



Herausgeber

Thomas Barton
Frank Herrmann
Vera G. Meister
Christian Müller
Christian Seel

Angewandte Forschung in der Wirtschaftsinformatik

Prozesse, Technologie, Anwendungen, Systeme und Management 2016

unterstützt durch:



Arbeitskreis Wirtschaftsinformatik an Fachhochschulen (AKWI)
www.akwi.de

Angewandte Forschung in der Wirtschaftsinformatik

Prozesse, Technologie, Anwendungen, Systeme und Management 2016

Tagungsband zur 29. AKWI-Jahrestagung
vom 11.09.2016 bis 14.09.2016 an der
Technischen Hochschule Brandenburg

herausgegeben von
Thomas Barton, Frank Herrmann, Vera G. Meister,
Christian Müller, Christian Seel

unterstützt durch
den Fachbereich Wirtschaft und das Präsidium
der Technischen Hochschule Brandenburg



mana-Buch, Heide

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie, detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über www.dnb.de abrufbar.

**Angewandte Forschung in der Wirtschaftsinformatik
Prozesse, Technologie, Anwendungen, Systeme und Management
2016**

Tagungsband zur wissenschaftlichen Fachtagung am 12.09.2016 anlässlich der 29. Jahrestagung des Arbeitskreises Wirtschaftsinformatik an Fachhochschulen (AKWI) vom 11.09.2016 bis 14.09.2016 an der Technischen Hochschule Brandenburg

Herausgeber:

Thomas Barton, Hochschule Worms, barton@hs-worms.de
Frank Herrmann, Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg, frank.herrmann@oth-regensburg.de
Vera G. Meister, Technische Hochschule Brandenburg, vera.meister@th-brandenburg.de
Christian Müller, Technische Hochschule Wildau [FH], christian.mueller@th-wildau.de
Christian Seel, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Landshut, christian.seel@haw-landshut.de

Mitglieder des Programmkomitees:

Michael Höding (TH Brandenburg)
Andreas Johannsen (TH Brandenburg)
Ivo Keller (TH Brandenburg)
Winfried Pfister (TH Brandenburg)
Carlo Simon (HS Worms)
Dietmar Wikarski (TH Brandenburg)

Redaktion:

Vera G. Meister

Redaktionsschluss: 04.07.2016

Erscheinungstermin: 11.09.2016



Die Herstellung dieses Tagungsbandes erfolgte mit freundlicher Unterstützung durch den Fachbereich Wirtschaft und das Präsidium der Technischen Hochschule Brandenburg.

Verlag: mana-Buch, Feldblick 24, 25746 Heide, Germany, www.mana-Buch.de

Druck: createSpace, North Charleston, USA

ISBN: 978-3-944330-54-9

Inhaltsverzeichnis

Geleitwort des Sprechers des Arbeitskreises Wirtschaftsinformatik an Fachhochschulen im deutschsprachigen Raum.....	6
Vorwort der Herausgeber	8

Geschäftsprozesse

The impact of mobile devices and applications on business process management Julian Dörndorfer, Christian Seel	10
Vergleichende Analyse verschiedener Business-Process-Lifecycle-Modelle sowie Ableitung eines Vorgehensmodells für das Business Process Management Jörg Puchan, Pia Schöppner.....	20
Vergleichende Analyse von Open-Source-Modellierungswerkzeugen als Basis für Forschungsprototypen Christian Seel, Julian Dörndorfer, Markus Schmidtner, Alexander Schubel.....	35
Multikriterielle Produktionsplanung – Eine Übersicht zum Stand der Technik bei parallelen multikriteriellen evolutionären Algorithmen Eric Starke.....	45
Crowdworking-Plattformen im Vergleich – Geschäftsmodell, Arbeitsbedingungen und Qualitätssicherung Ute Klotz, Sheron Baumann, Konrad Marfurt	55
Prozesscontrolling in der Cloud Bettina C.K. Binder, Frank Morelli, Thomas Ochs, Ute Riemann	65
Petri-Netz-Simulationen zur Theory of Constraints Carlo Simon, Thorsten Behnert.....	78
Entwicklung eines produkt-domänenspezifischen Metamodells zur Erstellung bedarfsgerechter Produktbeschreibungstexte im E-Commerce Andreas Witt, Andreas Johannsen	88

Informationssysteme – IT-Management

Die Relevanz von agilem Software-Produktmanagement für die Wirtschaftsinformatik Tim Weingärtner.....	98
Die Rolle und der Beitrag des IT-Project-Management-Office in der Projektpraxis Christof Mosler, Christian Fuchs, Wolfgang Wüst	109
Verfahren zur Entwicklungen von IT-Strategien aus den Unternehmensleitlinien Elvira Kuhn.....	118
Websitequalität und Unternehmenskennzahlen – Statistische Untersuchungen eines deutsch-dänischen Datenbestands über 1000 KMUs im Produktionsumfeld Heiko Thimm, Karsten Boye Rasmussen, Wolfgang Gohout.....	128

Auswirkungen von Big Data auf den Arbeitsmarkt für IT-Fachkräfte – Ergebnisse einer explorativen Stellenanzeigenanalyse Frank Bensberg, Gandalf Buscher	141
Lesbarkeitsindizes zur Dublettenerkennung von Dokumenten Sönke Cordts	151
Applied Concepts of Probabilistic Programming Olga Ivanova	161
Realtime-Data-Warehouse für Fahrzeugdaten nutzen Thomas Jacob, Stefan Kubica	173

Cloud – Mobile – Security

Development of a hybrid mobile app for travel blogging Marco Graf, Thomas Barton.....	184
Development of an Android app for user administration in private clouds Roberto Damm, Karsten Würth, Thomas Barton.....	193
Intelligente Sensoreinheiten und ein Cloud-Sensormanagementsystem für das Internet der Dinge Tobias Schwalm, Martin Przewloka	202
Indoor-Navigation mit iBeacons in komplexen Gebäudestrukturen Martin Przewloka, Felix Schmidt	214
Schutz der Privatsphäre im Internet – Eine Untersuchung auf Basis des Technology Acceptance Models Katharina Simbeck, Birte Malzahn	224
Layer2-Security Wolfgang Riggert	235
Cache Synchronization in a Vertically Distributed Cloud Database Environment Stefan Werner, Jens Kohler, Thomas Specht, Kiril Simov	244

Didaktik – Wissensmanagement

Gefährdet die „Digitalisierung der Hochschule“ die Kultur der Akademie? – zur Debatte studentischer Präsenzpflcht Georg Rainer Hofmann	256
Wie arbeiten „Digital Natives“ zusammen? – Eine vergleichende Analyse Kathrin Kirchner, Liana Razmerita	264
Gefangenendilemma in der WI-Lehre: Planung, Framework, Durchführung und Auswertung Manuel Raddatz, Michael Höding	274
Mit "Think Aloud" zur Schaffung von Wissens-"Mehrwerten": Erfahrungsberichte aus Praxisprojekten mit Industriepartnern Thorsten Gehrke, Kristof Winkelmann, Doris Weißels	284

Mit nutzerzentriertem Design und Metaphorik zu neuen Produkten – Am Beispiel der Neugestaltung von Prüfungsformaten an Hochschulen Hendrik Klatt.....	294
Videovorlesungen in der Wirtschaftsinformatik – Systemanalyse und Reflexionen Vera G. Meister, Wenxin Hu.....	304
Prototypische Umsetzung eines dezentralen Studienführers für die Wirtschaftsinformatik an Fachhochschulen im deutschsprachigen Raum Jonas Jetschni, Vera G. Meister	318
Prozessmodellierung und Prozessportale an deutschen Hochschulen – eine (unvollständige) Bestandsaufnahme Dietmar Wikarski	330
Autoren.....	340

Geleitwort des Sprechers des Arbeitskreises Wirtschaftsinformatik an Fachhochschulen im deutschsprachigen Raum

Liebe Teilnehmerin, lieber Teilnehmer,

herzlich willkommen zur 29. Jahrestagung des Arbeitskreises Wirtschaftsinformatik an Fachhochschulen (AKWI) an der Technischen Hochschule Brandenburg. Ich freue mich sehr, dass wir wieder in den neuen Bundesländern mit einer AKWI-Tagung vertreten sind!

Erlauben Sie mir, als Einstieg eine (unvollständige) Übersicht der AKWI-Aktivitäten aus diesem Jahr aufzulisten. So hat im Rahmen der MKWI 2016 wieder der Workshop zum Thema „Wissenstransfer in der Wirtschaftsinformatik“ erfolgreich stattgefunden. An den Beiträgen waren eine Kollegin und fünf Kollegen aus unserem Kreise beteiligt. Besten Dank an alle Beitragenden insbesondere an die Kollegen Prof. Dr. Georg R. Hofmann und Prof. Dr. Christian Seel für die Organisation! Sehr Erfreuliches gibt es auch wieder von unserem E-Journal „Anwendungen und Konzepte der Wirtschaftsinformatik“ (AKWI) zu berichten. So ist Anfang des Jahres bereits die Ausgabe Nr. 4 erschienen. Besten Dank an alle Autoren und Gutachter sowie insbesondere an unsere Herausgeber Prof. Konrad Marfurt und Prof. Dr. Christian Müller! Darüber hinaus sind wir insbesondere durch den Kollegen Müller aktiv in die Arbeit der EQUANIE IS workinggroup eingebunden. Über die bisher vorliegenden Ergebnisse werden wir im Rahmen des hochschulpolitischen Teils unserer Tagung diskutieren. Wie wichtig unser Engagement ist, zeigt die Einrichtung eines Arbeitskreises „Rahmenempfehlungen für die Hochschulausbildung in Wirtschaftsinformatik“, der ohne meine Einwirkung „Rahmenempfehlungen für die Universitätsausbildung in Wirtschaftsinformatik“ heißen würde. Auch über die Arbeit dieses Arbeitskreises und über unsere Mitwirkung daran werden wir im Rahmen des hochschulpolitischen Teils unserer Tagung sprechen.

Unsere Community wächst weiter. Nachdem im letzten Jahr die Hochschule für Technik Stuttgart in unseren Kreis aufgenommen wurde, stehen in diesem Jahr mit der Fachhochschule Aachen und der HWR Berlin zwei weitere Hochschulen bereit, bei uns aktiv zu werden.

Es ist sehr erfreulich, dass Sie sich so aktiv in unsere Community einbringen als Autorin oder Autor in der wissenschaftlichen Fachtagung, als Vortragende oder Vortragender im hochschulpolitischen Teil unserer Tagung und als Diskutantin und Diskutant etc.

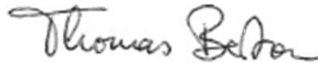
Die wissenschaftliche Tagung hat wieder mehr als 30 Beiträge aufzuweisen, die in einem Doppelblindverfahren von mindestens zwei Gutachtern begutachtet wurden. Es sind wieder Beiträge von Hochschulen hinzugekommen, die noch nicht auf unserer Tagung vertreten waren. Durch unsere wissenschaftliche Fachtagung wird nicht nur die Vielfalt und Aktualität der Wirtschaftsinformatik aufgezeigt, genauso wichtig ist, dass auf dem Gebiet der angewandten Forschung die Kompetenzen der Hochschulen vom Typ Fachhochschule sichtbar gemacht werden. Dafür und für die hohe Qualität der Beiträge meinen herzlichen Dank. Herzlichen Dank auch an das Programmkomitee, in dem in alphabetischer Reihenfolge Prof. Dr. Thomas Barton (HS Worms), Prof. Dr. Frank Herrmann (OTH Regensburg), Prof. Dr. Michael Höding (TH Brandenburg), Prof. Dr. Andreas Johannsen (TH Brandenburg), Prof.

Dr. Ivo Keller (TH Brandenburg), Prof. Dr. Vera G. Meister (TH Brandenburg), Prof. Dr. Christian Müller (TH Wildau), Prof. Dr. Winfried Pfister (TH Brandenburg), Prof. Dr. Christian Seel (HAW Landshut), Prof. Dr. Carlo Simon (HS Worms) und Prof. Dr. Dietmar Wikarski (TH Brandenburg) aktiv waren.

Ich freue mich mit Ihnen auf eine interessante Konferenz und bin mir sicher, dass diese den Austausch unter uns unterstützen und zu neuen Erkenntnissen führen wird. Daher bin ich sehr zuversichtlich, dass der Tagungsband sowohl von Kolleginnen und Kollegen aus Hochschulen im Bereich Wirtschaftsinformatik als auch von Praktikerinnen und Praktikern in Unternehmen sowie auch von Studierenden der Wirtschaftsinformatik angenommen wird.

Die größte Arbeit obliegt stets dem Organisationsteam an der ausrichtenden Hochschule vor Ort. Liebe Vera Meister, Dir und Deinem Team besten Dank für die großartige Arbeit!

Ich bin sehr zuversichtlich, dass wir in diesen Tagen eine glänzend organisierte Jahrestagung erleben dürfen mit fachlich fundierten Vorträgen, erkenntnisreichen Diskussionen, interessanten Anregungen und tollen Begegnungen in einer sehr angenehmen Atmosphäre.

A handwritten signature in black ink that reads "Thomas Barton". The signature is written in a cursive, flowing style.

Prof. Dr. Thomas Barton, Sprecher des AKWI

Vorwort der Herausgeber

Die Fachtagung des AKWI steht auch in diesem Jahr unter dem handlungsleitenden Motto „Angewandte Forschung in der Wirtschaftsinformatik“. Ganz bewusst soll damit keine fachliche Einschränkung vorgenommen werden. Vielmehr wollen wir ein Forum für die ganze Bandbreite unserer spannenden und sich unaufhörlich erneuernden Disziplin bieten.

Im Vergleich zu den vergangenen Jahren gibt es in diesem Jahr drei Neuigkeiten. Zum ersten erscheint unser Tagungsband in einem größeren Format, das sich an den Lecture Notes in unserer Disziplin orientiert. Dadurch haben wir ein wenig mehr Spielraum im Hinblick auf den Umfang der Beiträge. Die zweite Neuigkeit betrifft den Begutachtungsprozess, der zum ersten Mal im Doppelblindverfahren umgesetzt wurde. Das zweistufige Einreichungsverfahren aus Beitragsvorschlägen und Vollbeiträgen wurde beibehalten. Wir haben damit eine neue Stufe der Qualitätssicherung erreicht und werden die hierbei gesammelten Erfahrungen für zukünftige Tagungen nutzbringend aufarbeiten.

Die dritte Innovation wurde durch unsere Autorinnen und Autoren initiiert. Erfreulicherweise gab es in diesem Jahr eine Reihe von Beiträgen zu Themen der Didaktik in der Wirtschaftsinformatik. Sie befassen sich schwerpunktmäßig mit dem technologischen Wandel und den damit einhergehenden didaktischen Herausforderungen. Damit adressieren diese Beiträge unser zentrales Handlungsfeld als Lehrende in der Wirtschaftsinformatik und nutzen dafür interessanterweise Methoden und Instrumente der Wirtschaftsinformatik. Das unterstreicht einmal mehr den branchenübergreifenden Charakter und die Wirkungsbreite unserer Disziplin. Der Tagungsband ist somit in vier Abschnitte unterteilt, die zugleich die Vortragstracks auf der Tagung strukturieren. Neben den bereits etablierten Tracks: „Geschäftsprozesse“, „Informationssysteme und IT-Management“ sowie „Cloud – Mobile – Security“ gibt es in diesem Jahr einen vierten Track: „Didaktik und Wissensmanagement“.

Wir danken allen Autorinnen und Autoren sowie den Mitgliedern des Programmkomitees für ihre Mühen und ihr Engagement bei der inhaltlichen Ausgestaltung der Tagung. Der gastgebenden Technischen Hochschule Brandenburg gilt unser Dank für die Bereitstellung der Räume und der Veranstaltungstechnik. Ein besonderer Dank gilt dem Fachbereich Wirtschaft der THB, der die Vorbereitung der Tagung auch finanziell unterstützte, sowie dem Vizepräsidenten für Forschung der THB für die Finanzierung des Drucks dieses Tagungsbandes. Wir freuen uns auf eine erfolgreiche Tagung mit anregendem wissenschaftlichen und kollegialen Austausch.

Worms, Regensburg, Brandenburg a. d. H., Wildau und Landshut im September 2016

Prof. Dr. Thomas Barton (Hochschule Worms)

Prof. Dr. Frank Herrmann (Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg)

Prof. Dr. Vera G. Meister (Technische Hochschule Brandenburg)

Prof. Dr. Christian Müller (Technische Hochschule Wildau)

Prof. Dr. Christian Seel (Hochschule Landshut)

Geschäftsprozesse

The impact of mobile devices and applications on business process management¹

Julian Dörndorfer, Christian Seel

Abstract

The success of mobile devices like smartphones and tablets has changed the e-commerce. However, the management of business processes have not been affected in the same way by the possibilities of mobile devices and applications yet. With these devices it is possible to measure context information, which could influence the whole business process management lifecycle. Context information could be anything that is measurable with a sensor or available via information systems and important to a specific situation like location, customer history or the next appointment in the calendar. This paper introduces the possibilities of mobile devices and their application for business process management. Therefore, it gives a brief overview of the actual literature on this field. In addition it shows how the business process lifecycle could be affected by mobile devices and applications. Thus, the business process lifecycle will be divided in its atomic parts and the possible effects of the mobile devices will be presented.

1 Introduction

With the emergence of smartphones the way of buying goods online has changed. So far, mobile devices have little influence on the business process management. The possibilities, which come with these devices are huge, because they can measure context information. This information can be anything that is measurable through a sensor or available via information systems and important to a specific situation like location, customer history or the next appointment in the calendar. Hence, these devices have the potential to influence business processes and improve their procedure.

Davenport [Dave13] defined business processes as “a structured, measured set of activities designed to produce a specific output for a particular customer or market”. They also support the critical organisation functions and help to achieve defined goals. To manage these processes, a business process lifecycle (BPL) has been defined. It is typically divided into the parts of design, implementation, execution and controlling [GeTs98], [Wesk07]. The BPL is repeated iteratively to improve continuously the processes. Mobile devices have the ability to influence the entire BPL. They have sensors, for example to measure positioning, acceleration, brightness etc. on board. These sensors could help to gather context information about business processes, which can be used further to analyse, adapt and improve business processes in the future.

¹ This article was supported by the Bavarian Ministry of Economic Affairs and Media, Energy and Technology as a part of the “Internetkompetenzzentrum” program.

This paper therefore shows the potential of mobile devices and their application for business process management. The next section presents a brief overview over the actual literature in the field. The subsequent section explains how the BPL is affected by mobile devices and their applications. Hence, the BPL is divided in its atomic parts and the possible effects will be presented. At the end the conclusion and further work will be presented.

2 Related Work

Mobile devices can measure the context which surrounds them. In the field of informatics the term context was defined amongst others [ScAW94], [ScBG99], [Weis91] by DEY [Dey00], [Dey01], [DeAb00]. He stated:

Context is any information that can be used to characterize the situation of an entity. An entity is a person, place, or object that is considered relevant to the interaction between a user and an application, including the user and application themselves. [Dey00]

He also shaped the definition of context-aware applications:

A system is context-aware if it uses context to provide relevant information and/or services to the user, where relevancy depends on the user's task. [Dey00]

This definition is widespread in the scientific community, therefore it should be taken into account when thinking about context in mobile business processes.

Context evaluation and interpretation can be used to investigate its impact on business processes and furthermore, the business process lifecycle (BPL). The BPL is most often divided into the following parts: design, implementation, execution and controlling [GeTs98], [Wesk07]. Each of the current work in this field focusses only on one of the different parts of the BPL. For example ROSEMANN et.al. [RoRF08] focus on the design phase, by showing the need of context in business processes by revealing the limitations of the event-driven process chain language when depicting flexible processes. They present a concept of context classification and typing of different influence factors on a business process. Another design approach is presented by LA VERA ET. AL. [La++10]. Their aim is to identify all variants of a business process depending on the given context. First the basic business process is defined, then the context of the business process is analysed, thirdly the inter-dependencies between the context variables and the tasks of the business process is investigated, and finally all possible variants of the business process are modelled. More design approaches can be found in [SaNu07], [PI++09], [BoD'11], [Neub11], [RoRF08], [GoVJ07], [LaWR10]. In the implementation phase there are also approaches to measure the context with mobile applications [BuWL12], [Ar++07], [Es++12]. Some approaches combine design and implementation like MATES ET AL. [MarH14], but the impact and a holistic concept of context on the entire BPL is missing in the literature so far.

3 Mobile devices and their impact on the business process lifecycle

Smartphones, its sensors and its applications can influence every phase of the BPL. The following section gives a holistic view over the phases, with the possibilities of context-sensitive mobile applications for the BPL. Figure 1 shows the phases of the adapted context sensitive business process lifecycle.

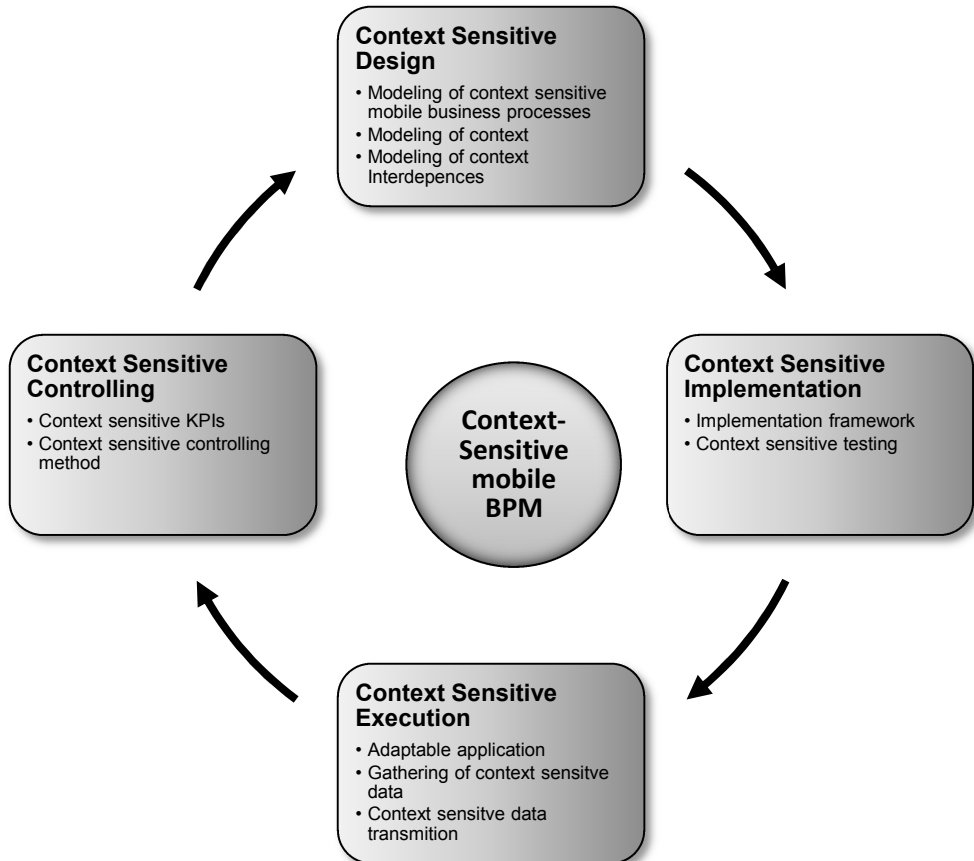


Figure 1 – The context sensitive business process lifecycle

3.1 The design phase

To give an impression of the need for a mobile context-sensitive modelling language a simple example is presented in figure 2. It shows a traditional order process of a restaurant supplier, which has sales representatives to drive from restaurant to restaurant. First the order of the customer or the sales representative who acts for the customer will be received. The next step is the invoice calculation, including the discount computation and the shipment cost. The ordered goods will now be distributed and the customer will pay the bill.

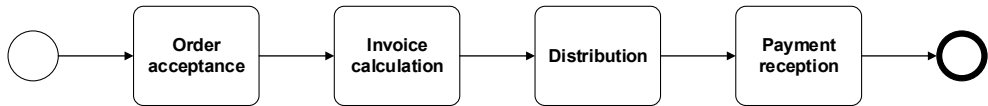


Figure 2 – Simple order process of a restaurant supplier

This process can now be implemented, executed and controlled. However, the emergence of mobile devices allows to design this process more flexible by adapting it automatically to the context. The new process could consider the distance between the restaurant and the next warehouse to calculate the distribution costs. Is the food perishable then the transportation is more expensive, because a refrigerated truck or a courier has to distribute it. The size of discount can be computed depending on the volume of the customer's previous purchases. Another point is, that a sales representative is able to enquire the inventory level of a specific food in real time. This is important because if two sales employees dispose a huge amount of the same good at nearly the same time, the supplier might run out of stock. The first customer can be supplied immediately, but for the second one the good has to be delivered from another warehouse or must even be produced firstly. This delays the delivery and upsets the customer. However, if a mobile application can enquire the amount of the good at the warehouse immediately, the sales representative can inform the customer about the delay or compute higher delivery costs. This simple example shows the need and the potential for designing context-sensitive mobile business process.

The traditional methods of modelling languages support a notation of choice, like the OR, XOR or AND [GoVJ07]. But if one designs the aforementioned restaurant example with this notation it will be a large diagram with many splits. In this diagram clarity will be lost and errors in the workflow will be a consequence. Therefore, a way to depict context in business process modelling languages will be needed. The problem is, that every context parameter has its own scale. A storage bin stock could be valued in percentage and geo-locations in a triple of longitude, latitude and elevation, and so on. Even the same parameter can have different scales in different countries. For instance, the distances can be measured in meters, yards, miles, etc. Furthermore, some context information consist of different parameters. For example, the discount is related to the stock value and the distance between the storage and the customer. A domain specific language extension must have the opportunity to define and depict these decisions.

The need of a new domain specific modelling language is the result of this consideration. One interesting language for such an extension is the business process model and notation (BPMN). It is an ISO standard for modelling business processes [Inte13] and even though a de-facto standard in professional practice [ChTr12]. BPMN has a set of generic business process elements, which can be used to set upon individual elements to address the specific needs of a domain. The advantages of using such a wide spread language is obvious, like avoiding expensive development of a self-made domain specific modelling language, standardisation, tool support, lower training effort, etc. Additionally BPMN offers in its specification a mechanism to extend it [Obj11]. This language is an ideal candidate to be extend to a context-sensitive modelling language.

3.2 The Implementation phase

The next step in the BPL is the implementation of the designed business process. The challenge in this phase is, that a context-sensitive application has to be programmed. Therefore, in most cases two different professions work together. On the one side is the workflow manager, who has the domain specific knowledge of the business process. He designed the workflow and knows the specifics of it. The programmer of the application is on the other side. He has the knowledge to implement the context-sensitive mobile application. To support the collaboration of these two areas a framework will be created, which can read the logic of the business process for the application via XML and generate code which helps to build the application.

The workflow manager and the programmer design the important parts of the mobile application, which support the business process, together. The code generator then sets up the important decision parts of the application. This has the advantage that the workflow manager can directly influence important decisions of the program without programming skills. For example, he could design, that a customer does not have to pay shipping costs, if his delivery address is within a 20 km radius of the next warehouse. If it is necessary to redesign the process decisions, for example raising the radius to 30 km, then it can be quickly implemented by regenerating the code. As a result the programmer can focus on other requirements of the application like performance, instead of implementing already defined logic decisions. If a business process and its decisions become more complicated, then the code sections of these decisions also become confusing, like the mentioned example of the restaurant supplier in the previous section.

With the code generation the programmer keeps track of the decisions via the diagram and the generation reduces the failure rate of wrong implemented decisions and dead code. Figure 3 sketches the presented collaboration between the workflow-manager and the programmer. This approach also enables a quick business redesigning or complete reengineering of a business process after [HaCh93], by shortening the time of implementation.

Additional to the implementation support, another subject has to be focused on: The context sensitive testing of mobile applications. The designed and implemented application has to be tested, before it can be used in the execution phase. The context data has to be simulated, to evaluate the real usage of it. Such simulation could be done via a framework, which mocks the context data. Such a framework helps to check whether or not an application is ready to be applied in the real world usage by the participants of a mobile context sensitive business process.

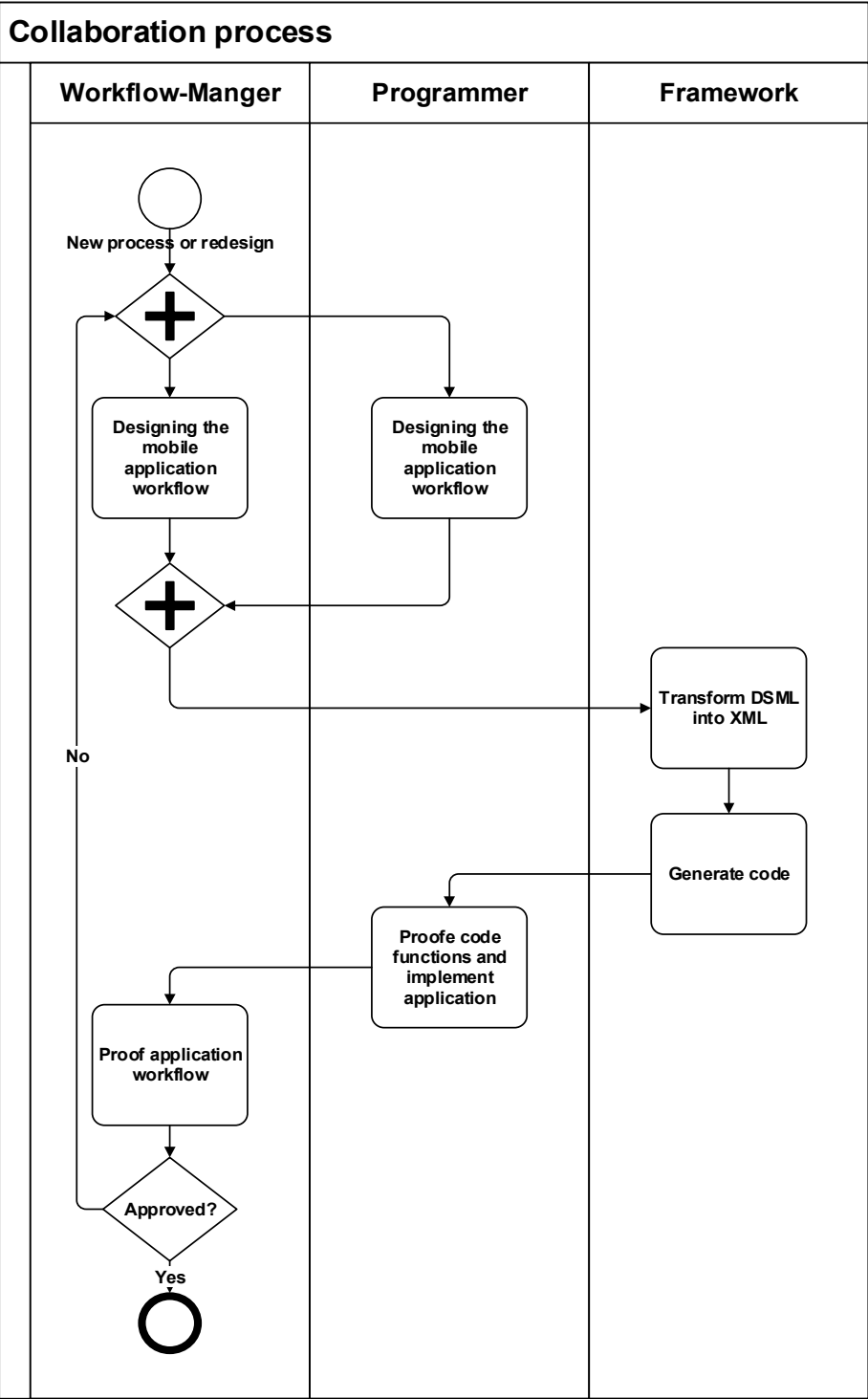


Figure 3 – Collarboration Workflow

3.3 The execution phase

If the implementation phase is completed, then the execution phase can start. The planned processes can now be conducted by the participating employees, machines and applications. Therefore, the business processes will be initiated to fulfil the business goals of the company. This phase is called the “run-time”. For the subsequent controlling phase some measurements have to be executed to evaluate the process performance. This means, all conducting processes have to set up some measuring points.

