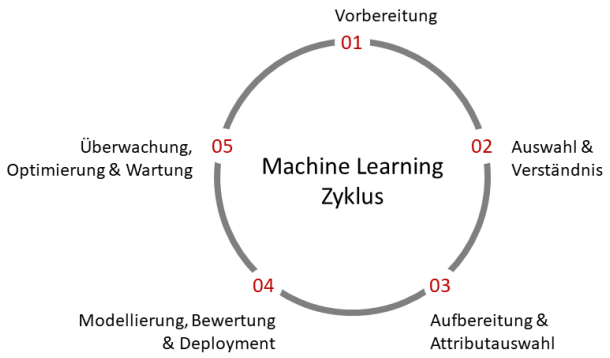


Abb. 1 Phasen des Machine-Learning-Zyklus

diesem Grund in Form eines zyklischen Prozesses (siehe Abb. 1). Diesen Ansatz verfolgen auch große Technologieunternehmen wie IBM, Microsoft, Oracle und Apple laut verschiedenen Veröffentlichungen über die jeweilige KI-Strategie. Bei näherer Betrachtung der jeweiligen Ansätze steht vermehrt die Datenvorverarbeitung im Zentrum, der Vorgang der Optimierung und Bereitstellung wird im Gegensatz dazu eher vernachlässigt [5]. Der erarbeitete Zyklus stellt eine Kombination der Strategien der vorher erwähnten Technologieunternehmen dar und lehnt an dem Ansatz von Kessler und Gómez an, wird jedoch im Rahmen der Ausarbeitung um einige Optimierungsmaßnahmen ergänzt. Die definierten Phasen orientieren sich außerdem an der Pipeline-Strategie, die sich dadurch auszeichnet, dass einzelne Phasen, die durchaus mehrere Prozessschritte enthalten können, unabhängig von den vorherigen erneut ausgeführt werden können. Bei der Erarbeitung einer solchen Pipeline kann beispielsweise auf den Azure Machine Learning service workspace von Microsoft zurückgegriffen werden, der diese für das gesamte Team verfügbar macht und den Data Analysten eine Entwicklungsumgebung zur Verfügung stellt [6].

Zur Phase der Vorbereitung gehört neben den im vorherigen Abschnitt vorgestellten Maßnahmen, dass Ziele formuliert und die zu unterstützenden Vorgänge definiert werden müssen, um in der zweiten Phase eine valide Einschätzung der benötigten Quellsysteme zu treffen. Dabei werden externe und interne Datenquellen auf deren Relevanz für das Modell analysiert. Dieser Schritt bestimmt maßgeblich die finale Qualität des Modells, welche vor allem durch die Datengrundlage bestimmt wird [1]. Die gewählten Quellen sind auf bestimmte Eigenschaften zu überprüfen, insbesondere die Aktualität, die Zugriffsmöglichkeiten, die Struktur und die Herkunft der Daten spielt, nicht zuletzt auch aus rechtlicher Sicht, eine wichtige Rolle. Die ermittelten Eigenschaften werden für alle Nutzer zugänglich dokumentiert, sodass bei erneuter Verwendung der Daten die Kapazitäten für diesen Schritt eingespart werden können. Ist eine erste Interpretation der Daten erfolgt und der Überblick über die Daten vorhanden, kann in die dritte Phase der Aufbereitung und der Attributauswahl übergegangen werden. Darin erfolgt das Verknüpfen der Datenquellen unter Berücksichtigung der in der Datenstrategie festgelegten Prinzipien, die neben der Transformierung in das passende Datenformat und der Validierung auch eine eindeutige Kennzeichnung oder Beschriftung des jeweiligen Datensatzes erfordert, um die Wiederverwendbarkeit zu gewährleisten und den Versionsstand der Daten zu jeder Zeit nachvollziehen zu können. Nach dem Zusammenführen erfolgt die Auswahl von Attributen, die wichtigste Einflussfaktoren auf das zugrundeliegende Modell darstellen und für die spätere Qualität der Entscheidung ausschlaggebend sind. Nach dieser Auswahl kann die vierte Phase mit der Modellierung begonnen werden. Die Parameter werden durch mehrfaches Testen solange eingestellt und abgestimmt, bis ein geeignetes Modell hervorgeht. Bei der Modellierung ist es wichtig, darauf zu achten, dass im Laufe diverser Adaptionen und Verbesserungen am Modell nicht der eigentliche Anwendungszweck aus dem Fokus gerät. In Zusammenhang mit der Modellierung spielt die ML-Pipeline eine wichtige Rolle, die den Prozess dahingehend optimiert, dass verteiltes und sequenzielles Entwickeln möglich ist, sofern keine direkte Datenabhängigkeit besteht [6]. Der Abschluss dieser Phase besteht im Deployment des Modells, wofür eine geeignete Bereitstellungsform gewählt werden muss, um das Modell im gesamten Unternehmen verfügbar zu machen. Die fünfte und letzte Phase ist für die Professionalisierung und Optimierung eine entscheidende Phase, die zusätzlich zur Folge hat, dass der beschriebene Prozess zu einem Zyklus wird: Mit dem Übergang in den laufenden Betrieb beginnt die kontinuierliche Überwachung des Modells, verbunden mit der Wartung und Maßnahmen zur Qualitätssteigerung. Im folgenden Abschnitt werden ausgewählte Optimierungsmaßnahmen vorgestellt, welche die Qualität des Modells aufrechterhalten und ggf. verbessern können.

V. MODELLOPTIMIERUNG

Zusätzlich zu der im Verlauf des Zyklus bereits erwähnten zentralen Datenverwaltung, die unternehmensweite Transparenz und Wiederverwendbarkeit von Datensätzen ermöglichen soll, spielt auch das Management der Datenmodelle während des Betriebs eine wichtige Rolle. Für auftretende Qualitätsmängel eines Modells kommen häufig mehrere Möglichkeiten infrage, die Ursache für eine Abnahme der Qualität des Datenmodells sein können.

A. Optimierung durch Tuning der Hyperparameter

Im Projektverlauf ist es wahrscheinlich, dass die initial festgelegten Hyperparameter nicht mehr auf die Datenbasis passen. Sie stellen als Grundstruktur des Modells im Zeitverlauf gleichbleibende Komponenten dar [7] und müssen deshalb bei Veränderung der Datengrundlage angepasst werden, da sonst die Validität des Modells beeinträchtigt wird. Eine von dem eigentlichen Analysegegenstand des Modells abschweifende Tendenz kann durch die Untersuchung der jeweiligen Version der ML-Daten festgestellt werden und durch eine erneute Konfiguration der Parameter, dem Hyperparameter Tuning, adressiert werden.

Die einfachste Methodik des Tunings der Hyperparameter ist die manuelle Optimierung, bei welcher durch Ausprobieren verschiedene Einstellungen und Kombinationen geprüft werden. Ein Nachteil des manuellen Ansatzes ist der hohe Zeitaufwand sowie eine möglicherweise unvollständige Erfassung der Anpassungsnotwendigkeiten. Dieser Problematik kann durch automatisiertes Tuning Abhilfe geschaffen werden, da in deutlich schnellerer Zeit durch weniger Trainingsdurchläufe die nahezu optimale Einstellung der Parameter gewählt wird. Zur Durchführung von automatisiertem Hyperparameter Tuning kann beispielsweise auf die von Apache Spark bereitgestellte Python-SDK Hyperopt zurückgegriffen werden, welche flexibel einsatzbar ist und durch einfache Ausführung schnell verschiedene Arten von Funktionen optimieren kann [9].

B. *Metriken zur Qualitätsüberwachung*

Für die Überwachung der Qualität eines trainierten Modells ist es von Relevanz, Messkriterien zu definieren. Dies geschieht unter Verwendung von unterschiedlich umfangreichen Metriken, wobei durch die verschiedenen Arten der Modelle jeweils die passenden Metriken zu wählen sind. Watson OpenScale von IBM Corporation bietet in diesem Zusammenhang die Möglichkeit, Metriken bedarfsgesteuert zu generieren, ansonsten werden diese einmal pro Stunde erstellt, wobei lediglich die gewünschten Rückmeldedaten manuell gekennzeichnet werden und überwachte Bereitstellungsantworten für diese Daten verfügbar sein müssen [10].

Da im Rahmen des Projektes der k-Means Algorithmus zum Trainieren des Modells verwendet wurde, wird beispielhaft der Davies-Bouldin-Index als Clustering-Metrik vorgestellt. Darin wird das durchschnittliche Verhältnis der Abstände innerhalb der Cluster zu den Abständen zwischen den Clustern berechnet. Je dichter die Cluster in sich und je weiter die Cluster voneinander entfernt sind, desto niedriger ist der Indexwert. Aus diesem Grund gilt es, möglichst niedrige Indexwerte zu erzielen, da mit dem Einsatz von Clustering das Ziel erreicht werden soll, ähnliche Daten möglichst effizient zusammenzufassen [11]. Darüber hinaus können für das Clustering noch weitere Indizes wie beispielsweise die Manhattan-Distanz oder der Calinski-Harabasz Index verwendet werden [12, 13]. Die normalisierte Transinformation, welche ebenfalls einen Index zur Untersuchung von Clusterings darstellt, kann in dem hier verwendeten Modell jedoch nicht verwendet werden, da keine Ground Truth, also kein erwartetes Ergebnis, festgelegt werden kann.

C. *Weitere Optimierungsmaßnahmen*

Ein weiterer Qualitätsmangel am Modell kann sich in einer zu geringen Datengrundlage begründen, was sich jedoch durch die Erweiterung der Trainingsdatensätze mit repräsentativen Daten oder, in einigen Fällen, durch eine Erhöhung der Trainingsvorgänge über das Modell beheben lässt. Diese können beispielsweise durch das Erfassen der Eingaben, die durch die Nutzer bei der Anwendung des Modells getätigt werden, erweitert werden. Durch die Auswertung und Analyse deren Feedback und Einstellungen können die Trainingsdaten im Zeitverlauf um zusätzliche Daten ergänzt werden, um daraufhin ein Re-Training des Modells anzustoßen. Auch durch eine zu einfache Übertragungs- bzw. Aktivierungsfunktion kann das Modell eine schlechtere Qualität aufweisen, weshalb es sinnvoll sein kann, gegebenenfalls zusätzliche Funktionen hinzuzufügen, die Vorgehensweise der genutzten Funktion abzuwandeln oder die Anzahl der gesetzten Regulierungen zu senken [14].

Um der homogenen Vorgehensweise bei der Entwicklung des Codes für das Modelltraining entgegenzuwirken, kann beispielsweise das Werkzeug Data Version Control (DVC) unterstützend eingesetzt werden. Vor allem die Versionierung für das Re-Training von Modellen bei einer veränderten Datengrundlage spielt dabei eine wichtige Rolle. Hierfür wird bei jedem Durchlauf des Modells eine eigene Datei erstellt und in der Versionskontrolle verwaltet. Außerdem überwacht es die Abhängigkeiten und Befehle, die für die Ausführung der Pipeline verwendet werden, sodass Prozesse verteilt und in anderen Umgebungen reproduziert werden können [15].

VI. BEREITSTELLUNG

Nach der Durchführung diverser Maßnahmen zur Optimierung des Modells, bleibt dennoch die Herausforderung der Bereitstellung, da dieses häufig in der Produktivumgebung nicht funktioniert Dies liegt vor allem daran, dass der Data Analyst das Modell einfach übergibt und die verantwortlichen Anwendungsentwickler möglicherweise nicht vollständig den Zweck des Modells erfassen können, sodass im bereitgestellten Modell Fehler auftreten. Diese Art der Bereitstellung ist außerdem mit hohen Aufwänden verbunden, da das Modell bei jeder Anpassung erneut übergeben werden muss, während die Anwendungsentwicklung bereits umgesetzt wird. Eine weitere Herausforderung ist die Programmiersprache, in der das Modell entwickelt wurde, welche häufig nicht der entspricht, in welcher das Modell ausgeführt werden soll. Zur Behebung dieser Problematik kann der Code in die gewünschte Sprache übersetzt werden. Dies ist jedoch nur für sehr einfache Modelle umsetzbar, da eine korrekte Übersetzung der Modelle sehr komplex ist. Eine andere Lösung ist die Nutzung eines offenen Formats wie beispielsweise ONNX, welches es ermöglicht, Modelle zwischen verschiedenen Frameworks auszutauschen [16]. Um Ressourcen- und Zeitverschwendung zu vermeiden, gibt es verschiedene Deployment-Strategien, von denen im Folgenden eine Auswahl vorgestellt wird.

Als erste Methode ist dabei das Batch-Verfahren für Vorhersagen auf Abfragen zu nennen, bei welchem beispielweise die Vorhersagen auf Tagesbasis erfolgen sollen. Es findet dann Anwendung, wenn eine vollständige Implementierung des Modells in die Produktivumgebung nicht notwendig ist und stellt immer die aktualisierte Version des Modells zur Verfügung. Das Batch-Verfahren kann dabei von automatisierten ML-Frameworks profitieren, da einige Eigenschaften wie beispielsweise Attribut- und Modellauswahl sowie die Parameteroptimierung automatisiert werden können. Es existieren einige Technologien, die ein solches automatisiertes Batch-Training unterstützen, wie beispielsweise die Kombination aus Air Flow zur Verwaltung der Verarbeitungsschritte und einer AutoML-SDK wie tpot.

Als weitere Möglichkeit, die von einigen Algorithmen unterstützt wird, kann mit Echtzeit-Verfahren gearbeitet werden. Bei dieser Art von Modellen ist eine kontinuierliche Überwachung der Modellleistung jedoch unabdingbar, da das Modell sensibel auf neue Daten und Störungen reagiert. Das Aufdecken von qualitätsbeeinträchtigenden Punkten ist bei dieser Form deutlich komplexer, da das ein kontinuierliches Re-Training des Modells auf Grundlage der neuen Daten umgesetzt wird. Auch das Umsetzen von strukturellen Änderungen am Modell selbst wird deutlich aufwendiger [17]. Für die Wahl des Verfahrens sind Relevanz des kontinuierlichen Berücksichtigens von Ereignissen gegenüber den Aufwänden und Kosten, die mit der Umsetzung eines Echtzeitverfahrens verbunden sind, abzuwägen.

Um das Modell mit einer Anwendung zu verknüpfen, wird üblicherweise ein REST-Endpunkt erstellt, der von einer Anwendung aufgerufen werden kann. Dabei kann das Modell als Docker-Container bereitgestellt werden, was eine der gängigsten Arten des Einsatzes von ML-Modellen darstellt. Jede Funktion wird dabei in einem separaten Container verwaltet. Auch das Modell wird in einem Container veröffentlicht, auf den über eine REST-API zugegriffen

werden kann und der daraufhin beispielsweise als Dashboard angeboten werden kann [18]. Der Vorteil dieser Methode ist die vollständige Ende-zu-Ende-Abdeckung, die eine lokale und remote Entwicklung ermöglicht und horizontal beliebig skalierbar ist.

Bei der Wahl des Frameworks ist außerdem immer das Sicherheitskonzept zu berücksichtigen und zu evaluieren, da dieses vor allem bei der Entwicklung in Unternehmensumgebungen immer eine tragende Rolle spielt und von dem die Veröffentlichung von Modellen stark abhängig ist. Im Verlauf der Analyse hat sich außerdem gezeigt, dass nachdem das Proof of Concept durchgeführt wurde, vor allem die Auswahl der passenden Werkzeuge zur Automatisierung des Datenmanagements und der Modellverwaltung ausschlaggebend ist. Diese haben einen maßgeblichen Einfluss auf die Effizienz und die Organisation, sodass die Ressourcenverschwendung verringert, eine robuste Umgebung bereitgestellt und gleichzeigt für eine große Bandbreite an Entwicklungsmöglichkeiten gesorgt wird.

VII. Architektur

Nach dem prozessualen und organisatorischen Ablauf der Professionalisierung von Machine Learning, soll in diesem Abschnitt eine Betrachtung der technischen Komponenten stattfinden. Dafür werden ausgewählte Plattformen und Tools herausgegriffen und erläutert, die für den beschriebenen Prozess relevant und zusätzlich auf die folgende praktische Ausarbeitung der ML-Professionalisierung abgestimmt sind. Die einzelnen Komponenten sollen in einer technischen Architektur verknüpft werden, die die Zusammenhänge der Server, Applikationen und Daten sowie deren Fluss und Verarbeitung deutlich macht (siehe Abb. 2). Hier gilt es zu beachten, dass die dargestellte Architektur nur eine beispielhafte Auswahl von Technologien und Vorgängen enthält, da es verschiedene Lösungen mehrerer Anbieter gibt, die je nach Ausgangssituation und Ziel des Einsatzes von Machine Learning im Unternehmen individuell evaluiert werden müssen.

Grundsätzlich lässt sich eine ML-Architektur in fünf Ebenen unterteilen, auf denen verschiedene technische Komponenten den ML-Prozess und dessen Professionalisierung abbilden. Auf der untersten Ebene befinden sich die operativen Systeme, Datenbanken und externe Datenquellen, deren Daten die Basis für den ML-Prozess bilden. Die Auswahl der Datenquellen ist in dem bereits beschriebenen Prozess der Professionalisierung von ML in der zweiten Phase enthalten. Dieser Prozess sieht für die erste Phase zum größten Teil organisatorische Aufgaben der Vorbereitung vor, weshalb die technische Architektur dafür vernachlässigt werden kann. Da die Daten in den Datenquellen im Rohformat vorliegen, müssen sie aufbereitet werden, bevor sie für einen Algorithmus zur Verfügung gestellt werden können [19]. Diese Aufbereitung ist neben der Anbindung der Datenquellen und Integration der Daten Teil des dritten Prozessschrittes. Dafür werden die Daten in Form von Streaming oder Batch aus dem Quellsystem extrahiert und in eine für das Zielsystem nutzbare Form gebracht [20]. Existiert im Unternehmen ein Data Warehouse, das als Datenquelle für den ML-Prozess dient, findet die Aufbereitung oft auch schon beim Laden der Daten statt. Aus diesem können die Daten ins Zielsystem exportiert werden.

Das Zielsystem ist in dieser Architektur ein Amazon Web Service (AWS) Server. Hier werden die Daten zunächst in

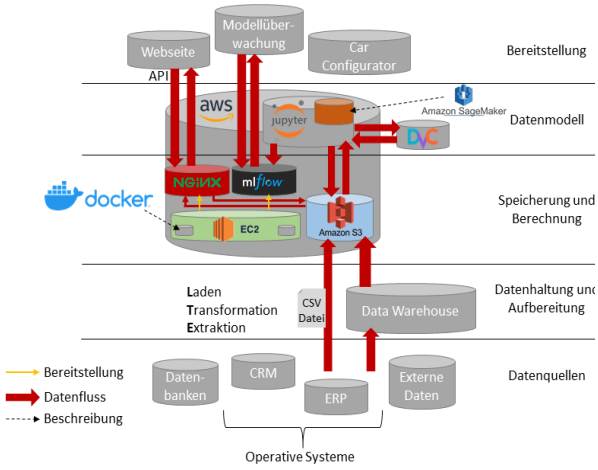


Abb. 2 Beispielarchitektur für Machine Learning auf Basis von AWS

einen sogenannten S3-Bucket geladen, in dem durch die Skalierbarkeit beliebig große Datenmengen abgelegt werden können. Die Bezeichnung S3 steht für Simple Storage Service, der bei AWS die technologische Grundlage für die Speicherung von Daten darstellt [21]. Neben den Daten können dort auch die Ergebnisse der späteren Berechnungen und die dafür verwendeten Datenmodelle gespeichert werden, um diese erneut als Basis nutzen und zu einem späteren Zeitpunkt weiterentwickeln zu können. Ein Vorteil bei dieser Speichermethode sind die von Amazon angebotenen Services zur Sicherheit der Daten, mit denen Informationen, Anwendungen und Geräte geschützt werden können [22]. Dafür bietet AWS dem Kunden deutlich mehr Sicherheits-, Compliance- und Governance-Services und Schlüsselfunktionen als andere Anbieter an. Zusätzlich gibt es bei AWS eine starke Sicherheitsisolation zwischen Containern, es wird sichergestellt, dass die neuesten Sicherheitsupdates ausgeführt werden und es gibt die Möglichkeit, für jeden Container eigene, granulare Zugriffsrechte festzulegen [23]. Auf Ebene drei, der Speicherung und Berechnung, befindet sich neben dem S3-Bucket auch EC2 (Elastic Compute Cloud), ein Server, der die Rechenkapazität für das Machine Learning zur Verfügung stellt [24]. Auf dieser Hardwarekomponente wird neben dem Webserver nginx, der für die Anbindung des Modells notwendig ist, auch die Plattform MLflow aufgebaut, die für die fünfte Phase der Professionalisierung genutzt wird.

Neben den bereits genannten Komponenten wird im AWS vor allem der Amazon SageMaker verwendet, der es dem Entwickler ermöglicht, ML auf seine Datenmodelle anzuwenden. Die Lösung Amazon SageMaker Studio bietet zum Beispiel die integrierte Möglichkeit, ML-Modelle zu bauen, zu trainieren und anzubinden [25]. Eine Voraussetzung dafür bietet die Open-Source-Software Jupyter Notebook, mit deren Hilfe ein eigenes Datenmodell entwickelt werden kann. Dabei werden verschiedene Programmierbibliotheken importiert, um die Modellentwicklung vornehmen zu können. Außerdem gibt es hier die Möglichkeit, die Modelle zu trainieren und auch bereitzustellen [26]. Damit wird durch die Komponenten Amazon SageMaker und Jupyter Notebook die vierte Phase des Professionalisierungsprozesses abgebildet. Diese endet mit dem Deployment, also der Bereitstellung des Modells zur Berechnung. Die Ergebnisse gelangen dann über das S3-Bucket zu dem Webserver nginx, der über eine API an

den jeweiligen Dienst bzw. Webseite angebunden ist, auf der die Ergebnisse verwendet werden.

Die Bereitstellung kann je nach Anwendungsfall des Machine Learning auf unterschiedlichen Plattformen ablaufen. Das Datenmodell kann wie hier gezeigt zur Verwendung auf einer Webseite integriert sein, es kann aber auch in diversen Reporting- und Analysewerkzeugen oder anderen Anwendungen zum Einsatz kommen. Im später beschriebenen praktischen Anwendungsfall wird das Datenmodell für den Car Configurator eines Automobilherstellers verwendet. Dabei werden die Ergebnisse verwendet, um einem Kunden im Car Configurator eine speziell zu ihm passende Pre-Configuration, die bestimmte Ausstattungsmerkmale enthält, vorzuschlagen. Die Bereitstellung des Modells auf dieser Plattform kann auch automatisiert ablaufen, durch eine sogenannte CI/CD pipeline [27]. CI/CD steht für Continuous Integration and Continuous Delivery, was eine stetige Bereitstellung von Daten, bzw. in diesem Fall von Datenmodellen bedeutet. In AWS gibt es die Möglichkeit, mit Hilfe des Dienstes CodePipeline eine automatische Bereitstellung stattfinden zu lassen, indem der Code für den Veröffentlichungsprozess automatisch erstellt, getestet und bereitgestellt wird. Für diesen Automatisierungsprozess durch CI/CD mit der AWS CodePipeline ist es notwendig, dass das Zielsystem der Veröffentlichung des Datenmodells mit dieser Technologie kompatibel ist [27].

Die letzte Phase des Professionalisierungsprozesses von ML besteht vor allem aus der Überprüfung und Optimierung der Modelle. Da diese Optimierung ein Prozess zwischen der Ebene der Verwendung des Modells und der Ebene der Speicherung und Bereitstellung des Modells ist, gibt es in der abgebildeten Architektur eine reine Datenmodellebene, auf der sie entwickelt und trainiert werden. Die Verbindung zwischen dem AWS und dem Car Configurator in diesem Anwendungsfall ist allerdings nicht als reine Bereitstellung zu verstehen, sondern auch als ein Rückfluss, in dem das angewandte Datenmodell überprüft wird, um gegebenenfalls im AWS angepasst und erneut trainiert zu werden. Dabei können zum Beispiel Tools wie das bereits bei der Modelloptimierung genannte Tool DVC verwendet werden. [15]. Ein weiteres Tool zur Unterstützung der fünften Prozessphase ist MLflow, eine Open Source Plattform, mit der verschiedene andere Komponenten im Machine Learning verwaltet werden können [28]. Die Plattform wird, wie bereits beschrieben, über den EC2-Server aufgebaut und ist mit den anderen Architekturkomponenten vernetzt, zum Beispiel mit dem S3-Bucket, in dem die Daten gespeichert sind oder mit dem SageMaker, mit dem das Datenmodell entwickelt und trainiert wird. Deshalb kann MLflow als Verwaltungssystem nicht auf einer einzelnen Ebene der Architektur eingeordnet werden, sondern kann sich von der Verwendung über das Datenmodell bis zur Speicherkomponente bewegen.

VIII. Praktische Umsetzung

Wie zuvor bereits erwähnt, wird die Grundlage der Umsetzung einer Professionalisierung von ML durch ein Python-Modell gebildet, welches für die Zwecke des Car Configurators der Porsche AG konzipiert wurde. Das Modell ist jedoch noch nicht über ein Proof of Concept hinausgekommen, d.h. eine Produktivschaltung ist nicht erfolgt. Das Modell geht so vor, dass auf Basis KI-basierter Clusteringalgorithmen sämtliche relevanten Kunden-konfigurationen einer Baureihe in vier Cluster unterteilt werden. Die dem Mittelpunkt jedes Clusters am nächsten gelegene Kundenkonfiguration wird als Referenz-konfiguration des gesamten Clusters betrachtet. Das Modell wurde für das Ziel entwickelt, eine Fahrzeugkonfiguration, die von einem Kunden bereits zu einem früheren Zeitpunkt erstellt wurde, beim nächsten Configurator-Aufruf des Kunden einem der Cluster zuzuordnen und dem Kunden die Referenzkonfiguration des Clusters als sogenannte „Pre-Configuration“ anzubieten. Bei einer Pre-Configuration handelt es sich um eine initiale Fahrzeugkonfiguration, mit welcher der Konfigurationsprozess gestartet wird. Die nachfolgende Betrachtung soll dabei untersuchen, wie das beschriebene Modell überwacht und bereitgestellt werden kann, ohne die tatsächliche Modellqualität oder dessen Wert für die Applikation zu bewerten. Die Grundlage an Trainingsdaten besteht zu diesem Zweck aus 25.000 zufällig generierten Fahrzeugkonfigurationen, d.h. auf eine Verwendung von Live-Konfigurationsdaten wird verzichtet. Im Sinne einer praktikablen Umsetzung der Professionalisierung von ML im Rahmen dieses Projektes wird der Fokus im praktischen Teil auf die Modellüberwachung und -bereitstellung gelegt. Sämtliche weiteren unter Punkt IV. beschriebenen Prozessschritte werden nicht näher betrachtet.

Der erste Schritt zur Professionalisierung des Modells ist die Einrichtung eines Servers, welcher die Hardware für die folgenden Schritte permanent bereitstellt. Eine geeignete Option ist dabei ein Linux AMI Server, da Linux die effizienteste Lösung zum Betrieb eines Webservers ist. Der Linux-Server wird in AWS über den Dienst EC2 bereitgestellt. Die Verwendung von AWS ergibt sich aus der Cloud-Strategie der Porsche AG. Nach der Erstellung des Servers wird mithilfe des Tools PuTTY ein SSH-Zugang zum Server über dessen Adressierung per Public DNS geschaffen. Nun wird der Server über die CLI (Command Line Interface) konfiguriert. Dies beginnt mit der Installation von Docker (s. Punkt VI.) sowie pip (pip install packages). Dabei handelt es sich um ein Python-Paketverwaltungsprogramm zur Installation und Konfiguration einer Python-Umgebung, aus Kompatibilitätsgründen in der Version 3.7. Anschließend kann mittels pip ein MLflow-Server aufgesetzt werden. Dies erfolgt auf Grundlage der Webserver-Technologie nginx, sodass nach vollständiger Einrichtung des Servers über einen Endpunkt auf MLflow zugegriffen werden kann. Parallel zur Einrichtung des EC2-Servers wird ein S3-Bucket in AWS erstellt, welches als Speichermedium für Trainingsdaten, Konfigurationsdaten sowie ML-Modelle dient. Eine konstante Aktualisierung der Trainingsdaten ist dabei nicht Bestandteil der vorliegenden Betrachtung. Die Modelle werden durch den Import des gleichnamigen Python-SDK SageMaker realisiert und in der Umgebung Jupyter Notebook ausgeführt. Der Zugriff vom MLflow- und nginx-Server auf die trainierten Modelle erfolgt mittels der Engine MLeap.