These measuring points are determined by key performance indicators (KPI). KPIs are used to monitor and evaluate business processes [Po++07] (see also next section). To enhance the evaluation of business processes context information should be gathered. The introduced framework for the implementation of context-sensitive mobile applications also has to support the definition and measurement of these KPIs.

The workflow manager therefore determines context information, which should be measured by the mobile application, like geo-location, formula filling time or travel time. These parameters can then be transmitted to a database or a business intelligence tool which analyses the data.

The idea for this phase is strongly connected to the implementation phase. The introduced framework has now an additional function and supports a second phase. This shows how important it is to look at all phases of a business process and not only at one. In addition the proposed idea is also connected to the subsequent section. To control a business process, the information, which has been evaluated in the execution phase, is important.

To support the execution, it is necessary to adapt the mobile application and its behaviour. If a field sales representative works in the office a different graphical user interface (GUI) will be shown, like the one she or he sees at the customer's. Also, the order form of a known customer could be pre filled with his address and preferred payment method. These examples are only two out of many to show the potential of smart application adaption in the execution phase of the context sensitive BPL.

3.4 The controlling phase

The controlling of business processes has different functions [ScSe03]. For instance, maintaining a business goal by prematurely identifying and correcting a deviation, or increasing the efficiency and the effectiveness of business processes. One important task for monitoring business processes is the determination of goal deviations through comparisons, like the target-actual comparison.

Another point of deviations is the analysis and the assessment of them. This assessment could then lead to an adjustment of business processes in order to improve them. An additional and relevant task regarding the controlling is the determination of the KPIs. Traditional KPIs consist of process time, costs of the process and process quality. However, sometimes it is difficult to draw the correct conclusions from these values.

With the contextualisation of mobile business processes, there are new possibilities to measure and evaluate KPIs. Let us assume that field sales employee A has a substantial difference in the sales numbers to employee B. With the traditional KPIs, one would conclude that A works less efficiently than B. However, the analysis of the context variable “duration of travel time” reveals that A travels longer from customer to customer than B. This explains why A sells less than B. The time computation could be easily done by a mobile application.

This simple example for drawing a conclusion with the help of context information shows the potential of contextual mobile business processes for the controlling phase. Therefore, the aim for this phase is to set up or extend a controlling method like process audits by context information. This method should integrate this kind of information to find weak points or bottle necks of a business process and ease the interpretation for decision makers.

4 Conclusion and future work

This paper introduced the possibilities of mobile devices and context-sensitive applications in business processes, not only for single business process phases, but for the whole BPL. The impact of mobile devices, which can measure the context is so strong, that only this holistic consideration is appropriate to make full use of the presented opportunities.

Therefore, the individual phases were examined about the impact of context. In the design phase, a need for a DSML was presented to enable the modelling of mobile context-sensitive business process. The DSML could then be transformed into XML by proposed framework. In a second step the proposed framework auto generate parts of the mobile application, which can measure the context and support the business process. The DSML enables to plan such an application and generates the important decisions automatically as source code via the framework. In the third phase the context data has to be gathered by the mobile application and transferred to a database. This context information will be used to analyse the business process. There are also new opportunities in the controlling phase by collecting context data. This data will show if a business process works as expected and if it does not, the data can also be used to examine the weak point or the bottle neck and improve the process.

This paper reveals the potential of mobile context-sensitive applications, but there is still work to do. The DSML has to be designed and introduced. In addition the introduced ideas of the first three phases require the proposed framework, which has to be implemented. These requirements are:

- Transform the DSML into XML to ease the programming of a context-sensitive mobile applications.
- Automated code generation from the designed application workflow.
- Define context information which should be measured during the run time of a business process to evaluate the business process in the controlling phase.
- An interface for context data transmission.

Furthermore, a new way of controlling has to be worked out and established to use the introduced opportunities.

Bibliography

- [Ar++07] Ardissono, L. et al.: A Framework for the Management of Context-aware Workflow Systems: WEBIST (1), 2007; pp. 80–87.
- [BoD'11] Bociarelli, P.; D'Ambrogio, A.: A BPMN Extension for Modeling Non Functional Properties of Business Processes: Proceedings of the 2011 Symposium on Theory of Model-

ing & Simulation: DEVS Integrative M&S Symposium. Society for Computer Simulation International, San Diego, CA, USA, 2011; pp. 160–168.

- [BuWL12] Burkhart, T.; Werth, D.; Loos, P.: Context-sensitive business process support based on emails. In (Mille, A. et al. Eds.): the 21st international conference companion, 2012; p. 851.
- [ChTr12] Chinosi, M.; Trombetta, A.: BPMN. An introduction to the standard. In *Computer Standards & Interfaces*, 2012, 34; pp. 124–134.
- [Dave13] Davenport, T. H.: *Process Innovation: Reengineering Work Through Information Technology*. Harvard Business Review Press, 2013.
- [DeAb00] Dey, A. K.; Abowd, G. D.: Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness. In (Tremaine, M. Ed.): *CHI '00 extended abstracts*, 2000.
- [Dey00] Dey, A. K.: *Providing Architectural Support for Building Context-aware Applications*. Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA, USA, 2000.
- [Dey01] Dey, A. K.: Understanding and Using Context. In *Personal and Ubiquitous Computing*, 2001, 5; pp. 4–7.
- [Es++12] Espada, J. P. et al.: Extensible architecture for context-aware mobile web applications. In *Expert Systems with Applications*, 2012, 39; pp. 9686–9694.
- [GeTs98] Georgakopoulos, D.; Tsalgatidou, A.: Technology and Tools for Comprehensive Business Process Lifecycle Management. In (Doğaç, A. et al. Eds.): *Workflow Management Systems and Interoperability*. Springer, Berlin, Heidelberg, 1998; pp. 356–395.
- [GoVJ07] Gottschalk, F.; van der Aalst, W. M. P.; Jansen-Vullers, M. H.: Configurable Process Models — A Foundational Approach. In (Becker, J.; Delfmann, P. Eds.): *Reference Modeling. Efficient Information Systems Design Through Reuse of Information Models*. Physica-Verlag, Heidelberg, 2007; pp. 59–77.
- [HaCh93] Hammer, M.; Champy, J.: *Reengineering the corporation. A manifesto for business revolution*. Harper Business, New York, NY, 1993.
- [Inte13] International organization for standardization (iso): *Information technology. Object Management Group Business Process Model and Notation*, 2013.
- [La++10] La Vara, J. L. de et al.: Business Processes Contextualisation via Context Analysis. In (Parsons, J. et al. Eds.): *Conceptual modeling - ER 2010. 29th International Conference on Conceptual Modeling, Vancouver, BC, Canada, November 1 - 4, 2010 ; proceedings*. Springer, Berlin, 2010; pp. 471–476.
- [LaWR10] Lanz, A.; Weber, B.; Reichert, M.: Workflow Time Patterns for Process-Aware Information Systems. In (Bider, I. et al. Eds.): *Enterprise, Business-Process and Information Systems Modeling. 11th International Workshop, BPMDS 2010, and 15th International Conference, EMMSAD 2010, held at CAISE 2010, Hammamet, Tunisia, June 7-8, 2010. Proceedings*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2010; pp. 94–107.
- [MaRH14] Mates, V.; Rychlý, M.; Hruška, T.: Modelling of Context-adaptable Business Processes and their Implementation as Service-oriented Architecture. In *Procedia Economics and Finance*, 2014, 12; pp. 412–421.
- [Neub11] Neubauer, M.: Towards situational business process modeling support. In (Dittmar, A.; Forbrig, P. Eds.): *the 29th Annual European Conference*, 2011; p. 273.
- [Obje11] Object Management Group (OMG): *Business Process Model and Notation (BPMN), Version 2.0*, 2011.

- [PI++09] Ploesser, K. et al.: Learning from Context to Improve Business Processes. In BPTrends, 2009, 6; pp. 1–7.
- [Po++07] Pourshahid, A. et al.: Business Process Monitoring and Alignment: An Approach Based on the User Requirements Notation and Business Intelligence Tools: Proceedings of the 10th Workshop of Requirement Engineering (WERE), 2007; pp. 80–91.
- [RoRF08] Rosemann, M.; Recker, J. C.; Flender, C.: Contextualisation of business processes. In International Journal of Business Process Integration and Management, 2008, 3 (1); pp. 47–60.
- [SaNu07] Saidani, O.; Nurcan, S.: Towards Context Aware Business Process Modelling: Workshop on Business Process Modelling, Development, and Support, Norway, 2007; p. 1.
- [ScAW94] Schilit, B.; Adams, N.; Want, R.: Context-Aware Computing Applications: First Workshop on Mobile Computing Systems and Applications (WMCSA), 1994; pp. 85–90.
- [ScBG99] Schmidt, A.; Beigl, M.; Gellersen, H.-W.: There is more to context than location. In Computers & Graphics, 1999, 23; pp. 893–901.
- [ScSe03] Schmelzer, H. J.; Sesselmann, W.: Geschäftsprozessmanagement in der Praxis. Kunden zufrieden stellen, Produktivität steigern, Wert erhöhen ; Neu: Six Sigma in Geschäftsprozessen, komplettes Praxisbeispiel. Hanser, München, 2003.
- [Weis91] Weiser, M.: The Computer for the 21st Century. In Scientific American, 1991, 265; pp. 94–104.
- [Wesk07] Weske, M.: Business process management. Concepts, languages, architectures. Springer, Berlin u.a., 2007.

Contact

M. Sc. Julian Dörndorfer
 Hochschule Landshut
 Am Lurzenhof 1, 84036 Landshut
 T.: +49 (0) 871 506 731, julian.doerndorfer@haw-landshut.de

Prof. Dr. Christian Seel
 Hochschule Landshut
 Am Lurzenhof 1, 84036 Landshut
 T.: +49 (0) 871 506 649, christian.seel@haw-landshut.de

Vergleichende Analyse verschiedener Business-Process-Lifecycle-Modelle sowie Ableitung eines Vorgehensmodells für das Business Process Management

Jörg Puchan, Pia Schöppner

Zusammenfassung

Vorgehensmodelle zur Strukturierung von Projekten sind in vielen Fachgebieten z. B. in der Softwareentwicklung und dem Projektmanagement weit verbreitet. Oft gibt es sogar bestimmte Modelle, die in den einzelnen Bereichen als Standard gelten. Doch wie sieht es mit solchen Vorgehensmodellen im Business Process Management (BPM) aus? Inwiefern können existierende Business-Process-Lifecycle-(BPL)-Modelle dafür eingesetzt werden? Im Rahmen der Analyse werden fünf BPL-Modelle hinsichtlich ihrer Tauglichkeit als Vorgehensmodell für BPM-Projekte untersucht. Zielsetzung ist es, ein Modell zu finden, welches als möglichst allgemein gültiges Vorgehensmodell in BPM-Projekten genutzt werden kann. Als Kriterien für die Untersuchung werden Elemente betrachtet, anhand derer sich Vorgehensmodelle beschreiben lassen, wie die *Phasen*, die *Ergebnisse*, die *Rollen*, die *Ressourcen*, die *Standards*, die möglichen *Ausgangszustände* der Prozesse, die *Gestaltungsebenen* und der *Detaillierungsgrad*. Bei der Untersuchung wird festgestellt, dass keines der betrachteten Lifecyclemodelle alle Kriterien ausreichend erfüllt. Daher wird – basierend auf allen Modellen – ein neuer BPL abgeleitet. Dieser erfüllt nun alle Kriterien, was jedoch allein nicht ausreicht, um BPM-Projekte erfolgreich durchzuführen, da im BPL nur die Prozessebene betrachtet wird. Die Projektebene, auf der das Projektmanagement abläuft, muss auch mit einbezogen werden. Um dies zu ermöglichen, wird der neue BPL in die nach DIN 69901-2 festgelegten Projektmanagementphasen integriert, sodass das Gesamtmodell nun beide Ebenen abdeckt und damit als „Karte“ zur Navigation in Prozessoptimierungs- bzw. Neueinführungsprojekten dienen kann.

1 Einleitung

Aus den Bereichen der Softwareentwicklung, des Projektmanagements und der Produktentwicklung sind so genannte Vorgehensmodelle wie das Wasserfall- oder das V-Modell bekannt, die das Vorgehen innerhalb von Projekten klar strukturieren. Daher ist es eigentlich erstaunlich, dass es im Business Process Management (BPM), das sich mit der Darstellung und Optimierung von Prozessen befasst, keinen einheitlichen Prozess gibt, der die Durchführung von BPM-Projekten regelt. (s. [OFFD14] S. 41)

Modelle hierfür, die von einzelnen Autoren oder Organisationen entworfen wurden, gibt es schon, aber keinen übergreifenden, anerkannten Standard. Die Modelle sind Phasenmodelle, die den Business Process Lifecycle (BPL) – den Lebenszyklus eines Geschäftsprozesses – abbilden und damit die wesentlichen Schritte des BPM beschreiben. Anders als Vorgehensmodelle der Softwareentwicklung, bei denen teilweise nach dem Durchlaufen bestimmter Phasen ein Endpunkt erreicht und das Projekt abgeschlossen ist, handelt es sich im BPM um einen „Kreislauf regelmäßig wiederkehrender Dinge oder Ereignisse“ (s.

[Bibl16]). Durch die kontinuierliche Wiederholung der Phasen werden die Geschäftsprozesse ständig kontrolliert und optimiert, wie es auch im Rahmen des Qualitätsmanagements gefordert wird (s. [Deut15] S. 10f.). Es gibt zwar einige BPL-Modelle, die dieses Konzept aufgrund ihrer zyklischen Phasenordnung umsetzen, aber es gibt noch keinen weit verbreiteten Standard. Ein möglicher Grund ist, dass die BPLs den Anforderungen, die im Allgemeinen an Vorgehensmodelle gestellt werden, gegebenenfalls nicht genügen. Dies soll im Folgenden untersucht werden.

2 Grundlagen der Analyse

2.1 Die zu vergleichenden Business-Process-Lifecycle-Modelle

Insgesamt werden fünf verschiedene Lifecycles unterschiedlicher Autoren und Organisationen, die Expertise auf dem Gebiet des BPMs besitzen, für die Untersuchung herangezogen. Dies sind:

- der BPM-Kreislauf nach der European Association of Business Process Management (EABPM) (vgl. [Eabp09]),
- der Geschäftsprozessmanagement-Kreislauf nach Allweyer (vgl. [Allw09]),
- der Camunda-BPM-Kreislauf (vgl. [FrRü14]),
- das Workflow-Life-Cycle-Modell nach Gadatsch (vgl. [Gada12]) und
- das BPM-2.0-Vorgehensmodell (vgl. [Kurz11]).

2.2 Vorstellung der Kriterien

Um die Modelle vergleichen und ihre Tauglichkeit als Vorgehensmodelle prüfen zu können, werden typische Elemente von Vorgehensmodellen nach [Allw09] als Kriterien betrachtet:

- „Die Phasen, in die ein Projekt unterteilt werden sollte,
- die in jeder Phase zu erzielenden Ergebnisse,
- die erforderlichen Mitarbeiter und Qualifikationen,
- die benötigten Ressourcen und Informationen,
- die anzuwendenden Standards und Richtlinien“ (s. [Allw09] S. 96).

Diese werden noch um die Kriterien *Ausgangszustand*, *Gestaltungsebenen* und *Detaillierungsgrad* ergänzt:

Das Kriterium *Ausgangszustand* wird aus dem Camunda-BPM-Kreislauf abgeleitet, in dem Freund und Rücker explizit sowohl neue als auch bereits existierende Prozesse und damit verschiedene Ausgangslagen für BPM-Projekte berücksichtigen (s. [FrRü14] S. 4).

Die *Gestaltungsebenen* beschreiben die Berücksichtigung der verschiedenen Ebenen – strategisch, fachlich-konzeptionell und operativ –, die im BPM relevant sind.

Durch die Untersuchung des *Detaillierungsgrades* kann unterschieden werden, ob ein Modell als Schritt-für-Schritt-Anleitung für BPM-Projekte eingesetzt werden kann oder ob es zu abstrakt ist.

2.3 Die Ergebnisse der Analyse

Zusammenfassend kann man sagen, dass keines der Modelle alle Anforderungen an ein Vorgehensmodell erfüllt, sodass im weiteren Verlauf ein neues abgeleitet werden muss. Selbst das BPM-2.0-Modell, welches sehr weit ausgereift ist, erfüllt nicht alle Kriterien, da sich die Einführung neuer Prozesse auf die im Modell vorgesehene Art und Weise als schwierig erweist. Somit wird im Folgenden ein neuer BPL abgeleitet, der als eine Kombina-

tion der hier vorgestellten BPLs deren Vorteile vereint und damit alle Kriterien für ein Vorgehensmodell erfüllt.

Kriterium	BPM-Kreislauf nach [Eabp09]	Geschäftsprozessmanagement-Kreislauf nach [Alliw09]	Camunda-BPM-Kreislauf nach [FrRü14]	Workflow-Life-Cycle-Modell nach [Gada12]	BPM-2.0-Vorgehensmodell nach [Kurz11]
Ausgangszustand	sowohl für existierende als auch neue Prozesse geeignet	sowohl für existierende als auch neue Prozesse geeignet, Auslassen des strategischen BPM bei kleinen Veränderungen	sowohl für existierende als auch neue Prozesse geeignet, mit unterschiedlichem Einstieg berücksichtigt	sowohl für existierende als auch neue Prozesse geeignet, eher für Prozesse mit Ziel der Automatisierung geeignet	zur Optimierung existierender Prozesse geeignet, für die Einführung neuer Prozesse weniger (insbes. Entwurfsphase)
Phasen	Strategische Prozessausrichtung Prozessmodellierung und -analyse Prozessdesign Prozessumsetzung und -einführung Kontinuierliche Prozesssteuerung und -optimierung	strategisches Prozessmanagement Prozessentwurf Prozessimplementierung Prozesscontrolling	Prozesserhebung Prozessdokumentation Prozessanalyse Prozesskonzeption Prozessumsetzung Prozesscontrolling	Geschäftsstrategieentwicklung Geschäftsprozessanalyse Geschäftsprozessrestrukturierung Geschäftsprozessmodellierung Workflowmodellierung Simulation/Analyse Workflowoptimierung Ausführung Monitoring	Gestaltung Auswahl Konzeption Umsetzung Stabilisierung Durchführung Messung Analyse Kommunikation und Belohnung
Gestaltungsebenen	alle enthalten	alle enthalten	kein Bezug zur strategischen Ebene, fachlich-konzeptionelle und operative Ebene berücksichtigt	alle enthalten	strategisches Prozessmanagement nicht im Zyklus enthalten, fachlich-konzeptionelle und operative Ebene schon
Detaillierungsgrad	Modell grob, konkrete Handlungsempfehlungen im BPM CBOK® enthalten	grob, nicht als "Karte" geeignet	gut, insbesondere auf fachlich-konzeptioneller Ebene	gut, insbesondere auf operativer Ebene	gut, als "Karte" bzw. Schritt-für-Schritt-Anleitung geeignet
Ergebnisse	in Beschreibung enthalten	nicht direkt enthalten, müssen aus Aktivitäten abgeleitet werden	in Modell ersichtlich	nicht direkt enthalten, müssen aus Aktivitäten abgeleitet werden	nicht direkt enthalten, müssen aus Aktivitäten abgeleitet werden
Mitarbeiter und Qualifikationen	grob, konkreter Bezug zu Phasen und Aufgaben im Modell teilweise gegeben, detaillierte Beschreibung im Leitfadens	nicht enthalten	unzureichend	beschrieben, inkl. Zuordnung zu den einzelnen Prozessschritten	beschrieben, inkl. Anforderungen und Zuordnung zu den einzelnen Prozessschritten
Ressourcen und Informationen	vorhanden, Zuordnung zu Phasen fehlt im Modell, im Leitfadens vorhanden	ERP-Systeme, WMS, Modellierungswerkzeuge	nicht enthalten	nicht enthalten	enthalten, inkl. Zuordnung zu den einzelnen Teilphasen
Standards und Richtlinien	Modellierungsstandards	Modellierungskonventionen, Vorgehen der Prozesskostenrechnung und Simulation, Balanced Scorecard	nicht enthalten	nicht enthalten	Kennzahlen festgelegt, keine Modellierungsstandards etc.

Tabelle 1: Übersicht der Analyseergebnisse

3 Ableiten eines neuen Business-Process-Lifecycle-Modells

Der nun abzuleitende neue BPL ist nicht „neu“ im Sinne von innovativ, lediglich die Kombination der Elemente ist neu. Das Ableiten erfolgt Schritt für Schritt und orientiert sich wiederum an den genannten Kriterien.

Begonnen wird mit der Betrachtung der möglichen *Ausgangssituationen* der Modelle. Alle betrachteten BPLs, bis auf das BPM-2.0-Modell, eignen sich problemlos sowohl für neue als auch für bereits existierende Prozesse, wobei nur der Camunda-BPM-Kreislauf zusätzliche Einstiegsphasen – wie die Prozesserhebung und -dokumentation – für bereits dokumentierte Prozesse aufweist. Bei den anderen Modellen wird diese Problematik umgangen, da sie alle mit einer strategischen Phase beginnen, in der es noch keine so große Rolle spielt, ob eine Prozessdokumentation vorhanden ist oder nicht. Um den neuen BPL in unterschiedlichen Anwendungsfällen einsetzen zu können, sollte jedoch eine Unterscheidung erfolgen. Diese sollte sogar so weit gehen, dass bei den bereits existierenden Prozessen nochmal zwischen jenen Prozessen unterschieden wird, bei denen bereits eine Dokumentation in Form von Modellen o.ä. vorhanden ist, und solchen, bei denen noch keine existiert. Das neue BPL-Modell berücksichtigt also folgende drei Ausgangszustände bzw. Szenarien:

- Entwicklung neuer Prozesse (keinerlei Dokumentation vorhanden),
- Dokumentation und Verbesserung vorhandener Prozesse, für die keine Dokumentation vorhanden ist, und
- Verbesserung vorhandener Prozesse, die bereits dokumentiert wurden.

Die drei Kriterien *Phasen*, *Gestaltungsebenen* und *Detaillierungsgrad* hängen eng zusammen und werden daher auch gemeinsam betrachtet.

Grundsätzlich gilt, dass das BPM auf der fachlich-konzeptionellen Ebene abläuft (s. [Gada12], S. 2), weshalb die dort angesiedelten Phasen im neuen BPL auch so detailliert dargestellt werden sollten, dass er als Schritt-für-Schritt-Anleitung für das Vorgehen dienen kann. Die detaillierte Beschreibung der operativen Phasen, also der Umsetzung von Prozessen mittels Workflows, gehört zwar mehr ins Workflow-Management, sollte aber dennoch mit integriert werden. Der Grund hierfür ist, dass die Weiterentwicklung von Prozessen durch Automatisierung zu deren Lebenszyklus gehört und daneben ein elementares Werkzeug zur Steigerung der Produktivität darstellt. Auch zur Strategieentwicklung, die ebenfalls eigentlich kein Teil des BPM ist, sollte ein Bezug hergestellt werden, da diese den Aufhänger für das BPM und seine Prozesse bildet. Inhalt der hier als „strategische Prozessausrichtung“ bezeichneten Phase ist daher die Etablierung eines gesamtheitlichen BPM-Ansatzes, die Ausrichtung der Prozesse an der Unternehmensstrategie und die Festlegung von Zielen, die die Grundlage für die Detaillierung des Modells mit Kennzahlen und Rollen innerhalb der Konzeption bilden. Die Festlegung von Methoden und des Budgets sind ebenfalls Teil dieser Phase. Aus Gründen der Flexibilität ist diese Phase nicht fest im neuen BPL verankert, sondern kann nach einer Prüfung der strategischen Ausrichtung durchlaufen werden. Wird festgestellt, dass die in der Prozessanalyse ermittelten Verbesserungspotentiale nicht mit der Strategie zusammenhängen, kann diese Phase umgangen werden und direkt mit der Konzeption weiter verfahren werden. Somit kann die strategische Prozessausrichtung für neue sowie Prozesse ohne Dokumentation die erste Phase im Zyklus darstellen. Die Klärung von Rahmenbedingungen für das Projekt, wie beispielsweise Verantwortlichkeiten, Ressourcen, Zeitplan und Kommunikationswege, hat nichts mit dem Prozess selbst zu tun, sondern ist in das Projektmanagement einzuordnen. Daher werden diese im Pro-

zesslebenszyklus selbst nicht berücksichtigt, im Gesamtmodell jedoch schon. Wie genau das Projektmanagement im neuen BPL berücksichtigt wird, ist Thema in Abschnitt 4. Die beiden nächsten Phasen Konzeption und Implementierung können jeweils noch in einzelne Schritte untergliedert werden, damit sie auch als „Karte“ für das Vorgehen dienen.

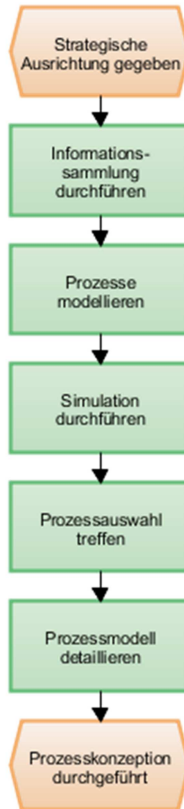


Abbildung 1: Die Konzeptionsphase des neuen BPL

Die Prozesskonzeption (vgl. Abbildung 1) wird entweder direkt nach der Prozessanalyse, wenn keine Neuausrichtung der Strategie notwendig ist, oder nach der strategischen Prozessausrichtung durchlaufen. Im Rahmen der Konzeption erfolgt zunächst eine Informationssammlung hinsichtlich des Prozesses in Form eines Brainstormings oder Benchmarkings, auf deren Basis anschließend Varianten für Prozessmodelle erstellt werden. Auch die Zuordnung von Rollen erfolgt hier. Um den bestmöglichen Prozess herauszufinden, wird im nächsten Schritt eine Prozesssimulation durchgeführt, anhand deren Ergebnisse die Tauglichkeit der Varianten überprüft wird. Weitere Methoden und Werkzeuge, wie die Prozesskostenrechnung, können ebenfalls zu Rate gezogen werden. Ist die Auswahl erfolgt, wird das nun gewählte Soll-Prozessmodell noch detailliert, indem unter anderem die Kennzahlen festgelegt werden, anhand derer der Prozess im Rahmen des Prozessmonitorings überprüft wird. Schließlich ist das Ergebnis der Prozesskonzeption ein detailliertes Sollkonzept, welches alle nötigen Informationen für die darauffolgende Implementierung liefert.

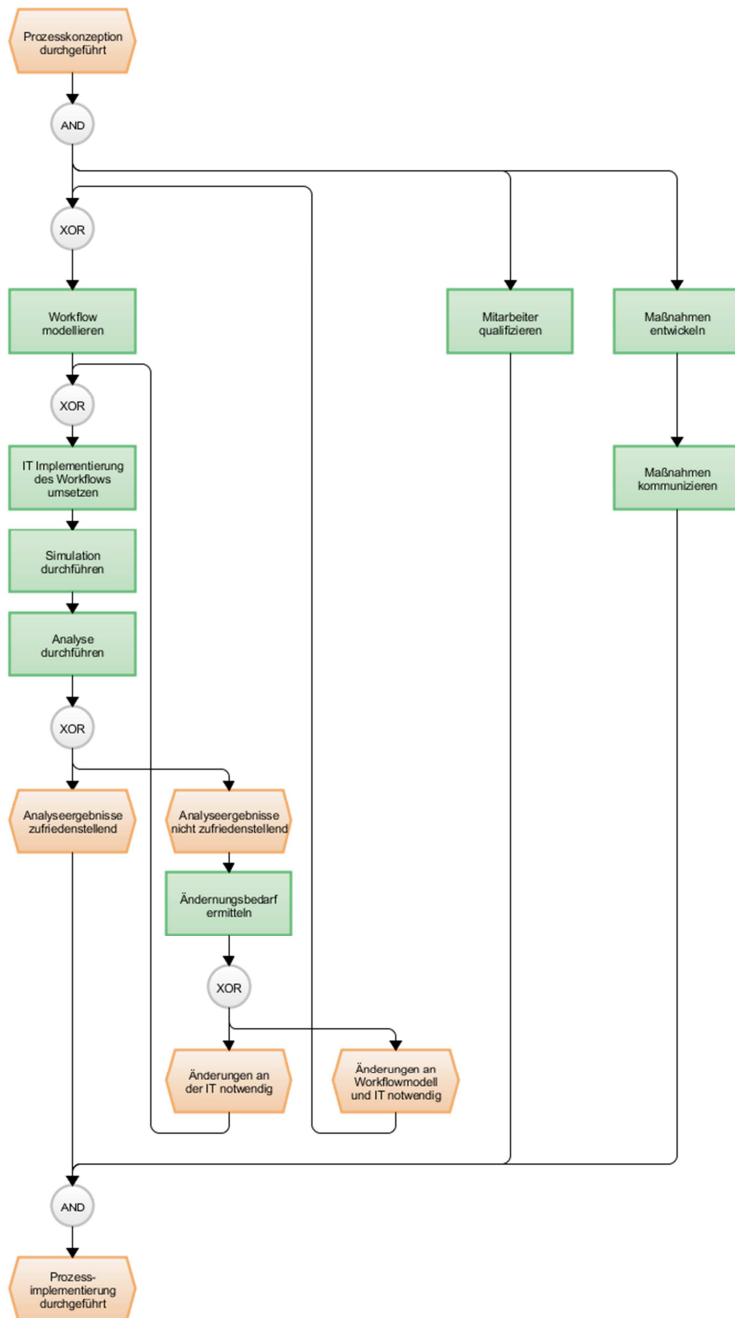


Abbildung 2: Die Implementierungsphase des neuen BPL

Die Implementierung (vgl. Abbildung 2) lässt sich in zwei Bereiche gliedern. Ein Bereich ist der Bereich IT, der betroffen ist, wenn Geschäftsprozesse mithilfe der IT – also beispielsweise durch die Automatisierung von Workflows oder durch neue Software – optimiert wer-

den sollen. Hierbei wird in Anlehnung an das Workflow-Life-Cycle-Modell von Gadatsch (vgl. [Gada12]) auf Basis des detaillierten Sollkonzeptes der entsprechende Workflow modelliert, in der IT abgebildet und anschließend mithilfe einer Simulation getestet. Nach einer Analyse der Simulationsergebnisse wird gegebenenfalls entweder das Workflowmodell und die dem Workflow zugrundeliegende IT oder die IT allein überarbeitet. Ist das Modell soweit verbessert, dass es umgesetzt werden kann, wird der Zyklus in Richtung Prozessdurchführung verlassen und die nächste Phase des Gesamtzyklus beginnt. Parallel zur Entwicklung der Workflows sind meist auch organisatorische Veränderungen notwendig. Diese umfassen zwei Bereiche. Zum einen gehört hierzu die Qualifikation der Mitarbeiter, sowohl für den Umgang mit den Workflows bzw. neuer Software als auch für ihre neuen Aufgaben, die aufgrund der Veränderungen auf sie zukommen können. Der zweite organisatorische Aspekt ist die Entwicklung und anschließende Kommunikation von Maßnahmen zur Prozessoptimierung. Da gutes Change-Management der Ablehnung der Maßnahmen durch die Mitarbeiter vorbeugen kann, wird in diesem Modell in Anlehnung an BPM 2.0 die Rolle des Champions vergeben. Die Umsetzung der Workflows und der Maßnahmen erfolgt in der folgenden Phase.

Ziel der Durchführung ist es, die gesamten Planungen in Form des neuen bzw. verbesserten Prozesses umzusetzen. Anschließend wird im Rahmen des Prozessmonitorings anhand der während der Konzeption festgelegten Kennzahlen überprüft, ob die gewünschte Leistung erreicht wurde. Das Monitoring erfolgt kontinuierlich. Eine Analysephase wird nur eingeleitet, wenn größere Abweichungen festgestellt werden, die Änderungen am Prozessmodell zur Folge haben. Bei Problemen, die mit dem Workflow zusammenhängen und durch Änderungen an diesem behoben werden können, ist ein Übergang vom Monitoring in die Implementierung möglich. Können die Ursachen von Abweichungen nicht auf Anhieb erkannt werden, muss eine Analyse erfolgen. Hierbei werden diese sowie Verbesserungspotenziale ermittelt, welche dann in einem weiteren Durchlauf durch den Zyklus in Strategie und Konzept verankert werden. Zudem bildet die Analyse den Einstieg in den Kreislauf für bereits existierende und dokumentierte Prozesse. Damit schließt sich der Kreis und die Phasenreihenfolge des neuen BPL ist vollständig beschrieben. Dieser ist in Abbildung 3 dargestellt.

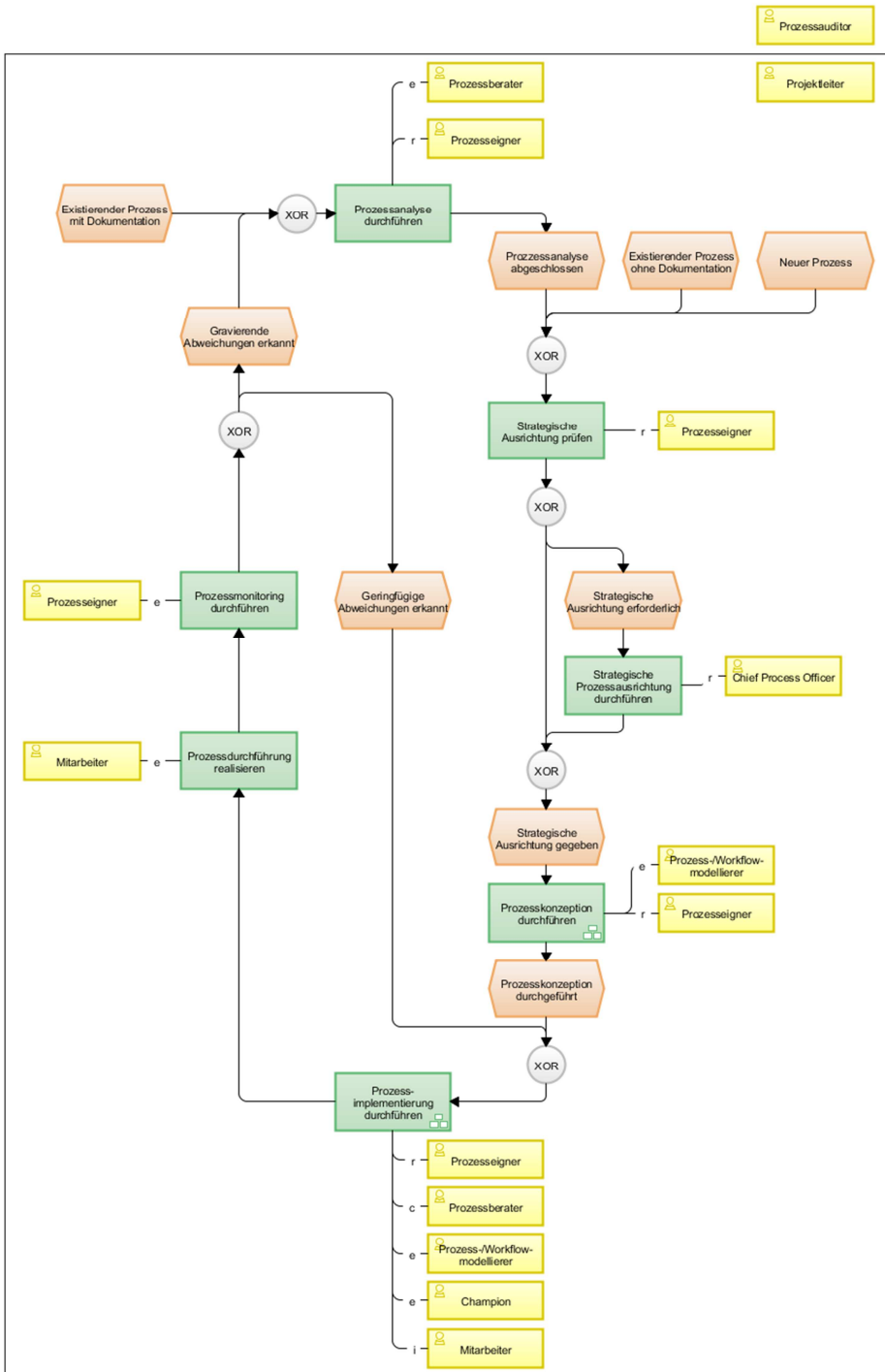


Abbildung 5: Die Rollenzuordnung im neuen BPL

Während die meisten Rollen mit Tätigkeiten auf der Prozessebene zusammenhängen, haben der Projektleiter und der Prozessauditor vorwiegend das gesamte BPM-Projekt inklusive Projektmanagement im Fokus, wobei Letzterer von außen auf die Strukturen blickt.

Die benötigten *Ressourcen* und *Informationen* sind nicht in allen betrachteten Modellen enthalten. Wenn sie enthalten sind, dann werden hierzu die IT-Systeme, Modellierungswerkzeuge oder die Web-2.0-basierten Tools wie Wikis und Foren gezählt. Auch Kennzahlen spielen teilweise eine Rolle. Hieraus lässt sich ableiten, dass das Thema Software und IT als Ressource eine bedeutende Rolle spielt. Für die bestmögliche Umsetzung des Projektes ist eine ganzheitliche BPM-Software – eine so genannte BPM-Suite – sinnvoll. Diese unterstützt je nach Ausprägung neben Modellierung und Simulation auch die Workflow-Automatisierung und die Überwachung von Kennzahlen für das Prozessmonitoring.

Auch das Knowhow der Mitarbeiter spielt als Ressource insbesondere bei der Prozessdurchführung eine Rolle. Dies wird berücksichtigt, indem Schulungen bzw. Qualifikationsmaßnahmen während der Implementierung durch den Prozessberater durchgeführt werden. Bezüglich der finanziellen Ressourcen bleibt zu sagen, dass deren Höhe im Rahmen des strategischen Prozessmanagements in Zusammenarbeit mit der Unternehmensführung festgelegt werden muss. Ähnliches gilt für die Kennzahlen, die im Konzept verankert und im Monitoring überwacht werden.

Die *Standards* und *Richtlinien* beschränken sich in den meisten Modellen auf die Modellierungsstandards oder sind gar nicht enthalten. Im neuen BPL wird die Methode zur Prozessmodellierung nicht vorgeschrieben. Sofern die Unternehmensrichtlinien diese ebenfalls nicht vorschreiben, kann die Methode frei gewählt werden. Die Modellierung sollte jedoch nach einem anerkannten Standard erfolgen und die Zielsetzung, beispielsweise die Automatisierung oder die Einbindung der Mitarbeiter, unterstützen.

4 Projektmanagement im neuen Business Process Lifecycle

Bei allen bisherigen Betrachtungen standen der BPL und die Entwicklung der Prozesse während des Lifecycle-Durchlaufs im Vordergrund. Zu realen BPM-Projekten gehört allerdings auch das Projektmanagement, welches bisher aufgrund der Fokussierung auf die Prozessebene nicht berücksichtigt wurde. Ein Prozess durchläuft den BPM-Lebenszyklus in der Regel immer entweder im Rahmen von Optimierungs- oder Einführungs- und Neugestaltungprojekten. Definitionsgemäß sind aber nicht alle BPL-Phasen Teil eines Projektes, denn „[ein] Projekt ist eine zeitlich befristete, relativ innovative und risikobehaftete Aufgabe von erheblicher Komplexität [...]“ (s. [Spri16]). Aufgrund der zeitlichen Terminierung und Innovativität von Projekten fallen nur die Phasen Analyse, Konzeption, strategisches Prozessmanagement und Prozessimplementierung des Prozesslebenszyklus in diesen Bereich. Die Prozessdurchführung und das Monitoring, die kontinuierlich erfolgen, werden im Rahmen des Tagesgeschäfts laufend gesteuert. Das Projekt, welches den Durchlauf der ersten Phasen verantwortet, muss wiederum selbst auch geplant und gelenkt werden. Diese Steuerung betrifft dann nicht den Prozess selbst, sondern erfolgt auf einer übergeordneten Ebene, die man trotz der ähnlichen Bezeichnungen nicht mit der Prozessebene verwechseln darf.

Gemäß der DIN 69901-2 umfasst das Projektmanagement die fünf Phasen Initialisierung, Definition, Planung, Steuerung und Abschluss (s. [Deut09] S. 8).

In den ersten beiden Phasen geht es um die Detaillierung der Projektidee, des Inhalts und des Konzeptes, sodass der Auftraggeber die Durchführung endgültig beschließen kann. Hierbei spielt die Prozessebene keine Rolle. Die Planung beinhaltet im Wesentlichen die Vorbereitung der Realisierung. Damit Letztere möglichst reibungslos abläuft, werden zunächst die Ablaufschritte und Risiken geplant bzw. analysiert. Zudem wird das Projektteam für die Umsetzung festgelegt. In einem BPM-Projekt würden an dieser Stelle die neu definierten Rollen des neuen BPL besetzt werden, was auf Prozessebene Teil der Konzeption ist. Erst jetzt folgt die Steuerung bzw. Realisierung des Projektgegenstands. In einem BPM-Projekt ist dieser Abschnitt durch den Durchlauf der Phasen Prozessanalyse (nur bei Optimierungsprojekten), Konzeption mit strategischem Prozessmanagement und Prozessimplementierung gekennzeichnet, wobei, wie im weiteren Verlauf noch erläutert wird, dieser auch Teil der Planungsphase sein kann. Der Projektgegenstand, welcher das Ergebnis der Steuerung ist, ist in einem BPM-Projekt der implementierte neue oder optimierte Prozess. Den Abschluss bildet die Übergabe des Projektgegenstandes bzw. Prozesses in die Inbetriebnahme bzw. Nutzung sowie das Auflösen des Projektteams und die Dokumentation der gewonnenen Erfahrungen. (s. [Geck13] S. 55-59)

Nach [Burg12] stehen die drei Begriffe Produkt bzw. Projektgegenstand, Projekt und Prozess „wie eine Trinität zueinander, deren konsequentes Auseinanderhalten von größter Wichtigkeit für eine transparente Projektführung ist“ (s. [Burg12] S. 23). Der Prozess wird hierbei nur während der Realisierung, welche der Steuerungsphase bei [Geck12] entspricht, betrachtet (vgl. Abbildung 6).

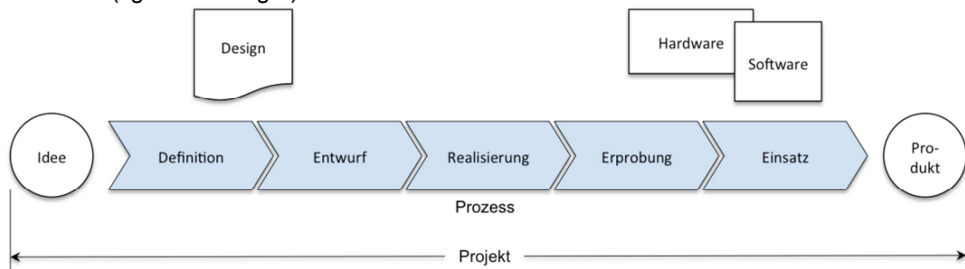


Abbildung 6: Trinität Produkt-Projekt-Prozess (vgl. [Burg12] S. 23)

Diese Differenzierung ist nicht immer ganz einfach, denn insbesondere bei BPM-Projekten kann man schnell die verschiedenen Ebenen verwechseln. Zum Teil ist eine Mischung der Ebenen auch erforderlich. Das gilt zum Beispiel in der Planungsphase, die, wie bereits erwähnt, die auf Prozessebene ablaufende Realisierung vorbereitet und daher auch die Prozessebene berücksichtigen muss. Insbesondere die Phasen Prozesskonzeption und strategisches Prozessmanagement des BPL enthalten planerische Aspekte – wie beispielsweise die Rollenbesetzung –, die auch für das Projekt von Bedeutung sind. Eine strikte Trennung von Projekt und Prozess in der Planungsphase kann zu Fehlplanungen und Mehraufwand führen, weshalb der Prozess in die Planung mit einbezogen werden sollte. Man kann den Durchlauf der Projektphasen des BPL also nicht strikt wie [Burg12] in die Realisierungs- bzw. Steuerungsphase einordnen.

Zusammenfassend kann man sagen, dass ein BPM-Projekt nicht nur aus dem Durchlaufen des BPL besteht. Vielmehr ist dieser in das Projektmanagement eingebettet. Abgeschlossen ist ein BPM-Projekt in der Regel mit der Implementierung des Prozesses. Die Durchführung erfolgt kontinuierlich, wobei die Steuerung im Rahmen des täglichen Betriebs erfolgt. Ebenso wird mit dem Prozessmonitoring verfahren. Sollten hierbei größere Abweichungen

Dieses Beispiel bestätigt, dass es teilweise sinnvoll ist, BPM und Projektmanagement zu verbinden, wie es nun geschehen ist. In BPM-Projekten sollte man versuchen sich immer klarzumachen, auf welcher Ebene man sich gerade befindet. Das neue Gesamtmodell kann hierbei etwas Klarheit verschaffen und zum Überblick beitragen, sodass sowohl das Projektmanagement als auch der BPL und damit das gesamte BPM erfolgreich durchgeführt werden können.

6 Reflexion

Für das neue BPL-Modell wurden verschiedene bereits existierende Modelle kombiniert, sodass der neue Lifecycle Ähnlichkeiten mit diesen aufweist. Daher lässt sich auch annehmen, dass der Cycle in dieser Form in der Praxis umsetzbar ist. Um dies zu bestätigen, sollten noch mehrere Tests in der Praxis durchgeführt werden.

Dies gilt ebenfalls für das erarbeitete Gesamtmodell, was die Verbindung von Projekt- und Prozessebene beinhaltet. Hierbei zeigt zwar das oben beschriebene Beispiel, dass eine Unterscheidung der Ebenen sinnvoll ist, aber inwieweit das Modell umgesetzt werden kann oder ob Anpassungen vorgenommen werden müssen, muss noch untersucht werden.

Literaturverzeichnis

- [Allw09] Allweyer, T.: Geschäftsprozessmanagement. W3L-Verlag, Herdecke (u.a.), 2009.
- [Bib16] Bibliographisches Institut GmbH (Hrsg.): Duden | Zyklus | Rechtschreibung, Bedeutung, Definition, Synonyme, Herkunft. 2016, <http://www.duden.de/rechtschreibung/Zyklus#Bedeutung1>. Abgerufen am 13.4.2016.
- [Burg12] Burghardt, M.: Projektmanagement. Publicis, Erlangen, 2012.
- [Deut09] Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.): Projektmanagement – Projektmanagementsysteme – Teil 2: Prozesse, Prozessmodell (DIN 69901-2:2009-01). Beuth Verlag, Berlin, 2009.
- [Deut15] Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.): Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen (ISO/DIS 9001:2015). Beuth Verlag, Berlin, 2015.
- [Eabp09] EABPM (Hrsg.): Business Process Management Common Body of Knowledge - BPM CBOK®. Dr. Götz Schmidt, Gießen, 2009.
- [FrRü14] Freund, J.; Rücker, B.: Praxishandbuch BPMN 2.0. Carl Hanser Verlag, München/Wien, 2014.
- [Gada12] Gadatsch, A.: Grundkurs Geschäftsprozessmanagement. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2012.
- [Geck13] Geckler, D.: Projektlebenszyklus und Projektphasen. In: Wagner, R.; Grau, N. (Hrsg.): Basiswissen Projektmanagement - Grundlagen der Projektarbeit. Symposium Publishing GmbH, Düsseldorf, 2013, S. 45-64.
- [Kurz11] Kurz, M.: BPM 2.0 – Geleitete Selbstorganisation im Geschäftsprozessmanagement. Bayerischer Forschungsverbund forFLEX - Dienstorientierte IT-Systeme für hochflexible Geschäftsprozesse, Bamberg (u.a.), 2011.

- [OFFD14] Obermeier, S.; Fischer, H.; Fleischmann, A.; Dirndorfer, M.: Geschäftsprozesse realisieren. Springer Fachmedien, Wiesbaden, 2014.
- [Spri16] Springer Gabler Verlag (Hrsg.): Gabler Wirtschaftslexikon, Stichwort: Projekt. 2016, <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/13507/projekt-v7.html>. Abgerufen am 13.4.2016.

Kontakt

Prof. Dr. Jörg Puchan
Hochschule München, Fakultät für Wirtschaftsingenieurwesen
Lothstraße 64, 80335 München
T +49 89 1265 3937, puchan@hm.edu

Pia Schöppner
Alteburgstraße 150, 72762 Reutlingen
T +49 151 14452681, pia.schoeppner@gmx.de

Vergleichende Analyse von Open-Source-Modellierungswerkzeugen als Basis für Forschungsprototypen

Christian Seel, Julian Dörndorfer, Markus Schmidtner, Alexander Schubel

Zusammenfassung

Angewandte Forschung in der Wirtschaftsinformatik wird oft dem Design-Science-Paradigma zugeordnet. Eines der Prinzipien besagt, dass als Ergebnis des Forschungsprozesses ein Artefakt entstehen soll. Forschungsarbeiten zur Informationsmodellierung erfordern häufig die Erweiterung oder Adaption von Modellierungswerkzeugen. Um nicht vorhandene Funktionalität erneut zu implementieren, bietet sich die Verwendung eines Open-Source-Werkzeugs als Ausgangspunkt der Entwicklung an. Daher ist es Ziel dieses Beitrages vorhandene Open-Source-Modellierungswerkzeuge zu katalogisieren und damit die Selektion eines geeigneten Werkzeuges als Basis der Prototypenentwicklung in angewandten Forschungsprojekten zu erleichtern.

1 Einleitung

In der Wirtschaftsinformatik lassen sich zwei Grundtypen von Forschungsfragen unterscheiden (vgl. [Seel10]). Zum einen existieren Forschungsfragen, die den aktuellen Einsatz, die Entwicklung oder das Controlling von Informationssystemen untersuchen. Diese dem Behaviorismus zuzuordnen Forschungsfragen zielen darauf ab, den aktuellen State-of-the-Art zu erheben (vgl. [Ös++10]). Zum anderen werden, insbesondere in der deutschsprachigen Wirtschaftsinformatik, Forschungsfragen untersucht, die darauf abzielen im Sinne eines ingenieurmäßigen Vorgehens neue Methoden, Softwarewerkzeuge oder Informationssysteme zu entwickeln. Diese Gruppe von Forschungsfragen lässt sich dem Design-Science-Paradigma (vgl. [HMPR04]) zuordnen.

Insbesondere für Forschungsfragen, die dem Design-Science-Paradigma entstammen, ist der Bau von Prototypen von zentraler Bedeutung (vgl. [HeCh10]). Dies wird durch die Design-Science-Research-Guidelines nach HEVNER deutlich. Die erste Guideline „Design as an Artifact“ (vgl. [HMPR04]) postuliert die explizite Forderung nach einem Artefakt in Form eines Models, einer Methode oder eines Softwarewerkzeuges als Ergebnis des Forschungsprozesses.

BUDDE et al. ([BKKZ92]) sowie HEINRICH et. al. ([HeHR07]) beschreiben den Bau von Prototypen als etablierte Forschungsmethode zur Evaluation und Analyse von entwickelten Konzepten, denen er auch als „Proof-of-Concept“ dient. SEEL, DREIFUS ([SeDr14]) ergänzen ferner die Funktion von Prototypen als Mittel des Wissenstransfers in der Wirtschaftsinformatik. Dem Prototyp kommt dabei die Funktion eines Demonstrators für Praktiker oder Studierende zu, der das Forschungsergebnis veranschaulicht und anwendungsnah aufbereitet. Allerdings ist die Implementierung von Forschungsprototypen zum Teil mit erheblichem Aufwand verbunden. Dementsprechend ist es naheliegend auf bereits vorhandenen Ergebnissen aufzubauen. Um jedoch wirklich neue Konzepte mithilfe eines Prototyps demonstrieren zu können, ist eine reine Anwendung oder ein Customizing vorhandener Software in der

Regel unzureichend. Um jedoch tiefgreifende Änderungen durchführen zu können, ist damit Zugriff auf den Quellcode erforderlich. Dieser uneingeschränkte Zugriff auf Quellcode ist nur bei Open-Source-Software gegeben. Daher konzentrieren sich die weiteren Ausführungen dieses Beitrags auf diese Softwaregruppe.

Ein Kerngebiet der Wirtschaftsinformatik, das insbesondere den Bau von Prototypen erfordert, sind Arbeiten, die sich dem Themenfeld der Informationsmodellierung zuordnen lassen ([Fr++14]). Falls für ein Forschungsvorhaben also feststeht, welches sich dem Design-Science-Paradigma zurechnen lässt und es sich unter das Themenfeld der Informationsmodellierung subsumieren lässt, ist oft der Bau eines Prototyps als Demonstrators Teil der Forschungsagenda. Um Aufwand zu sparen, bietet sich die Erweiterung eines bestehenden Open-Source-Modellierungswerkzeuges an. Daraus ergeben sich folgende drei Forschungsfragen:

- RQ₁: Nach welchen Kriterien lassen sich Open-Source-Modellierungswerkzeuge vergleichen?
- RQ₂: Welche Open-Source-Modellierungswerkzeuge sind für den Prototypenbau aktuell relevant?
- RQ₃: Wie fällt ein Vergleich der Modellierungswerkzeuge anhand der Kriterien aus RQ₁ aktuell aus?

Zu Klärung dieser drei Forschungsfragen, wird zunächst eine Klassifikation von Open-Source-Modellierungswerkzeugen mithilfe eines morphologischen Kastens aufgezeigt. Im Anschluss wird zur Beantwortung der zweiten und dritten Forschungsfrage ein Vergleich verschiedener Open-Source-Modellierungswerkzeuge durchgeführt.

Das Gesamtziel des Beitrages besteht darin, die Selektion des geeigneten Open-Source-Modellierungswerkzeuges für den Bau eigener Forschungsprototypen zu erleichtern.

2 Klassifikation von Modellierungswerkzeugen

Um die einzelnen Modellierungswerkzeuge miteinander vergleichen zu können, ist es zuerst notwendig, eine Reihe von Merkmalen festzulegen und diese dann bei den einzelnen Werkzeugen auf Ihre Ausprägung hin zu prüfen. Im Rahmen dieser Betrachtung soll der Fokus hauptsächlich auf die Verwendung in eigenen Forschungsprojekten liegen. Daher werden im wesentlichen Merkmale der Lizenzierung, des Quellcodes und der Funktionalität betrachtet, welche im Folgenden beschrieben werden. Um die Übersicht zu steigern, werden die relevanten Merkmale und deren Ausprägungen in einem morphologischen Kasten (Tabelle 1) dargestellt.

2.1 *Activiti-Designer*

Der Activiti-Designer ist ein Plug-In für Eclipse, welches als Modellierungswerkzeug für das Workflow-Management-System Activiti dient. Die Entwicklung wird hauptsächlich von Mitarbeitern der Firma Alfresco durchgeführt. Die Software startete mit der Versionsnummer 5.0, was daran liegt, dass sich das Projekt als Weiterentwicklung des später beschriebenen jBPMN 4.0 begreift ([Alfr16]). Da der primäre Zweck des Plug-Ins die Unterstützung des Workflow-Management-Systems ist, wird lediglich der BPMN-2.0-Umfang unterstützt. Eine Verwendung von EPK oder AML ist nicht vorgesehen. Durch die Verwendung der Eclipse-Entwicklungsumgebung als Framework wird eine Plattformunabhängigkeit erreicht, die einen Einsatz auf allen Betriebssystemen ermöglicht für die eine entsprechende Eclipse-Ver-

sion angeboten wird. Auch die Verwendung von Java als Programmiersprache unterstützt die Plattformunabhängigkeit. Als Grundlage der Lizenzierung dient die Apache-License-2.0, was innerhalb der Richtlinien auch eine Verwendung in kommerziellen Projekten ermöglicht. Eine spezielle kommerzielle Lizenz wird auf der Projekthomepage nicht angeboten. Da nur selten neue Versionen veröffentlicht werden und auch der Umfang des Quellcodes als gering einzuordnen ist, stellt der Activiti-Designer eine stabile Grundlage für eigene Entwicklungen dar. Obwohl das Activiti-Projekt als Ganzes über eine sehr umfangreiche Dokumentation in Form eines 10-Minuten-Tutorials und eines User-Guides verfügt, ist der Activiti-Designer selbst nur wenig dokumentiert und findet hauptsächlich im offiziellen Forum Unterstützung. Zudem finden sich auf der Videoplattform Youtube einige Tutorials zur Plattform, wenn auch meist nicht von offizieller Seite.

Merkmal	Merkmalsausprägung				
Lizenztyp	Apache License 2.0	GPL	Eclipse Public License	MIT	LGPL
Programmiersprache	Java		C++	Sonstige	
EPK Unterstützung	Ja			Nein	
BPMN Version	Teile der BPMN			BPMN 2.0	
AML importierbar	Ja			Nein	
Framework	Eclipse	Netbeans	ASAF	Keines	
Umfang Quellcode	Gering		Mittel	Hoch	
Aktualisierungshäufigkeit	Inaktiv	Selten	Regelmäßig	Häufig	
Plattform	Windows	Linux	Mac	X-Plattform	
kommerzielle Lizenz	Ja			Nein	
Dokumentation	Forum	Wiki	Video	Tutorial	Anleitung

Tabelle 1: Morphologischer Kasten

2.2 Bonita-BPM-Community-Edition

Die Firma Bonitasoft entwickelt die Bonita BPM in zwei verschiedenen Versionen. Einerseits die Open-Source-Community-Edition, die unter den Bedingungen der GPL2 auch kommerziell genutzt werden kann. Andererseits die kostenpflichtige Subscription-Edition, für die eine kommerzielle Lizenzierung möglich ist ([Boni16]). Bereits die Community-Edition unterstützt den kompletten BPMN-2.0-Umfang, jedoch keine EPK- oder AML-Formate. In der Subscription-Edition soll ein Import des AML-Formats per Plug-Ins möglich sein. Der Großteil der Quellcode-Dateien ist in Java gehalten, allerdings wird beim Kompilieren des Quellcodes für jedes der unterstützten Betriebssysteme ein eigenständiges Executable erzeugt. Da die Community-Edition bereits einen hohen Funktionsumfang bereitstellt, ist auch der Umfang des Quellcodes sehr weitreichend und damit in die Kategorie „Hoch“ einzuordnen. Dies bewirkt meist eine sehr lange Einarbeitungszeit zu Beginn eines Projekts, wird jedoch durch eine relativ gute Dokumentation teilweise wieder wettgemacht. Das häufige Erscheinen neuer Versionen sorgt dafür, dass stets Verbesserungen in die Community-Edition einfließen. Ein großer Teil der Dokumentation ist jedoch erst nach der Anmeldung mit einem kostenlosen Account verfügbar. Auch im offiziellen Forum der Community-Edition können Fragen zur Programmierung und Bedienung gestellt werden.

2.3 Camunda-BPM-Eclipse-Standalone-Modeler

Der BPM-Standalone-Modeler wird von der Camunda GmbH entwickelt und nutzt das für Eclipse verfügbare Camunda-Eclipse-Plug-In als Grundlage. Der Standalone-Modeler ist als Teil der Camunda-Workflow-Lösung zu sehen, für welche auch ein kommerzieller Support verfügbar ist ([Camu16]). Die Open-Source-Lizenzierung erfolgt unter der Eclipse-Public-License und ermöglicht daher auch den Einsatz in kommerziellen Projekten. Zwar wird BPMN 2.0 voll unterstützt, eine Verarbeitung des EPK- oder AML-Formats ist jedoch nicht möglich. Der Umfang des Java-Quellcodes ist relativ gering, da ein Großteil der Funktionen aus dem Eclipse-Plug-In wiederverwendet werden. Abhängig vom Zielsystem werden verschiedene Executables erzeugt, was eine Unterstützung für mehrere Plattformen ermöglicht. Im Jahr 2015 erfolgte noch ein Update, allerdings wird sich die Entwicklung in Zukunft auf den Camunda-BPM-Modeler konzentrieren. Obwohl das Projekt seit der Version 7.4 der Camunda-Engine nicht mehr gepflegt wird, findet sich noch eine Dokumentation des Plug-Ins auf der offiziellen Homepage. Zudem können Fragen über das Forum direkt an die Community gerichtet werden.

2.4 Camunda-Modeler

Der Camunda-Modeler befindet sich derzeit in der Entwicklung als Nachfolger des Camunda-BPM-Standalone-Modelers. Anstatt des Eclipse-Plug-Ins wird hier das Open-Source-Projekt bpmn.io als Grundlage verwendet ([Camu16]). Da das Projekt erst seit kurzem gestartet ist, werden regelmäßig neue Updates veröffentlicht. Der in Java-Script gehaltene Quellcode ist derzeit noch recht übersichtlich, was aber zum Teil daran liegt, dass viele Funktionen der bpmn.io genutzt werden ([Camu16]).

2.5 Eclipse-BPMN2-Modeler

Der Eclipse-BPMN2-Modeler ist ein Eclipse-Plug-In, welches unter dem Eclipse-SAO-Projekt entwickelt wird ([Ecli16]). Da die Eclipse-IDE als Framework verwendet wird, kann das Plug-In mit allen unterstützten Betriebssystemen verwendet werden und erreicht so einen Cross-Plattform-Support. Für die Lizenzierung wird die Eclipse-Public-License verwendet, was auch eine kommerzielle Nutzung ermöglicht. Die Funktionalität umfasst den BPMN-2.0-Standard, jedoch werden die EPK- und AML-Formate nicht unterstützt. Der in Java verfasste Quellcode hat einen mittleren Umfang und kann direkt in der Eclipse-IDE bearbeitet werden ([Ecli16]). Da die Software nur selten eine neue Version erhält, stellt Sie eine relativ stabile Plattform für Modifikationen dar. Im Rahmen der offiziellen Website finden sich eine Dokumentation inklusive hauseigener Wiki, sowie ein Forum. Zudem finden sich viele inoffizielle Videoanleitungen zur Bedienung des Eclipse-BPMN2-Modelers auf der Plattform Youtube.

2.6 Imixs-BPMN

Die in München ansässige Firma Imixs stellt im Rahmen ihrer Open-Source-Workflow-Engine dieses Plug-In für Eclipse zur Verfügung. Grundlage des Plug-Ins ist das zuvor vorgestellte Eclipse-BPMN2-Plug-In, das durch Imixs modifiziert wurde. Durch das Ausnutzen der weitverbreiteten Eclipse-Plattform wird die Möglichkeit geschaffen, die Funktionalität auf allen von Eclipse unterstützten Plattformen bereitzustellen. Im Rahmen der GPL (GNU-General-Public-License) kann die Software eingeschränkt auch für kommerzielle Zwecke eingesetzt werden. Es wird jedoch eine spezielle kommerzielle Lizenz für etwaige Projekte angeboten. Der in Java programmierte Quellcode in der Kategorie „Gering“ ist überschaubar und daher gerade für kleinere Projekte geeignet. Zudem werden in regelmäßigen Abständen

neue Versionen der Workflow-Engine veröffentlicht. Zwar wird der BPMN-2.0-Standard abgedeckt, es gibt jedoch keine Unterstützung für EPK- oder AML-Formate. Auf der offiziellen Homepage des Open-Source-Projekts findet sich eine detaillierte Anleitung, welche sich auch ausführlich mit dem Modeler auseinandersetzt ([Imix16]). Leider stehen außerhalb dieser Anleitung keine Tutorials oder Videos zur Verfügung. Ein Forum ist zwar vorhanden, jedoch finden sich hier schon seit Ende 2013 keine neuen Beiträge mehr ([Imix16]).