Zu internen Analysezwecken im Fachbereich sowie zur Überwachung der Modellqualität bietet MLflow die Möglichkeit, die Metriken des Modells sowie deren Änderungen abhängig von aktualisierten Trainingsdaten nachzuverfolgen und verschiedene ML-Modelle miteinander zu vergleichen. Neben dem bereits erläuterten k-Means-Algorithmus wurde ein Clustering der Trainingsdaten mittels des DBSCAN-Clusteralgorithmus vorgenommen und zwei Metriken für den Vergleich der beiden Modelle herangezogen. Dabei handelt es sich um den bereits beschriebenen Davies-Bouldin-Index sowie den Calinski-Harabasz-Index, bei

welchem im Gegensatz zum Davies-Bouldin-Index eine effizientere Clustereinteilung durch höhere Werte repräsentiert wird. Auf Basis der zufällig generierten statischen Konfigurationsdaten konnten für den Davies-Bouldin-Index Werte von 8,22 (k-Means) bzw. 14,68 (DBSCAN) und für den Calinski-Harabasz-Index von 81,17 (k-Means) bzw. 26,03 (DBSCAN) ermittelt werden. Dadurch konnte auf Basis der aktuellen Trainingsdaten der k-Means-Algorithmus als am geeignetsten identifiziert werden, dennoch ist eine regelmäßige Überwachung und Vergleich der Metriken zu empfehlen. Zur Überwachung und ggf. Anpassung der Hyperparameter des verwendeten k-Means-Algorithmus werden zudem die euklidischen Distanzen der Datenpunkte im MLflow geloggt. Diese belaufen sich in der verwendeten Parameterkonfiguration auf 1,22 maximal, durchschnittlich 0,59 sowie 0,0 minimal. Auf Basis des Verlaufs dieser Werte durch Logging auf dem MLflow-Server ist eine zuverlässige Überwachung der Datenmodelle gegeben.

Die Bereitstellung des Modells erfolgt über den zweiten virtuellen Server auf dem Linux-EC2-Server, den nginx-Webserver. Dafür wird zunächst ein ECR-Image (Elastic Container Registry) in AWS erstellt, um via Docker-CLI die Container aufrufen zu können. Abgeschlossen wird das Deployment, indem im Modell selbst der erstellte REST-Endpunkt adressiert wird. Das Modell ist nun durch Adressierung des nginx-Servers erreichbar. Dabei kann eine Fahrzeugkonfiguration im entsprechenden pandas Data-Frame-Format über den Endpunkt in das Modell eingespeist werden, welches mittels der Methode *predict* das Cluster der Konfiguration ermittelt und die Referenzkonfiguration des betreffenden Clusters über den nginx-Server zurück an den Endpunkt überträgt. Im Falle einer Produktivschaltung könnte der Endpunkt direkt vom Porsche Car Configurator angesprochen werden, um auf das ML-Modell zuzugreifen.

QUELLEN

[1] Accenture Plc. „KI skalieren, Wie Vorreiter den maximalen Wert aus ihren KI-Investitionen schöpfen.“ https://www.accenture.com/de-de/insights/artificial-intelligence/ai-investments (Abruf: 21.06.2020).

[2] R. Kreutzer, M. Sirrenberg. „Was versteht man unter Künstlicher Intelligenz und wie kann man sie nutzen?.” Künstliche Intelligenz verstehen, Wiesbaden: Springer Gabler, 2019, S. 1-71

[3] A. Ali, J. Qadir, R. Rasool, A. Sathiaseelan, A. Zwitter, J. Crowcroft. „Big data for development: applicationsand techniques.“ Big Data Analytics, 1 (2), 2016, https://bdataanalytics.biomedcentral.com/articles/10.1186/s41044-016-0002-4 (Abruf: 08.07.2020).

[4] IBM Corporation. „Der Weg zu KI und geschäftsfähigen Daten beginnt mit der Informationsarchitektur, Lernen Sie eine zuverlässige Basislösung für die Analyse mit zentralen Funktionen für Governance und Katalogisierung kennen.“ https://www.ibm.com/downloads/cas/KY8NXLLA (Abruf: 28.06.2020).

[5] R. Kessler, J.M. Gómez. „Implikationen von Machine Learning auf das Datenmanagement in Unternehmen.“ HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, Vol. 57. No. 1, 2020, S. 89–105, https://link.springer.com/content/pdf/10.1365/s40702-020-00585-z.pdf (Abruf: 22.06.2020).

[6] F. Lazzeri. „How to accelerate DevOps with Machine Learning lifecycle management.“ Microsoft Azure, https://medium.com/microsoftazure/how-to-accelerate-devops-with-machine-learning-lifecycle-management-2ca4c86387a0 (Abruf: 24.06.2020).

[7] TWT Digital Group. „Hyperparameter Tuning: Der Feinschliff eines Machine-Learning-Modells.“ https://www.twt.de/news/detail/hyperparameter-tuning-der-feinschliff-eines-machine-learning-modells.html (Abruf: 02.07.2020).

[8] Scikit-learn developers. „sklearn.cluster.KMeans.“ https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.cluster.KMeans.html (Abruf: 02.07.2020).

[9] J. Bradley. „Hyperparameter Tuning with MLflow, Apache Spark MLib and Hyperopt.“ https://databricks.com/de/blog/2019/06/07/hyperparameter-tuning-with-mlflow-apache-spark-mllib-and-hyperopt.html (Abruf: 02.07.2020).

[10] IBM Corporation. „Übersicht zu Qualitätsmetriken.“ https://cloud.ibm.com/docs/ai-openscale?topic=ai-openscale-anlz_metrics&locale=de (Abruf: 04.07.2020).

[11] Microsoft Corporation. „Auswertungsmetriken für Clustering.“ https://docs.microsoft.com/de-de/dotnet/machine-learning/resources/metrics#evaluation-metrics-for-clustering (Abruf: 02.07.2020).

[12] K. Gohrani. „Different Types of Distance Metrics used in Machine Learning.“ https://medium.com/@kunal_gohrani/different-types-of-distance-metrics-used-in-machine-learning-e9928c5e26c7 (Abruf: 02.07.2020).

[13] E. Liu. „Calinski-Harabasz Index and Boostrap Evaluation with Clustering Methods.“ https://ethen8181.github.io/machine-learning/clustering_old/clustering/clustering.html (Abruf: 01.07.2020).

[14] Amazon Web Services, Inc. „Optimierung der Modellrichtigkeit.“ https://docs.aws.amazon.com/de_de/machine-learning/latest/dg/machinelearning-dg.pdf#improving-model-accuracy (Abruf: 02.07.2020).

[15] D. Sato, A. Wider, C. Windheuser. „Continuous Delivery für Machine Learning, Automating the end-to-end lifecycle of Machine Learning applications.“ https://martinfowler.com/articles/cd4ml.html (Abruf: 23.06.2020).

[16] M. Kurovski. „From Exploration to Production – Bridging the Deployment Gap for Deep Learning.“ https://www.inovex.de/blog/image-classification-deployment-gap/ (Abruf: 05.07.2020).

[17] J. Kervizic. „Overview of Different Approaches to Deploying Machine Learning Models in Production.“ https://www.kdnuggets.com/2019/06/approaches-deploying-machine-learning-production.html (Abruf: 05.07.2020).

[18] S. Koen. „Architecting a Machine Learning Pipeline.“ https://towardsdatascience.com/architecting-a-machine-learning-pipeline-a847f094d1c7 (Abruf: 04.07.2020).

[19] K. Kersting, C. Lampert, C. Rothkopf. „Wie Maschinen lernen, Künstliche Intelligenz verständlich erklärt.“ Wiesbaden: Springer Gabler. 2019.

[20] Delta Lake. „Delta Lake is an open-source storage layer that brings ACID transactions to Apache Spark™ and big data workloads.“ https://delta.io/ (Abruf: 04.07.2020).

[21] Amazon Web Services, Inc. „Amazon S3, Objektspeicherort zum Speichern und Abrufen beliebiger Datenmengen aus allen Speicherorten.“ https://aws.amazon.com/de/s3/ (Abruf: 04.07.2020).

[22] Amazon Web Services, Inc. „AWS Cloud-Sicherheit, Infrastruktur und Services zur Erhöhung Ihrer Sicherheit in der Cloud.“ https://aws.amazon.com/de/security/ (Abruf: 04.07.2020).

[23] Amazon Web Services, Inc. „Container in AWS, Die sicherste, zuverlässigste und skalierbarste Art, Container zu betreiben.“ https://aws.amazon.com/de/containers/ (Abruf: 04.07.2020).

[24] Amazon Web Services, Inc. “Amazon EC2, Sichere und skalierbare Rechenkapazität in der Cloud. Starten Sie Anwendungen nach Bedarf – ohne langfristige Verpflichtung.” https://aws.amazon.com/de/ec2/ (Abruf: 10.07.2020)

[25] Amazon Web Services, Inc. „Amazon SageMaker – Machine Learning für jeden Entwick-ler und Daten-Wissenschaftler.“ https://aws.amazon.com/de/sagemaker/ (Abruf: 04.07.2020).

[26] Project Jupyter. „The Jupyter Notebook.“ https://jupyter.org/ (Abruf: 04.07.2020).

[27] Amazon Web Services, Inc. „Einrichten einer CI/CD-Pipeline in AWS, Automatisieren Sie Ihren Softwarebereitstellungsprozess mit Continuous Integration und Delivery Pipelines (CI/CD).“ https://aws.amazon.com/de/getting-started/projects/set-up-ci-cd-pipeline/ (Abruf: 07.07.2020).

[28] LF Projects, LLC. „An open source platform for the machine learning lifecycle.“ https://mlflow.org/ (Abruf: 10.07.2020).

Modern Data Management in Finance & Controlling

Benedikt Lindner
Duale Hochschule Baden-Württemberg
Stuttgart
Email@benediktlindner.de

Julia Reinhardt
Duale Hochschule Baden-Württemberg
Stuttgart
reinhardt.julia96@web.de

David Siegle
Duale Hochschule Baden-Württemberg
Stuttgart
david@siegle.it

***Abstract*—Die Digitalisierung hat die Unternehmenswelt in Bezug auf Daten stark verändert. Durch die stetig wachsende Menge an Daten (Big Data) haben Unternehmen die Chance, ihr Geschäftsmodell zu revolutionieren. Dennoch benötigt ein Unternehmen hierfür ein geeignetes Management von Daten. Besonders das Finanzwesen steht hier vor der Herausforderung, da die Prozesse und das Reporting grundlegend verändert werden können. Diese Arbeit hat das Ziel einerseits eine Einführung in das Modern Data Management zu geben und andererseits Überblick über die Disziplinen des Data Managements zu geben. Im Anschluss wird die Disziplin Data Strategy detailliert erfasst und deren Einfluss auf das Finanzwesen beschrieben. Dabei konnte erkannt werden, dass die Data Management Disziplinen stark miteinander verknüpft sind und als Gesamtheit betrachtet werden soll. Im Kontext des Data Managements ist es daher schwer, einzelne Unternehmensbereiche, wie das Finanzwesen und Controlling, isoliert zu betrachten. Vielmehr soll ein (Modern) Data Management über alle Bereiche des Unternehmens hinweg betrachtet werden.**

I. Einleitung

Daten werden zu einem wichtigen Wirtschaftsgut, das für den Erfolg jedes Unternehmens von zentraler Bedeutung ist [15]. Da die Welt stetig intelligenter wird, werden Daten zum Schlüssel für Wettbewerbsvorteile [15]. Dies bedeutet, dass die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens zunehmend davon abhängt, wie gut es Daten nutzen, Analysen anwenden und neue Technologien implementieren und einsetzen kann [15].

Mittels moderner Informationssysteme und Anwendungen werden in heutigen Geschäftsprozessen eine stetig wachsende Menge an Daten generiert und verarbeitet. Aufgrund dieser großen Datenmengen wird ein Data Management benötigt. Denn so können diese Datenmengen als Basis für Wettbewerbsstrategien, Auswertungen und Vorhersagen genutzt werden. In den Bereichen Finanzwesen und Controlling spielt Data Management[1] eine bedeutende Rolle, da die Daten für die jeweiligen Geschäftsprozesse ausgewertet und strukturiert werden können. Bei Konzernen mit mehreren Gesellschaften werden strukturierte und einheitliche Daten für die Konsolidierungen der Jahresabschlüsse benötigt. Diese Arbeit hat das Ziel "Data Management" genauer zu betrachten, einen Überblick über die Herausforderungen und Ziele der einzelnen Disziplinen zu geben und eine dieser Disziplinen, die Data Strategy, detailliert zu beschreiben.

[1]Die Begriffe "Data Management" und "Modern Data Management" sind in dieser Arbeit als Synonyme zu verstehen.

II. Einführung in das moderne Datenmanagement

A. Grundlagen des modernen Datenmanagements

Unter Data Management versteht sich eine Ansammlung von Maßnahmen, Verfahren und Konzepten, welche dazu dienen, einheitliche Datenbasis für sämtliche Geschäftsprozesse und Geschäftsbereiche zur Verfügung zu stellen [13]. Die Maßnahmen im Data Management umfassen alle technischen, konzeptionellen und organisatorischen Vorgehensweisen, um Daten zu erfassen, zu speichern und bereitzustellen. Das Ziel des Data Managements liegt in der Ermöglichung daten- und somit evidenzbasierter Entscheidungen. Dazu sind Maßnahmen und Methoden nötig, um aus unstrukturierten Daten Schlüsse zu ziehen und Entscheidungen somit quantifizierbar zu machen. Somit soll der Nutzen von Daten maximiert und die Entscheidungsfindung optimiert werden [17].

Modern Data Management verfolgt sowohl informationstechnologische, als auch organisatorische Ziele. Zu den informationstechnologischen Zielen gehören [13]:

- Data Lifecycle Management - Verwaltung der Daten über ihren kompletten Lebenszyklus hinweg.
- Datenqualität
- Datenschutz
- Datensicherheit
- Datenzugriff
- Data Governance

Organisatorische Anforderungen an das Data Management sind wie folgt [13]:

- Einhaltung maßgeblicher Compliance-Vorgaben
- Schutz der kritischen Informationen
- Sicherstellung des Datenschutzes und der Datensicherheit
- Optimale Unterstützung der Geschäftsprozesse
- Effiziente Verwaltung von großen Datenmengen
- Optimierung von Speicherplatz und Rechenleistung
- Optimierung des Zugriffs auf Informationen

III. Modern Data Management in Unternehmen

A. Auswirkungen auf Finance und Controlling

Das Rechnungswesen, das aus dem Controlling und der Finanzbuchhaltung besteht, wird von der Digitalisierung weitreichend verändert [16]. Durch die verbesserte Datenverarbeitung werden Effizienzsteigerungen in Prozessen und Transparenzgewinne bezüglich der Datenmengen erwartet [16]. Im Fokus der Digitalisierung steht daher das Data Management [16]. Daten werden im Rechnungswesen nicht als

Kostentreiber betrachtet, vielmehr gelten sie als wesentlicher Vermögenswert, der eine Investition erfordert, um das volle Potential zu entfalten [13]. Daten können Unternehmen helfen neues Wissen über ihre Geschäfte, Prozesse und Kunden zu generieren, wodurch beispielsweise Entscheidungen leichter getroffen werden können [17].

Durch die Digitalisierung entstanden neuartige Möglichkeiten zur Strukturierung und Auswertung von Daten [1]. Für Enterprise-Resource-Planning-Systeme (ERP-Systeme) gab es häufig Beschränkung in der Größe der Datenbanken, sodass mehrere Datenbankinstanzen geführt werden. Um Daten, wie beispielsweise die aus ERP-Systemen, optimal zu nutzen, wird ein hoher Integrationsgrad innerhalb des Unternehmens und zwischen den Informationssystemen vorausgesetzt. Zusätzlich werden nun komplexere Daten, wie beispielsweise aus Social-Media-Plattformen, für Auswertungen zugänglich gemacht. Die technologischen Entwicklungen bieten zahlreiche Vorteile, wie beispielsweise eine beschleunigte Berichterstattung [1]. So können die Zeiten bis zum Real-Time-Reporting verkürzt werden. Die Berichterstattung wird demnach flexibler und durch die Integration der Daten sind Ad-hoc-Analysen einfacher zu erstellen. Ebenso wird die Transparenz in Unternehmen gesteigert. So kann durch die verbesserten Auswertungsmöglichkeiten die Effizienz des Rechnungswesens ermittelt werden. Ebenso können Defizite erkannt werden. Ein weiterer Vorteil liegt in der Schaffung neuer Auswertungsmöglichkeiten, welche es erlauben, komplexere Themengebiete zu analysieren. Durch eine erhöhte Integration wird ebenso der Datenaustausch verstärkt, sodass beispielsweise die Informationen zum Zahlungsverhalten eines Kunden von der Finanzbuchhaltung an den Vertrieb weitergeleitet wird [1]. Generell versprechen sich Unternehmen von den neuen Technologien, dass die Qualität des Rechnungswesens gesteigert wird, indem die Auswertungsmöglichkeiten tiefgehender und die Anzahl der Fehler gesenkt wird.

Mobile Apps und Endgeräte generieren eine riesige Datenmenge [5]. In Kombination mit neuen Geschäftsmodellen in der Wertschöpfungskette können Finanzdienste die Digitalisierung vorantreiben und bieten Unternehmen die Möglichkeit neue Erkenntnisse zu gewinnen und Werte zu generieren. Die Analyse dieser Datenmengen ermöglicht es, Rückschlüsse und Entscheidungen anhand von Fakten zu treffen, nicht aufgrund von Erfahrungen und Vermutungen. Dennoch bringen die wachsenden Datenmengen auch Herausforderungen mit sich. Denn eine Datenhaltung wird komplexer. Daher nutzen viele Unternehmen mehrere Data Lakes, Data Warehouses, Betriebsanwendungen, Online-Apps, Call Center und Ähnliches. Daten können sich dabei innerhalb einer lokalen, Cloud- oder hybriden Infrastruktur befinden.

Damit die Chancen der neuartigen Möglichkeiten genutzt werden können, muss ein Modern Data Management verfolgt werden. Für dieses wird eine Data-Management-Plattform benötigt. Diese Data-Management-Plattform baut auf vertrauenswürdigen und verbundenen Daten auf [5]. Hierfür müssen Daten gesammelt und in eine einheitliche Datenlandschaft integriert werden. Um dies gewährleisten zu können, wird eine konsistente Datenbasis für alle Datentypen und Workloads benötigt, die die Funktionen eines Data Warehouses besitzt. Dies resultiert in einer virtuellen Gesamtansicht über die Datenbestände, womit ein replikationsfreier Zusammenhang von Daten aus verschiedenen Umgebungen unterstützt wird. Ein modernes In-Memory-Design sorgt hierbei für eine hohe Performance bei der Analyse der Daten. Skalierbare Systeme sind dabei eine Voraussetzung für die zeitnahe Verarbeitung der Daten. Zudem soll die Data-Management-Plattform flexibel für alle Bereitstellungsoptionen, wie On-Premise, Cloud und Hybrid sein. Das Design soll auf einem Datenbankansatz basieren, wie beispielsweise basierend auf SQL, denn dies vereinfacht die Wartung und Entwicklung der Plattform und lässt sich problemlos in Analyseplattformen integrieren.

Aufgrund der zunehmenden Digitalisierung in Unternehmen kommt die Automatisierung verstärkt auch der Finanzabteilung an [5]. Besonders hervorzuheben ist dabei beispielsweise der Austausch von Informationen über ein einheitliches Dateiformat, wodurch Medienbrüche und aufwändige manuelle Arbeiten verringert oder ganz vermieden werden [1]. Anstatt dem Versenden von Papierrechnungen kann ein Datenformat festgelegt werden, welches eine sofortige Weiterverarbeitung erlaubt. Dies resultiert in einer vollautomatischen Rechnungsverarbeitung [1].

IV. Disziplinen des Data Managements

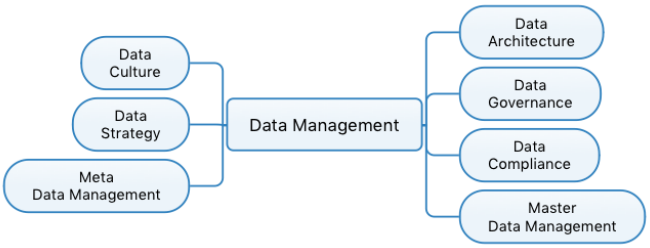


Fig. 1. Disziplinen des Data Managements

Das Konzept "Data Management" umfasst mehrere Teilgebiete, welche jeweils spezifische Aspekte behandeln. Diese sind in Abbildung 1 dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert.

A. *Master Data Management*

Stammdaten (Master Data) sind langfristige Daten, wie beispielsweise solche zu Kunden, Beschäftigten, Lieferanten, Materialien, Verträgen und Buchungsposten. Diese Daten werden über Abteilungs- und Systemgrenzen hinweg im ganzen Unternehmen genutzt [12]. Master Data Management ist eine Sammlung der besten Datenmanagementmethoden. Es umfasst Geschäftsanwendungen und Datenverwaltungstools zur Implementierung der Richtlinien, Verfahren und Infrastrukturen,

die die Erfassung, Integration und anschließende gemeinsame Nutzung von konsistenten und vollständigen Stammdaten unterstützen [12]. Das Management von Stammdaten wirkt sich positiv auf ein Unternehmen aus. Beispielweise kann ein umfassendes Kundenwissen ausgebaut werden. Dies wiederum kann zu einem verbesserten Kundenservice führen. Wird anhand von Daten gewusst, dass ein Kunde innerhalb eines bestimmten Zeitraums bestellt wird, kann sich die Antwortzeit auf die Bestellung verkürzen. Darüber hinaus wird das Reporting konsistenter und die Entscheidungsfindung wird verbessert [12]. Die Bedeutung der Stammdaten im Rechnungswesen ist in den letzten Jahren stark gestiegen [24]. Die neuesten digitalen Geschäftsmodelle basieren beispielsweise auf Kundendaten, die wiederum Stammdaten sind. Fundament besteht aus integrierten, spezialisierten Informationssystemen, welche wiederum die Basis für Business Intelligence. Die Qualität der zugrundeliegenden Daten ist somit von elementarer Bedeutung. Viele Unternehmen investieren seit Jahren in passende Software-Lösungen zum Management der Stammdaten, da ohne fundierte und verlässliche Stammdaten kein datenbasiertes Geschäftsmodell richtig umgesetzt werden kann. Viele Unternehmen stellt dies jedoch vor eine Herausforderung. Ein explizites Stammdaten-Management gibt es nur in jedem zweiten Unternehmen [24]. Bei anderen Unternehmen fehlt die technologische Unterstützung in Form von Automatisierungslösungen, einer Stammdaten-Management-Plattform oder einem Single-Point-of-Truth. Das Master Data Management soll zudem nicht isoliert betrachtet werden. Es ist die Voraussetzung für die Nutzung von Informationen, die in Kontext mit Business Intelligence gewonnen werden. So kann die Verarbeitung und Analyse von wachsenden Datenmengen (Big Data) mit den verlässlichen Stammdaten in zusammengebracht werden. Dies kann Wettbewerbsvorteile erbringen. Die reine Verarbeitung von Big Data würde ein eingeschränktes Ergebnis erbringen. Das Master-Data-Management wird häufig mit Data-Governance in Verbindung gebracht. Hier werden unternehmensinterne Richtlinien festgelegt, die den Umgang mit Daten und den dazugehörigen Prozessen bestimmen [24]. Die Qualität der Daten kann so anhand der Kriterien der Aktualität, Konsistenz, Vollständigkeit und Semantik festgemacht werden.

B. Data Architecture

Die Data Architecture dient der Festlegung eines Modells der Daten, die in verschiedenen Systemen genutzt werden und legt das führende System für die Daten fest [18]. Daten ohne eine festgelegte Datenarchitektur werden in einer Vielzahl unterschiedlicher Informationssysteme und Anwendungen mit abweichenden Datenmodellen gespeichert. Dies führt zu einer Heterogenität in der Syntax und Semantik. Syntaktische Probleme können entstehen, wenn beispielsweise ein Material in einem System als Datentyp ”String” in einer Länge von 16 Zeichen und in einem anderen System als Integer in der Länge von 10 Zeichen gespeichert wird. Ein semantisches Problem entsteht beispielsweise bei der Zuordnung einer Warengruppe, wenn diese in einem System einer Einkäufergruppe und in einem anderen einer Artikelklassifikation zugeordnet ist. Die Datenarchitektur hat daher einen direkten Einfluss auf die Qualität der Daten [18]. Es wird eine tragfähige Datenarchitektur benötigt, da ein Unternehmen durch Änderungen der Ablauf- und Prozessorganisation ständig im Wandel ist [21]. Eine erfolgsversprechende Datenarchitektur muss danach resistent gegen organisatorische Änderungen sein.

C. Data Governance

Die Data Governance gibt Rahmenbedingungen für datengetriebene Prozesse in Unternehmen vor [7]. Weitere Vorgaben gibt die Data Governance für die Data Architecture und damit für die Gesamtheit aller technischen Bausteine zur Datenbewirtschaftung im Unternehmen und deren Zusammenspiel. Die Ausrichtung der Data Governance richtet sich nach der IT-Strategie und wirkt als Enabler der Data Strategy.

Der Ordnungsrahmen, der von der Data Governance vorgegeben wird und regelt die Verantwortlichkeiten für die Erstellung, Nutzung und Pflege der Daten im Unternehmen [18]. Diese Rechte und Pflichten sind besonders von Bedeutung, wenn Daten abteilungs- und unternehmensübergreifend genutzt werden. Dies können beispielsweise Stammdaten, wie Materialien, Kunden, Lieferanten und Personaldaten sein. Die Finanzbuchhaltung und das Controlling greifen häufig auf dieselben Daten zu. So besteht die Datenbasis des Controllings aus den Buchungen der Finanzbuchhaltung.

D. Data Compliance

Datenschutz hat eine hohe Priorität [2]. Die Vorgaben in Form von gesetzlichen Vorschriften haben sich in den letzten Jahren deutlich erhöht. Ein Beispiel hierfür ist die Datenschutzgrundverordnung der Europäischen Union. Das Ziel von Compliance Management in Unternehmen ist die verbindliche Einhaltung solcher Verpflichtungen und Regelungen [22]. Die Folgen einer Nicht-Einhaltung bestehen aus Imageverlust, hohen Strafzahlungen, Bußgeldern, Schadensersatzklagen und öffentlicher Kritik, welche zu Umsatzverlusten führen kann und vielem mehr [22]. Die Data Compliance setzt hier an, damit ein Unternehmen richtig mit den Daten umgehen kann. Im Rechnungswesen gibt es eine Vielzahl von vertraulichen und sensiblen Daten, wie zum Beispiel Kontodaten von Kunden oder Lieferanten. Um diese Daten vor Missbrauch zu schützen, werden Verhaltensrichtlinien und unternehmensübergreifende Grundsätze zum Umgang mit Daten den Beschäftigten vermittelt [22]. Diese Grundsätze unterstützen bei der Vermeidung von Interessenkonflikten, Umgang mit Informationen und Spionageaktivitäten. Das Unternehmen ”Daimler AG” nutzt hierfür ein spezielles System, das alle konzernweiten Maßnahmen und Prozesse zur Einhaltung des Datenschutzes sammelt [2]. So können alle Maßnahmen geplant, umgesetzt und kontrolliert werden.

E. Meta Data Management

Metadaten sind Informationen zu Daten, die Strukturen und die Bedeutung von Datenbeständen, Anwendungen und

Prozesse beschreiben [8]. Die Aufgabe des Meta Data Managements ist unter anderem die Versionierung von Metadaten, um Änderungen nachvollziehen zu können. Ebenso ordnet das Meta Data Management Informationen Datenobjekten zu [23]. Es bietet hierfür Tools, Prozesse und Umgebungen an. Die Fähigkeit, Informationen über Datenobjekte, deren Bedeutung, physischen Standort, Eigenschaften und Verwendung einfach zu finden und abzurufen, ist für das Unternehmen vorteilhaft. Es verbessert die Fähigkeit des Unternehmens, mit Risiken umzugehen, gesetzliche Anforderungen zu erfüllen und die Produktivität zu verbessern. Das Ziel des Meta Data Managements ist die Zusammenführung aller Metadaten in einer Datenbank, beziehungsweise dem Repository, der Austausch der Metadaten zwischen den verschiedenen Tools und die Steuerung von Tools durch Metadaten [8].

F. Data Strategy

Daten sind nicht immer nützlich für Unternehmen [15]. Um Daten im unternehmerischen Sinne zu nutzen, müssen Daten auf einen bestimmten Geschäftsbedarf abgestimmt sein, um den Unternehmen zu helfen, die strategischen Ziele zu erreichen [15].

Die Grundlage der Data Strategy ist die Unternehmensstrategie. Eine gute Data Strategy zeichnet sich daher durch die Ziele aus, die das Unternehmen erreichen möchte und wie Daten die Erreichung der Ziele unterstützen können [15]. Wie bereits im vorangegangenen Kapitel erwähnt, sind Daten ein Vermögensgegenstand eines Unternehmens. Um aus diesen Datenfluten einen Mehrwert zu erzielen, müssen Informationen aus Geschäftsanwendungen, sozialen Medien, dem Internet of Things (IoT), von Kunden und anderen Quellen verknüpft und ausgewertet werden [20]. Die Data Strategy legt hierfür fest, wie Datensilos zusammengefügt, Informationslücken gefüllt und datenbasierte Entscheidungen für die Unternehmensentwicklung definiert werden. Daten werden daher innerhalb der Datenstrategie genutzt, um beispielsweise den Markt, auf dem das Unternehmen sich bewegt, besser zu verstehen oder neue Kunden akquiriert werden [15]. Daher werden Daten für Unternehmen immer interessanter. Im Jahre 2016 waren die Geschäftsmodelle der wertvollsten Unternehmen der Welt, wie beispielsweise Apple, Alphabet, Microsoft, und Facebook, überwiegend datenbasiert oder es wurde maßgeblich in den Ausbau der Data Strategy investiert [15].