2.7 jBPM

Die JBoss Community entwickelt, gesponsert von Redhat, die jBPMN-Business-Process Management-Suite ([JBos16]). Im Rahmen dieser Umgebung wird auch ein Plug-In für Eclipse bereitgestellt, welches eine graphische Modellierung von Geschäftsprozessen ermöglicht. Die Lizenzierung unter der Apache-Lizenz ermöglicht unter Berücksichtigung der Vorgaben auch einen kommerziellen Einsatz. Aufgrund der Apache-Lizenzierung wird keine separate kommerzielle Lizenz angeboten. Als Grundlage für die Darstellung dient auch hier wieder der Eclipse-BPMN2-Modeler, sowie in Teilen die modifizierte Version des Drools-Projekts. Entsprechend ist auch der Source-Code in Java gehalten und mit einem Umfang der Kategorie „Gering“ auch für kleinere Projekte verwendbar ([JBos16]). Der Funktionsumfang deckt den gesamten BPMN-2.0-Standard ab, bietet aber ebenfalls keinen Support für EPK. Da auch regelmäßig neue Releases veröffentlicht werden ist ein aktueller Standard sichergestellt. Über die offizielle Projekthomepage finden sich eine ausführliche Dokumentation in Form einer detaillierten Anleitung sowie mehrerer Videoanleitungen. Auch ein Community-Forum ist verfügbar.

2.8 jBPMN

jBPMN ist ein Plugin für die IDE-Netbeans, welches von Gaurav Gupta entwickelt wird ([Orac16]). Der Source-Code ist unter der Apache-Lizenz veröffentlicht was innerhalb deren Rahmenbedingungen auch einen kommerziellen Einsatz ermöglicht. Eine gesonderte Lizenzierung für kommerzielle Projekte ist nicht vorgesehen. Wie bei anderen Projekten bildet auch hier die Netbeans-IDE ein Framework, welches es ermöglicht, das Plug-In mit verschiedenen Betriebssystemen zu nutzen. Der in Java geschriebene Source-Code hat nur einen geringen Umfang ist somit auch für kleinere Projekte geeignet, wobei auch Teile des Netbeans-JPA-Modeler verwendet werden ([Orac16]). Die Modellierung des BPMN-2.0-Standards ist ohne Einschränkung möglich, eine Unterstützung für EPK- oder AML-Formate ist jedoch auch hier nicht verfügbar. Leider wurde schon seit mehr als einem Jahr keine neue Version des Plug-Ins veröffentlicht, wodurch wir diese als inaktiv einstufen. Leider hält sich die Dokumentation stark in Grenzen, da nur ein kurzes Einstiegsvideo zur Verfügung steht.

2.9 Joget-Workflow-Designer

Joget-Workflow ist eine Workflow-Management-Suite die von der Firma Joget entwickelt wird ([Joge16]). Die Workflow-Engine ist als Webanwendung konzipiert. Der Joget-Workflow-Designer lässt sich jedoch mit etwas Aufwand als ausführbare Java-Applikation erzeugen. Dies ermöglicht dem Designer auf allen Plattformen eingesetzt zu werden, welche die Java-Runtime-Umgebung (JRE) unterstützen. Durch die GPL ist eingeschränkt auch ein kommerzieller Einsatz möglich. Für kommerzielle Projekte ist zudem eine Enterprise-Edition erworben werden. Der Umfang des Java-Source-Codes ist in die Kategorie „Gering“ einzuordnen, erfordert jedoch etwas mehr Aufwand beim Erzeugen, da nicht alle Abhängigkeiten im Repository enthalten sind. Die vollständige Umsetzung des BPMN-2.0-Standards ist

leider nicht gegeben, da nur einige Basiselemente unterstützt werden. Auch die Formate EPK und AML sind nicht integriert. Da jedoch regelmäßige neue Updates freigegeben werden, ist eine Erweiterung für die Zukunft möglich. Auf der offiziellen Homepage finden sich mehrere Videos, ein Forum sowie eine Knowledge-Base, welche sich jedoch hauptsächlich mit der Workflow-Engine beschäftigen und den Designer nur am Rande erwähnen.

2.10 Modelio

Modelio ist eine Open-Source-Modellierungssoftware, die von der Firma ModelioSoft gepflegt wird ([Mode16]). Da Sie unter der GPL lizenziert ist, besteht auch die Möglichkeit einer kommerziellen Nutzung. Zwar wird keine direkte kommerzielle Lizenz angeboten, für manche Module ist jedoch auch ausdrücklich ein solcher Einsatz erlaubt ([Mode16]). Der Quellcode der Software hat jedoch einen sehr großen Umfang, was darauf zurückzuführen ist, dass nicht nur der BPMN-2.0-Standard unterstützt wird sondern auch weitere Standards wie UML. Der erhöhte Umfang stellt also einen deutlichen Vorteil dar, wenn auch andere Darstellungsmöglichkeiten genutzt werden sollen. Darstellungen im EPK- oder AML-Format werden jedoch nicht unterstützt. Die Kompilierung des Quellcodes erstellt eine ausführbare Datei in Abhängigkeit des Zielsystems, wodurch die Software mit etwas Mehraufwand unter Windows, Linux und MacOS genutzt werden kann. Eine Veröffentlichung von neuen Release-Versionen erfolgt nur selten und beinhaltet nicht unbedingt Änderungen in der BPMN-Implementation. Die offizielle Projekthomepage bietet eine ausführliche Anleitung sowie Tutorials und eine eigene Wiki. Ein Forum bietet zudem die Möglichkeit eines direkten Austauschs mit der Community.

2.11 RunaWFE-Developer-Studio

RunaWFE ist ein hauptsächlich webbasiertes Business-Process-Management-System, das von der russischen Firma Process Technologies Ltd. entwickelt wird. Als Teil dieser Umgebung ist auch der Source-Code des RunaWFE-Developer-Studios verfügbar ([Proc16]). Der in Java gehaltene Quellcode ist in die Kategorie „Gering“ einzuordnen und basiert sehr stark auf den zuvor vorgestellten Projekten Activiti und jBPM. Der Einsatz auf unterschiedlichen Betriebssystemen erfolgt entweder direkt über Eclipse oder durch das Erzeugen von ausführbaren Dateien für das jeweilige Zielsystem. Die Offenlegung des Source-Codes erfolgte unter der LGPL (Lesser-General-Public-License), was eine einfachere kommerzielle Nutzung ermöglicht als bei der weiter verbreiteten GPL. Leider wird jedoch weder der volle BPMN-2.0-Standard unterstützt noch EPK- oder AML-Format. Releases von neuen Versionen finden nur selten statt, was eine stabile Umgebung schafft. Die Dokumentation findet im Rahmen einer eigenen Wiki statt, zudem können Fragen an die Entwickler bzw. die Community über ein Forum gestellt werden.

2.12 Yaoqiang-BPMN-Editor

Der Yaoqiang-BPMN-Editor wird von der Yaoqiang Inc. als Teil Ihres ASAF-Frameworks entwickelt ([Yaoq16]). Da es eine reine Java-Applikation ist, wird ein .jar-File erzeugt, welches auf allen Plattformen ausführbar ist, die auch einen Support des Java-Runtime-Environments bereitstellen. Seit der Version 4 ist der Editor unter der GPL lizenziert, was innerhalb der Voraussetzungen einen kommerziellen Einsatz ermöglicht. Die Möglichkeit einer kommerziellen Lizenzierung ist ebenfalls vorhanden. Der Umfang des Source-Codes ist in der Kategorie „Mittel“ und benötigt daher etwas mehr Einarbeitungszeit. Dies liegt jedoch teilweise daran, dass die Funktionen des ASAF mit integriert sind. Auch das Bearbeiten und Kompilieren ist innerhalb des ASAF vorgesehen, was ggf. ein aufwendiges Aufsetzen

einer Entwicklungsumgebung ersparen kann. Obwohl der BPMN-2.0-Standard weitgehend implementiert ist, findet sich auch hier keine Unterstützung der EPK- oder AML-Formate. Die sehr häufigen Updates sorgen dafür, dass eine stetige Weiterentwicklung stattfindet. Leider ist die Dokumentation der Software nur sehr gering ausgeprägt, wodurch ein Forum auf der sourceforge.net Projektwebsite die einzige Quelle für Support darstellt.

3 Gegenüberstellung der Werkzeuge

Bei der Gegenüberstellung der Werkzeuge kristallisiert sich heraus, dass bestimmte Merkmale keine Hilfe bei der Werkzeugselektion ermöglichen, da sie bei allen Werkzeugen identisch sind. In diese Kategorie fallen die Merkmale „Programmiersprache“, „EPK-Unterstützung“ und „AML importierbar“. Eine der zentralen Fragestellungen bei der Auswahl einer geeigneten Basis für das eigene Projekt stellt die Anforderung an den Umfang der BPMN-Implementierung dar. Sofern nicht zwangsläufig die gesamte BPMN-2.0-Spezifikation für das Projekt benötigt wird, können einfachere Varianten wie „RunaWFE Developer-Studio“ oder „Joget-Workflow-Designer“ eingesetzt werden. Ist hingegen die vollständige Implementierung der BPMN2.0 eine Voraussetzung, so muss festgelegt werden, ob über die reine Modellierung hinaus noch weitere Funktionalitäten gewünscht sind, wie beispielsweise eine UML-Modellierung. Mit dem Funktionsumfang steigt jedoch auch der Umfang des Quellcodes. Die Kategorisierung des Codeumfangs erfolgt auf Basis der Quellcodezeilen. Hierbei repräsentiert die Kategorie „Gering“ einen Umfang von weniger als 100.000 Zeilen, die Kategorie „Mittel“ weniger als 200.000 Zeilen und die Kategorie „Hoch“ einen Umfang von mehr als 200.000 Zeilen. Zur automatisierten Ermittlung des Quellcodeumfangs wurde die Software LineCrafter Version 1.0.3 ([Phil16]) verwendet. Abbildung 1 gibt einen Überblick über den Codeumfang.

Neben dem Umfang des Quellcodes spielt auch der Aktualisierungsgrad der einzelnen Projekte unter Umständen eine entscheidende Rolle. Ein hoher Aktualisierungsgrad, wie am Beispiel des „Yaoqiang-BPMN-Editors“ zu sehen, kann einerseits eine willkommene Erweiterung der Möglichkeiten des eigenen Projekts darstellen, was jedoch häufig auch einen Aufwand beim Anpassen des eignen Projekts an die neue Version darstellt.

Abhängig von der Zielgruppe einer Eigenentwicklung kann auch die Frage einer Multi- oder Crossplattform-Unterstützung von Bedeutung sein. Zwar bieten die meisten Werkzeuge eine Möglichkeit für den Einsatz auf unterschiedlichen Betriebssystemen, jedoch kann die unterschiedliche Realisierung im Detail entscheidend sein. Eng damit verbunden ist zudem, ob ein spezielles Framework erwünscht ist. So haben z. B. der „Eclipse-BPMN2-Modeler“ oder „JBPMN“ als Voraussetzung die Verwendung einer speziellen IDE, innerhalb derer sie ausgeführt werden. Falls ein kommerzieller Einsatz der selbsterstellten Software geplant ist, muss zudem auf die Lizenzierung der ausgewählten Open-Source-Lösung geachtet werden, wie sie bei „Imixis-BPMN“ oder „Bonita-BPMN“ vorhanden ist.

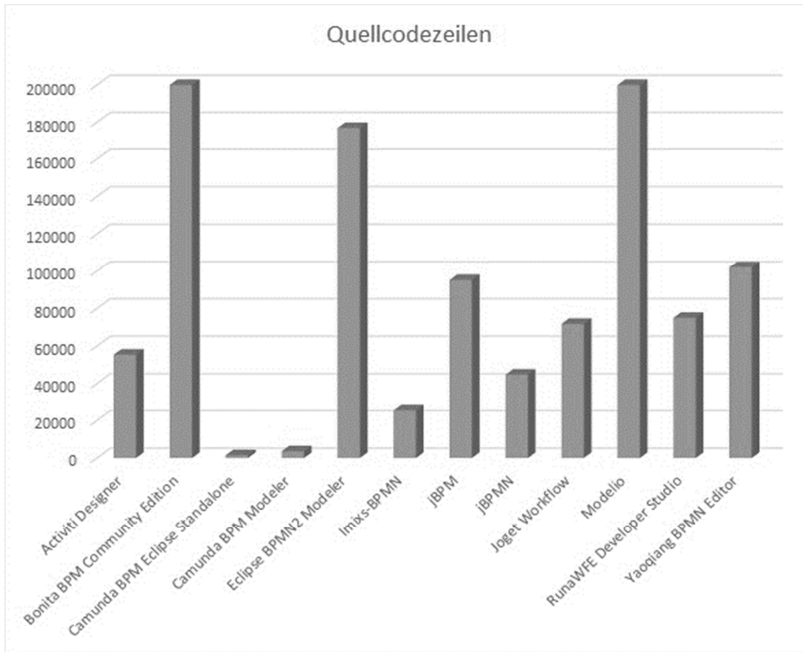


Abbildung 1: Übersicht Quellcodezeilen

4 Fazit

Abschließend lässt sich sagen, dass keine aktuellen Open-Source-Werkzeuge für die Umsetzung von Projekten auf Basis der EPK existieren, aber die Verfügbarkeit von BPMN-Werkzeugen dafür umso besser ist. Allerdings ist der Umfang der BPMN-Unterstützung sehr unterschiedlich. Als die wesentlichen Kriterien bei der Selektion stellt sich zum einen der Umfang des Quellcodes heraus, da er mit dem Einarbeitungsaufwand korreliert sowie der Funktionsumfang, die Aktualisierungshäufigkeit und die Dokumentation.

Literaturverzeichnis

- [Alfr16] Alfresco: Activiti Official Website. <http://www.activiti.org/>, accessed 19 Mar 2016.
- [BKKZ92] Budde, R. et al.: Prototyping. An Approach to Evolutionary System Development. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 1992.
- [Boni16] Bonitasoft: Bonitasoft. <http://www.bonitasoft.com/>, accessed 19 Mar 2016.
- [Camu16] Camunda: Camunda BPMN Workflow Engine. <https://camunda.org/>, accessed 19 Mar 2016.
- [Ecli16] Eclipse: Eclipse BPMN2 Modeler project repository. <https://git.eclipse.org/c/bpmn2-modeler/org.eclipse.bpmn2-modeler.git/>, accessed 19 Mar 2016.

- [Ecli16] Eclipse: Eclipse BPMN2 Modeler. <https://www.eclipse.org/bpmn2-modeler/>, accessed 19 Mar 2016.
- [Fr++14] Frank, U. et al.: The Research Field “Modeling Business Information Systems”. In *Business & Information Systems Engineering*, 2014, 6; pp. 39–43.
- [HeCh10] Hevner, A. R.; Chatterjee, S.: *Design research in information systems. Theory and practice*. Springer, New York, London, 2010.
- [HeHR07] Heinrich, L. J.; Heinzl, A.; Roithmayr, F.: *Wirtschaftsinformatik. Einführung und Grundlegung*. Oldenbourg, München [u.a.], 2007.
- [HMPr04] Hevner, A. R. et al.: Design Science in Information Systems Research. In *MIS Q*, 2004, 28; pp. 75–105.
- [Imix16] Imixs Software Solutions GmbH: Imixs Open Source Workflow – Imixs-BPMN Modeler - User Guide. <http://www.imixs.org/doc/modelling/index.html>, accessed 21 Mar 2016.
- [Imix16] Imixs Software Solutions GmbH: Imixs Open Source Workflow Forum. <http://www.imixs.org/api/forum.html>, accessed 21 Mar 2016.
- [JBos16] JBoss: jBPM and Drools github repository. <https://github.com/droolsjbpm>, accessed 19 Mar 2016.
- [JBos16] JBoss: jBPM - Open Source Business Process Management - Process engine Homepage. <http://www.jbpm.org/>, accessed 19 Mar 2016.
- [Joge16] Joget: Joget Workflow – Open Source Workflow Software and Business Process Management Software. <http://www.joget.org/>, accessed 19 Mar 2016.
- [Mode16] ModelioSoft: Modeling open source licensing. <https://www.modelio.org/about-modelio/license.html>, accessed 29 Mar 2016.
- [Mode16] ModelioSoft: Modelio Open Source Community. <https://www.modelio.org/>, accessed 19 Mar 2016.
- [Orac16] Oracle Corporation: jBPMN-NB: jBPMN SRC Repository — Project Kenai. <https://java.net/projects/jbpmn/sources/src/show>, accessed 19 Mar 2016.
- [Orac16] Oracle Corporation: jBPMN Homepage - NetBeans Plugin. <http://plugins.netbeans.org/plugin/50735/jbpmn>, accessed 19 Mar 2016.
- [Ös++10] Österle, H. et al.: Memorandum on design-oriented information systems research. In *European Journal of Information Systems*, 2010, 20; pp. 7–10.
- [Phil16] Philipp, H.: LineCrafter Website. <http://www.philippbauer.de/tools/linecrafter.php>, accessed 29 Mar 2016.
- [Proc16] Process Technologies Ltd.: RunaWFE Homepage. <http://www.runawfe.org/About>, accessed 19 Mar 2016.
- [SeDr14] Seel, C.; Dreifus, F.: Induktive Entwicklung eines Vorgehensmodells für Wissenstransfermaßnahmen in der Wirtschaftsinformatik. In (Hofmann, G. R.; Schumacher, M. Eds.): *Wissenstransfer in der Wirtschaftsinformatik. Fachgespräch im Rahmen der MKWI*. Hochsch. Aschaffenburg, Information Management Inst, Aschaffenburg, 2014; pp. 19–23.
- [Seel10] Seel, C.: *Reverse Method Engineering. Methode und Softwareunterstützung zur Konstruktion und Adaption semiformaler Informationsmodellierungstechniken*. Logos, Berlin, 2010.

[Yaoq16] Yaoqiang, S.: Yaoqiang BPMN Editor - an Open Source BPMN 2.0 Modeler.
<http://bpmn.sourceforge.net/>, accessed 19 Mar 2016.

Kontakt

Prof. Dr. Christian Seel (christian.seel@haw-landshut.de)
M. Sc. Julian Dörndorfer (julian.doendorfer@haw-landshut.de)
Markus Schmidtner (schmidtner@ipim.institute)
M. Sc. Alexander Schubel (alexander.schubel@haw-landshut.de)
Institut für Projektmanagement und Informationsmodellierung (IPIM)
Hochschule Landshut
Am Lurzenhof 1, 84306 Landshut

Multikriterielle Produktionsplanung – Eine Übersicht zum Stand der Technik bei parallelen multikriteriellen evolutionären Algorithmen

Eric Starke

Zusammenfassung

Das Konzept Industrie 4.0 [KaWH13] propagiert eine Vielzahl von Konzepten für die Digitalisierung entlang der Wertschöpfungskette und in der Fertigung. Auf dieser Informationsbasis können Entscheidungen für die Produktionsplanung einfacher und mit höherer Qualität getroffen werden. Eine Herausforderung in der Planung liegt dabei in der Berücksichtigung einer Vielzahl, oft zueinander in Konflikt stehender Zielgrößen, wie zum Beispiel kurze Lieferzeiten versus geringen Materialbestand. Als wichtigstes unter den Produktionsplanungsproblemen wird das Job-Shop-Problem (JSP) angesehen [XiHP14, S. 2], welches auch in der Forschung am meisten beachtet wird. Dieses wird auch in dieser Veröffentlichung thematisiert.

Dazu finden sich in der jüngeren Literatur eine Reihe von Ansätzen, welche eine parallele Verfolgung einer Vielzahl von Zielen mittels eines multikriteriellen Ansatzes vorschlagen [DebK14, S. 23f]. Ein Vorteil dieser Ansätze liegt darin, dass der Entscheider nicht im Vorfeld der Optimierung eine Gewichtung der einzelnen Ziele zueinander bestimmen muss.

Der Beitrag gibt einen Überblick zu den in der Literatur vorgeschlagenen multikriteriellen genetischen Algorithmen für die Lösung des JSP. Weiterhin wurden, um den Lösungsraum effizient zu durchsuchen, verschiedene Ansätze für die Parallelisierung multikriterieller evolutionärer Algorithmen entwickelt [DeZJ02, S. 2f]. Diese werden in ihren Vor- und Nachteilen untereinander und gegenüber sequentiellen Ansätzen diskutiert und aktueller Forschungsbedarf abgeleitet.

Die Veröffentlichung gliedert sich wie folgt: Im ersten Abschnitt (Stand der Technik) werden zuerst klassische Probleme der Fertigungsoptimierung vorgestellt und das JSP sowie dessen Abwandlungen definiert. Des Weiteren werden die aktuellen Fortschritte im Bereich der multikriteriellen evolutionären Algorithmen (MOEA) sowie der parallelen evolutionären Algorithmen (PEA) zusammengefasst. Im darauffolgenden Abschnitt wird ein Überblick über gegenwärtige Veröffentlichungen, die das parallele Optimieren des JSP zum Thema haben, geboten und eine Einschätzung gegeben, welche Parallelisierungsansätze sich als vorteilhaft herausgestellt haben. Zuletzt wird ein Ausblick geboten, welche Themen in diesem Gebiet zurzeit noch Forschungsbedarf bergen und darauf eingegangen, welche von diesen lohnenswert erscheinen.

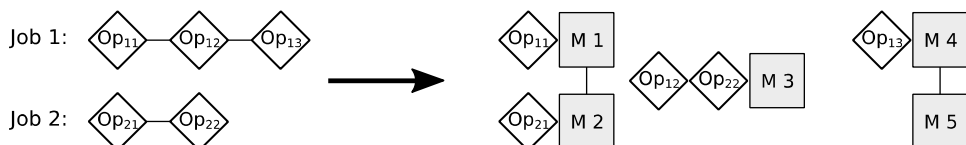


Abbildung 1: flexibles Job Shop Problem, die Jobs auf der linken Seite werden auf die Maschinen verteilt und eine Reihenfolge festgelegt.

1 Überblick zum Stand der Technik

Laut [GeLi14] werden derzeit fünf verschiedene Problemtypen angewandt:

- Flow- und Job-Shop-Problem (FSP/JSP)
- Automatic Guided Vehicle (AGV)
- Dispatching in Flexible Manufacturing Systems (FMS)
- Integrated Process Planning and Scheduling (IPPS).

Die meiste Forschung bezieht sich jedoch auf Flow- und Job-Shop-Probleme da diese in der Praxis die meiste Anwendung finden [XiHP14, S. 2]. Im klassischen JSP ist es die Aufgabe, eine Anzahl Aufträge (Jobs), die aus einer Reihe Einzeloperationen (Op) bestehen, auf Maschinen (M) zu verteilen. Dabei kann jeder Job potentiell auf jeder Maschine abgearbeitet werden und für das Ausführen des Plans gibt es Reihenfolgebeschränkungen innerhalb der Aufträge. Der Optimierungsprozess ist in Abbildung 1 dargestellt. Das Ziel hierbei ist es, die richtige Abarbeitungsreihenfolge zu finden, um vorher festgelegte Optimierungskriterien zu maximieren. Diese Zuordnung kann in einem Gantt-Diagramm (Abbildung 2) zeitlich abgebildet werden. Die am meisten genutzten Kriterien sind die Gesamtarbeitungszeit des Plans, die Gesamtverspätung aller gefertigten Produkte, Lastverteilung auf den Maschinen und der WIP (work in process), der die Menge der in der Produktion befindlichen Güter beschreibt.

Des Weiteren wird dieses Problem im Allgemeinen zum flexiblen JSP (FJSP) erweitert. Diese Form wurde zuerst von [BrSc90] formuliert. Die Veränderung hierbei ist, dass Operationen nur auf einer Auswahl von Maschinen aus der Gesamtmenge ausgeführt werden können. Die Optimierung von Produktionsmodellen mit einer komplizierten und tiefen Herstellungsstruktur wurde bisher nicht verfolgt. Ein Grund dafür ist, dass diese Probleme zu den kombinatorischen Optimierungsproblemen zählen. Daher wächst die Größe des Suchraums für komplexere Modelle sehr stark an. Da zudem das JSP ein NP-hartes Problem ist, kann der Lösungsraum durch ein allgemeingültiges Verfahren nicht effizienter als in nicht polynomialer Zeit durchsucht werden [DuLe90]. Das trifft auch auf das FJSP zu, da das JSP ein Teilproblem von diesem darstellt. Eine Folge dessen ist, dass große Fertigungsmodelle nicht mit deterministischen Lösungsalgorithmen in einer akzeptablen Zeit bearbeitet werden können und daher Metaheuristiken eingesetzt werden, um ein akzeptables lokales Optimum zu finden [KhCh91]. Dabei haben sich besonders für die multikriterielle Optimierung populationsbasierte Ansätze wie evolutionäre Algorithmen (EA) durchgesetzt, welche im nächsten Unterabschnitt beschrieben werden.

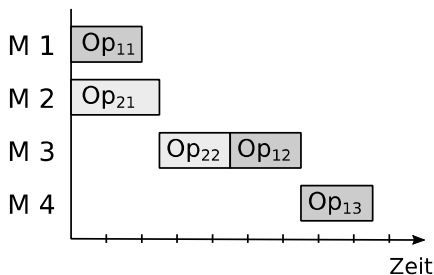


Abbildung 2: Gantt-Diagramm, welches die zeitlichen Zusammenhänge zwischen den einzelnen Operationen des Prozessplans zeigt.

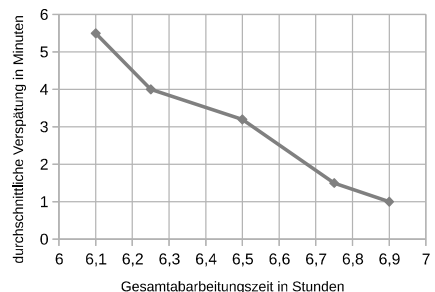


Abbildung 3: die Paretofront beinhaltet verschiedene Lösungen des JSP, die einen Kompromiss zwischen den Zielgrößen darstellen.

1.1 Multikriterielle evolutionäre Algorithmen

In dieser Arbeit wird das multikriterielle Optimierungsproblem (MOP) o.B.d.A. als ein Minimierungsproblem definiert. Ein MOP zeichnet sich durch eine Menge (F) von m Zielfunktionen $\{f_1, \dots, f_m\}$, $f_i: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ aus. Das Optimierungsziel ist dabei wie folgt definiert. Minimierung von:

$$\begin{aligned} \mathbf{y} &= F(\mathbf{x}) = (f_1(\mathbf{x}), \dots, f_m(\mathbf{x})) \\ \mathbf{x} &= (x_1, \dots, x_n) \in X \subseteq \mathbb{R}^n \\ \mathbf{y} &= (y_1, \dots, y_m) \in Y \subseteq \mathbb{R}^m \end{aligned}$$

welche von den Funktionen:

$$g(\mathbf{x}) = (g_1(\mathbf{x}), \dots, g_k(\mathbf{x})) \leq 0$$

begrenzt werden.

Hierbei ist \mathbf{x} ein Vektor von n Entscheidungsvariablen, der sich innerhalb des Bereichs des Entscheidungsraums X befindet. Vektor \mathbf{y} beschreibt einen m -dimensionalen Zielvektor, der die einzelnen Kriterien des MOP darstellt, die innerhalb des Zielraums Y definiert sind. Die Funktion $g(\mathbf{x})$ setzt sich aus k Randbedingungen zusammen, die innerhalb von X die Form des zulässigen Raumes X_f beschreiben. Alle Parametersätze außerhalb X_f werden als ungültig für die Lösung des MOP angesehen.

Eine Klasse von Optimierungsalgorithmen für das MOP sind die MOEA. Diese nutzen das Konzept der Paretodominanz, um Lösungen eines MOP \mathbf{x}, \mathbf{x}' , die unterschiedliche Entscheidungsparameter beinhalten, miteinander zu vergleichen. Eine Lösung \mathbf{x} dominiert dabei eine andere \mathbf{x}' nur dann, wenn sie in allen Zielfunktionen $f_i(\mathbf{x})$ mindestens eine gleich gute Bewertung und in mindestens einer eine bessere Bewertung erhält. Der Dominanzoperator $<$ ist wie folgt definiert:

$$\begin{aligned} <: \{(\mathbf{x}, \mathbf{x}') | \mathbf{x}, \mathbf{x}' \in X_f, \forall f_i \in F: f_i(\mathbf{x}) \leq f_i(\mathbf{x}') \\ \wedge \exists f_j \in F: f_j(\mathbf{x}) < f_j(\mathbf{x}')\}. \end{aligned}$$

Falls: $\neg(\mathbf{x} < \mathbf{x}') \wedge \neg(\mathbf{x}' < \mathbf{x})$ zutrifft, dann nennt man diese Lösungen nichtdominiert. Eine Lösung wird als paretooptimal in einer Menge von Lösungen angesehen, wenn diese von keiner anderen Lösung in dieser Menge dominiert wird. Alle Lösungen, auf die diese Eigenschaft zutrifft, gehören zu der paretooptimalen Menge P_F^* (auch: Paretofront, siehe Abbildung 3). Die Lösungen innerhalb dieser Menge haben daher die Eigenschaft, nicht dominierend zueinander zu sein.

MOEA zählen auch deshalb zu den beliebtesten für MOP verwendeten Algorithmen, da der populationsbasierte Ansatz es möglich macht, dass pro Optimierungslauf mehrere paretooptimale Lösungen gefunden werden. Die MOEA bedienen sich dabei den Methoden der evolutionären Algorithmen [Bäck96], wandeln aber das Verfahren zur Bewertung von Lösungen ab. Der allgemeine Ablauf eines MOEA ist in [FoFI93] beschrieben. Auf der Basis dieses Grundalgorithmus haben sich verschiedene, effektive Konzepte herausgebildet. Als wichtigste ist die nicht dominierte Sortierung [DPAM02] zu nennen. Diese führt ein Ranking

der Lösungen ein, in dem diese in verschiedene Fronten aufgeteilt werden. Dadurch wird jedem Individuum ein Rang zugewiesen, welcher seiner zugeteilten Front entspricht. Zudem wird in der Veröffentlichung zu diesem Verfahren argumentiert, dass für das Finden möglichst vieler unterschiedlicher Lösungen in einem multikriteriellen Verfahren, Methoden zur Diversitätserhaltung sehr wichtig sind. Als divers werden dabei Lösungen angesehen, die einen sehr unterschiedlichen Phänotyp haben – somit im Suchraum weit voneinander entfernt sind –, aber trotzdem eine ähnlich hohe Fitness aufweisen. Ein einfaches Verfahren ist es, direkte Diversitätsmetriken [SrDe94] zusätzlich zum Rang der Individuen zu berechnen und in die Auswahl dieser einfließen zu lassen. Ein anderes Konzept, als Nicheing bezeichnet [HoNa94], bevorzugt Lösungen, die eine Nische im Lösungsraum besetzen. Mating Restrictions [FoFl95] versuchen zu verhindern, dass ähnliche Lösungen für die Reproduktion verwendet werden. Ein wichtiges Prinzip, welches durch [KnCo99] zum ersten Mal vorgestellt wurde und in fast allen MOEA präsent ist, ist die Elitenbildung oder Archivierung. Paretooptimale Lösungen werden dabei in einer externen Elite gespeichert und nur dort ersetzt, wenn diese dominiert werden. So kann verhindert werden, dass diese durch Zufall aus der Population verdrängt werden und sich damit die Güte der Paretofront verringert. MOEA sind insbesondere für kombinatorische Probleme, wie das FJSP, geeignet. Durch Diversitätserhaltung wird ein großer Anteil des Suchraums abgedeckt, besonders lokale Suchmethoden verfehlen meist das Ziel, den gesamten Suchraum effektiv zu durchsuchen. Zudem herrscht auch in hochdimensionalen Zielräumen ein hoher Selektionsdruck und das gleichzeitige Suchen an vielen Stellen erzeugt schneller eine hohe Anzahl an Lösungskandidaten. Weiterhin gibt es das Bestreben, das Suchvermögen und die maximale Komplexität der optimierten Modelle durch Parallelisierungsmaßnahmen weiter zu erhöhen.