G. Data Culture

Eine Data Strategy ist unvollständig ohne eine Data Culture, die diese unterstützt [19]. Die Etablierung und das Leben einer Data Culture führen zu einer Organisation, in der Entscheidungen aufgrund einer nachvollziehbaren Datenlage und nicht auf Basis von Vermutungen gefällt werden. Die Data Culture muss von der obersten Organisationsebene, der Unternehmensführung, vorgegeben, gelebt und nach unten in die Organisation weitergegeben werden [15]. Dadurch zeigt die Geschäftsführung, dass Daten einen Wert für das Unternehmen haben und zum Erfolg beitragen.

V. Praktischer Einsatz einer Datenmanagement-Strategie

A. Entwicklung einer Data Strategy

Daten betreffen nicht nur Kundentransaktionen, die Buchhaltung und andere traditionelle Unternehmensanwendungen [10]. In Unternehmen, die die Möglichkeiten der Digitalisierung nutzen, fallen beispielsweise Massendaten an. Darunter sind kontinuierliche Datenströme zu verstehen, wie sie unter anderem bei der Verwendung von IoT-Konzepten entstehen. Massendaten sind somit beispielsweise Sensordaten aus dem IoT, Videodaten von vernetzten Kameras oder Medien-Streaming, rohe Daten aus Web-Tracking und Customer Analytics. Daten aus der Interaktion mit Kunden aus sozialen Medien, Protokolle von Kunden-Chats oder Audio-Materialien von Gesprächen, wie aus einer Kundenhotline.

Unternehmen können, wenn sie diese Daten verstehen und nutzen, neue Potentiale zur Differenzierung von Mitbewerbern schaffen. Unternehmen nutzen zum Generieren einer Wertschöpfung nicht primär ihre eigenen Daten [15]. Häufig werden externe Daten genutzt. Unternehmen, wie IBM und Microsoft, kauften als Bestandteil ihrer Data Strategy andere Unternehmen, um deren Daten zu nutzen [15]. So kaufte IBM im Jahre 2015 das Unternehmen The Weather Company, das umfangreiche Daten mit drei Milliarden Referenzpunkten und 40 Millionen Smartphone-Nutzer pro Tag. Nun verkauft IBM die Wetterdaten an alle Unternehmen, die diese benötigen. Microsoft kaufte das soziale Netzwerk LinkedIn, wodurch Microsoft nun auf Daten Zugriff hat, die von 400 Millionen Nutzern generiert wurden und in Zukunft generiert werden [15].

Um eine Data Strategy zu entwickeln, muss zuvor beschlossen werden, welche Ziele diese erreichen soll [10]. Hierbei wird die Ausrichtung der Data Strategy auf die Unternehmensstrategie von Bedeutung, da diese die Grundlage für die Ziele des Unternehmens darstellt. So kann eine Data Strategy beispielsweise folgende Aspekte enthalten: Eine Data Strategy soll mit dem langfristigen strategischen IT-Plan und der Geschäftsstrategie übereinstimmen. Ein Verständnis soll für die Gesamtheit der gesammelten Daten, sowie Systeme vermittelt werden. Die Data Strategy soll Informationslücken dokumentieren, die zwischen Geschäftszielen und deren Erreichung entstehen und hierfür einen Plan entwickeln, wie diese Lücken geschlossen werden können [10].

Im nächsten Schritt muss ein Überblick über die Arten, Eigenschaften und Anforderungen der Daten geschaffen werden [10]. Optimal sind Data Lakes, in denen strukturierte Daten und unstrukturierte Daten nebeneinander bestehen, dennoch gibt es in der Wirklichkeit häufiger isolierte Daten.

Im daraufhin folgenden Schritt wird eine Data Architecture bestimmt [10]. Wie bereits erwähnt, soll diese zu einer Homogenität und Konsistenz der Daten führen. Die Data Architecture enthält die Regeln für strukturierte Formate wie Datenbanken und Dateisysteme, sowie die Systeme zum

Verbinden von Daten mit den Geschäftsprozessen, die sie konsumieren [3]. Beispielsweise kann die Datenarchitektur täglich rohe Werbe- und Verkaufsdaten in Informationssysteme einspeisen, wo sie integriert und analysiert werden, um Zusammenhänge und Abhängigkeiten der Aktionen zu analysieren [3]. Die Standardisierung von Unternehmensdaten ist wirksam, dennoch können sie die Flexibilität beeinträchtigen und es schwieriger machen, Daten anzupassen oder in Informationen umzuwandeln, die strategisch genutzt werden können.

Ein flexiblerer und realistischerer Ansatz für Daten- und Informationsarchitekturen wird beispielsweise von der Harvard Business Review empfohlen. Damit könnte es sowohl ein Single-Point-of-Truth als auch mehrere Versionen der Wahrheit (MVOTs) [3]. Der Single-Point-of-Truth arbeitet auf Datenebene. MVOTs unterstützen die Verwaltung von Informationen. Dennoch sollte der Fokus auf dem Single-Point-of-Truth liegen, da hier Möglichkeit besteht redundante Systeme abzustellen und Kosten zu sparen [3]. Für die MVOTs gilt der Single-Point-of-Truth als Quelle. MVOTs resultieren auf der Umwandlung der Daten in Informationen. Wenn innerhalb von Organisationseinheiten oder Funktionsbereichen von Unternehmen Daten transformiert, gekennzeichnet und gemeldet werden, entstehen unterschiedliche Versionen der Wahrheit.

Durch die Data Strategy soll gewährleistet werden, dass keine Datensilos entstehen, denn diese beeinträchtigen die "Sichtbarkeit" der Daten [5]. Existierende Datensilos müssen jedoch nicht abgebaut werden, sondern durch Schnittstellen und intelligenten Datenmanagement zu einer einzigen Quelle (Single-Point-of-Truth) zusammengeführt werden. Dies bedeutet auch für das Finanzwesen, dass die finanzielle Wahrheit in einer Quelle gefunden werden kann und allen autorisierten Stakeholdern zur Verfügung steht [5].

Nachdem eine Data Architecture bestimmt wurde, soll beispielsweise im Rahmen der Data Strategy ein Datenschutzkonzept festgelegt werden [10]. Dies fällt unter die Disziplin "Data Compliance". Daten werden als Wirtschaftsgut angesehen, daher ist es bedeutsam, diese vor Datenverlust und Sicherheitsverletzungen zu schützen [15]. Besonders bei sensiblen Daten, wie Kundendaten, ist dies der Fall.

So muss zum Beispiel auch gegeben sein, dass Daten gelöscht werden können [15]. Nach der DSGVO hat beispielsweise ein Kunde das Recht, seine Daten löschen zu lassen. Es muss sichergestellt werden, dass die Daten vollständig, vollumfänglich und zum richtigen Zeitpunkt gelöscht werden können.

Sobald die Umsetzung der Data Strategy geplant ist, sollen Unternehmen folgendes prüfen [5]. Haben die Beschäftigten entsprechende und ausreichende Qualifikationen? Falls die Qualifikation der Beschäftigten unzureichend ist, sollten Schulungsmaßnahmen entwickelt oder neues Personal eingestellt werden. Welche Software-Tools und -Plattformen wurden als führend festgelegt? Das Unternehmen sollte wissen, wie diese beschafft werden können. Welche Art der Datenhaltung ist relevant? Es muss entschieden werden, ob die Daten lokal, in einer Cloud oder einer hybriden Form gespeichert werden sollten. Welche Hardware wird genutzt? Es muss gewährleistet sein, dass ausreichend und benötigte Hardware vorhanden ist.

Im letzten Schritt wird die Data Strategy dokumentiert. Dies bildet die Grundlage für die Einführung der Data Strategy [5].

Zur Data Strategy sollten dezentrale oder zentrale Organisationseinheit gebildet werden, die das Data Management betreiben. Eine zentralisierte Datenfunktion verfügt normalerweise über eine einzige Chief Data Officer (CDO), die im gesamten Unternehmen verantwortlich ist und sicherstellt, dass Datenrichtlinien, Governance und Standards konsequent angewendet werden [5].

B. Auswirkungen der Data Strategie in Finance & Controlling

Das Finanzwesen kann die Data Strategy und den Single-Point-of-Truth nutzen, um Analysen direkt in Prozesse einzubinden [5]. So nutzen führende Unternehmen Algorithmen, um Prozesse zu optimieren und Anomalien zu erkennen. Basierend auf quantifizierbaren Daten kann der Algorithmus aktuelle Trends, beispielsweise Umsatzwachstum, ableiten [5]. Dieser Algorithmus gibt auch Warnungen und Analysen über Anomalien auf beispielsweise Bankkonten geben. Die Beschäftigten des Finanzwesens somit werden schneller auf die Probleme aufmerksam.

Aufgrund der Data Strategy wird die Budgetierung im Controlling vorgenommen [6]. Durch Planungstools und neugewonnene Erkenntnisse können beispielsweise Sparten detaillierter geplant werden. Dies zeigte sich am Beispiel eines Mineralölkonzerns, der durch eine moderne Budgetierung die Kostenartenplanung veränderte. Die Kostenartenplanung war zuvor hochgradig detailliert. Die Verwendung neuer Planungstools hat erreicht, dass der Detaillierungsgrad sinnvoll reduziert und die Planung somit vereinfacht wurde [6]. So konnte der finanzielle und zeitliche Aufwand reduziert werden. Ein weiteres Beispiel zeigt ein Unternehmen der Medienbranche mit 10.000 Beschäftigten. Durch moderne Budgetierungstools konnte es den Planungsprozess von sechs Monaten auf acht Wochen reduzieren [6].

Der Prozess des Reportings wird durch die Data Strategy beeinflusst. Steigende Verfügbarkeit von Daten führt dazu, dass die Datenanalyse an Bedeutung gewinnt. Diese werden in Unternehmen, die sich intensiv mit dem Thema auseinandersetzen, zuerst eingeführt und produktiv genutzt werden können. Daraus ergibt sich ein Wettbewerbsvorteil, da Entscheidungen fundierter getroffen werden können. Ebenso schreitet im gleichen Zuge die Automatisierung im Berichtswesen voran. Ad-hoc-Berichte und flexible Dashboards bedeuten einen Effizienzgewinn, der einen Kostenvorteil für Unternehmen bedeutet.

Darüber hinaus wird die Qualität der Berichte verbessert, da zuvor externe Faktoren ausgeschlossen wurden. Das Reporting wird in Zukunft verstärkt Simulationen und Szenarien nutzen, die verschiedene Datentypen integrieren und durch die qualitativ hochwertigere Informationsbasis das Potential besitzen, die Entscheidungsfindung enorm zu verbessern [14].

Eine weitere Auswirkung ist die Änderung des Mindsets der Beschäftigten und des Managements [14]. Veraltete Denkweisen werden durch die Data Strategy und Data Culture

nachhaltig verändert. Besonders im Controlling werden viele Handlungs- und Entscheidungsempfehlungen aufgrund von Annahmen und Erfahrungen getroffen. Beispielsweise kann ein Gemeinkostenzuschlagssatz entweder eine Abwandlung des Satzes einer Vorperiode sein, welches eine Annahme wäre oder neu berechnet werden, wodurch dieser datenbasiert verwendet werden würde.

Weiterhin werden sich die Rollen der Stellen im Finanzwesen wandeln. Diese Stellen werden nun vermehrt mit Digitaltechniken arbeiten [14]. Hier werden IT-Kenntnisse benötigt, damit eine reibungslose und effektive Nutzung der Systeme gewährleistet werden kann.

Da innerhalb der Data Strategy neue Technologien eingeführt werden, verändern diese ebenfalls Teile des Finanzwesens [9]. So werden beispielsweise durch die Einführung einer Blockchaintechnologie Daten für Kostenrechnung, Budgetierung und Management Reporting schneller bereitgestellt. Ebenso können hierdurch Wertströme abgewickelt werden. Dies hat schnelle und transparente Zahlungsflüsse zwischen den Vertragspartnern zur Folge [9].

VI. Fazit

Die Beschäftigung und Berücksichtigung mit den vorgestellten Disziplinen sind elementar für Unternehmen, die die eigene digitale Transformation vorantreiben wollen. Die daraus resultierende Verbesserung der Datenqualität beispielsweise ist insbesondere für das Finanzwesen und Controlling relevant. Dennoch darf Modern Data Management nicht von einem Unternehmensbereich isoliert betrachtet werden. Vielmehr ist es fundamental, dass sich das ganze Unternehmen auf die digitale Transformation einstellt und diese in allen Unternehmensbereichen gleichermaßen vorangetrieben wird. Eine gelebte Datenkultur ist daher obligatorisch. Die Disziplinen des Data Managements sind eng miteinander verwoben, sodass eine Data Strategy nur dann einen Mehrwert generieren kann, wenn eine Data Culture gelebt wird oder auch Konzepte zur Data Governance und Compliance ein Teil der Data Strategy sind.

Das Finanzwesen und das Controlling können immens von den Änderungen im Modern Data Management profitieren und haben die Chance insbesondere das Berichtswesen zu optimieren.

Die Bedeutung des Modern Data Management wird auch zukünftig noch steigen und weitreichende Änderungen in Unternehmen bewirken. Dies wird für Unternehmen den Unterschied zwischen Marktteilnahme und Marktführerschaft ausmachen.

References

[1] Arbeitskreis Externe Unternehmensrechnung der Schmalenbach-Gesellschaft für Betriebswirtschaft e.V., "Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung für die Effektivität und Effizienz des Rechnungswesens," in Betriebswirtschaftliche Implikationen der digitalen Transformation, S. Krause and B. Pellens, Eds. Wiesbaden: Springer Gabler, 2018, pp. 303–305.

[2] Daimler AG, Daten-Compliance, 2019. [Online]. Available: https://geschaeftsbericht.daimler.com/gb2019/static/export/docs/?Daimler-GB2019_Geschaeftsbericht_daten-compliance.pdf. [Accessed: 14-Jul-2020].

[3] L. DalleMule and T. Davenport, "What's Your Data Strategy," Harvard Business Review, Jun. 2017.

[4] K. Egetoft, "Data Management Challenges For Financial Services," Digitalist Magazine, 15-Jan-2019. [Online]. Available: https://www.digitalistmag.com/customer-experience/2019/01/15/data-management-challenges-for-financial-services-06195118/. [Accessed: 15-Jul-2020].

[5] K. Egetoft, "Three Elements Of Next-Generation Data Management For Financial Services," Digitalist Magazine, 22-Jan-2020. [Online]. Available: https://www.digitalistmag.com/customer-experience/2019/01/15/data-management-challenges-for-financial-services-06195118/. [Accessed: 15-Jul-2020].

[6] R. Gleich et al., "Moderne Budgetierung: Praxisbeispiele," in Moderne Instrumente der Planung und Budgetierung: Innovative Ansätze und Best Practice für die Unternehmenssteuerung, 2nd ed., Freiburg: Haufe-Lexware GmbH & Co. KG, 2015, pp. 103–124.

[7] P. Gluchowski, Data Governance: Grundlagen, Konzepte und Anwendungen. Heidelberg: dpunkt, 2020.

[8] C. Güthlein, Metadatenmanagement: Erfolgsfaktor für ein Data Warehouse. diplom.de, 2001.

[9] O. Hirschfelder, L. Schlecht, and A. Buchwald, "Blockchain: Potenzielle Auswirkungen auf das Controlling," in Digitalisierung & Controlling - Technologien, Instrumente, Praxisbeispiele, R. Gleich and M. Tschandl, Eds. Freiburg and München and Stuttgart: Haufe Group, 2018, pp. 103–118.

[10] Intel Corporation, "Die Schritte zur Entwicklung einer Datenstrategie," 2018. [Online]. Available: https://www.intel.de/content/dam/www/public/emea/de/de/documents/guides/defining-a-data-strategy-eguide-de.pdf. [Accessed: 14-Jun-2020].

[11] C. Langmann and D. Turi, Robotic Process Automation (RPA) Digitalisierung und Automatisierung von Prozessen Voraussetzungen, Funktionsweise und Implementierung am Beispiel des Controlling und Rechnungswesen. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2020. Available: https://doi.org/10.1007/978-3-658-28299-8. [Accessed: 15-Jul-2020].

[12] D. Loshin, Master Data Management. Burlington: Morgan Kaufmann, 2009.

[13] S. Luber and J. Ehneß, "Was ist Data Management? Datenmanagement?", Storage, 31-Jul-2019. [Online]. Available: https://www.storage-insider.de/was-ist-data-managementdatenmanagement-a-850258/. [Accessed: 15-Jul-2020].

[14] C. Maron, A. Burgermeister, and S. Walter, "Digital meets Finance by DATEV eG," in Digitalisierung & Controlling - Technologien, Instrumente, Praxisbeispiele, R. Gleich and M. Tschandl, Eds. Freiburg and München and Stuttgart: Haufe Group, 2018, pp. 129-146.

[15] B. Marr, Data strategy: how to profit from a world of big data, analytics and the Internet of things. London: KoganPage, 2017.

[16] A. Najderek, "Auswirkungen der Digitalisierung im Rechnungswesen – ein Überblick," in Innovationen für eine digitale Wirtschaft, A. Müller, P. Eudelle, A. Klasen, A. Najderek, and T. Wendt, Eds. Wiesbaden: Springer Gabler, 2020, pp. 127–130.

[17] Oracle, Was ist Datenmanagement?, 2014. [Online]. Available: https://www.oracle.com/de/database/what-is-data-management/. [Accessed: 15-Jul-2020].

[18] B. Otto and C. Legner, "Datenqualitätsmanagement für den Industriebetrieb," Controlling, vol. 28, no. 10, pp. 550–557, 2016.

[19] P. Ramaswamy, "How to Create a Data Culture," Jun-2015. [Online]. Available: https://www.cognizant.com/InsightsWhitepapers/how-to-create-a-data-culture-codex1408.pdf. [Accessed: 13-Jun-2020].

[20] K. Schmidt, "Darum braucht Ihr Unternehmen eine Datenstrategie," SAP News Center, 05-Jul-2019. [Online]. Available: https://news.sap.com/germany/2019/06/datenstrategie-analytics/. [Accessed: 15-Jul-2020].

[21] K. Schwinn et al., Unternehmensweites Datenmanagement: Von der Datenbankadministration bis zum modernen Informationsmanagement, 2nd ed. Wiesbaden: Vieweg Teubner Verlag, 2013.

[22] K. Wolf, "Compliance Controlling," Controlling, vol. 24, no. 3, pp. 181–187, 2012.

[23] J. Zhu et al. , Metadata Management with IBM InfoSphere Information Server, Oct-2011. [Online]. Available: http://www.redbooks.ibm.com/redbooks/pdfs/sg247939.pdf. [Accessed: 15-Jun-2020].

[24] M. Zillmann, "Ohne verlässliche Stammdaten geht es nicht", Controlling & Management Review, vol. 61, no. 6, pp. 68–72, 2017.

Chancen und Risiken des Einsatzes von elektronischen Signaturen für Unternehmen

Anne Loren Engelbach
Fakultät Wirtschaft
Duale Hochschule Baden Württemberg
Stuttgart, Deutschland
wi17175@lehre.dhbw-stuttgart.de

Alisa Rieger
Fakultät Wirtschaft
Duale Hochschule Baden Württemberg
Stuttgart, Deutschland
alisa.rieger@icloud.com

Max Scheurle
Fakultät Wirtschaft
Duale Hochschule Baden Württemberg
Stuttgart, Deutschland
wi17049@lehre.dhbw-stuttgart.de

***Abstract*—Das vorliegende Paper gibt einen Überblick über die aktuellen Chancen und Risiken des Einsatzes von elektronischen Signaturen in Unternehmen am Beispiel der Anwendungsfälle „Personaleinstellung" und „Autokauf". Dabei wurden sowohl die rechtlichen Rahmenbedingungen für die Verwendung als auch die mögliche technische Umsetzung von elektronischen Signaturen dargestellt. Darauf erfolgte mithilfe einer SWOT-Analyse die Beschreibung der konkreten Chancen und Risiken von elektronischen Signaturen. Auf Basis dieser Erkenntnisse wurde mithilfe einer Umfrage die Akzeptanz von elektronischen Signaturen untersucht.**

Keywords—Elektronische Signatur, Rechtliche Rahmenbedingungen, Kryptographische Grundlagen, SWOT-Analyse

I. Einleitung

In der Corona-Krise wurde deutlich, welchen Mehrwert es bietet, ortsungebunden auf relevante Informationen und Dokumente zugreifen zu können. In schon durch digitalisierte Prozesse papierlosen Bereichen der Arbeitswelt funktioniert dies häufig bereits gut. Es kommt jedoch noch immer vor, dass Medienbrüche zwischen Papier und EDV-Systemen den Arbeitsalltag belasten und den Austausch von Informationen und Dokumenten erschweren. Dies gilt insbesondere für Vertragsdokumente, da hier häufig eine handschriftliche Unterschrift gebräuchlich ist. Ziel dieses Papers ist, die Chancen und Risiken des Einsatzes von elektronischen Signaturen, d.h. elektronischem Unterschriftersatz, für Unternehmen herauszuarbeiten. Hierzu werden zuerst die rechtlichen Rahmenbedingungen für den Einsatz der elektronischen Signatur dargestellt. Im Abschnitt zur technischen Umsetzung wird auf die zugrundeliegenden kryptographischen Verfahren eingegangen. Schließlich wird im dritten Abschnitt eine SWOT-Analyse durchgeführt sowie auf die Ergebnisse der für dieses Paper erfolgten Umfrage zur Akzeptanz von elektronischen Signaturen eingegangen.

II. Rechtliche Rahmenbedingungen für den Einsatz der elektronischen Signaturen

Es werden drei Arten von elektronischen Signaturen unterschieden: die einfache, die fortgeschrittene und die qualifizierte elektronische Unterschrift. In diesem Abschnitt wird dargestellt, was die Signaturvarianten unterscheidet und welche rechtlichen Beschränkungen und Voraussetzungen es jeweils für den Einsatz in Unternehmen gibt.

A. Rechtliche Grundlagen

Im Folgenden werden die Legaldefinitionen anhand der EU-Verordnung Nr. 910/2014 (eIDAS) eingeführt, welche elektronische Identifizierung und Vertrauensdienste auf dem EU-Binnenmarkt behandelt. Diese beinhalten jene Anforderungen, mit deren Erfüllung eine elektronische Signatur einer der drei Signaturformen zugeordnet werden kann:

„*'Elektronische Signatur'* sind Daten in elektronischer Form, die anderen elektronischen Daten beigefügt oder logisch mit ihnen verbunden werden und die der Unterzeichner zum Unterzeichnen verwendet" [1].

„*'Fortgeschrittene elektronische Signatur'* ist eine elektronische Signatur, die die Anforderungen des Artikels 26 erfüllt" [2]. Die Anforderungen nach Art. 26 eIDAS sind: Eindeutige Zuordnung zum Unterzeichner, Identifizierungsmöglichkeit des Unterzeichners, Verwendung elektronischer, nur vom Unterzeichner zu kontrollierenden Signaturerstellungsdaten sowie sichere, d. h. nicht nachträglich unbemerkt manipulierbare, Verbindung mit den unterzeichneten Daten.

„*'Qualifizierte elektronische Signatur'* ist eine fortgeschrittene elektronische Signatur, die von einer qualifizierten elektronischen Signaturerstellungseinheit erstellt wurde und auf einem qualifizierten Zertifikat für elektronische Signaturen beruht" [3].

Auf Basis dieser Definitionen werden im Folgenden die Rechtswirkungen und mögliche Verschlüsselungsverfahren für die jeweiligen Signaturverfahren näher betrachtet.

B. Rechtswirkung der elektronischen Signaturen

Die verschiedenen elektronischen Signaturvarianten unterscheiden sich in ihrer Rechtswirkung und in der Folge auch in den möglichen Anwendungsfällen. Die unterschiedlichen Rechtswirkungen hängen davon ab, welches Schriftformerfordernis de lege für welche Vertragsart erforderlich ist. Ist keine Schriftform vorgegeben, genügt eine elektronische Signatur, zur besseren Unterscheidbarkeit im Folgenden als einfache elektronische Signatur (EES) bezeichnet. Ist eine Schriftform vorgegeben, die elektronische Form nicht ausgeschlossen und nicht die fortgeschrittene elektronische Signatur (FES) als Alternative gesetzlich erlaubt, so ist die Schriftform durch die qualifizierte elektronische Signatur (QES) zu erfüllen [4]. Dies wird im Folgenden anhand der Beispiele „Personaleinstellung" und „Autokauf" illustriert. Das Autorenkollektiv dieses Papers hat mittels Brainstormings die aus seiner Sicht wichtigsten Vertrags- und sonstigen Dokumente in diesen Anwendungsgebieten ermittelt und die Rechtsgrundlagen zum Schriftformerfordernis sowie die ergänzenden Paragraphen zum Einsatz elektronischer Signaturen in den einschlägigen Gesetztestexten ermittelt.

a) Beispiel: Personaleinstellung

Im Rahmen der Personaleinstellung fallen verschiedene Dokumente an. Diese sind in Tabelle 1 dargestellt. Aus den

angegeben Rechtsquellen wurde das erforderliche Signaturverfahren bei Einsatz der elektronischen Form abgeleitet und angegeben. Jedoch ist es jederzeit möglich, ein Signaturverfahren mit stärkerer Rechtsbindung zu wählen.

TABLE I. PERSONALEINSTELLUNG MIT ELEKTR. SIGNATUREN

Vertragsart	*Rechtsgrundlage*	*Signatur*
Unbefristete Arbeitsverträge	§ 611a BGB	EES
Geheimhaltungs-erklärungen	§ 24 ArbEG	EES
Sozialversicherungs- / Rentenversicherungs-dokumente	§ 16 SGB I i.V.m. § 36a SGB I	FES / QES
Steuerdokumente	§ 87a AO	FES / QES
Befr. Arbeitsverträge / Teilzeitarbeitsverträge	§ 14 Abs. 4 TzBfG i.V.m. §§ 126, 126a BGB	QES
Arbeitnehmer-überlassungsverträge / Zeitarbeitsverträge	§ 12 Abs. 1 Satz 1 AÜG i.V.m. §§ 126, 126a BGB	QES

Bei Sozialversicherungs-, Rentenversicherungs- sowie Steuerdokumenten kann die Schriftform durch Nutzung der DE-Mail ersetzt werden. Die Spezifikationen des DE-Mail-Gesetzes genügen den rechtlichen Anforderungen an die FES [5]. Wird die DE-Mail nicht genutzt, ist eine QES erforderlich.

Nach §2 NachweisG sind die Vertragsbedingungen des Arbeitsverhältnisses dem Arbeitnehmer vom Arbeitgeber schriftlich auszuhändigen. Dabei ist die elektronische Form ausgeschlossen [6]. Dieser Nachweis muss nicht ausgehändigt werden, wenn der Arbeitnehmer den Arbeitsvertrag schriftlich erhalten hat [7]. Durch den Ersatz der Schriftform mit der elektronischen Form ist dem Arbeitnehmer ein §2 NachweisG genügendes Dokument auszuhändigen.

b) Beispiel: Autokauf und –finanzierung

In Tabelle 2 sind jene Dokumente, welche aus Sicht des Autorenkollektivs beim Autokauf oder -finanzierung besonders wichtig sind, dargestellt. Aus den angegebenen Rechtsgrundlagen wurde die geringste erforderliche Signaturstufe bei Nutzung der elektronischen Form ermittelt.

TABLE II. AUTOKAUF UND –FINANZIERUNG MIT ELEKTR. SIGNATUREN

Vertragsart	*Rechtsgrundlage*	*Signatur*
Kaufverträge über bwgl. Güter	§ 474 BGB	EES
Aufträge / Auftragsbestätigung	§ 662 BGB	EES
Datenschutzerklärungen	Art. 12 DSGVO	EES
AGB	§ 305 BGB	EES
Dienstleistungsverträge	§ 611 BGB	EES
Know-Your-Customer-Dokumente	§§ 10 – 17 GwG	EES
Quittungen	§ 368 BGB i.V.m. §§ 126, 126a BGB	QES
Bankkontoeröffnung	§§ 675, 675a BGB i.V.m. §§ 126, 126a BGB	QES
Verbraucherdarlehens-verträge	§ 492 Abs. 1 BGB i.V.m. §§ 126, 126a BGB	QES
SEPA-Lastschriftmandate	Anhang Nr. 3 a) vii) Verordnung (EU) Nr. 260/2012 (SEPA-VO); BT-Drs. 17/11395, S. 13; § 675 j Abs. 1 Satz 2 BGB i.V.m. §§ 126, 126a BGB	QES

Aus beiden Anwendungsbeispielen wird deutlich, dass der EES und der QES in der Praxis eine hohe Relevanz zukommt.

III. TECHNISCHE UMSETZUNG

Aufgrund der rechtlich unterschiedlich festgelegten Anforderungen variiert die technische Umsetzung der elektronischen Signaturen abhängig von der gewählten Signaturart. Die drei Signaturarten wurden bereits im letzten Abschnitt über die rechtlichen Grundlagen eingeführt. Dieser Abschnitt konkretisiert die rechtlich definierten Anforderungen und wie diesen technisch nachgekommen werden kann.