1.2 Parallelisierung von evolutionären Algorithmen

Die konsequente Weiterentwicklung von evolutionären Algorithmen führte bald zu Bestrebungen zur Parallelisierung. Zum einen lassen sich diese einfach parallelisieren, da genetische Operatoren und die Berechnung der Zielfunktion unabhängig für einzelne Individuen ausgeführt werden können. Zum anderen bietet Parallelisierung eine Erhöhung der Rechengeschwindigkeit und damit eine höhere numerische Leistungsfähigkeit [AITo02, S. 12] der Berechnungsverfahren. Sinnvoll sind diese Maßnahmen insbesondere bei multikriteriellen Problemen. Denn je mehr Kriterien gleichzeitig betrachtet werden, desto mehr Lösungen werden benötigt, um die Paretofront gut abzubilden [DeZJ02, p. 2]. Dafür sind, schon allein für die vielen Evaluierungen der Zielfunktionen, lange Berechnungszeiten nötig, die den Zeitpunkt, an dem eine Entscheidung aufgrund der Optimierung getroffen werden kann, nach hinten verschiebt.

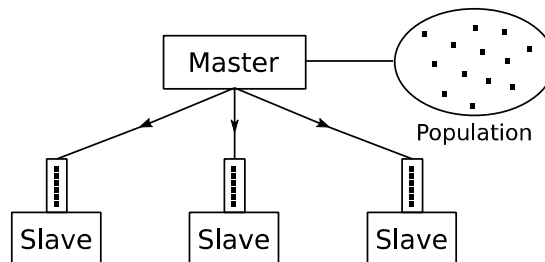


Abbildung 4: Master-Slave Schematik, zeigt den Masterknoten, der die Population verwaltet und seine Verbindung zu den Slaveknoten, die die Zielfunktion für einzelne Individuen berechnen

Als Parallelisierungskonzepte haben sich drei Klassen von Algorithmen herausgebildet: der globale Parallelismus (auch Master-Slave-Modell), distributed EA (dEA, auch Inselmodell) und diffusions EA (auch zelluläre (cellular) EA, cEA).

Die einfachste und damit auch am meisten genutzte Art, EA zu parallelisieren, ist die Master-Slave-Methode [Levi96]. Bei dieser Methode gibt es einen Masterprozess, der alle genetischen Operationen an der Population durchführt und die Slave-Prozesse werden nur dazu genutzt, die Evaluierung der Fitnessfunktion durchzuführen. Der Aufbau eines solchen Algorithmus ist in Abbildung 4 dargestellt. Vorteil dieses Vorgehens ist es, dass der Suchraum auf die gleiche Weise wie auch in der sequentiellen Implementierung durchschritten wird. Damit sind auch gleiche Designprinzipien anwendbar, beispielsweise können ähnliche Parameterwerte verwendet werden. Zudem ist für viele Problemstellungen die Performance dieser Algorithmen, besonders der Speedup, sehr hoch. Bedingung dafür ist, dass die Berechnung der Fitnessfunktion einen Großteil der Laufzeit des Algorithmus einnimmt, da sich nur diese im parallelen Bereich befindet.

Bei einem dEA wird der Suchraum von mehreren, vorerst unabhängigen Suchinstanzen, Inseln genannt, gleichzeitig durchschritten [AlTr99]. In gewissen Intervallen werden außerdem in einer Migrationsphase die besten gefundenen Individuen zwischen den Inseln ausgetauscht. Eine Schematik dieses Aufbaus ist in Abbildung 5 dargestellt. Im Gegensatz zum Master-Slave-Ansatz müssen in dieser Variante zusätzliche Designentscheidungen getroffen werden. Die Anzahl der Inseln und die Größe der Einzelpopulationen können von der verfügbaren Rechentechnik, aber auch von anderen problemspezifischen Faktoren abhängen. Für die Migration sind die Topologie, die bestimmt, welche Pfade Individuen zur Migration wählen können, sowie die Migrationsfrequenz, Anzahl der Migranten, die Selektionsmethode zur Auswahl der Migranten und die Integrationsmethode in die neue Population entscheidend. Je mehr Entwicklungsfreiheit den einzelnen Inseln gelassen wird, bis diese Individuen austauschen, desto höher wird die Diversität der Gesamtpopulation ausfallen [Cant00] und desto weniger Kommunikationsaufwand wird erzeugt. Diese Methode ist wegen ihrer hohen Performance, einfachen Implementierung und hoher Anpassbarkeit an verschiedene Probleme sehr beliebt.

Das letzte verbreitete Schema sind die zellulären EA [AlTr99]. Hier wird die Fortpflanzung der Individuen in den Grenzen einer Nachbarschaftsstruktur, die für jedes Individuum einzeln gilt, vorgenommen. Somit gibt es für jedes Individuum nur eine begrenzte Anzahl anderer Individuen, die sich in dessen Nähe befinden und für die Erzeugung von Nachkommen zugelassen sind. Ein Beispiel für eine solche Nachbarschaft ist in Abbildung 6: Nachbarschaftsbeziehungen in einem cEA, zeigen einen Knoten (schwarz) innerhalb des Verbindungsnetzes und die Knoten in seiner Nachbarschaft (grau). Abbildung 6 gegeben. Diese Nachbarschaften überlappen sich so, dass die Migration von Individuen durch die gesamte Population ermöglicht wird. Die Konsequenz dessen ist, dass sich neu gefundene Lösungen nicht sofort in der ganzen Population ausbreiten und es eine Zeit dauert, bis diese den gesamten Populationsdurchmesser durchqueren können. Explizite Diversitätsmaßnahmen werden dadurch aber erschwert, da ein Individuum nur die Kenntnis von seiner direkten Nachbarschaft besitzt.

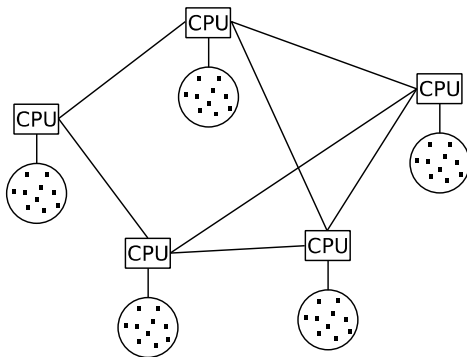


Abbildung 5: Aufbau eines dEA. Die Knoten verwalten jeweils eine eigene Population und tauschen Individuen gemäß der Topologie aus.

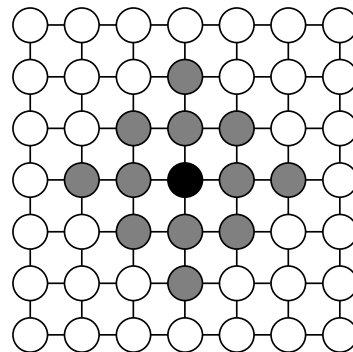


Abbildung 6: Nachbarschaftsbeziehungen in einem cEA, zeigen einen Knoten (schwarz) innerhalb des Verbindungsnetzes und die Knoten in seiner Nachbarschaft (grau).

Die genetischen Operationen für jedes Individuum können synchron oder asynchron durchgeführt werden. Bei asynchroner Abarbeitung können sich die einzelnen Individuen an beliebigen Stellen im genetischen Algorithmus zur gleichen Zeit befinden. In der synchronen Variante wird zumindest nach der Evaluierung der Zielfunktion synchronisiert, das heißt abgewartet, bis alle Individuen diesen Punkt in der Abarbeitung erreicht haben. [AGTR02] hat gezeigt, dass asynchrone Varianten schneller konvergieren, da in kürzerer Zeit mehr Operationen durchgeführt werden können. Im Design eines cEA gibt es ähnlich viele Entscheidungen bezüglich der Topologie und Migration zu treffen, wie bei einem dEA. Prinzipiell lässt sich auch festhalten, dass der Kommunikations- und Implementierungsaufwand im Vergleich zu den anderen beiden Varianten erhöht ist.

Nach dieser kurzen Vorstellung der Parallelisierungstechniken soll im nächsten Abschnitt nun die Anwendung dieser Technologien auf das FJSP vorgestellt werden.

2 Parallele Algorithmen zur Optimierung des Job-Shop-Problems

Trotz des Potentials von parallelen Algorithmen sind sehr wenige Umsetzungen für das JSP bekannt. Im Jahr 2005 veröffentlichte Chaudhry [ChLu05] einen Überblick über 176 Veröffentlichungen zu EA in der Produktionsoptimierung. Nur drei davon verwendeten parallele Algorithmen. Bisher hat sich diese Situation kaum verändert.

Die verfügbaren Arbeiten seitdem werden im Folgenden vorgestellt. [YaAZ10] nutzt eine parallele Nachbarschaftssuche mit sechs variablen Nachbarschaftsschemata, um das FJSP zu lösen. Dabei nutzen alle Threads exakt die gleiche Suchprozedur und Nachbarschaftsschemata. Außerdem findet nach jeder Iteration der inneren Schleife eine Synchronisierung statt. Dies kann die allgemeine Performance limitieren, da an dieser Stelle hohe Wartezeiten entstehen. Dies ist aber nicht einschätzbar, da der Algorithmus nur mit einer Anzahl von fünf Prozessoren getestet wurde.

In einem anderen Ansatz, der in [BoUW10] vorgestellt wurde, werden zum ersten Mal GPGPU zur parallelen Optimierung des JSP eingesetzt. Es handelt sich um einen zweistufigen hybriden Algorithmus, der nur den zweiten Teil parallel auf der Grafikkarte ausführt. Der erste Teil, wahlweise eine Tabusuche oder ein populationsbasierter Ansatz, wird auf der

CPU berechnet. Dieser versucht, eine möglichst gute Maschinenzuordnung zu generieren, die im zweiten Schritt in einer parallelen Tabusuche weiter genutzt wird. Es ist zu vermuten, dass der sequentielle Teil des Algorithmus, der auf der CPU berechnet wird, die Gesamtabarbeitungsdauer und damit auch den Speedup limitiert. Dies zeigt sich auch in dem problemabhängig stark schwankenden Speedup zwischen 2,2 und 54,75.

Die einzige aktuelle Nutzung eines parallelen EA für das FJSP wird in [DeCh10] vorgestellt. Als Parallelisierungsschema wird ein dEA mit einer zufälligen Topologie verwendet, die in jeder Migrationsphase neu erstellt wird. Auch lässt sich die Menge der Verbindungen durch einen Parameter einstellen. Zur Evaluierung wurden verschiedene Problemgrößen gelöst und es konnte gezeigt werden, dass der entwickelte Algorithmus in allen Fällen eine sequentielle Implementierung dominiert. Es sind keine expliziten Werte zum Speedup benannt, da nur die Güte der Ergebnisse nach gleicher Berechnungszeit betrachtet wurde.

Es lässt sich zusammenfassen, dass alle vorgestellten Ansätze, außer der in [YaAZ10], das Maschinenzuweisungsproblem von dem Finden einer optimalen Reihenfolge für die Abarbeitung auf den Maschinen trennen. Das vereinfacht die Algorithmen, führt aber dazu, dass die Güte der Ergebnisse absinkt [YaAZ10, S. 1]. Auch hat sich noch keine Arbeit an dieser Stelle mit multikriterieller Optimierung beschäftigt. Als nächstes soll noch eine Einschätzung zur Eignung der drei Parallelisierungsschemata für genetische Algorithmen in Bezug auf die Optimierung des JSP gegeben werden.

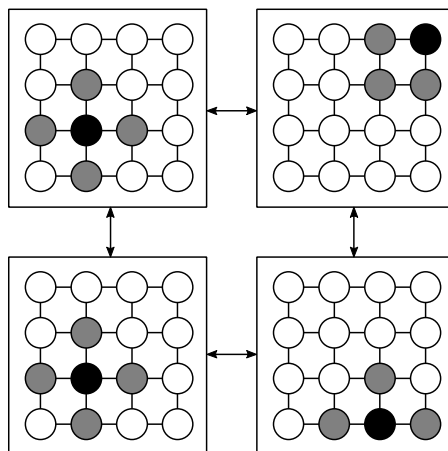


Abbildung 7: Schema eines hybriden Algorithmus (cEA-dEA). Innerhalb der Berechnungsknoten wird eine zelluläre Topologie aufgebaut und zwischen den Knoten werden Individuen mittels des Inselfchemas migriert.

Das einfachste Konzept ist die Master-Slave-Methode. Da das JSP ein kombinatorisches Problem ist, ist die Menge der nötigen Evaluierungen der Fitnessfunktion sehr hoch im Vergleich zur Ausführungszeit einer Evaluierung. Das macht den Master-Slave-Ansatz nur bedingt geeignet, da dieser einen hohen Kommunikationsaufwand erfordert, um zuerst die Parameter zum Slave und danach die Ergebnisse wieder zum Master zurück zu übertragen. Dieser Aufwand wird im Regelfall für jede einzelne Evaluierung nötig, kann aber durch das Nutzen von Arbeitspaketen verringert werden. So können alle Berechnungen einer Generation gleichmäßig auf alle Rechenknoten verteilt werden. Diese Technik begrenzt trotzdem die Möglichkeiten zur Skalierung, da die Arbeitspakete bei steigender Prozessoranzahl immer kleiner werden und wieder mehr Kommunikation nötig ist.

Besser geeignet ist der dEA-Ansatz, da hier der Kommunikationsaufwand durch die Migrationsparameter einstellbar ist. Damit wird der Algorithmus auf sehr viele und auch heterogene Rechnerarchitekturen skalierbar. Wenn unterschiedlich performante Verbindungsnetzwerke vorhanden sind kann dies auch in eine heterogene Topologie mit unterschiedlichen Migrationsparametern einfließen. Ein bekanntes Problem ist aber, dass es schwierig ist, dEA asynchron zu implementieren, da spätestens zum Zeitpunkt der Migration eine Synchronisierung unter den beteiligten Rechnern nötig wird. Diese Limitierung lässt sich aber durch Maßnahmen wie das Verwenden von Warteschlangen abschwächen, deren Einflüsse auf die Performance des Algorithmus aber noch nicht erforscht sind.

Am meisten Forschungspotential bieten die cEA, zu denen es kaum Studien gibt. Dabei zeigt sich gerade seit wenigen Jahren eine starke Weiterentwicklung im Bereich der Hardwareunterstützung für solche Algorithmen. Denn damit ein Individuum auf andere in seiner Nachbarschaft zugreifen kann, ist ein gemeinsamer Zugriff der Rechenknoten auf den Speicher nötig. Genau das bieten moderne General-Purpose-Graphics-Processing-Units (GPGPU) und verschiedene Manycore-Architekturen wie der Intel Xeon Phi™. Die Implementierung von asynchronen Algorithmen wird auch erleichtert, da keine Nachrichten übertragen, sondern nur auf den fremden Speicherbereich zugegriffen werden muss. Auch die einstellbare Distanz in der lokalen Nachbarschaft eines Individuums kann dazu genutzt werden, die Diversitäts- bzw. Konvergenzeigenschaften eines Algorithmus zu beeinflussen. Zurzeit gibt es aber noch ein paar praktische Limitierungen. Zum einen müssen plattformabhängige Hardwarerestriktionen beachtet werden, um eine gute Performance zu erreichen. Dies macht auch die Portierung der Programme auf andere Hardware schwierig. Zum anderen endet die einfache Skalierung der Algorithmen an der Stelle, an der mehrere Rechen-einheiten, beispielsweise Grafikkarten, nötig werden. Damit kann dann nicht mehr auf gemeinsamen Speicher zugegriffen werden. Eine interessante Frage an der Stelle ist, ob ein hybrider Algorithmus, der nach dem dEA-Prinzip die Manycores als Inseln verwaltet und intern einen cEA benutzt, gute Skalierungsmöglichkeiten bietet. Wie ein solcher Hybrid aufgebaut sein kann, ist in Abbildung 7 dargestellt.

Zum Abschluss sollen noch die wichtigsten ungeklärten Themen, auf dem Gebiet der parallelen Optimierung des JSP, vorgestellt werden.

3 Ausblick

Wie dargelegt steht die parallele Optimierung des JSP noch am Anfang. Daher wird zuerst die Frage, welche der Parallelisierungsschemata sich für dieses Problem am besten eignen, zu beantworten sein. Eine empirische Vergleichsstudie kann hier den Fokus der nächsten Bemühungen setzen. Im nächsten Schritt sollte die Erweiterung der Problemstellung auf ein multikriterielles Modell im Vordergrund stehen, da dieses voraussichtlich am meisten von Parallelverarbeitung profitiert. Erst an dieser Stelle entstehen Berechnungszeiten, bei denen sich eine Betrachtung des Geschwindigkeitsgewinns lohnt. Weiterhin wird es interessant sein zu evaluieren, ob eine asynchrone Verarbeitung Vorteile bringt. Eventuell wird es dazu nötig sein, von dem Konzept der Generationen in EA aufzuweichen und von der Gesamtpopulation unabhängige Fitnessfunktionen zu entwickeln. Zuletzt fordert der Einsatz dieser Algorithmen auf aktuellen Hardwarearchitekturen besondere Aufmerksamkeit, um eine wettbewerbsfähige Leistung zu erreichen. Von Interesse im Sinne der Energieeffizienz wird auch

der Einsatz von GPGPU und Manycore-Architekturen sein. Insgesamt zeigt dieser Forschungszweig zum gegenwärtigen Zeitpunkt damit ein hohes Potential für Entwicklungen.

Literaturverzeichnis

- [AGTR02] E. Alba; M. Giacobini; M. Tomassini; S. Romero: Comparing synchronous and asynchronous cellular genetic algorithms. Springer, 2002, S. 601-610.
- [AITo02] E. Alba; M. Tomassini: Parallelism and evolutionary algorithms. *Evolutionary Computation, IEEE Transactions on*, Band 6, Nr. 5, S. 443-462, 2002.
- [AITr99] E. Alba; J. M. Troya: A survey of parallel distributed genetic algorithms. *Complexity*, Band 4, Nr. 4, S. 31-52, 1999.
- [Bäck96] T. Bäck: Evolutionary algorithms in theory and practice: evolution strategies, evolutionary programming, genetic algorithms. In: Oxford university press, 1996.
- [BoUW10] W. Bozejko; M. Uchroński; M. Wodecki: Parallel hybrid metaheuristics for the flexible job shop problem. *Computers & Industrial Engineering*, Band 59, Nr. 2, pp. 323-333, 2010.
- [BrSc90] P. Brucker; R. Schlie: Job-shop scheduling with multi-purpose machines. In: *Computing*, Band 45, Nr. 4, S. 369-375, 1990.
- [Cant00] E. Cantu-Paz: Efficient and accurate parallel genetic algorithms. Band 1, Springer Science & Business Media, 2000.
- [ChLu05] S. S. Chaudhry; W. Luo: Application of genetic algorithms in production and operations management: a review. *International Journal of Production Research*, Band 43, Nr. 19, S. 4083-4101, 2005.
- [DeCh10] F. M. Defersha; M. Chen: A parallel genetic algorithm for a flexible job-shop scheduling problem with sequence dependent setups. *The international journal of advanced manufacturing technology*, Band 49, Nr. 1-4, S. 263-279, 2010.
- [DeZJ02] K. Deb; P. Zope; A. Jain: Distributed computing of Pareto-optimal solutions. In: KanGAL report, Bd. 2002008, 2002.
- [DPAM02] K. Deb; A. Pratap; S. Agarwal; T. Meyarivan: A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: NSGA-II. In: *Evolutionary Computation, IEEE Transactions on*, Band 6, Nr. 2, S. 182-197, 2002.
- [DuLe90] J. Du; J. Y.-T. Leung: Minimizing total tardiness on one machine is NP-hard. In: *Mathematics of operations research*, Band 15, Nr. 3, S. 483-495, 1990.
- [FoFI93] C. M. Fonseca; P. J. Fleming; Genetic Algorithms for Multiobjective Optimization: Formulation Discussion and Generalization. In: ICGA, 1993.
- [FoFI95] C. M. Fonseca; P. J. Fleming: Multiobjective genetic algorithms made easy: selection sharing and mating restriction. 1995.
- [GeLi14] M. Gen; L. Lin: Multiobjective evolutionary algorithm for manufacturing scheduling problems: state-of-the-art survey. In: *Journal of Intelligent Manufacturing*, Band 25, Nr. 5, S. 849-866,

2014.

- [HoNa94] J. Hornl; N. Nafpliotis; D. E. Goldberg: A niched Pareto genetic algorithm for multiobjective optimization. In: Evolutionary Computation. IEEE World Congress on Computational Intelligence, Proceedings of the First IEEE Conference on, 1994.
- [KhCh91] B. Khoshnevis; Q. M. Chen: Integration of process planning and scheduling functions. Journal of Intelligent Manufacturing, Band 2, Nr. 3, S. 165-175, 1991.
- [KnCo99] J. Knowles; D. Corne: The pareto archived evolution strategy: A new baseline algorithm for pareto multiobjective optimisation. In Evolutionary Computation, CEC 99, Proceedings of the 1999 Congress, 1999.
- [Levi96] D. Levine: Users guide to the PGAPack parallel genetic algorithm library. Argonne National Laboratory, Band 9700, S. 8703941, 1996.
- [SrDe94] N. Srinivas; K. Deb: Multiobjective optimization using nondominated sorting in genetic algorithms. Evolutionary computation, Band 2, Nr. 3, S. 221-248, 1994.
- [YaAZ10] M. Yazdani; M. Amiri; M. Zandieh: Flexible job-shop scheduling with parallel variable neighborhood search algorithm. Expert Systems with Applications, Band 37, Nr. 1, S. 678-687, 2010.

Kontakt

Eric Starke
Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden
Friedrich-List-Platz 1, D-01069 Dresden
T +49 (0)351 462 3050, estärke@htw-dresden.de

Crowdworking-Plattformen im Vergleich – Geschäftsmodell, Arbeitsbedingungen und Qualitätssicherung

Ute Klotz, Sheron Baumann, Konrad Marfurt

Zusammenfassung

Crowdworking gehört zu den neuen, flexiblen Arbeitsformen, die zwar immer mehr Beachtung in der Forschung finden, politisch und regulatorisch aber vernachlässigt werden. Crowdworking macht nicht an Ländergrenzen halt und kann, je nach dem sozioökonomischen Hintergrund der Länder, als eine Verbesserung oder eine Verschlechterung der länderspezifischen Arbeitsbedingungen gesehen werden.

1 Ausgangslage

Obwohl es den Begriff Crowdsourcing seit ungefähr zehn Jahren gibt, ist es immer noch schwierig, detaillierte Informationen über dessen Umfang in einzelnen Ländern zu bekommen. Besonders wichtig sind diese Informationen aber, wenn es um den engeren Begriff des Crowdworking bzw. Crowdsourcing for paid work, im Prinzip eine neuere Form von Outsourcing, geht. Denn hier geht es um neue, flexible Arbeitsformen, deren gesellschaftliche, soziale und auch rechtliche Auswirkungen noch nicht abschätzbar sind, vor allem auch deshalb, weil verlässliche und umfassende Daten fehlen. Das liegt einerseits daran, dass die Plattformbetreibenden Unternehmen sind, die natürlich sorgfältig mit ihren Daten in der Öffentlichkeit umgehen, und andererseits sind die derzeitigen öffentlichen statistischen Erhebungen noch nicht so weit, dass sie diese Arbeitsform und ihre Auswirkungen konkret erfassen können. Es fehlen also europa- und länderspezifische Daten zu Umsätzen, Arbeitsbedingungen, Geschäftsmodellen, Zahlungsformen, Beteiligung an den Systemen der sozialen Absicherung und den gesellschaftlichen Auswirkungen. Dieser Mangel macht es schwierig, die Aufmerksamkeit von Verbänden, Unternehmen, Einzelpersonen oder auch Politikern für dieses wichtige Thema zu gewinnen. So reichen die Meinungen von verunsicherten Gewerkschaftsvertretern vom „Das klingt ja wie Science Fiction.“ bis zum resoluten, aber nicht überzeugenden „Wir machen das nicht.“ der Arbeitgebervertreter. Die Frage, was in Zukunft mit den ausgesourceten Experten passiert, die sich nicht nur ein Zusatzgeld damit verdienen, sondern davon vielleicht und/oder mehrheitlich ihren Lebensunterhalt bestreiten müssen, bleibt zurzeit noch unbeantwortet.

2 Crowdworking und Crowdsourcing for paid work

Der Begriff Crowdsourcing wurde zuerst von Howe [Howe06] erwähnt. Es heisst „Crowdsourcing is the act of taking a job traditionally performed by a designated agent (usually an employee) and outsourcing it to an undefined, generally large group of people in the form of an open call.“ Gemäss Barnes, de Hoyos, Baldauf, Behle & Green [Ba++13] (s. S.1) gibt es keinen einheitlichen Crowdsourcing-Begriff. Sie erweitern deshalb Crowdsourcing zu

Crowdemployment als einen neuen Begriff und meinen damit „...the potential to access the ‘crowds’ via the internet to achieve a goal and employability.“ In ihrer Arbeit unterteilen sie Crowdemployment in drei Unterbegriffe [Ba++13] (s. S. 2-3):

1. Crowdsourcing for funding
2. Crowdsourcing for paid work und
3. Crowdsourcing for unpaid work.

Nur der zweite Begriff ist für diese Arbeit relevant. Barnes, de Hoyos, Baldauf, Behle & Green [Ba++13] (s. S. 19) verweisen hierbei auf die Definition von Felstiner [Fels11] (s. S. 147), der meint “cognitive piecework” [Iran09] - discrete sets of cognitive tasks, performed and compensated at piece rate within an online platform. Some tasks require low to moderate skill and can be performed in a comparatively short period of time. Others call for more qualifications and expertise.“ Der zweite Begriff, Crowdworking, der in dieser Arbeit synonym zu Crowdsourcing for paid work verwendet wird, beruht auf der Bezeichnung “Crowdworker” von Ross, Irani, Silbermann, Zaldivar & Tomlinson [Ro++10], die damit Arbeitskräfte auf der Crowdsourcing-Plattform Mechanical Turk von Amazon bezeichnen. (s. S. 2) Zusammengefasst heisst das: In dieser Arbeit geht es um Plattformen, die Crowdsourcing for paid work bzw. Crowdworking anbieten.

3 Stand der Forschung

Von besonderem Interesse sind hier Arbeiten, die nicht die bekannten Crowdworking-Plattformen, wie Amazon Mechanical Turk (AMT), Elance oder oDesk untersuchen, sondern entweder die bekannten Crowdworking-Plattformen mit anderen, weniger bekannten, vergleichen oder völlig unabhängig von diesen, länder-, aufgaben- oder branchenspezifische Crowdworking-Plattformen anhand von definierten Beurteilungskriterien analysieren.

Hirth, Hoßfeld & Tran-Gia [HiHT11] vergleichen die Crowdworking-Plattform Microworkers (<https://microworkers.com/>) mit Amazon Mechanical Turk (AMT) u.a. bezüglich der demographischen Daten, der Bezahlung und der Art der Aufgaben. Diese Untersuchung basiert nicht auf einer Befragung, die auf der Crowdworking-Plattform selbst platziert wurde, sondern auf Daten, die der Plattformbetreibende zur Verfügung gestellt hat. (s. S. 323) Aufgrund der Tatsache, dass AMT nur Banküberweisungen nach USA und Indien vornimmt, sind auch die Crowdworker aus diesen Ländern. Bei Microworkers dagegen sind die Crowdworker mehrheitlich aus Indonesien, Bangladesch, Indien und den USA (s. S. 324). Eine weitere Erkenntnis aus [HiHT11] ist, dass die Crowdworking-Plattform Microworkers hauptsächlich für Aufgaben im Bereich Suchmaschinenoptimierungen genutzt wird (s. S. 326).

Lehdonvirta [Lehd16] geht einen Schritt weiter und untersucht drei Crowdworking-Plattformen: AMT, MobileWorks und CloudFactory. Das methodische Vorgehen war zweistufig: Zuerst wurden Daten aus der eigenen Mitarbeit auf den Crowdworking-Plattformen erhoben und ausgewertet, dann wurden die Diskussionen einer Online-Community beobachtet und zum Schluss wurden Interviews mit Plattform-Managern und Crowdworkern geführt und ebenfalls ausgewertet. (s. S. 3) Interessant ist, dass CloudFactory ihren Crowdworkern Jobbezeichnungen gibt, die einer traditionellen Beschäftigung ähnlich sind, wie z.B. Data Entry Officer. (s. S. 13) Gleichzeitig zeigt sich aber, dass die unterschiedlichen sozioökonomischen Hintergründe der Crowdworker dazu führen, dass sie unterschiedliche Interessen haben. So sorgen sich die amerikanischen Crowdworker wesentlich mehr wegen ihrer nied-

rigen oder unregelmässigen Bezahlung als ihre philippinischen oder nepalesischen Kollegen, bei denen es sich meist um Studierende, die ihr Taschengeld aufbessern, handelt, und deshalb auch wenig an Arbeitskämpfen interessiert sind. Zusätzlich hat sich die Arbeitswelt dahingehend entwickelt, dass viele Kleinunternehmende Arbeiten auf diesen Crowdfunding-Plattformen vergeben und gleichzeitig als Crowdfunder darauf arbeiten. (s. S. 22)

Heiling & Kuba [HeKu15] untersuchten verschiedene österreichische Online-Dienstleistungsplattformen, bei denen die Vermittlung von Arbeit zwischen Privatpersonen im Vordergrund steht. Sie konzentrierten sich nicht nur auf Crowdfunding-Plattformen, da die Abgrenzung der neuen Arbeitsformen [Euro15] (s. S. 7-8), zu denen auch Crowdfunding gehört, oftmals nicht eindeutig ist [HeKu15] (s. S. 4). Insgesamt untersuchten sie sechs Plattformen anhand der Kriterien: Unternehmensdaten und Geschäftsmodell, Eigene Darstellung des Unternehmens, Vertragliches Konstrukt und Vergütung. Sie stellen u.a. fest, dass oftmals finanzkräftige Eigentümerinnen und Eigentümer sowie Investorinnen und Investoren im Hintergrund dieser Online-Dienstleistungsplattformen stehen, dass der Begriff „Arbeitnehmende“ vermieden wird, dafür aber neue Begriffe generiert werden, dass der Lohndruck durch wettbewerbsbasierte Aufträge erhöht wird und dass ein unklarer Umgang mit Wochenend- und Feiertagsarbeit besteht. (s. S. 28-29)

4 Fragestellung und Methodik

Crowdsourcing wird gerade und oftmals von den Plattformbetreibern als lose und unverbindliche Zusammenarbeit gesehen. Gem. [WartoJ] kann daraus dennoch ein Arbeitsverhältnis samt den daraus resultierenden Rechten und Pflichten entstehen. (s. S.3) Hinzu kommt, dass das Internet kein rechtsfreier Raum ist und wie Klebe [IGMe15] sagt: „Schlechte Arbeitsbedingungen sind keine Privatsache!“

Die in Abschnitt 3 aufgezeigten Analysen von Crowdfunding-Plattformen zeigen, dass es von Interesse sein kann, wenn mehr über deutschsprachige Crowdfunding-Plattformen bekannt wäre, um einerseits Transparenz zu schaffen und andererseits von politischer und gesetzgeberischer Seite Massnahmen zu ergreifen, die Arbeitsbedingungen zur Folge haben, bei denen gem. [Negt11] (s. S. 5) Arbeit und menschliche Würde eine Einheit bilden.