A. Elektronische Signatur

Die einfache elektronische Signatur wurde bereits im zweiten Abschnitt dieses Papers vorgestellt. Die Definition der eIDAS-Verordnung ist hierbei sehr offengehalten. Dadurch kann auch ein „Mit freundlichen Grüßen – Max Mustermann“ am Ende einer E-Mail als elektronische Signatur angesehen werden. Diese Signatur besteht aus elektronischen Daten, wird vom Unterzeichner zum Signieren der E-Mail genutzt und ist anderen elektronischen Daten (der E-Mail) beigefügt. Damit sind die Anforderungen an die einfache elektronische Signatur erfüllt.

B. Fortgeschrittene elektronische Signatur

Für die fortgeschrittene elektronische Signatur sind in der eIDAS-Verordnung weitere Anforderungen formuliert. Die fortgeschrittene elektronische Signatur muss, wie bereits in Absatz II ausgeführt, [8]

- eindeutig dem Unterzeichner zuordenbar sein,
- die Identifikation des Unterzeichners ermöglichen,
- durch die Verwendung von elektronischen Signaturerstellungsdaten erzeugt werden,
- die Veränderung von Daten erkenntlich machen.

Der Durchführungsbeschluss 2015/1506 der Europäischen Kommission legt darüber hinaus fest, in welchen Formaten fortgeschrittene und qualifizierte Signaturen von öffentlichen Einrichtungen akzeptiert werden müssen [9]. Demnach werden Extensible Markup Language (XML)-, Cryptographic Message Syntax (CMS)- und Portable Document Format (PDF)-Signaturen oder Signaturen mit zugehörigen Containern anerkannt [10]. Diese müssen jedoch den technischen Spezifikationen des Europäischen Instituts für Telekommunikationsnormen (ETSI) genügen (für XML-Signaturen: ETSI TS 103171 v.2.1.1; für CMS-Signaturen: ETSI TS 103173 v.2.2.1, für PDF-Signaturen: ETSI TS 103172 v.2.2.2, für Signaturen mit zugehörigem Container: ETSI TS 103174 v.2.2.1) [11]. Werden die Signaturverfahren in der eigenen Infrastruktur bereitgestellt, sind diese Standards umzusetzen. Werden Signaturprodukte oder Dienstleistungen von Dritten eingebunden, ist deren Erfüllung bei der Auswahl zu beachten. Da aufgrund des Umfangs dieses Papers nicht spezifischer auf die genauen Regelungen eingegangen werden kann, sollen im Folgenden die grundlegenden kryptographischen Prinzipien zur Erstellung fortgeschrittener elektronischer Signaturen erläutert werden.

Zur Erfüllung all dieser Anforderungen kommen in der praktischen Umsetzung Hash- und asymmetrische Kryptoverfahren zum Einsatz [12]. Ein Beispiel hierfür ist das RSA-Verfahren, welches auch von der Senior Officials Group

Information System Security (SOGIS) als sicheres asymmetrisches Kryptoverfahren empfohlen wird [13]. RSA ist ein asymmetrisches Verschlüsselungsverfahren, mit dessen Hilfe auch digitale Signaturen erstellt werden können [14].

Die „elektronische Signatur“ ist ein rechtlicher Begriff für die rechtsverbindliche elektronische Unterschrift. Die digitale Signatur bezeichnet hingegen ein kryptographisches Verfahren, mit dessen Hilfe der Absender und die Integrität einer Nachricht geprüft werden können [14]. Die digitale Signatur wird eingesetzt, um die Anforderungen an sichere elektronische Signaturen umzusetzen. Aus einer digitalen Signatur allein muss damit keine rechtliche Wirkung folgen, da sie auch beispielsweise im sicheren Datenaustausch zwischen Maschinen eingesetzt werden kann.

Um ein Dokument mit einer fortgeschrittenen elektronischen Signatur zu unterzeichnen, wird ein Schlüsselpaar für ein sicheres asymmetrisches Kryptoverfahren benötigt. Das Schlüsselpaar besteht aus einem privaten Schlüssel und einem öffentlichen Schlüssel [15]. Um das zu unterzeichnende Dokument gegen unerkannte Veränderungen zu schützen, wird mithilfe eines Hash-Verfahrens eine Prüf- oder Checksumme des Dokuments erstellt [14]. Diese Checksumme wird mit dem privaten Schlüssel des Unterzeichners verschlüsselt [14]. Das hieraus entstehende Produkt ist die „digitale Signatur“ [14].

K_u^{prv}=privater Schlüssel des Unterzeichners
K_u^{pub}=öffentlicher Schlüssel des Unterzeichners
CHK=Checksumme
N=das zu unterzeichnende Dokument

Digitale Signatur:
$$K_u^{prv}(CHK(N))$$

Jeder im Besitz des öffentlichen Schlüssels kann die Checksumme wieder entschlüsseln. Passt diese zum vorliegenden Dokument, ist belegt, dass das Dokument vom Unterzeichner signiert wurde und unverändert ist.

Prüfung der Digitalen Signatur:
$$K_u^{pub}(K_u^{prv}(CHK(N))) \rightarrow CHK(N)$$

C. Qualifizierte elektronische Signatur

Wie bereits in Abschnitt zwei erläutert, basiert die qualifizierte elektronische Signatur auf den Anforderungen der fortgeschrittenen elektronischen Signatur. Die QES muss jedoch von einer qualifizierten elektronischen Signaturerstellungseinheit erstellt sein, und darüber hinaus auf einem qualifizierten Zertifikat für elektronische Signaturen beruhen [3].

Ein qualifiziertes Zertifikat für elektronische Signaturen ist „eine elektronische Bescheinigung, die elektronische Signaturvalidierungsdaten mit einer natürlichen Person verknüpft und die mindestens den Namen oder das Pseudonym dieser Person bestätigt“ [16]. Ein solches Zertifikat muss von einem qualifizierten Vertrauensdienstanbieter erstellt werden [17]. Die Europäische Union betreibt den „Trusted List Browser“, über welchen die qualifizierten Vertrauensdienstanbieter je Mitgliedsstaat angezeigt werden [18].

Um ein Zertifikat zu erhalten, muss der Unterzeichner seine Identität einem qualifizierten Vertrauensdienstanbieter bestätigen [19]. Dies kann beispielsweise durch das persönliche Erscheinen und Vorlegen eines Ausweisdokuments gewährleistet werden [19]. Der Vertrauensdienstanbieter fungiert als Zertifizierungsstelle. Auch die Zertifizierungsstelle verfügt über ein Schlüsselpaar bestehend aus privatem und öffentlichem Schlüssel. Mit dem privaten Schlüssel signiert die Zertifizierungsstelle das ausgestellte Zertifikat [19]. Dieses enthält neben dem öffentlichen Schlüssel des Unterzeichners auch noch weitere Informationen über die Zertifizierungsstelle und den Unterzeichner [19]. Zur Vereinfachung wird im folgenden Beispiel davon ausgegangen, dass nur der öffentliche Schlüssel des Unterzeichners Inhalt des Zertifikates ist.

K_{ca}^{prv}=privater Schlüssel der Zertifizierungsstelle
K_{ca}^{pub}=öffentlicher Schlüssel der Zertifizierungsstelle

Digitales Zertifikat:
$$K_{ca}^{prv}(CHK(K_u^{pub}))$$

Jeder im Besitz des öffentlichen Schlüssels der Zertifizierungsstelle kann nun eindeutig die Identität des Unterzeichners feststellen [19]. In Kombination mit der digitalen Signatur des Unterzeichners kann auch die Veränderung eines Dokuments zweifelsfrei festgestellt werden.

Prüfung des Digitalen Zertifikats:
$$K_{ca}^{pub}(K_{ca}^{prv}(CHK(K_u^{pub}))) \rightarrow CHK(K_u^{pub})$$

Im privaten Umfeld kann der neue (heute ausgegebene) Personalausweis im Checkkartenformat zum Erstellen von qualifizierten elektronischen Signaturen eingesetzt werden [20][21]. Der Personalausweis kann mit einem qualifizierten elektronischen Zertifikat ausgestattet werden [21]. Mit Kartenlesegeräten und zugehöriger Software kann eine elektronische Signatur von nahezu jedem Computer erstellt werden. Auch mobile Endgeräte, die über einen entsprechenden (ISO/IEC 14443-4 erfüllenden) RFID-Chipkartenleser verfügen, können als Kartenlesegerät eingesetzt werden [22]. Neben dem Personalausweis werden in der Praxis zudem oft USB-Tokens und Chipkarten verwendet, um elektronisch zu signieren. Dazu wird der private Schlüssel auf dem USB-Token oder der Chipkarte gespeichert [23].

IV. Chancen und Risiken des Einsatzes von elektronischen Signaturen in Unternehmen

Nachdem in den vorherigen Kapiteln die technischen Grundlagen der elektronischen Signatur sowie die damit zusammenhängenden rechtlichen Hintergründe beschrieben wurden, werden im Folgenden die aus der praktischen Anwendung resultierenden Chancen und Risiken des Einsatzes von elektronischen Signaturen untersucht. Zur Erhebung und Dokumentation der jeweiligen Chancen und Risiken wird im Rahmen dieses Papers die für diesen Zweck einschlägige Methode der SWOT-Analyse verwendet. Im Folgenden Abschnitt wird die Durchführung der Analyse beschrieben.

A. Durchführung einer SWOT-Analyse

Im Folgenden wird eine SWOT-Analyse zur Untersuchung elektronischer Signaturen durchgeführt. Diese Methode dient zur „Positionierungsanalyse der eigenen

Aktivitäten gegenüber dem Wettbewerb“ [24]. Dazu werden die jeweiligen Stärken und Schwächen der Technologie für Unternehmen sowie die daraus resultierenden Chancen und Risiken betrachtet. Als Grundlage der Analyse werden zum einen Erkenntnisse aus der Literatur, zum anderen bereits gesammelte Erfahrungen mit elektronischen Signaturen in der Daimler AG verwendet. In der folgenden Abbildung sind die Ergebnisse aus der SWOT-Analyse in der dazugehörigen Matrix dargestellt. Diese werden nachfolgend beispielhaft anhand der Prozesse „Personaleinstellung“ und „Autokauf“ beschrieben.

Stärken	**Schwächen**
• Digitaler Prozess • Kostenreduktion • Kürzere Durchlaufzeit (Keine Wartezeiten) • Ressourceneinsparung (Papier / Drucker / Personal) • Orts- und Zeitungebundenheit der Vertragsunterzeichnung	• Aufwand zur Sicherstellung der Rechtskräftigkeit (Identifikationsprozess der qualifizierten Signatur) • Abhängigkeit vom Dienstleister bei Outsourcing • Speicherfristen und Integrität der gespeicherten Signaturen
Chancen	**Risiken**
• Medienbruchfreiheit • Optimierte Geschäftsprozesse • Usability • Barrierefreiheit • Verträge in verschiedenen Sprachen vorhaltbar • Digitaler / moderner Vorreiter (Image)	• Kompatibilität mit abhängigen Prozessen • Rechtslage mit unter komplex • Verfügbarkeit / Ausfälle (Server) • Sicherheit (Hacking / Verfälschung / Identitätsbetrug) • Akzeptanz der Technologie

Fig. 1: Ergebnis der SWOT-Analyse

Die Verwendung von elektronischen Signaturen im Vergleich zum traditionellen Unterschriftenprozess auf Papier bietet eine Vielzahl an Stärken [20]. Die Umstellung von einer manuellen zu einer elektronischen Unterschrift ermöglicht die Verwendung von ausschließlich elektronischen Prozessen. Dadurch kann eine Reduktion von Kosten, wie beispielsweise die Kosten für Druck und Aufbewahrung der Dokumente, erzielt werden, da diese höher sind als die Kosten für entsprechende IT-Nutzung. Außerdem wird die Durchlaufzeit der Prozesse verkürzt, da einzelne Prozessschritte des traditionellen Unterschriften-prozesses im elektronischen Prozess entfallen. Ein Kaufvertrag für ein Auto muss zum Beispiel nicht erst gedruckt und über die Post zum Kunden versendet werden, sondern kann direkt online an den Kunden weitergeleitet werden. Auch das unterschriebene Dokument gelangt so schneller wieder zum Vertragspartner zurück. Ein unterschriebener Arbeitsvertrag muss nicht persönlich beim Arbeitgeber vorbeigebracht werden, sondern kann direkt elektronisch eingereicht werden. Dadurch werden neben Kosten und Zeit auch weitere Ressourcen für den Prozess eingespart, da für diese Aufgaben mit dem elektronischen Prozess folglich kein Papier, keine Druckfarbe sowie kein Personaleinsatz mehr benötigt wird. Des Weiteren wird durch die elektronische Signatur eine Orts- und Zeitungebundenheit ermöglicht. Das Dokument kann zu einer beliebigen Zeit und an einem beliebigen Ort elektronisch unterschrieben werden und muss nicht in Papierform vorliegen. Dadurch werden eine höhere Flexibilität und eine größere Unabhängigkeit erreicht. Der Kunde beim Autokauf sowie der neue Mitarbeiter können den Vertrag in Ruhe zuhause durchlesen und zu einer beliebigen Zeit und an einem beliebigen Ort unterschreiben.

Neben den genannten Stärken existieren auch einige Schwächen bei der Verwendung elektronischer Signaturen. Wie bereits im ersten Teil dieses Papers beschrieben, muss die Rechtskräftigkeit der elektronischen Signatur sichergestellt werden [4]. Die Anschaffung, Einrichtung und Registrierung der qualifizierten Signatur ist mit einem hohen einmaligen Aufwand verbunden. Wird der Unterschriftenprozess durch einen externen Dienstleister und nicht durch das eigene Unternehmen realisiert, entsteht zudem eine Abhängigkeit von dem Dienstleister aufgrund des Outsourcings. Außerdem müssen auch bei elektronisch signierten Dokumenten Speicherfristen eingehalten und die Integrität der signierten Dokumente gewährleistet werden. Diese Gewährleistung ist ebenfalls mit Aufwänden verbunden.

Aus den jeweiligen Stärken und Schwächen lassen sich nun allgemein die Chancen und Risiken des Einsatzes von elektronischen Signaturen für Unternehmen ableiten [20]. Aufgrund der elektronischen Umstellung des Unterschriftenprozesses können Medienbrüche innerhalb des Prozesses vermieden werden. Dadurch werden im Optimalfall die jeweiligen Geschäftsprozesse, wie zum Beispiel der Vertragsabschluss beim Autokauf, optimiert. Auch die Usability für den Kunden kann durch die elektronische Unterschrift verbessert werden. Des Weiteren eröffnet sich die Chance durch die Digitalisierung der Signatur eine verbesserte Barrierefreiheit zu erreichen. Da die Dokumente nicht als Papier, sondern elektronisch vorliegen, ist es beispielsweise möglich den Inhalt für sehbehinderte Personen vorlesen zu lassen. Außerdem können die Verträge elektronisch in einer größeren Anzahl an verschiedenen Sprachen vorgehalten und direkt genutzt werden. Hierdurch bietet sich die Möglichkeit auch neue Kundengruppen zu akquirieren. Allgemein unterstützt die Digitalisierung des Unterschriftenprozesses ein traditionelles Unternehmen im Wandel zu einem digitalen und modernen Unternehmen. Aufgrund von digitalen und modernen Prozessen erlangt ein Unternehmen aus Kundensicht ein besseres Image und erhält eine Vorreiterrolle für andere Unternehmen.