Im Rahmen dieser Arbeit sollen deshalb die folgenden Fragen beantwortet werden:

- Wie sieht das Geschäftsmodell der zu untersuchenden Crowdfunding-Plattform aus?
- Wie erfolgt die Auftragserteilung?
- Wie gestaltet sich die Bezahlung der Crowdfunder?
- Wie ist das interne Bewertungssystem für Crowdfunder aufgebaut?

Als methodisches Vorgehen wurde zuerst eine systematische Literaturrecherche durchgeführt, dann Beurteilungskriterien zu Arbeitsbedingungen definiert, anhand derer dann wiederum die Websites der Crowdfunding-Plattformen durchsucht und die Ergebnisse notiert wurden. Der Fokus lag auf deutschsprachigen Crowdfunding-Plattformen aus Deutschland und der Schweiz.

5 Vergleich von Crowdfunding-Plattformen

Es scheint viele Crowdfunding-Plattformen zu geben, ohne dass man wirklich aktuelle Listen findet. 2'300 Plattformen gebe es weltweit, rund 65 existieren in Deutschland, sagte Thomas Klebe, Leiter des Hugo-Sinzheimer-Instituts für Arbeitsrecht, der Nachrichtenagentur dpa. [Unse16] Geht man jedoch auf die Website www.crowdsourcing.org, die von sich behauptet, das grösste Crowdsourcing-Verzeichnis zu sein, so findet man unter der Rubrik „Cloud Labour“ für die Schweiz und Österreich keine und für Deutschland fünf Einträge. Die im Folgenden verglichenen Crowdfunding-Plattformen wurden deshalb im Rahmen der systematischen Literaturrecherche oder wiederholter Internetsuche gefunden.

5.1 Beurteilungskriterien

Um die ausgewählten Crowdfunding-Plattformen systematisch anhand der drei groben Themenbereiche Geschäftsmodell, Arbeitsbedingungen und Qualitätssicherung beurteilen zu können, braucht es konkretere Kriterien. Diese wurden mithilfe der Literaturquellen ermittelt. Die untenstehende Tabelle zeigt die wichtigsten Kriterien und jeweils eine Literaturquelle.

Themen	Kriterien	Literaturquellen
Geschäftsmodell	Eigentumsverhältnisse (in %)	[Heku15] (s. S. 4-5)
	Mengengerüste	[Heku15] (s. S. 4)
	Besonderheiten gem. eigenen Angaben	[Heku15] (s. S. 4)
	Neue Begriffe für Crowdfunder/ Auftraggeber	[Heku15] (s. S. 28)
Arbeitsbedingungen	Art der Auftragsvergabe	[VaLe15] (s. S. 4)
	Art der Arbeiten/Jobs	[HiHT11] (s. S. 326)
	Art der Bezahlung inkl. Auszahlung	[CSJR09] (s. S. 7)
	Forum zum Austauschen	[Lehd16] (s. S. 16)
Qualitätssicherung	Bewertung der Arbeiten/Jobs	[Ellm15] (s. S. 177)
	Eingangs-/Qualifikationstests	[MylioJ] (o. S.)
	Sanktionen	[MylioJ] (o. S.)

Tab. 1: Beurteilungskriterien Crowdfunding Plattformen

5.2 Servish (Schweiz)

Geschäftsmodell

Die Plattform www.servish.com wurde 2010 von Thomas Tresch und Philipp Sicher in Altdorf, Schweiz gegründet. Sie wird als „Marktplatz für Dienstleistungen mit Vergütungsgarantie“ beschrieben, aber nicht näher erklärt. Die Rechtsform ist zwar eine GmbH, in den AGB wird aber festgehalten, dass für das Veröffentlichen oder das Annehmen von Aufträgen die Vereinsmitgliedschaft bei Servish vorausgesetzt wird. [Serv15] (o. S.) Ein Mitgliedsbeitrag wird nicht verlangt. Es werden zum jetzigen Zeitpunkt ca. 154 abgeschlossene Aufträge und 100 [Remu13] (s. S. 10) bis 200 [Matt13] (s. S. 5) Mitglieder genannt. Der Plattformbetreibende erhält von den Auftraggebern und von den Auftragnehmern jeweils Gebühren zwischen 2.5% und 5% der Auftragssumme oder einen Mindestbetrag zwischen CHF 0.5 und 1.00. [ServoJ] Es wird ausdrücklich und auffällig auf das Geldwäschereigesetz hinge-

wiesen. Das bedeutet, dass, wenn das Mitgliederkonto 3'000 CHF übersteigt, die Mitgliedschaft unter diesem Gesichtspunkt überprüft wird. [Serv15] (o. S.)

Arbeitsbedingungen

Der Auftraggebende kann zwischen einem Blitz- und Terminauftrag wählen. Beim Blitzauftrag, der für kleinere Arbeiten und sofortige Lösungen gedacht ist, gibt es keine Bewerbung, keine Vergabe und keine Termine. Man reicht einfach seine Lösung ein. Die angenommene Lösung wird abzüglich der Gebühr an den Auftragnehmer ausbezahlt. Für größere Arbeiten mit vorgegebenen Terminen ist der Terminauftrag gedacht. Hier kann zwischen einem Einzelauftrag (Vergabe an genau einen Bewerbenden), Crowdsourcing (Vergabe an bis zu acht Bewerbende, Vergütung wird zu gleichen Teilen ausbezahlt) und Turniermodus (Vergabe an bis zu acht Bewerbende, Vergütung wird je nach Qualität der Leistung ausbezahlt). Ein Guthaben der Auftragnehmer kann ab einem Betrag von 20 CHF jederzeit vom Mitgliederkonto zurückgezogen werden. Es besteht zusätzlich noch die Möglichkeit, die Auftragsvergütung in Servish Points zu machen. Die Servish Points sind gleichzeitig ein Bonussystem für Mitglieder, die deren quantitative Performance auszeichnen soll. So gibt es u. a. Servish Points für das Erfassen des Profils, für die erfolgreiche Weiterempfehlung und für mit mindestens zwei Sternen bewertete Lösungen. Die Auftragsvergabe erfolgt aufgrund des Mitgliederprofils und des Auftragsforums, in dem sich Auftraggebende und mögliche Auftragnehmer auch austauschen können. [ServoJ]

Bewertungssystem

Das Mitgliederprofil enthält auch, öffentlich einsehbar, die Bewertungen für die bisher erledigten Aufträge. Die Bewertung kann, muss aber nicht, durch den Auftraggebenden erfolgen. Die Skala reicht von null (keine Lösung eingereicht) bis drei Punkte (erfüllt). Das Gesamtrating ergibt sich dann aufgrund des arithmetischen Mittels der Einzelbewertungen. Eine Bewertung des Auftraggebenden durch den Auftragnehmer scheint es nicht zu geben. [ServoJ]

5.3 Mila (Schweiz, Deutschland)

Geschäftsmodell

Mila wurde 2013 als Spin-off des Softwareunternehmens Coresystems (www.coresystems.net) mit einem Startkapital von USD 3.22 Mio. gegründet und 2015 mehrheitlich durch den Telekommunikationsanbieter Swisscom übernommen. Das Unternehmen hat Standorte in Berlin und Zürich und bezeichnet sich selbst als „Marktplatz (eine Plattform) für Dienstleistungen“, als „Online-Dienstleistungsplattform für Installations- und Handwerksdienstleistungen“ und als „Vermittlerin von Crowd-Services“. [MilaoJ]

Unternehmen können durch Privatpersonen oder Kleinunternehmen ihre Produkte/Dienstleistungen mithilfe einer externen Crowd (Service-Crowd) anbieten lassen. So nutzt Vodafone Deutschland diese Plattform seit 2014 und erweitert damit ihr Kundendienstangebot um einen „lokalen und erschwinglichen TechniksUPPORT“ mithilfe des „Techie von nebenan“. (<https://www.mila.com/vodafone>) Das damalige Pilotprojekt startete nach der erfolgreichen Umsetzung der Swisscom-Friends (<https://www.mila.com/swisscom>) in der Schweiz im November 2013. Friends sind volljährige Privatpersonen mit technischem Know-how, die nebenbei Geld verdienen möchten. [MilaoJ] Weitere Partnerunternehmen in der Schweiz sind: IWB (öffentliches Versorgungsunternehmen, Kanton Basel Stadt), ewz (Elektrizitätswerk der Stadt Zürich) und Brack (Onlinehändler Elektronik). Gemäß Pressemittei-

lung [Mila15a] hat Mila von 1'500 aktiven Swisscom-Friends, ca. 1'000 Aufträge, die monatlich von Swisscom-Friends bearbeitet werden, und insgesamt mehr als 2'000 Serviceanbieter [Mila0J].

Arbeitsbedingungen

Die Service-Crowd bei Mila besteht aus geprüften Privatpersonen, sog. Mila-Friends oder TechFriends, und professionellen Serviceanbietern, sog. Mila-Profis oder TechProfis. Ihr Mindestalter beträgt 18 Jahre. [Mila0J]

Die Mila-Friends werden bei der Anmeldung von Mila und dem entsprechenden Kooperationspartner geprüft. Dazu werden Fragebögen und Datenüberprüfungen verwendet, im positiven Fall erfolgt die Profilaufschaltung. Je nach Dienstleistungsangebot muss sich der Mila-Friend noch einer zusätzlichen Prüfung unterziehen, einer sog. Verifizierung. Hier muss er beweisen, dass er das Wissen für das Dienstleistungsangebot auch tatsächlich besitzt. Die Verifizierungen sind im Profil des Mila-Friend sichtbar. [Mila0J]

Mila-Profis dagegen sind mehrwertsteuerpflichtige Unternehmen. Für die Nutzung von Mila hat man zwei Möglichkeiten: Entweder wird eine monatliche Grundgebühr berechnet, die sich in Abhängigkeit von der Größe und der Anzahl Dienstleistende des Unternehmens berechnet, plus eine Kommissionsgebühr von 10-20% pro Transaktion oder die monatliche Grundgebühr entfällt und die Kommissionsgebühr erhöht sich auf 15-25% je Transaktion. Zurzeit beträgt die monatliche Grundgebühr CHF 39 pro Jahr und Mitarbeitender, ist ein Jahr im Voraus zu bezahlen und wird automatisch um ein Jahr verlängert [Mila0J].

Mila weist darauf hin, dass sie kein Vermittlungsdienst und kein Arbeitgebender ist und sich ausdrücklich von Schwarzarbeit distanziert. Die Verantwortung für die steuer- und sozialversicherungsrechtliche Abrechnung liegt bei den Dienstleistenden. [Mila0J]

Erwähnenswert sind die Datenschutzbestimmungen. So werden die kaufbezogenen und persönlichen Daten nach eigenen Angaben derzeit bei Amazon in Irland gespeichert. Diese Daten können u. a. dafür genutzt werden, um anonymisierte Forschungsdaten zu erstellen und die daraus entstandenen Ergebnisse auch zu publizieren [Mila0J]. Daten, wie z. B. E-Mail-Adresse des Kontos und Kontoinformationen sind nicht öffentlich sichtbar, andere, wie z. B. Kontaktdaten der Unternehmen (alternative E-Mail-Adresse), Produkte und Leistungsbeschreibungen jedoch schon, und diese werden auch von Suchmaschinen indexiert. Darauf wird in der Datenschutzerklärung vom Juli 2014 hingewiesen. [Mila14]

Bewertungssystem

Die Kunden können die von den Dienstleistenden erbrachten Leistungen auf einer Skala von eins bis fünf bewerten. Gem. eigenen Angaben erreichen sie eine durchschnittliche Kundenbewertung von 4.7. Neben der Kundenbewertung gehören zur Qualitätssicherung auch Einstiegstests, Zertifizierungen und Produkteschulungen. [Mila15b]

5.4 Mylittlejob (Deutschland)

Geschäftsmodell

Die Mylittlejob GmbH wurde 2011 [Myli16a] von zwei Studierenden, Daniel Barke und Marlon Litz-Rosenberg, gegründet, [Wass15] der Geschäftssitz befindet sich in Hamburg. [Myli16a]

Die zu erledigenden Arbeiten werden nur an Studierende vergeben. Die Arbeiten reichen von Texterstellung und Transkription über Recherchen bis hin zu Übersetzungen. Mylittlejob gibt folgende Mengengerüste für seine Plattform an: 122'950 Studierende, davon 115'248

verifiziert und getestet, 2'950 neue Jobs in den letzten 30 Tagen, 91'700 Jobs, 63 Sprachen und 18 Fachrichtungen. [Myli16a]

Der Plattformbetreibende Mylittlejob erhält eine Provision von 20%, sofern der Auftrag zur Zufriedenheit des Auftraggebenden erledigt wurde. [Myli16a]

Arbeitsbedingungen

Es gibt seitens der auftragnehmenden Studierenden keine Bewerbung um einen Job und seitens der Auftraggebenden keine Auswahl. Dem Studierenden werden die Jobs angezeigt, die seiner Qualitätsstufe entsprechen. Der Studierende, der zuerst den zugeordneten Job annimmt, kann ihn bearbeiten. Man kann jeweils nur einen Job aktiv bearbeiten. Die Anzahl aktiver Jobs und die Anzahl der Jobs, die noch auf eine Freigabe durch den Auftraggebenden warten, dürfen die Anzahl von fünf nicht überschreiten. Je mehr Sterne Auftragnehmende auf der Bewertungsskala von eins bis fünf gesammelt haben (Qualitätsstufen), umso höher kann die Anzahl ihrer aktiven Jobs sein. [Myli16a]

Die Höhe der Vergütung für die Studierenden kann von den Auftraggebenden definiert werden. Es kann zwischen einem Stundenlohn für einen geschätzten Aufwand oder einer fixen Vergütung je Projekt gewählt werden. Auftraggebende müssen den Studierenden nur bezahlen, wenn sie mit dem Ergebnis zufrieden sind. Sie können ebenfalls eine Nachbesserung verlangen. Die Auszahlung des Verdienstes kann alle zwei Wochen erfolgen, entweder auf ein Bankkonto oder via PayPal. Für die Studierenden ist die Teilnahme bei Mylittlejob kostenlos. [Myli16a] Gemäss Daniel Barke, einem der Gründer von Mylittlejob, liegt der Stundenlohn ungefähr bei € 10 [Wass15].

Bewertungssystem

Das Qualitätssicherungssystem von Mylittlejob besteht aus verschiedenen Elementen. Zu Beginn muss jeder registrierte Studierende einen Eingangstest absolvieren. Dieser kann nach drei Monaten zum zweiten Mal absolviert werden, wenn dieser dann wiederum nicht bestanden wird, wird der Studierende von der Teilnahme auf Mylittlejob ausgeschlossen. [Myli16c] Wird der Eingangstest bestanden, erreicht der Studierende die Qualitätsstufe zwei. Sofern von ihm oder ihr Übersetzungen gemacht werden wollen, muss ein Sprachtest [Myli16c] bestanden werden. Die erledigten Jobs werden von anderen Studierenden auf Mylittlejob verifiziert und zum Schluss vom Auftraggebenden bewertet. [Myli16a]

Das interne Bewertungssystem berechnet automatisch die Qualitätsstufe (Anzahl Sterne) jedes registrierten Studierenden. Die Berechnung beinhaltet neben der Anzahl erledigter Jobs auch die Bewertungen der Auftraggebenden und das Einhalten von Terminen. Wird ein Abgabetermin für einen Job nicht eingehalten, kann der Studierende wieder auf die Qualitätsstufe 1 zurückgestuft werden, sofern er in einer höheren ist. Wird ein weiterer Abgabetermin versäumt, wird der Studierende von der Teilnahme auf Mylittlejob ausgeschlossen. [Myli16c]

6 Zusammenfassung und Ausblick

Insgesamt sind drei Crowdfunding-Plattformen aus Deutschland und der Schweiz untersucht worden. Bei allen drei Plattformen konnte man zu Beginn von Startups reden, später haben sich die Eigentumsverhältnisse zumindest bei Mila hin zu Großunternehmen verändert. Bei allen drei Plattformen erhält der Plattformbetreibende Kommissionen zwischen

10% und 25% der Auftragssumme. Die Mengengerüste, die mehrheitlich auf den eigenen Angaben bestehen, gehen nur bei Mylittlejob über 100'000 Crowdworker hinaus, während bei den zwei anderen Plattformen diese Zahl bei weitem nicht erreicht wird. Wie schon bei [HeKu15] (s. S. 9, 28) erwähnt, werden bei der Plattform Mila teilweise eigene Bezeichnungen für Auftraggebende und Auftragnehmende verwendet. So spricht man von TechProfis und TechFriends, aber auch von Usern und Kunden. Die Auftragsvergabe kann auf einer First-come-First-served-Basis oder automatisiert erfolgen. Die Art der gecrowdsourcten Arbeiten ist mittlerweile sehr umfangreich, sie reichen je nach Plattform von einfachen Dienstleistungen, wie der Fehlersuche in Texten, über Übersetzungstätigkeiten bis hin zu qualifizierten Handwerksarbeiten. Auf allen drei Plattformen sind Massnahmen zur Qualitätssicherung vorhanden. Sie reichen von Eingangs- und Sprachtests über Produkteschulungen bis hin zu Bewertungen der erledigten Arbeiten durch die Auftraggebenden. Zu Sanktionen durch den Plattformbetreibenden kommt es nur bei Mylittlejob, hier wird man beim zweiten nicht eingehaltenen Abgabetermin und beim zweiten nicht bestandenen Eingangstest von der plattformeigenen Academic Workforce ausgeschlossen.

Gemäß Oskar Negt [Negt11] (s. S. 5) hat das Bezugssystem von Arbeit und menschlicher Würde eine zentrale Bedeutung für eine Humanisierung der Gesellschaft. Diesem Anspruch könnte man heute schon beim Crowdsourcing for paid work aus technologischer Sicht gerecht werden, selbst wenn die rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen noch nicht soweit sind. Da eine entsprechende wünschenswerte Selbstregulierung der Plattformanbieter aber bisher ausgeblieben ist, sollte die neue flexible Arbeitsform von der Forschung nicht vernachlässigt werden, damit sie in der Zukunft relevante und praxisnahe Politikempfehlungen zur Verbesserung der Situation der Crowdworker abgeben kann.

Literaturverzeichnis

- [Ba++13] Barnes, S.-A., de Hoyos, M., Baldauf, B., Behle, H. & Green, A.: D2: Review of State of the Art and Mapping Crowdeploy. 2013, <http://is.jrc.ec.europa.eu/pages/documents/ICT4EMPLCcrowdeploymappingforweb.pdf>. Abruf am 25.03.2016.
- [CSJR09] Corney, J. R., Sanchez, C. T., Jagadeesan, A. P. & Regli, W. C.: Outsourcing labour to the cloud. *International Journal of Innovation and Sustainable Development*, 2009, 4 (4), S. 1-21.
- [Ellm15] Ellmer, M.: The Digital Division of Labor: Socially Constructed Design Patterns of Amazon Mechanical Turk and the Governing of Human Computation Labor. *Momentum Quarterly - Zeitschrift für sozialen Fortschritt*, 2015, 4 (3), S. 174-186, <https://www.momentum-quarterly.org/index.php/momentum/article/view/113>. Abruf am 18.03.2016.
- [Euro15] Eurofound: New forms of employment. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2015.
- [Fels11] Felstiner, A. L.: Working the Crowd. Employment and Labor Law in the Crowdsourcing Industry. In: *Berkeley Journal of Employment & Labor Law*, 32 (1), S. 143-204. http://works.bepress.com/alek_felstiner/1/. Abruf am 13.04.2016.
- [HiHT11] Hirth, M., Hoßfeld, T. & Tran-Gia, P.: Anatomy of a Crowdsourcing Platform - Using the Example of Microworkers.com. In: *Institute of Electrical and Electronics Engineers*

(IEEE) (Hrsg.), Proceedings of the Fifth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing (IMIS 2011), Seoul, Korea, S. 322-329.

- [HeKu15] Heiling, M. & Kuba, S.: Neue Arbeitsformen auf digitalen Wegen? Eine Analyse ausgewählter Online-Dienstleistungsplattformen mit Tätigkeit in Österreich. Praxisbericht für Momentum 2015: Hallstatt, Österreich. http://momentum-kongress.org/cms/uploads/PAPER_Heiling-Michael-Kuba-Sylvia_Neue-Arbeit-auf-neuen-Wegen.-Eine-Analyse-ausgewählter-Online-Dienstleistungsplattformen-mit-Tätigkeit-in-Österreich.pdf. Abruf am 18.03.2016.
- [Howe06] Howe, J.: Crowdsourcing: A Definition. 2006, http://crowdsourcing.typepad.com/cs/2006/06/crowdsourcing_a.html. Abruf am 25.03.2016.
- [IGMe15] IG Metall: "Schlechte Arbeitsbedingungen sind keine Privatsache". Interview mit Arbeitsrechtler Thomas Klebe zum Thema Crowdsourcing. 04.05.2015, <https://www.igmetall.de/interview-mit-arbeitsrechtler-thomas-klebe-zum-thema-14335.htm>. Abruf am 03.04.2016.
- [Iran09] Irani, L.: Tweaking Technocapitalism: Turkocticon. 2009, <http://www.differenceengines.com/?p=146>. Abruf am 13.04.2016.
- [Lehd16] Lehdonvirta, V.: Algorithms That Divide and Unite: Delocalization, Identity, and Collective Action in 'Microwork'. In: J. Flecker (Hrsg.), Space, place and global digital work. (noch nicht erschienen) Palgrave Macmillan, London, 2016, S. 1-26. <http://vili.lehdonvirta.com/files/Lehdonvirta%202016%20Delocalization%20identity%20collective%20action%20in%20microwork.pdf>. Abruf am 21.03.2016.
- [Matt13] Mattli, C.: «Bisher ist noch jedes Problem gelöst worden». Servish | Urner betreiben einen Online-Marktplatz. Urner Wochenblatt, 2. März 2013, Nr. 16, S. 5. http://www.servish.ch/download/online/Bericht_UW.pdf. Abruf am 01.04.2016.
- [Mila0J] Mila: Technik entdecken. Fortschritt leben. o.J., <https://www.mila.com/>. Abruf am 03.04.2016.
- [Mila14] Mila: Mila Datenschutzerklärung. Juli 2014, <https://www.mila.com/privacy>. Abruf am 03.04.2016.
- [Mila15a] Mila: Swisscom takes over majority stake in start-up Mila. Pressemitteilung, Bern, 30. November 2015, <https://www.mila.com/public/pdf/press/en/151130-Release-Mila-Swisscom.pdf>. Abruf am 03.04.2016.
- [Mila15b] Mila: 5 Tipps zur Qualitätssicherung im Crowd Service. 14. Dezember 2015, <http://blog.mila.com/2015/12/14/5-tipps-zur-qualitaetsicherung-im-crowd-service/>. Abruf am 14.04.2016.
- [Myli16a] Mylittlejob: 121.550 Online Werkstudenten beauftragen. 2016, <https://www.mylittlejob.de/>. Abruf am 03.04.2016.
- [Myli16b] Mylittlejob: Studenten Codex. Die 5 goldenen Regeln der Academic Workforce. 2016, <https://www.mylittlejob.de/studentencodex>. Abruf am 03.04.2016.
- [Myli16c] Mylittlejob: Fragen? 2016, <https://www.mylittlejob.de/faq/student>. Abruf am 03.04.2016.
- [Negt11] Negt, O.: Arbeit und menschliche Würde. Essay. Aus Politik und Zeitgeschichte, 15/2011, S. 3-5.

- [Remu13] Remund, C.: Internationale Hilfe aus dem Netz. Schweizerische Gewerbezeitung, 25. Januar 2013, S. 10. <http://www.servish.ch/download/online/epaperloading.pdf>. Abruf am 01.04.2016.
- [Ro++10] Ross, J., Irani, L., Silberman, M. S., Zaldivar, A. & Tomlinson, B.: Who are the Crowdworkers? Shifting Demographics in Mechanical Turk. In: CHI '10 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '10). ACM, New York, NY, USA, 2863-2872. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/1753846.1753873>
- [Schl16] Schlenk, C. T.: Crowdfunding-Anbieter Workhub stellt seinen Dienst ein. 2016, <http://www.gruenderszene.de/allgemein/workhub-insolvenz>. Abruf am 18.03.2016.
- [ServoJ] Servish. Freelance Work Global. O.J. www.servish.com. Abruf am 18.03.2016.
- [Serv15] Servish. Allgemeine Geschäftsbedingungen. 2015, <http://www.servish.ch/footer/basics.htm>. Abruf am 03.04.2016.
- [Unse16] Unseriöse Angebote zur Heimarbeit erkennen. Arbeiten von zu Hause. 2016, <http://www.n-tv.de/ratgeber/Unserioese-Angebote-zur-Heimarbeit-erkennen-article16684736.html>. Abruf am 13.04.2016.
- [VaLe15] Vakharia, D. & Lease, M.: Beyond Mechanical Turk: An Analysis of Paid Crowd Work Platforms. In: Proceedings of the iConference 2015, IDEALS, Newport Beach, CA, USA. <https://www.ischool.utexas.edu/~ml/papers/donna-iconf15.pdf>. Abruf am 18.03.2016.
- [WartoJ] Warter, J.: Crowdfunding. Exposé zum Dissertationsvorhaben (Studienrichtung: Rechtswissenschaften). o.J. http://ssc-rechtswissenschaften.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/s_rechtswissenschaft/Doktoratsstudium_PhD/Expose1/Arbeitsrecht_Sozialrecht/Crowdfunding.pdf. Abruf am 18.03.2016.
- [Wass15] Wassink, M.: Hamburger Internetportal bietet Nebenjobs nur für Studenten. Hamburger Abendblatt, 14.09.2015, <http://www.abendblatt.de/hamburg/article205704005/Hamburger-Internetportal-bietet-Nebenjobs-nur-fuer-Studenten.html>. Abruf am 03.04.2016.

Kontakt

Prof. Ute Klotz, Sheron Baumann, Prof. Konrad Marfurt
 Hochschule Luzern - Wirtschaft
 Zentralstrasse 9, CH-6002 Luzern
 T +41 41 228 99 19, ute.klotz@hslu.ch

Prozesscontrolling in der Cloud

Bettina C.K. Binder, Frank Morelli, Thomas Ochs, Ute Riemann

Zusammenfassung

Wie Cloud-Computing die Effektivität und Effizienz in einem Fertigungsunternehmen der Keramikindustrie steigern könnte, wird anhand der End-to-End-Prozess-Betrachtung eines realen Unternehmens beispielhaft geschildert. Die Ausarbeitung fokussiert sich dabei auf ausgewählte Businessprozessabschnitte. In diesem Kontext diskutiert das Autorenteam die Frage, ob und inwieweit die Anwendung von Cloud-Computing Auswirkungen auf Steuerungskennzahlen zur Messung der Prozessleistung hat. Es werden Empfehlungen gegeben, anhand welcher Kriterien Prozesse für eine Cloud-Implementierung ausgewählt werden sollen.

1 Cloud, Cloud-Services, Cloud-Computing, Cloud-Controlling, Geschäftsprozesse und Performance Measurement

Cloud-Lösungen bieten Einsparpotenziale bei den IT-Kosten von bis zu 50 % im Zeitraum von 5-7 Jahren [HoeT11, S.193]. Entsprechend wird es für Unternehmen zunehmend interessant, sich mit der Auslagerung Ihrer Daten in eine virtuelle Cloud zu beschäftigen. Neben der eigentlichen IT-Leistung spielen dabei verstärkt Cloud-Services eine zentrale Rolle [MeiM10, S.42.ff], [FHRS11, S.4].

Cloud-Computing umfasst Technologien und Geschäftsmodelle, um IT-Ressourcen dynamisch zur Verfügung zu stellen und ihre Nutzung nach flexiblen Bezahlmodellen abzurechnen. Es erfährt aktuell hohe Wachstumsraten und gehört zu den zehn zentralen Zukunftsthemen des Controllings [GBRT15, S.709].

Cloud-Computing beschreibt ein neues Computing-Paradigma, nach dem Ressourcen der Informationstechnik (IT) wie Rechenleistung, Speicher, Applikationen und Daten dynamisch über das Internet bereitgestellt, verwaltet und abgerechnet werden [BMWi16]. Zusammenfassend bedeutet dies, dass der Begriff Cloud-Computing sowohl das Nutzen als auch das Anbieten von verschiedensten IT-Dienstleistungen über ein Netzwerk bedeutet. Dies funktioniert dynamisch und an den Bedarf des Nutzers orientiert. Diese Dienstleistungen werden zentral entwickelt und über eine technische Plattform (Internet / Intranet) und mittels Verbindungen zu den relevanten Servern bereitgestellt [RUa15, S. 129 ff.]. D. h., dass der Anwender die Services über die Cloud nutzungsbezogen in Anspruch nimmt [RUb15, S. 32 f.]. Generell sind die Leistungen einer Cloud als Services zu nutzen – hierbei gibt es eine breite Palette von Services – von denen als Basis Software as a Service (SaaS), Platform as a Service (PaaS), und Infrastructure as a Service (IaaS) bereitgestellt werden können [OTRU16, S.315 ff.].

Zugehörige Vorteile sind mehr Flexibilität, nahezu unbegrenzte Skalierbarkeit und niedrigere Kosten. Allerdings sind auch Nachteile vorhanden, wie die Absicherung des Zugriffs sowie ggf. unvollständige Speicherung und fehlende Verschlüsselung der Daten beim Cloud-Anbieter [TKVC11, S. 45 ff.].

Neben dem Cloud-Computing hat sich auch das Cloud-Controlling entwickelt [WJSE12, S.105]. Cloud-Controlling dient zur Informationsversorgung und soll den Controllingbereich bei der Planung, Steuerung und Kontrolle unterstützen. Mit Cloud-Controlling sollte es dem Controllingbereich verstärkt möglich sein, sich von der Aufgabe der Datenaufbereitung zur Aufgabe der Datenanalyse zu orientieren [GBTB14, S. 192].

Ein Bereich innerhalb des Cloud-Controllings befasst sich mit der Darstellung der End-to-End-Unternehmensprozesse innerhalb einer Cloud und damit dem Prozesscontrolling. Das Prozesscontrolling subsummiert Planung, Steuerung und Kontrolle von Geschäftsprozessen [AtzS11, S. 350] und macht diese mit Hilfe von Prozesskennzahlen messbar [RTKM11, S. 474]. Als typische Prozesskennzahl fungieren Prozesskosten, die beispielsweise in der Prozesskostenrechnung, im Business Process Reengineering und in der Prozessoptimierung ausgewiesen werden [HPMR11, S. 5].

Geschäftsprozesse dienen der Erfüllung einer betrieblichen Aufgabe und bestehen aus einer Reihe von Funktionen. Die zeitlich-logische Abfolge der Aktivitäten beschreibt den Kontrollfluss und definiert die Leistung, die für die Unternehmung erstellt wird [JunR06, S. 20]. Es muss eine adäquate Systematik des Prozessmanagements und Prozesscontrollings ausgestaltet werden, um eine aktive und kontinuierliche Optimierung der Geschäftsprozesse zu ermöglichen ohne dabei die unternehmerische Kreativität auszuschließen.

Geschäftsprozesse sollen zur Performance- und Wertsteigerung des Unternehmens beitragen. Das Controlling ist daher bestrebt, zugehörige Abläufe mit Hilfe von Prozesskosten(sätzen) in einem ersten Schritt transparent zu machen [HPMR02, S. 44ff.]. Im zweiten Schritt sollen zusätzliche Leistungsindikatoren bestimmt werden, die es ermöglichen, Prozesse mit innovativen Prozesscontrollinginstrumenten wie z.B. einer Prozess-Scorecard zu steuern [GoeV07, S. 326]. Dies kann als prozessorientiertes Performance Measurement bezeichnet werden [BinB03, S. 37ff.].

2 Prozesscontrolling mit cloud- und nicht cloudfähigen Kennzahlen

Um in einem Unternehmen die Identifikation in cloudrelevante und nicht cloudrelevante Geschäftsprozesse vorzunehmen, ist es notwendig, die unternehmensspezifische Wertschöpfungskette einer Firma zu identifizieren. Ausgehend von der Unternehmensstrategie, dem Geschäftsmodell sowie dem adressierten Markt des Unternehmens stehen diejenigen Geschäftsprozesse im Vordergrund, deren Leistungen zwingend notwendig sind, um die von den Kunden (bzw. den Stakeholdern) erwartete Performance bei Produkten und Services zu erfüllen. Damit haben diejenigen Prozesse besondere Relevanz, die einen signifikanten Teil der Wertschöpfung für das Unternehmen erzeugen, klar auf Kundeninteressen fokussiert sind, einen wettbewerbsdifferenzierenden Charakter haben und damit einen direkt wahrnehmbaren Nutzen erzeugen.

Mit steigender Kundenorientierung und Marktausrichtung gewinnen diejenigen Geschäftsprozesse an Bedeutung die essentiell für die Lieferung von Gütern und/oder Services an die Kunden sind. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass diejenigen Prozesse von besonderer Wertschöpfung für eine Unternehmung sind, die einerseits die gewünschte Kundenorientierung haben und somit den Mehrwert für die Unternehmung liefern und andererseits so effizient wie möglich laufen sollen. Als Grundannahme lässt sich festhalten, dass ein Prozess eine auf die Erbringung einer Leistung ausgerichtete Kette von Aktivitäten darstellt. Dieser ist gekennzeichnet durch einen Leistungoutput, analysierbare Durchlauf- bzw. Bearbei-

tungszeiten und eine Ressourceninanspruchnahme [HPMR11]. Insbesondere diejenigen Prozesse, die einen unmittelbaren Einfluss auf das Unternehmensergebnis haben, in der Leistungserbringung und Ausgestaltung einmalig sind und das Unternehmen vom Wettbewerb abgrenzen, sind von Bedeutung, da sie einen direkten Einfluss auf die operative Business Excellence haben.

Die Ausprägung einer Wertschöpfungskette ist je nach Branche, Geschäftsmodell, Organisation und verfolgter Zielsetzung unterschiedlich. Neben den Kernprozessen ist es für die prozessuale Gesamtbetrachtung eines Unternehmens wichtig, die unterstützenden Prozesse nicht vollkommen außer Acht zu lassen, um einen entsprechenden Wettbewerbsvorteil realisieren zu können [PorM98]. So lassen sich aus Porters klassischer Wert(schöpfungs)kette Kernprozesse sowie Unterstützungsprozesse ableiten und Kosten den Aktivitäten zuordnen. Hiermit wird eine Basis geschaffen, um Kostenvorteile durch Analyse der korrespondierenden Aktivitäten mittels Verlagerung von Prozessen in die Cloud zu generieren. Für die Identifikation der unternehmensspezifischen Wertschöpfungskette, die Standard- und Spezialprozesse enthält, ist der Ansatz auf Basis der End-to-End-Prozesse geeignet und gibt einen Hinweis auf die Cloud-Affinität.

Oftmals ergeben sich entscheidende Verbesserungsmöglichkeiten durch unternehmensübergreifende Kooperationen, ggf. über mehrere Unternehmen hinweg und unter der jeweiligen Einbeziehung von mehreren Hierarchieebenen, beispielsweise bei der Einbeziehung von direkten Zulieferern und deren Lieferanten zur Darstellung des Materialbeschaffungsprozesses. Ausgehend vom Geschäftsmodell einer jeden Unternehmung lassen sich dann die End-to-End-Prozesse definieren, die alle relevanten wertschöpfenden Aktivitäten visualisieren, um so eine Verbindung vom realen Business zur abstrakten Prozesssicht zu schaffen. Diese unternehmensspezifischen End-to-End-Prozesse sind notwendig, um die Korrelation aller Key Performance Indicators (KPIs) der Unternehmensprozesse zu formalisieren und um dann als nächsten Schritt die für das Steuerungsmodell relevanten Prozesskennzahlen zu ermitteln.

Klassische Prozesskennzahlen, die sich aus Unternehmenssicht nach den drei zu optimierenden Kriterien Kosten (Prozessaufwand), Qualität (des Prozessergebnisses) und Zeit (Prozessdurchlaufzeit) ergeben, sind z. B. [RopJ13, S. 10 ff.]

- EBIT, EVA, RONA, ROI bzw. Kosten wie z. B. Personalkosten als typische Prozessaufwandskennzahlen;
- Innovationsgrad, erfolgreiches Durchlaufen von Meilensteinen im Projekt- und Qualitätsmanagement und Effizienz der Prozessabwicklung bzw. interne und externe Kunden- und Mitarbeiterzufriedenheit als typische Prozessqualitätskennzahlen;
- Durchlaufzeit, Day-Sales-Outstanding, die gesamte Zeit zur Auftragsabwicklung bzw. Reklamationszeit und Termineinhaltung eines Prozesses als charakteristische Prozesszeitkennzahlen.

Parallel hierzu werden die Prozesskennzahlen nach ISO 9001 in folgende 7 Kategorien unterteilt [CasM07, S. 47ff.].

- Ergebniskennzahlen (z. B. Anzahl fehlerfreie Leistungen und Kosten pro Leistungseinheit),
- Steuerungskennzahlen (z. B. die Durchlaufzeit),
- Störungskennzahlen (z. B. Reklamationskosten),
- Inputkennzahlen (z. B. Qualitätsstand eines Projektes bei Übernahme durch einen neuen Projektleiter),

- Effektivitätskennzahlen (z. B. Termineinhaltung und Einhaltung der Qualitätsstandards bei Produktversand),
- Effizienzkennzahlen (z. B. Kosten für pünktliche Lieferung oder Investitionskosten für die Prozessoptimierung) und
- Lieferantenkennzahlen (z. B. der vom Lieferanten angebotene Einkaufspreis).

Im Cloud-Computing sollten Unternehmensprozesse und Kennzahlen gezielt ausgewählt werden, um die Wertschöpfung durch einen Cloud-Einsatz zu optimieren [PauS13, S. 1]. Zur Erarbeitung der cloudspezifischen Steuerungsdimensionen ist es wichtig, sich die Kernaussagen einer Cloud-Anwendung vor Augen zu führen, um die wesentlichen Werttreiber einer Cloud-Lösung, die für eine Prozessbetrachtung relevant sind, zu identifizieren. Die wesentlichen cloudspezifischen Steuerungsdimensionen umfassen folgende Kriterien:

- **Standardisierbarkeit:** Diese lässt nicht nur eine Aussage über die regelmäßige Wiederkehr eines (Teil-)Prozesses zu. Sie ermöglicht, im Umkehrschluss auch eine Aussage darüber zu treffen, wie hoch das kreative, innovative Potenzial dieser Aktivitäten ist, um sich zu vergegenwärtigen, ob eine Umsetzung in einer weitgehend standardisierten Cloud-Umgebung sinnvoll ist.
- **Wettbewerbsrelevanz:** Hierbei geht es um die Abschätzung, wie bedeutend der Prozess für das Unternehmen ist und welche möglichen Schäden durch die Verwendung des gewählten Prozesses für das Unternehmen eintreten können, sofern dieser in einer Cloud-Umgebung ausgeführt wird. Wesentlich dabei ist es, dass die möglichen Schäden für das Unternehmen bereits durch den Prozess an sich festgelegt sind und nur die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Schadens durch die Implementierung von Cloud-Computing beeinflusst wird (z. B. Non-Compliance, Datenverlust, Verlust der Vertraulichkeit von Informationen).
- **Ergebnisrelevanz:** Es ist zu messen, wie bedeutend der (Teil-)Prozess innerhalb der Wertschöpfungskette der Unternehmung und wie hoch sein Beitrag für das Unternehmensergebnis gegenwärtig ist.
- **Kostenintensität:** In diesem Zusammenhang ist es notwendig zu prüfen, wie kostenintensiv der aktuell laufende Prozess ist und welche Implikationen sich durch eine cloudbasierte IT-Unterstützung kostenseitig ergeben.

Als weitere Dimension gilt es, das Bereitstellungsmodell der Cloud-Services zu berücksichtigen.

3 Chancen und Risiken im Cloud-Computing

Für das Controlling sind die folgenden Chancen und Risiken bei der externen Datenhaltung in der Cloud relevant:

- **Datensicherheit (Security):** Der Datenschutz von sensiblen Informationen und die Planung, Steuerung und Kontrolle von Daten in der Cloud stellen für den Controller eine wichtige Voraussetzung dar [WuIM12, S. 43]. Controller haben im Tagesgeschäft häufig mit der Erstellung von vertraulichen Berichten wie dem Jahresbericht, dem Quartalsbericht und dem Monatsbericht zu tun. Dabei muss die Vertraulichkeit und die Plausibilität der Daten gewahrt werden.
- **Datenvertraulichkeit (High-, Middle-, Low-Confidential-Data):** Monatliche Informationen über das Betriebsergebnis, die im Unternehmen nur ausgewählten Mitarbeitern zur Verfügung stehen, muss auch in der Cloud z. B. mit einem Zugriffskonzept die Vertrau-

lichkeit gewährleistet werden. Das verändert u. U. auch die Rolle des Controllers im Unternehmen, da er dann nicht jedem Manager die Daten kommentieren muss [BSPB07, S. 470]. Das Zugriffskonzept kann beim Cloud-Dienstleister zusätzliche Kosten verursachen und benötigt u. U. mehr Zeit.

- Datenverantwortlichkeiten (Ownership): Das bereits erwähnte Zugriffskonzept sollte die Datenverantwortlichen enthalten [Bitk15, S. 32]. Datenverantwortliche haben einerseits die Aufgabe, die Daten in die Cloud einzustellen (IT-Bereich), andererseits die Daten wie z. B. eine GuV zur Verfügung zu stellen (Finanzbuchhaltungsbereich) und diese Daten schließlich zu analysieren (Controllingbereich). Die Datenverantwortlichen benötigen ggf. unterschiedliche Zugriffsrechte, die vom Cloud-Dienste-Anbieter eingerichtet werden müssen.
- Prozessdefinition (Cloud-Process-Ability): Bei der Prozessdefinition muss zum einen der Prozess der Datenverfügbarmachung des Cloud-Dienste-Anbieters vom Controllingprozess unterschieden werden, der sich durch Cloud-Computing nicht immer automatisch verkürzt. Managementinformationssysteme im Unternehmen müssen letztlich mit der Cloud verknüpft werden, was nicht immer in Echtzeit gelingt, so dass es gerade bei sensiblen Daten wie dem Betriebsergebnis des Monatsberichts u. U. zu Fehlprognosen kommen kann. Diese Probleme versuchen Unternehmen und Cloud-Dienste-Anbieter durch Vertragsgestaltungen in Form von Service-Level-Agreements zu vermeiden [GroC13, S. 51].
- Haftbarkeit bei Datenverlusten (Complaint Management): Der Einsatz einer Cloud kann Wirtschaftsspionage begünstigen. Ist der Cloud-Dienste-Anbieter z. B. in Übersee (z. B. China), dann gelten die dortigen Vorschriften auch für die gespeicherten Daten in der Cloud. Die Datensicherheit kann vom Unternehmen nur in begrenztem Maße überwacht werden [WuIM12, S. 42]. Das bedeutet auch, dass bei einem nicht gewünschten Datenverlust der Cloud-Dienste-Anbieter in Abhängigkeit vom jeweiligen Land nur begrenzt haftbar gemacht werden kann. Ein Reklamationsprozess ist damit unklar und kann oft nicht eingeleitet werden.
- Datenverfügbarkeit im Insolvenzfall (Data Availability in Insolvency): In einem solchen Fall ist unbestimmt, was mit den gespeicherten Daten geschieht, ebenso wie bei einer Insolvenz des Unternehmens selbst. Zwar gibt es zwischen dem Cloud-Dienste-Anbieter und dem Unternehmen Verträge, die jedoch nicht standardisiert die Datenverfügbarkeit im Insolvenzfall regeln [WuIM12, S. 43].

4 Lösungsalternativen zum Aufbau einer Cloud mit Kennzahlen und Prozessen

Cloud-Computing eröffnet Möglichkeiten, echtzeitbasierte Geschäftsprozesskennzahlen mit adäquaten Werkzeugen zu analysieren und zu verwerten. Die Implementierung zugehöriger On-Premise-Lösungen erweist sich nicht nur durch einmalige Investition, sondern insbesondere auch aufgrund laufender Hardware- und Softwareupgrades als kostenintensiv.

Für die Auswahl von Cloud-Anbietern stehen den Anwendungsunternehmen Evaluierungen von Marktforschungsinstituten zur Verfügung. Beispielsweise verwendet die Gartner Inc. sogenannte „Magic Quadrants“ um das Anbieterspektrum zu kategorisieren („Leaders“, „Visionaries“, „Niche Players“ und „Challengers“) [Gart15].

Grundsätzlich sprechen aus der Perspektive eines Anwendungsunternehmens folgende Aspekte für eine cloudbasierte Lösung:

- Verfügbarkeit von Netzwerkkapazitäten mit einer hohen Bandbreite,
- flexible Anpassung der IT-Leistung zur Verarbeitung des relevanten Datenvolumens in Echtzeit (Skalierbarkeit) und
- Kostendegressionseffekte durch die Bereitstellung von Softwareanwendungen für mehrere Kunden (Multi-Tenancy-Architektur).

Durch Cloud-Computing werden benötigte IT-Ressourcen dynamisch und bedarfsgerecht auf der Basis vertraglich vereinbarter Dienstleistungen (SLAs) durch Anbieter-Hosting zur Verfügung gestellt.

Innerhalb des Drei-Ebenen-Schichtenmodells der Cloud-Architektur bildet die *IaaS* für das Prozesscontrolling eine notwendige Bedingung: Neben dem Zugriff auf externe Rechen-, Speicher-, und Netzwerkfunktionalitäten bekommt das Unternehmen zusätzliche Leistungen wie Monitoring- oder Client-Management-Services angeboten.

Eine wichtige Entscheidung beinhaltet die Frage, ob *PaaS* oder *SaaS* genutzt werden soll:

- In der *PaaS*-Schicht wird eine technische Entwicklungsplattform zur Verfügung gestellt, um neue Anwendungen zu entwickeln oder auf der ausgelagerten Plattform auszuführen. Der Cloud-Anbieter stellt hierzu eine standardisierte Umgebung mit optimierten Middleware- und Datenbankservices für Anwendungsdesign und Applikationsentwicklung zur Verfügung. Das Anwendungsunternehmen kann hierdurch eine Lösung generieren, welche ihm eine permanente Datenverfügbarkeit unabhängig vom Cloud-Provider sichert.
- Bei *SaaS* stehen für das Anwendungsunternehmen fertige Anwendungen und Programme über das Internet bereit. Diese müssen per se nicht standardisiert sein. Je nach Umfang des Angebots kann eine Anwendungslösung zur Unterstützung einzelner Geschäftsprozesse konfiguriert werden. Alle bereitgestellten Services, Reporting-Funktionen und Dashboards lassen sich über einen Webbrowser bzw. mobile Endgeräte abrufen.

Für die organisatorische Bereitstellung der Cloud-Services stehen unterschiedliche Modelle zur Verfügung: *Public Cloud*, *Private Cloud* und *Hybrid Cloud*.

Im Falle einer *Public Cloud* handelt es sich um einen frei zugänglichen, virtualisierten Dienst, den der Cloud-Anbieter als Eigentümer betreibt und entsprechende Verfügungsgewalt (z. B. Betriebsprozesse, Sicherheitsmaßnahmen) ausübt. Auf einer variablen Pay-per-Use-Basis haben die Cloud Consumer Zugriff auf vorgegebene Programme, Geschäftsprozess- und Infrastrukturservices. Unternehmensindividuelle Anpassungen an bzw. das Customizing von Anwendungen sind nicht vorgesehen. Im Hinblick auf die physische Speicherung der Daten besteht für das Anwendungsunternehmen typischerweise Intransparenz. Die *Private Cloud* repräsentiert eine unternehmenseigene Lösung des Anwendungsunternehmens, die auf Cloud-Architekturen individuell entwickelt und in der internen Cloud-Umgebung betrieben wird. Die Nutzungsrechte verbleiben entsprechend beim betreibenden Unternehmen. Der Zugriff erfolgt in der Regel über das unternehmenseigene Intranet. Dieses Modell erlaubt eine Anpassung an individuelle Geschäftsprozesse. Im Vergleich zu „öffentlichen“ Softwarelösungen bieten *Private Clouds* typischerweise ein eingeschränktes Funktionsspektrum zum Handling von Geschäftsprozessen.

Als Mischform der zuvor genannten Modelle fungiert die *Hybrid Cloud*: Sie beschreibt die technische bzw. organisatorische Kombination von Cloud-Bereitstellungsmethoden untereinander und/oder die Kombination mit traditionellen IT-Umgebungen. So betreibt das Anwendungsunternehmen beispielsweise eine *Private Cloud* und nutzt zusätzliche Services aus einer *Public Cloud*. Diese Vorgehensweise wird typischerweise praktiziert, um Unter-

nehmens- und geschäftskritische Daten unter eigener Kontrolle und Besitz zu halten und gleichzeitig die Verfügbarkeit und dynamische Erweiterung von IT-Ressourcen aus Public Clouds zu nutzen. Hierzu muss die bestehende Infrastruktur einerseits mit den Private- und Public-Services auf der SaaS-, PaaS- und IaaS-Ebene orchestriert werden.

5 Festlegung der steuerungsrelevanten prozessorientierten Kennzahlen innerhalb der Wertschöpfungskette am Beispiel der Firma Villeroy & Boch

Die Villeroy & Boch AG (V&B), mit ihrem Hauptsitz in Mettlach (Saarland), ist ein Unternehmen, das Keramik produziert und global agiert. Das Unternehmen bündelt seine Geschäftsaktivitäten in den Unternehmensbereichen „Bad und Wellness“ und „Tischkultur“. Ein Schwerpunkt, der sich in der unternehmensspezifischen Wertschöpfungskette und der betrachteten Cloud-Affinität der Prozesse widerspiegelt, ist die Logistik-/ Produktionsausrichtung im Unternehmen. Basierend auf den Besonderheiten der Branche, in der V&B tätig ist, wurde der nachfolgende End-to-End-Prozessrahmen entwickelt.

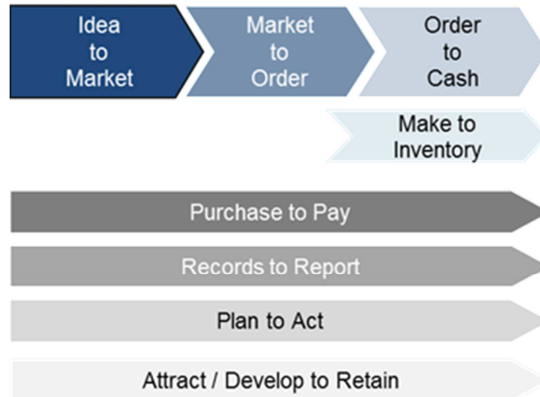


Abbildung 1: V&B End-to-End Prozessrahmen

Um die relevanten Kennzahlen zu identifizieren wurde ein 2-stufiges Vorgehen gewählt:

1. Aufbau eines Kennzahlenrahmens
2. Verbindung des End-to-End-Prozessrahmens mit dem Kennzahlenrahmen und den cloudspezifischen Faktoren

Folgende Darstellung verdeutlicht die Vorgehensweise in Schritt 1. Grundsätzlich ist ein solches Kontextmodell für jeden (wesentlichen) Prozess aufzubauen.

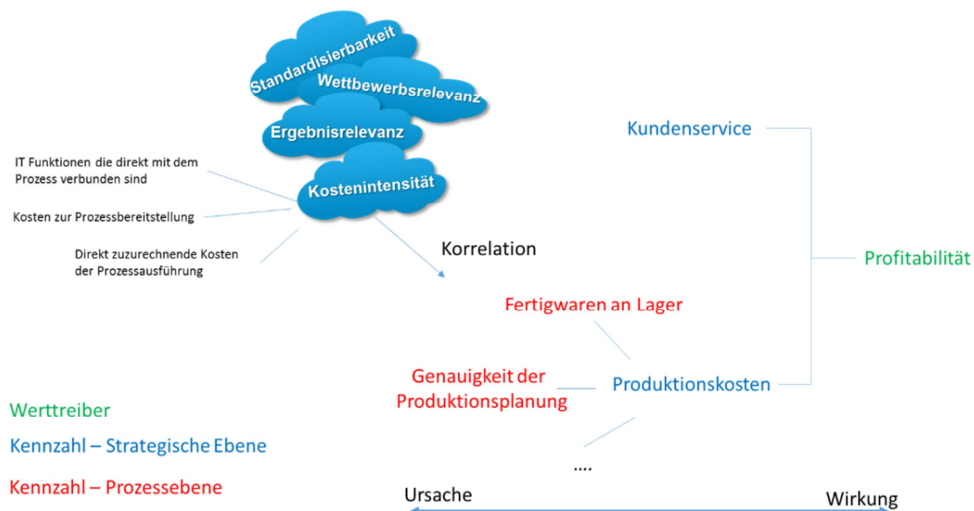


Abbildung 3: Erweiterter Ursache-/Wirkungszusammenhang in Schritt 2 (Beispiel)

Anhand eines typischen End-to-End-Prozesses soll das V&B-Konzept verdeutlicht werden:

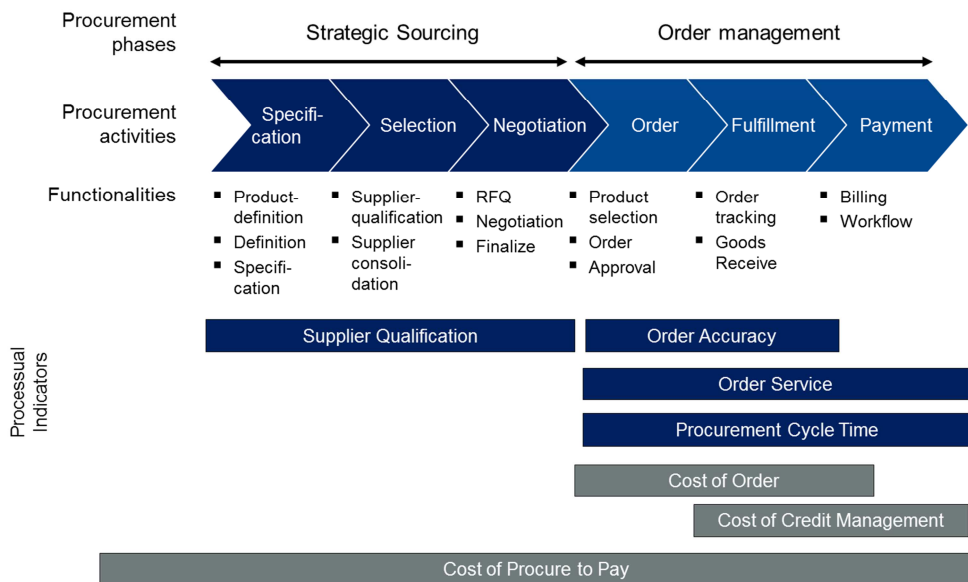


Abbildung 4: Darstellung der konzeptionellen Zusammenhänge anhand des Procure-to-Pay-Prozesses

Bei der Betrachtung der Ergebnisrelevanz erkennt man beispielsweise, dass die Lieferantenleistung unmittelbar von Kennzahlen wie Lieferservice, -qualität und -zuverlässigkeit abhängt. Die Prozesseffizienz wird durch „Fehlerfreie Bestellungen“ erfasst, die einen starken Einfluss auf die Lieferantenbewertung haben. Auf der Kostenseite sind es vor allem die End-to-End-Prozesskosten, die für den gesamten Procure-to-Pay-Prozess erfasst werden. Für die Übertragung des Procure-to-Pay-Prozesses auf weitere Geschäftsprozesse in der Cloud sind allgemeine Faktoren im Cloud-Bereitstellungsmodell zu beachten. Weiterhin

müssen die individuellen Ausprägungen der cloudspezifischen Kennzahlen für die Bewertung des jeweiligen Prozesses berücksichtigt werden. Insbesondere die Datenverfügbarkeit ist hierbei von großer Bedeutung. Mit diesen Informationen lässt sich im Endeffekt der Prozess- und Kennzahlenrahmen innerhalb eines Steuerungsmodells beschreiben, was in der nachfolgenden Tabelle beispielhaft dargestellt wird.

End-to-End Prozess	L1 Prozess	L2 Prozess	Prozess KPI	Bewertung [h/m/l]	Cloud Faktor				Bereitstellungsmodell Public = h Hybrid = m Private = l	Summe
					Standardisierbarkeit	Wettbewerbsrelevanz	Ergebnisrelevanz	Kostenintensität		
					beteiligte Rollen Systeme und Schnittstellen Prozessvarianten					
Procure to Pay	Operativer Einkauf	Anfrage								
		Bestellung	Genauigkeit	H	M	L	L		L	M
			Effizienz							
			Service							
			Kosten							
		Rechnung								

Abbildung 5: Cloud-spezifischer Prozesskennzahlenrahmen

6 Betriebswirtschaftliche Instrumente zur Steuerungsunterstützung im Cloud-Computing

Zielsetzung ist es, nach der Auswahl des geeigneten Prozesskennzahlenrahmens mit Hilfe von adäquaten Methoden und Techniken, Ereignisse (z.B. Störungen) sowie Inputs und Outputs von Prozessschritten in Echtzeit zu analysieren. Als User-Interface können hierfür beispielsweise Dashboards oder Scorecards ausgestaltet und bereitgestellt werden. Es erweist sich als sinnvoll, neben aktuellen Daten auf historische Datenbestände und auf kontextrelevante externe Daten zugreifen zu können. Für ein proaktives Management (beispielsweise durch die Nutzung von „Predictive Analytics“) sollen im Bedarfsfall auf dieser Basis qualitativ hochwertige operative Entscheidungen getroffen werden. Dabei erweist sich das IT-basierte, zeitnahe Handling von Einzelfällen zunehmend als Herausforderung für das operative Geschäftsprozessmanagement [More14, S. 212]. Im Sinne einer Standardisierung lässt sich die Thematik auch mit der Erstellung von Geschäftsregeln kombinieren. Zusammen ergibt sich daraus eine „Real-Time Enterprise“-Vision.

Als Grundpfeiler für die Steuerung von Geschäftsprozessen bietet sich eine Business Intelligence (BI) Cloud-Lösung an, die analytische Funktionalitäten als Dienst per Internetzugang zur Verfügung stellt. Diese verbindet die Cloud-Serviceschichten IaaS, PaaS und SaaS mit zusätzlichen Services „Data as a Service“ (DaaS), „Model as a Service“ (MaaS) und „Visualization as a Service“ (VaaS) zu einem Framework: [SeBe11, S. 37 f.]

- Bei DaaS handelt es sich um eine Weiterentwicklung des ETL-Prozesses aus dem klassischen BI-Umfeld. Die Zielsetzung besteht darin, mithilfe neuer Technologien Daten (i. S. v. „Data Lakes“) schnell, sicher und kosteneffizient zur Verfügung zu stellen.
- Im MaaS-Ansatz fungieren Modelle und Methoden aus der Statistik, dem Data Mining und der Predictive Analytics zusammen mit DaaS als Basis zur operativen Entscheidungsunterstützung. Einsatzmöglichkeiten bestehen beispielsweise innerhalb der Supply-Chain-Analyse (z. B. zur Evaluierung von Lieferketten), der Marktforschung (beispielsweise zur Bewertung von Social-Media-Inhalten) oder der Produktion und Logistik (z. B. durch Berücksichtigung von Wetter-, Umwelt- und Verkehrsfaktoren).
- VaaS subsummiert mit den zuvor genannten Services integrierte Visualisierungsdienste für User Interfaces (typischerweise in Form von webbasierten Apps). Diese werden i. d. R. mit Diensten für die Weiterverwendung in anderen Analyse-Frontends gekoppelt.

Innerhalb dieses Themengebiets („BI in Processes“) ist der Schwerpunkt auf „Operational BI“ (OpBI) zur Überwachung, Steuerung und Verbesserung des Prozessgeschehens zu legen: Anstelle der für traditionelle BI-Systeme typischen zyklischen, zeitgesteuerten Informationsverarbeitung tritt ein ereignisgesteuerter, kontinuierlicher Datenfluss. Es ist weiter gefasst als „Process-Centric BI“ (PCBI), das sich lediglich auf die Prozessausführung fokussiert. Das „Business Activity Monitoring“ (BAM) lässt sich in diesem Kontext ebenso wie das PCBI als Teilgebiet von OpBI definieren: Ziel ist es hierbei, kritische Abweichungen und Störungen des Geschäftsprozesses zu erkennen und die Prozessbeteiligten auf Echtzeitbasis zu benachrichtigen.

7 Fazit: Integration von Prozessen und steuerungsrelevanten Kennzahlen in eine Cloud

Ein typisches Erstimplementierungs-Szenario zur geschäftsprozess-basierten Cloud-Nutzung ergibt sich im Unternehmen durch die Realisierung einer Hybrid Cloud. Diese ist grundsätzlich für den Einsatz bislang nicht verfügbarer Features bei der Prozessbearbeitung geeignet. Zielsetzung muss dabei eine echtzeitnahe, durchgängige Verfügbarkeit aller relevanten internen und externen sowie aktuellen und historischen Daten sein. Ferner ist bei der Verknüpfung und Verdichtung entsprechender Daten für hinreichende Transparenz und Flexibilität im Hinblick auf zukünftige Veränderungen zu sorgen: Eine reibungslose Integration bedarf standardisierter Schnittstellen und einer Modularisierung sowohl auf Seiten des IT- als auch des Cloud-Providers. Schließlich erweist sich ein leicht handhabbares und intuitiv verständliches User Interface als zentraler Faktor für die Akzeptanz seitens der Verantwortlichen: Für die Ausgestaltung entsprechender Lösungen sind Erkenntnisse und Paradigmen aus dem Information-Design anzuwenden [Mose12, S. 172], [Few06, S. 162 ff].

Für die Umsetzung bietet sich eine Orientierung an bzw. Entscheidung für eine cloudbasierte BI-Lösung an. Der zugehörige Markt befindet sich zurzeit in einer starken Wachstumsphase [FSHB15, S. 1752].