So wie der Einsatz von elektronischen Signaturen mit einer Reihe an Chancen verbunden ist, existieren jedoch auch Risiken. Ein Risiko stellt dabei die Kompatibilität mit bestehenden und abhängigen Prozessen dar. Sind bestehende Prozesse auf die Papierform eines Dokumentes angewiesen, so kann deren Digitalisierung mit großen organisatorischen und monetären Hürden einhergehen. Vor der Einführung einer elektronischen Signatur sollten somit alle relevanten Prozesse berücksichtigt und, wenn notwendig, angepasst werden. Ein weiteres Risiko ist die mitunter komplexe Rechtslage. Rechtliche Regelungen, wie die vorgeschriebene Schriftform oder festgelegte Aufbewahrungspflichten, müssen vor der Verwendung von elektronischen Signaturen überprüft und eingehalten werden. Im Zusammenhang mit den bestehenden Aufbewahrungspflichten stellt auch die Verfügbarkeit der gesamten Infrastruktur ein entscheidendes Risiko dar. Mithilfe von sogenannten Sicherungskonzepten sollten hier der Verlust von Daten oder ganzen Prozessen durch den möglichen Ausfall von Servern oder ganzen Rechenzentren verhindert werden. Auch die allgemeine Sicherheit stellt ein Risiko der elektronischen Signatur dar. Durch Hacking oder die Verfälschung von Informationen kann Identitätsbetrug erfolgen [9]. Die Sicherheit ist hier, wie bereits beschrieben, nur durch ungebrochene Kryptoverfahren (vgl. FES und QES) zu gewährleisten. Auch die Akzeptanz der Technologie stellt ein erhebliches Risiko dar. Im folgenden Abschnitt soll deshalb die Akzeptanz der elektronischen Signatur im Rahmen einer Umfrage genauer bewertet werden.

B. *Umfrage zur Bewertung der Akzeptanz und Usability von elektronischen Signaturen*

Die Einführung von neuen und daher bisher wenig verbreiteten Technologien wird häufig von Akzeptanzproblemen begleitet. Aus diesem Grund wird im Folgenden die bestehende Akzeptanz der elektronischen Signatur unter den zukünftigen Anwendern untersucht. Dazu werden mithilfe einer Umfrage verschiedene Personengruppen zu den bisherigen Erfahrungen mit elektronischen Signaturen befragt. Darauf basiert anschließend die Einschätzung der Akzeptanz der elektronischen Signaturverfahren im Vergleich zur handschriftlichen Signatur in verschiedenen Kontexten.

Für die Durchführung der Umfrage wird ein Stichprobenumfang von 110 Personen gewählt, um ein repräsentatives Ergebnis zu gewährleisten. Die Stichprobe setzt sich aus zwei Altersgruppen zusammen. Zum einen werden innerhalb der Umfrage 100 aktuelle Studierende der Wirtschaftsinformatik unter 30 Jahren an der DHBW in Stuttgart befragt. Zum anderen wurden als Vergleichsgruppe 10 Personen über 30 Jahren, die in keinem oder nur geringen Zusammenhang mit elektronischen Technologien stehen, befragt. Ziel ist es, mögliche Unterschiede in der Akzeptanz der Technologie festzustellen. Die Umfrage selbst wurde mit dem Tool UmfrageOnline [25] erstellt, da dieses eine kostenlose Lizenz für Studierende mit vollem Funktionsumfang bietet.

Die Auswertung der Umfrageergebnisse ergibt, dass bereits 83 Prozent aller Befragten schon einmal ein Dokument elektronisch unterschrieben haben. Davon haben wiederum 81 Prozent der Personen angegeben, diese Unterschrift in einem PDF-Bearbeitungsprogramm abgegeben zu haben. 21 Prozent haben eine elektronische Signatur in einer App und rund 10 Prozent mithilfe eines E-Mail-Prozesses erstellt. Den befragten Personen, die bisher noch keine elektronische Signatur abgegeben haben, ist die Technologie allgemein jedoch bekannt. Lediglich eine Person gab an, den Begriff der elektronischen Signatur noch nicht zu kennen. Des Weiteren wurde mithilfe des Fragebogens untersucht, mit welcher Methode die Sicherheit der Unterschrift und der persönlichen Daten nach Meinung der Befragten am ehesten gewährleistet wird. In der folgenden Abbildung ist das Ergebnis dieser Frage dargestellt.

Fig. 2: Ergebnis Umfrage: Sicherheit

Fast die Hälfte der Befragten gibt an, dass ihrer Meinung nach die Sicherheit mit der handschriftlichen Signatur auf Papier am ehesten sichergestellt werden kann. Lediglich 11 der 105 Befragten befürworten die elektronische Signatur im Zusammenhang mit der Sicherheit. Die restlichen Personen sind neutral und bevorzugen keine der beiden Methoden. Somit kann die Akzeptanz im Rahmen der Sicherheit noch als verbesserungswürdig bewertet werden. Ein weiteres Kriterium zur Überprüfung der Akzeptanz ist der Grad der Motivation, die jeweilige Signaturmethode zu verwenden. Hierzu wurde in der folgenden Frage überprüft, welche der Signaturmethoden nach der Meinung der Befragten am einfachsten und bequemsten in der Anwendung ist. In der folgenden Abbildung ist auch dieses Ergebnis dargestellt.

Fig. 3: Ergebnis Umfrage: Usability

Im Gegensatz zum Sicherheitsaspekt geben 68 Prozent der Befragten an, dass sie die elektronische Signatur im Vergleich zur traditionellen Methode einfacher und bequemer finden. Etwas weniger als ein Viertel der Personen würde hier die traditionelle Methode auf Papier bevorzugen. Die Akzeptanz von elektronischen Signaturen ist im Zusammenhang mit der Usability bereits gut vorhanden. Ein weiterer Aspekt, der in der Umfrage behandelt wurde, ist der Zusammenhang der Signaturmethode mit der Art des zu unterschreibenden Dokumentes. Dazu wurden die Teilnehmenden aufgefordert, einzuschätzen, welche Signaturmethode sie für welche Vertragsart mit welcher Präferenz auswählen würden. Hierzu wurde diesen zur Einstufung eine graphische Bewertungsskala von 0 bis 100 für ein Polaritätenprofil angeboten. In der folgenden Abbildung ist das jeweilige arithmetische Mittel aus den abgegebenen Antworten dargestellt. Die traditionelle Signaturmethode entspricht dem minimalen Wert von 0 und die elektronische Signaturmethode dem maximalen Wert von 100.

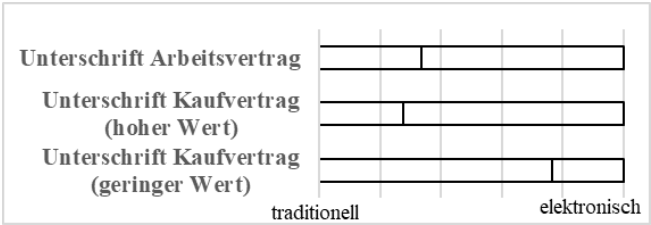


Fig. 4: Ergebnis Umfrage: Verwendung der elektronischen Signatur

In der Umfrage wurden die Dokumente Kaufvertrag und Arbeitsvertrag untersucht. Eine Unterschrift im Kaufvertrag mit einem geringen Wert, wie zum Beispiel der Kauf eins Smartphones oder Kleidung, würden die Teilnehmenden mit einem arithmetischen Mittel von 76,64 eher mit einer elektronischen Unterschrift bestätigen. Im Gegensatz dazu würden die Befragten bei einem Kaufvertrag mit hohem Wert tendenziell eher die traditionelle Unterschrift auf Papier bevorzugen. Das arithmetische Mittel beträgt hier lediglich 27,64. Auch bei dem Erhalt eines Arbeitsvertrages tendieren die befragten Personen mit einem Wert von 33,64 noch zu der traditionellen Methode. Hier kann ein Zusammenhang mit der Einschätzung der Sicherheit gesehen werden. Bei wichtigen Dokumenten fehlt den Anwendern noch das Vertrauen in die Technologie. Abschließend wurden die teilnehmenden Personen gefragt, welche Methode sie bei freier Auswahl bevorzugen würden. Rund 50 Prozent aller Befragten würden sich trotz der noch vorhandenen Bedenken für die elektronische Signatur entscheiden. 35 Prozent bevorzugen noch die traditionelle Methode. Die restlichen 15 Prozent bevorzugen keine der beiden Signaturmethoden. Allgemein konnten entgegen der Erwartungen keine wesentlichen Unterschiede im Antwortverhalten der zwei Altersgruppen festgemacht werden. Auch die befragten Personen über 30 Jahre können sich die Verwendung von elektronischen Signaturen in bestimmten Bereichen vorstellen.

V. FAZIT

Der Einsatz von elektronischen Signaturen bietet, wie dargelegt, eine Vielzahl an Chancen, wie die Medienbruchfreiheit und die Möglichkeit, Verträge in verschiedenen Sprachen auf einfache Weise anzubieten. Zudem kann die Digitalisierung des Unterschriftsprozesses eine Optimierung der Effizienz darstellen, wenn orts- und zeitungebunden unterschrieben werden kann und Zeiten für Postläufe entfallen. Jedoch bestehen auch Risiken wie die noch vorhandenen Sicherheitsbedenken der Anwender oder die Rechtslage. Aus diesem Grund sollte im Vorfeld jeweils eine Analyse durchgeführt werden, in das Schriftform-erfordernis für die betroffenen Dokumentarten sowie der Ausschluss gewisser Dokumenttypen von der elektronischen Form berücksichtigt sowie die Akzeptanz überprüft wird. Die Gesamtheit der Ergebnisse resümierend kann die Integration der elektronischen Signatur in die Unternehmensprozesse den Wandel hin zu einem modernen Unternehmen unterstützen und zu einer fortschrittlichen Wahrnehmung bei den Kunden beitragen.

DANKSAGUNG

Das Autorenkollektiv bedankt sich bei Alischa Haaser für die wertvollen Einblicke in den Einsatz der elektronischen Signatur bei der Daimler AG.

LITERATURVERWEISE

[1] Verordnung (EU) Nr. 910/2014 vom 13. Juli 2014, Amtsblatt der Europäische Union 2014, Art. 3 Nr. 10

[2] Verordnung (EU) Nr. 910/2014 vom 13. Juli 2014, Amtsblatt der Europäische Union 2014, Art. 3 Nr. 11

[3] Verordnung (EU) Nr. 910/2014 v. 13.07.2014, Amtsblatt der Europäische Union 2014, Art. 3 Nr. 12

[4] §§ 126, 126a BGB

[5] §§ 3,5 DE-Mail-Gesetz

[6] § 2 Abs. 1 NachweisG

[7] §2 Abs. 4 NachweisG

[8] Verordnung (EU) Nr. 910/2014 vom 13. Juli 2014, Amtsblatt der Europäische Union 2014, Art. 26

[9] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/DigitaleGesellschaft/ElektronischeSignatur/TechnischeRealisierung/technischerealisierung_node.html, o. J. Abruf: 15.06.2020

[10] Durchführungsbeschluss (EU) Nr. 2015/1506 vom 8. Steptember 2015, Amtsblatt der Europäischen Union2015, Art. 1

[11] Durchführungsbeschluss (EU) Nr. 2015/1506 vom 8. Steptember 2015, Amtsblatt der Europäischen Union2015, Anhang

[12] Bundesnetzagentur, https://www.elektronische-vertrauensdienste.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/QES/Veroeffentlichungen/Algorithmen/Empfehlungen2018.pdf?__blob=publicationFile&v=1, 2018; Abruf: 15.06.2020

[13] SOG-IS Crypto Working Group, SOG-IS Crypto Evaluation SchemeAgreed Cryptographic Mechanisms,Version 1.1, June 2018, https://www.sogis.eu/documents/cc/crypto/SOGIS-Agreed-Cryptographic-Mechanisms-1.1.pdf; Abruf: 15.06.2020

[14] S. Spitz, M. Pramateftakis, J. Swoboda, Kryptographie und IT-Sicherheit, 2. Auflage, Wiesbaden: Vierweg+Teubner Verlag, 2011

[15] J. Jonsson, B. Kaliski, Public-Key Cryptography Standards (PKCS) #1: RSA Cryptography, Version 2.1, Februar 2003,https://tools.ietf.org/html/rfc3447; Abruf: 15.06.2020

[16] Verordnung (EU) Nr. 910/2014 v. 13.07.2014, Amtsblatt der Europäische Union 2014, Art. 3 Nr. 14

[17] Verordnung (EU) Nr. 910/2014 v. 13.07.2014, Amtsblatt der Europäische Union 2014, Art. 3 Nr. 15

[18] Europäische Union, Trusted List Browser , 2020; https://webgate.ec.europa.eu/tl-browser/#/ ; Abruf: 23.06.2020

[19] N. Pohlmann, Cyber-Sicherheit, Wiesbaden: Springer Vieweg, 2019

[20] D. Schneider, Zukunft des neuen elektronischen Personalausweises, in: Information Inside Digital Future, Informatik-Konferenz an der Hochschule Reutlingen 2017, Reutlingen: Hochschule Reutlingen, Mai 2017, S. 76 – 85s

[21] A. Teich, A. Hartmann, J. Anke, M. Rothe, Implementierungsvarianten elektronischer Signaturen für E-Government-Systeme, in: Digitale Transformation: Methoden, Kompetenzen und Technologien für die Verwaltung Lecture Notes in Informatics (LNI) Gemeinsame Fachtagung Verwaltungsinformatik (FTVI) und Fachtagung Rechtsinformatik (FTRI) 2016, Gesellschaft für Informatik e. V., September 2016, S. 137-150

[22] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, o. J.https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/DigitaleGesellschaft/ElektronischeIdentitaeten/Online-Ausweisfunktion/Testkonzept/eID-Kartenleser/eID-Kartenleser_node.html; Abruf: 30.06.2020

[23] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, o. J. https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/DigitaleGesellschaft/ElektronischeSignatur/Signaturanwendungen/siganwerzeugung.html; Abruf: 15.06.2020

[24] Wirtschaftslexikon Gabler, 2018 https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/swot-analyse-52664/version-275782, Abruf: 30.06.2020

[25] Enuvo GmbH 2020, https://www.umfrageonline.com/, Abruf: 30.06.2020