Literaturverzeichnis

- [AtzS11]: Atzert S., Strategisches Prozesscontrolling, Diss., Wiesbaden, 2011
- [BinB03]: Binder B.C.K., Prozessorientiertes Performance Measurement in der Telekommunikationsbranche, Diss., Wiesbaden, 2003
- [Bitk15]: Bitkom, Eckpunkte für sicheres Cloud Computing – Leitfaden für die Auswahl vertrauenswürdiger Cloud Service Provider, 2013, http://www.bitkom.org/files/documents/BITKOM_Cloud_Monitor_2015_21.04.15.pdf, abgerufen am 17.04.2016
- [BSPB07]: Byrne S., Pierce B., Towards a more comprehensive understanding of the roles of management accountants. In: European Accounting Review, H3/2007, 16. Jg., S. 469 – 498
- [BMW16]: <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/Technologie-und-Innovation/aktionsprogramm-cloud-computing,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>, abgerufen am 03.05.2016
- [CasM07]: Cassel M., ISO 9001, Qualitätsmanagement prozessorientiert umsetzen, München, 2007
- [Few06]: Few, S.: Information Dashboard Design. The Effective Visual Communication of Data, Peking u. a., 2006
- [FHRS11]: Frösche H.-P., Reinheimer S., Cloud Computing & SaaS, Heidelberg, 2011
- [FSHB15]: Schirm, N.; Frank, T.; Henkel, M.; Bensberg, F.: Erfolgsfaktoren cloudbasierter Business Intelligence Lösungen. In: Thomas O., Teuteberg, F. (Hrsg.): Proceedings der 12. internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik (WI 2015), Osnabrück, S. 1741 - 1755
- [GBRT15]: Gärtner B., Rockenschau T., Cloud Computing und Controlling – Chancen und Risiken. In: Controlling, H12/2015, 27. Jg., S. 709 - 714
- [Gart15]: Gartner.com, Magic Quadrant for Cloud Infrastructure as a Service Worldwide, <http://www.gartner.com/technology/reprints.do?id=1-2G2O5FC&ct=150519&st=sb>, abgerufen am: 05.04.2016.
- [GoeU07]: Götze U., ZP-Stichwort: Prozesscontrolling, Arbeitspapier Zeitschrift für Planung & Unternehmenssteuerung, Berlin u.a., 2007
- [GroC13]: Groß C., Was passiert mit den Daten nach der „Scheidung“ von der Cloud-basierten Softwarelösung? In: Controller Magazin, 38. Jg, H4/2013, S. 50 - 51
- [HoeT11]: Höllwarth T., Cloud Migration, Heidelberg u. a., 2011
- [HPMR02]: Horváth P., Mayer R., X-Engineering: Neue Potentiale der Prozess Performance erschließen. In: Information Management & Consulting, H Oct/2002, S. 44 - 48
- [HPMR11]: Horváth P., Mayer R., Was ist aus der Prozesskostenrechnung geworden? In: ZfCM Controlling & Management, Sonderheft 2/2011, Jg. 55, S. 5 – 10
- [HorP98]: Horváth & Partner, Prozesskostenmanagement, 2. Aufl., München, 1998
- [JunR06]: Jung R., Architekturen zur Datenintegration: Gestaltungsempfehlungen auf der Basis fachkonzeptueller Anforderungen, Habil., Wiesbaden, 2006
- [MeiM10]: Meir-Huber M., Cloud Computing, Frankfurt a.M., 2010

- [More14]: Morelli F., Potenziale der „SAP Business Suite powered by SAP HANA“ zur Verbesserung operativer Geschäftsprozesse. In: AKWI 2014: Prozesse, Technologie, Anwendungen, Systeme und Management, Tagungsband zur wissenschaftlichen Fachtagung am 08.09.2014, 2014. S. 211 - 223
- [Mose12]: Moser C., User Experience Design. Heidelberg, Berlin, 2012
- [OTRU16]: Ochs T., Riemann, U.: Big Data and Knowledge Management, proceeding of International Conference on Internet of Things and Big Data, Rome, 2016, pp 315 - 324
- [PauS13]: Paulus S., Cloud Services für Unternehmensanwendungen, Die richtige Auswahl macht's!, In: Tagungsband, ignite Deutschland, 2013, S. 1 - 2
- [PorM98]: Porter M., The Competitive Advantage of Nations, New York 1998
- [RUa15]: Riemann, U., Analysis of Cloud Services on Business Processes in the Digitalization of the Consumer Product Industry. In: Delivery and adoption of Cloud Computing Services in Contemporary Organizations, Chapter 6 / 2015, pp 129-165
- [RUb15]: Riemann, U.: Benefits & Challenges for BPM in the Cloud, in: International Journal of Organizational and Collective Intelligence, 5(2), April – June 2015, S 32 - 61
- [RTKM11]: Reichmann T., Kißler M., Controlling mit Kennzahlen, München, 2011
- [RopJ13]: Ropers J., Operative Prozesse mit Kennzahlen zielorientiert steuern, in: Controller Magazin H Jan/Feb/2013, 38. Jg., S. 4 - 13
- [SeiG14]: Seicht G., Jahrbuch für Controlling und Rechnungswesen, Wien, 2014
- [SeBe11]: Seufert, A., Bernhardt, N., Business Intelligence und Cloud Computing. In: Fröschle H.-P., Reinheimer S. (Hrsg.): Cloud-Computing und SaaS, HMD Heft 275, 2011, S. 34-41
- [TKVC10]: Terplan K., Voigt C., Cloud Computing, Heidelberg u.a., 2011
- [WJSE12]: Weber J., Strauß E., Spittler S. Controlling & IT: Wie Trends und Herausforderungen der IT die Controllingfunktion verändern, in: ZfCM Controlling & Management, H2/2012, Jg. 56, S. 105 - 109

Kontakt

Prof. Dr. Bettina C.K. Binder, Prof. Dr. Frank Morelli
 HS Pforzheim
 Tiefenbronnerstr. 66, 75175 Pforzheim
 T +49 7231 28-6682, bettina.binder@hs-pforzheim.de
 T +49 7231 28-6697, frank.morelli@hs-pforzheim.de

Thomas Ochs
 CIO
 Villeroy & Boch
 P.O.-Box 11 20, 66688 Mettlach

Ute Riemann
 Business Transformation Principal Consultant
 SAP Deutschland SE & Co. KG
 Hasso Plattner Ring 7, 69190 Walldorf

Petri-Netz-Simulationen zur Theory of Constraints

Carlo Simon, Thorsten Behnert

Zusammenfassung

E. M. Goldratt hat in seiner Theory of Constraints (ToC) der Kostenkontrolle in Unternehmen als alternativen Optimierungsansatz die Durchsatzkontrolle gegenübergestellt. Anwendungen finden seine Methoden sowohl im Bereich der Produktion, wo er sich auf die Auslastung des restriktivsten Engpasses (des Constraints) konzentriert, aber auch im Bereich Projektmanagement, wo er mit der Critical-Chain-Methode Projektzeiten signifikant und nachweisbar kürzen konnte. Da die Anwendung der ToC für Unternehmen oftmals ein radikales Umdenken bedeutet, wäre eine Vorabvalidierung entsprechender Maßnahmen durch Simulation nützlich und wird (ohne Angabe konkreter Verfahren) auch von Goldratt selbst in seinen Büchern empfohlen.

Entlang der Forschungsmethode Design Science in „Information Systems Research“ wird in dem Paper eine auf Petri-Netzen basierende Simulationsumgebung zur Theory of Constraints spezifiziert und ein entsprechender Prototyp vorgestellt. Hierzu werden Prädikat-Transitions-Netze (PrT-Netze) eingesetzt. Stellen und Transitionen können ferner mit Datenbanktabellen gekoppelt werden, um auf reale Datenbestände zuzugreifen. Die Visualisierung der Petri-Netze sowie der Simulationsläufe erfolgt als Web-Applikation unter Verwendung von Scalable Vector Graphics (SVG) und Javascript. Die Anwendbarkeit der Simulation wird anhand von Beispielen demonstriert.

1 Motivation und Zielsetzung

In der Wirtschaftsinformatik kennt man eine Reihe von Methoden zur Optimierung betrieblicher Abläufe. Diese zielen außer auf Effektivität und Effizienz insbesondere auch auf Maßnahmen zur Kostensenkung. [GoCo2010] hat mit der Theory of Constraints (ToC) solchen Ansätzen zur Kostenoptimierung klar Methoden zur Durchsatzoptimierung gegenüber gestellt. Nach der von ihm entwickelten Methode geht es darum, den am meisten limitierenden Engpass in betrieblichen Abläufen zu identifizieren, diesen voll auszulasten, alles andere dieser Auslastungsentscheidung unterzuordnen und den Engpass, wenn möglich, dann zu beheben, um anschließend den nächsten, sich hierdurch ergebenden Engpass zu identifizieren und mit diesem ebenso zu verfahren [Go2002, S. 99ff].

Mit der Digitalisierung von Produktionsprozessen, die derzeit unter dem Begriff Industrie 4.0 diskutiert wird, gewinnt die ToC auch für die Wirtschaftsinformatik an Relevanz. Denn wenn Produktionsdaten durch Internettechnologien in Echtzeit erfasst und verarbeitet werden können, lassen sich die jeweils aktuellen Engpässe identifizieren und ggf. umgehen. Dies verlangt aber die Fähigkeit, komplexe Prozesse in der Produktion modellieren und simulieren zu können, um diese Modelle anschließend als Grundlage einer Produktionssteuerung zu verwenden.

Als Modellierungssprache für eine derart komplexe Aufgabenstellung eignen sich Petri-Netze, aus den folgenden Gründen:

- In Produktionsprozessen werden zahlreiche Entscheidungen dezentral getroffen. Das Lokalitätsprinzip der Transitionen in Petri-Netzen, deren Schaltverhalten nur von der Markierung ihrer adjazenten Stellen abhängt, entspricht diesem Prinzip.
- Die Markierung von Stellen kann im Sinne von Zuständen und Ressourcen interpretiert werden, wodurch sich in Petri-Netzen gleichermaßen ein Produktfluss als auch ein Informationsfluss darstellen lässt.
- Durch unterschiedlich komplexe Marken, angefangen von einfachen, schwarzen Token bis hin zu komplexen Datenobjekten, eignen sich Petri-Netze dazu, sowohl abstrakte strukturelle Probleme zu beschreiben, bis hin zu einer präzisen Darstellung von Produktionsabläufen mit allen ihren Details.

Voraussetzung dafür, dass Petri-Netze in diesem Sinne genutzt werden können, ist neben dem Verständnis der Petri-Netz-Theorie eine geeignete Simulationsumgebung. Solche Werkzeuge, die in der Vergangenheit hauptsächlich im Hochschulkontext entwickelt wurden, gibt es derzeit aber nicht (mehr).

Ziel dieses Beitrags ist es, eine prototypische Simulationsumgebung für Petri-Netze vorzustellen, in der zeitgemäße Probleme etwa aus dem Bereich der ToC modelliert, visualisiert und simuliert werden können. Die Entwicklung erfolgt dabei entlang des gestaltungsorientierten Design-Science-Research-Ansatzes [Hev+2004]. Die Verwendung eines solchen Simulators wird dann anhand eines einfachen Produktionsprozesses demonstriert, der im Verlauf des Papers schrittweise differenzierter und damit komplexer wird. Das Fazit gibt einen Ausblick auf ein geplantes Forschungsvorhaben.

2 Forschungsmethode

Nach [Hev+2004] gibt es sieben Guidelines bezüglich des Design Science Research. Im Folgenden werden diese kurz genannt und es wird gezeigt, wie diese im Rahmen des Vorhabens umgesetzt wurden:

- Der Design-Science-Research-Prozess muss ein realisierbares Artefakt in Form eines Konstrukts, eines Modells, einer Methode oder einer Umschreibung erzeugen (*Design as an Artifact*): Das Artefakt in diesem Vorhaben ist eine prototypisch implementierte Simulationsumgebung.
- Das Ziel der Design Science Research muss die Entwicklung einer auf Technik und/oder Methodik basierenden Lösung eines bedeutenden und einschlägigen Businessproblems sein (*Problem Relevance*): Es gibt einen fortwährenden Bedarf an Werkzeugen zur Simulation von Produktionsprozessen. Mit der vorgestellten Simulationsumgebung wird ein generischer, auf Petri-Netzen basierender Lösungsansatz vorgestellt.
- Die Nutzbarkeit, Qualität und Wirksamkeit eines Designartefakts muss über Evaluationsmethoden nachweisbar sein (*Design Evaluation*): Im derzeitigen Stadium der Prototypentwicklung erfolgt dieser Nachweis bislang nur durch Diskussion von theoretischen Fallbeispielen, soll aber künftig durch die Simulation realer Produktionsprobleme demonstriert werden.
- Design Science Research muss einen nachprüfbaren und wohlstrukturierten Beitrag in den Teilbereichen Design-Artifact, Design-Foundations sowie Design-Methodologies liefern (*Research Contributions*): Diese Forderung wird durch die theoretische Fundierung der Simulationsumgebung auf die Petri-Netz-Theorie erfüllt.

- Das Ergebnis des Design Science Research ist stark von der Anwendung genauer und präziser Methoden zur Erstellung und Bewertung eines Designartefakts abhängig (*Research Rigor*): Die im derzeitigen Stadium betrachtete funktionale Dimension der Simulationsumgebung wird in künftigen Arbeiten um nicht funktionale Fragen der Bedienbarkeit erweitert.
- Die Suche nach einem wirksamen Artefakt erfordert die Verwendung verfügbarer Mittel, um das angestrebte Ziel unter der Einhaltung festgelegter Richtlinien innerhalb des betrachteten Problemumfelds zu erreichen (*Design as a Search Process*): Der dem Vorhaben zugrunde liegende Forschungsansatz sieht die Entwicklung einer Reihe von Prototypen voraus, durch die das komplexe Feld der Simulation von Produktionsprozessen iterativ erarbeitet werden soll.
- Design Science Research und auch die daraus hervorgehenden Ergebnisse müssen sowohl technikorientierten Mitarbeitern als auch dem Management offengelegt und präsentiert werden (*Communication of Research*): Auch diese Forderung des Design-Science-Research-Ansatzes ist hier erfüllt, da die vorgestellte Simulationsumgebung aufgrund differenzierter Abstraktionsebenen für unterschiedliche Anwendergruppen zugänglich und anwendbar ist.

3 Produktionsprozesse mit einfachen Petri-Netzen simulieren

Produktionsprozesse in der Fertigungsindustrie verlaufen vom Wareneingang über einzelne Arbeitsstationen bis hin zum Warenausgang. Im Unterschied zur Fließbandfertigung hat dabei jede einzelne Arbeitsstation selbst ein vor- und ein nachgelagertes Lager, die als Arbeitspuffer dienen. Hierbei kann das einer Arbeitsstation nachgelagerte lokale Lager auch als vorgeschaltetes Lager der folgenden Arbeitsstation dienen. Die Arbeitsstationen arbeiten unabhängig voneinander, wobei es aber sinnvoll ist, sich diese als einem globalen Takt folgend vorzustellen.

Abbildung 1 zeigt einen einfachen Produktionsprozess, bei dem Rohmaterial durch Freigabe chargenweise aus dem Wareneingang entnommen wird, um zwei nebenläufige Produktionsstränge zu starten: In einem chemischen Produktionsprozess wird das Produkt in zwei Stufen produziert, wobei eine Qualitätskontrolle evtl. zum Aussortieren von Fehlchargen nach der Vorproduktion führt, und in einem zweiten Produktionsstrang werden Behälter vorbereitet, um das Endprodukt in diesen abzufüllen. Nach Abschluss der Produktion und der Vorbereitung des Behälters kann das Produkt abgefüllt und in den Warenausgang eingestellt werden.

An diesem Fallbeispiel lassen sich nun eine Reihe von Szenarien durchspielen und mit diesen die folgenden Fragen beantworten:

- Wie füllen und leeren sich die Zwischenlager im Produktionsprozess, wenn die Bearbeitungsdauer der jeweiligen Prozessschritte variiert? Hier lässt sich bereits ein Engpass beobachten, wenn etwa der Schritt *Produktion* doppelt so lange dauert wie die anderen Prozessschritte. In diesem Fall kommt es (vorausgesetzt, es müssen keine Chargen aussortiert werden) zu einem Rückstau vor den Produktionsschritten *Produktion* und *Abfüllen*. Der Schritt *Produktion* stellt dann einen Engpass dar.
- Entstehen überflüssige Zwischenprodukte? Da es in dem beschriebenen Prozess keine Rückkopplung gibt, welche Chargen aussortiert wurden, kann es zu einer Überproduktion bei der Vorbereitung von Behältern kommen.

- Wie verhält sich der Prozess, wenn die Qualitätskontrolle an das Prozessende verlagert wird? In diesem Fall kann es zwar keinen Überschuss an vorbereiteten Behältern geben. Da aber Behälter auch mit fehlerhafter Ware befüllt werden können, müssen diese anschließend abgeschrieben werden, was unökonomisch ist.
- Wie verhält sich das System, wenn die Chargengrößen variieren? Da dies abhängig von der Charge zu weiteren Unregelmäßigkeiten im Produktionsverlauf führen wird, ist mit dem Auftreten weiterer Engpässe zu rechnen.
- Was passiert, wenn man Aufträge mit höherer Priorität an anderen vorbei, vor diesen fertig stellen möchte? Dies kann dazu führen, dass der Produktionsprozess partiell unterbrochen werden muss, damit alle Arbeitsstationen einsatzbereit sind, sobald sie ein hoch priorisierter Auftrag erreicht. Dies kann dann aber wiederum dazu führen, dass eingeplante Fertigstellungstermine für andere Aufträge nicht mehr eingehalten werden können.

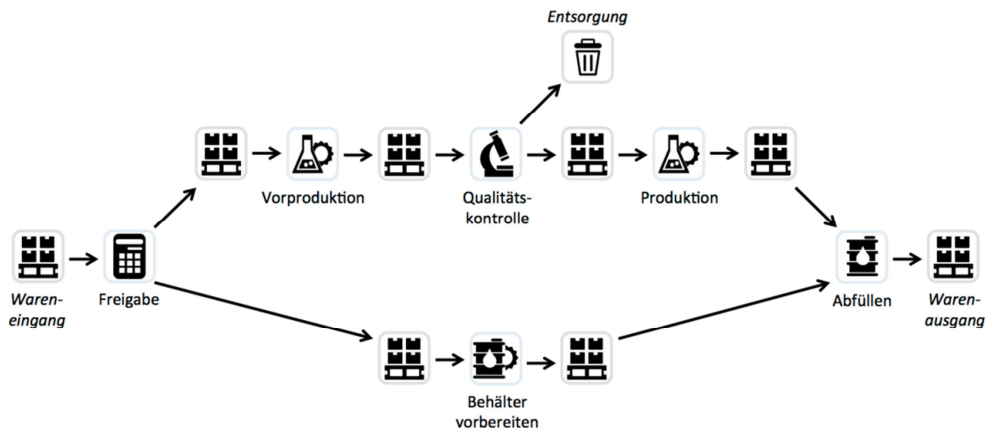


Abbildung 1: Einfacher, nebenläufiger Produktionsprozess; die Qualitätskontrolle kann dazu führen, dass Teile der Charge aussortiert werden

Die beschriebenen Szenarien und Fragestellungen sind vielfältig und zeigen den Bedarf auf, solche Variationen im Produktionsverlauf mit Hilfe von Simulation analysieren zu können. Grundlage hierfür sollen im Folgenden Petri-Netz-Modelle sein.

Die Modellierung eines solchen Prozesses erfolgt sinnvollerweise schrittweise und beginnt mit einem Modell einer einzelnen Arbeitsstation. Ohne Zuhilfenahme höherer Petri-Netz-Konzepte wie Token mit individuellen Marken oder einem Zeitkonzept zeigt Abbildung 2 ein mögliches Modell für eine solche Arbeitsstation:

- Die äußeren Stellen links und rechts repräsentieren das vor- bzw. das nachgeschaltete Lager der Arbeitsstation.
- Die obere Folge von Transitionen und Stellen (hell hinterlegt) repräsentiert, welche Zustände ein Auftrag in einer Arbeitsstation durchläuft. Dies sind das Entnehmen von Rohmaterial oder Zwischenprodukten aus dem vorgeschalteten Lager, der eigentliche Produktionsprozess sowie das Ablegen des erzeugten Produkts bzw. Zwischenprodukts in dem nachgeschalteten Lager.
- Das untere Teilnetz dient als Semaphor, durch das verhindert wird, dass eine Arbeitsstation in mehr als einem Arbeitszustand sein kann. Darüber hinaus kann hierdurch modelliert werden, wie viele Zeiteinheiten die Entnahme der Zwischenprodukte aus dem vorgeschalteten Lager in Anspruch nimmt, wie viel die eigentliche Produktion und

wie viel das Ablegen des produzierten Produkts bzw. Zwischenprodukts. Bei dem Netz in Abbildung 2 dauern die Zugriffe auf das Lager jeweils einen Zeittakt und die Produktion zwei Takte.

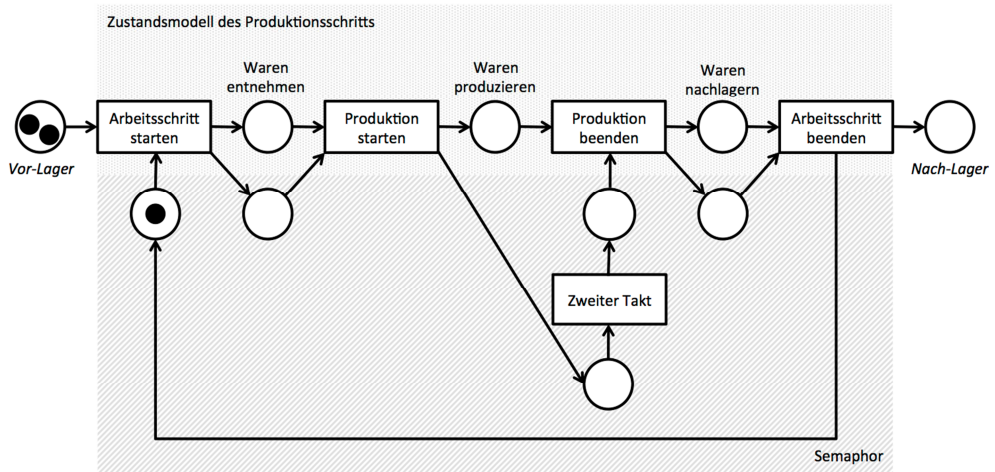


Abbildung 2: Modell einer Arbeitsstation mit vor- und nachgeschaltetem Lager

Verfolgt man, wie gezeigt, einen generischen Ansatz, bei dem das Zustandsmodell des Prozessschritts und der Semaphorbereich voneinander getrennt entwickelt werden, so ergeben sich Redundanzen, etwa in Form von Stellen mit identischem Vor- und Nachbereich. In diesen Fällen entspricht der Zustand des Semaphors dem Prozessschritt, weswegen die impliziten Semaphorstellen ohne Auswirkungen auf das Schaltverhalten entfernt werden dürfen. Abbildung 3 zeigt das vereinfachte Modell.

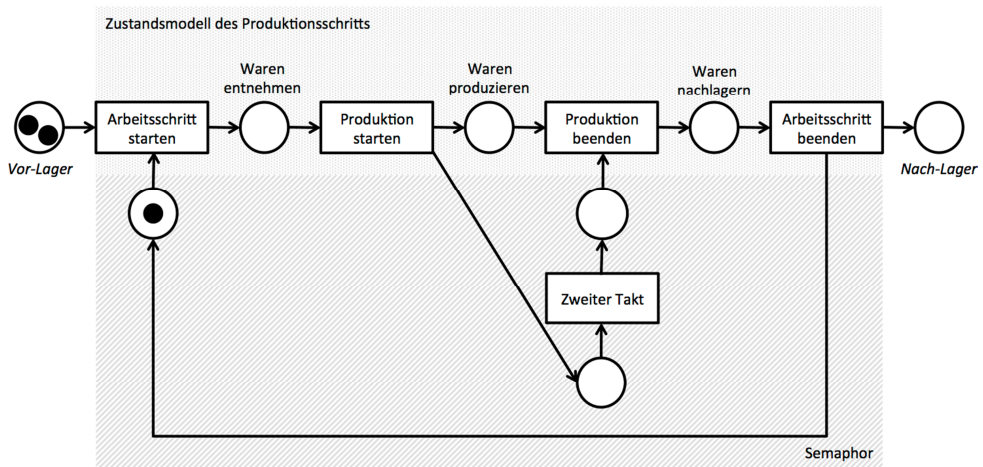


Abbildung 3: Vereinfachtes Modell einer Arbeitsstation mit vor- und nachgeschaltetem Lager

Das Gesamtmodell setzt sich aus den Modellen der einzelnen Arbeitsstationen zusammen, die über die Stellen, welche die Lager repräsentieren, miteinander verbunden werden. Exemplarisch soll dies an dem in Abbildung 4 gezeigten Ausschnitt demonstriert werden.

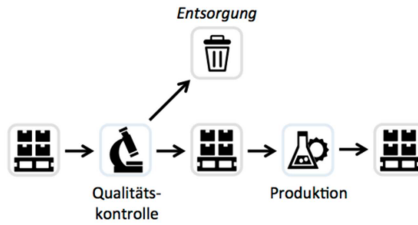


Abbildung 4: Ausschnitt aus dem Gesamtprozess, um die Komposition der Arbeitsstationen zu demonstrieren

Das zugehörige Netzmodell zeigt Abbildung 5. Da sie ohnehin nicht mehr lesbar wäre, wurde auf eine Beschriftung der einzelnen Transitionen verzichtet. Diese kann analog zum Modell in Abbildung 3 gedacht werden. Die Abgrenzung der beiden Arbeitsstationen voneinander erfolgt über die Stellen, die die Lager repräsentieren.

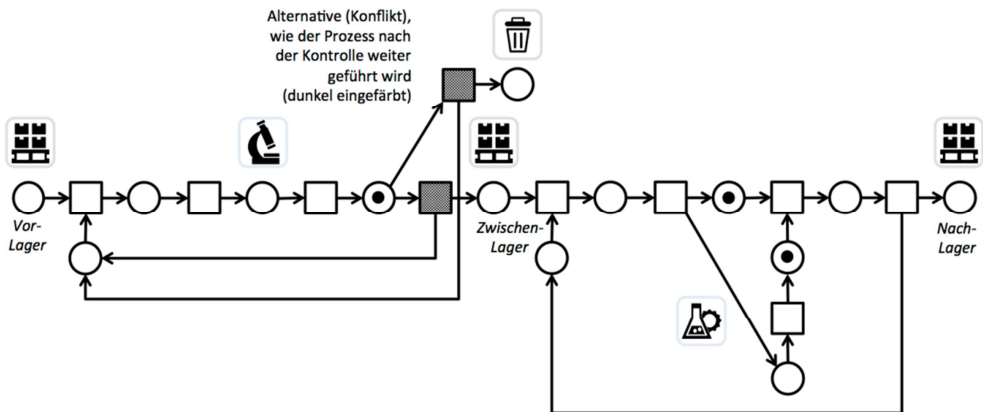


Abbildung 5: Vereinfachtes Petri-Netz-Modell zum Teilprozess aus Abbildung 4

Eine Simulation des Netzes erfolgt nun durch paralleles Schalten aller zu einem Zeitpunkt aktivierten Transitionen, da die einzelnen Arbeitsstationen eines Produktionsprozesses auch nebenläufig zueinander arbeiten. Im gezeigten Beispiel steht in der rechten Arbeitsstation (*Produktion*) eine Charge kurz vor ihrem Abschluss. In der linken Arbeitsstation ist die Qualitätskontrolle abgeschlossen und das produzierte Gut wird nun entweder in das Zwischenlager transferiert oder entsorgt. Eine solche Alternative im Kontrollfluss nennt man in Petri-Netzen Konflikt. Ohne höhere Petri-Netz-Konzepte müssen solche Konflikte manuell, d.h. vom Benutzer während der Simulation gelöst werden. Diese Beobachtung soll zum Anlass genommen werden, die Limitierungen dieses Ansatzes zu betrachten:

Da die Token nicht individuell unterscheidbar sind, können sie auch nicht einzelnen Aufträgen zugeordnet werden. Dies ist aber nötig, um die individuellen Durchlaufzeiten der Aufträge simulativ erfassen zu können. Folglich ist es ferner unmöglich, den Durchlauf von Produktionsprozessen zu unterschiedlich priorisierten Aufträgen zu simulieren. Diese sind aber oft der Grund, dass es in diesen Durchläufen zu weiteren Engpässen kommt. Konsequenterweise wird der Simulator im folgenden Abschnitt um die Fähigkeit erweitert, Prädikat/Transitionsnetze (PrT-Netze) nach [GeLa1981] zu simulieren.

4 Produktionsprozess mit individuellen Marken

In der Petri-Netz-Theorie haben sich schon früh unterschiedliche Ansätze herausgebildet, die Aussagekraft von Modellen durch individuelle, unterscheidbare Marken zu erhöhen. [Baum96] nennt in Kapitel 7 neben Produktnetzen, Coloured Nets oder Numerical-Petri-Nets, insbesondere Prädikat/Transitionsnetze (PrT-Netze) nach [GeLa1981]. Bei diesen werden die Stellen als Prädikate im Sinne der Prädikatenlogik interpretiert, d.h. auf den Stellen liegen die Terme, die das Prädikat erfüllen. In diesem Sinne ist ein Prädikat vergleichbar mit einer Tabelle in der relationalen Algebra. In die Transitionen werden dann Formeln der Prädikatenlogik geschrieben, sodass eine Transition für die Tupel auf den adjazenten Stellen aktiviert ist und schalten kann, welche die Transitionsinschrift erfüllen. Als Beispiel für die Anwendung dieses Konzepts soll die Qualitätskontrolle, wie in Abbildung 6 gezeigt, betrachtet werden.

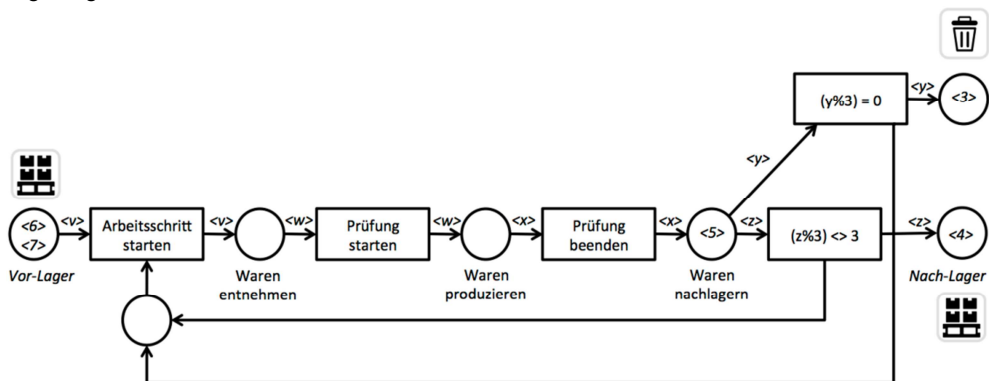


Abbildung 6: Vereinfachtes Petri-Netz-Modell der Prüfung mit Token, die als Information die Chargennummern enthalten

Die Stellen, außer der verbleibenden Semaphor-Stelle, sind nun mit Tupeln markiert, die die Nummer der jeweiligen Charge tragen – zur Vereinfachung kann man sich diese als natürliche Zahl vorstellen. In der beschriebenen Situation liegen die Chargen 6 und 7 im Vor-Lager, bei Charge 5 ist die Prüfung gerade abgeschlossen, Charge 3 wurde entsorgt und Charge 4 ist im Nach-Lager. Der in Abbildung 5 gezeigte Konflikt zwischen den beiden rechten Transitionen ist im Modell aus Abbildung 6 gelöst. Durch die Transitionsinschriften ist die obere der beiden Transitionen nämlich nur aktiviert, wenn das Token auf der Stelle *Waren nachlagern* mit einer durch 3 teilbaren Charge markiert ist, die untere Transition sonst. Damit kann in der aktuellen Situation nur die rechte untere Transition schalten.

Eine mögliche Erweiterung dieses Modells ist, dass die Chargen zusätzlich zu ihrer Nummer auch noch eine Kennzahl tragen, die deren Priorität widerspiegelt. In diesem Fall würde die Transition *Arbeitsschritt starten* immer für die Charge mit der höchsten Priorität aktiviert.

Da die Stellen in einem Pr/T-Netz, wie Tabellen in einer relationalen Datenbank, mit beliebig strukturierten Tupeln markiert sein können, lassen sie sich auch mit Datenbanktabellen verbinden. So kann der Simulator den aktuellen Zustand einer Produktionsanlage importieren und von diesem aus mögliche Folgezustände simulieren.

5 Architektur des Simulators

Die in diesem Paper vorgestellte Simulationsumgebung wurde im Rahmen einer Masterthesis prototypisch als Web-App implementiert und folgt dabei dem Model-View-Controller-Pattern [Behn2016]:

- Das Model ist in einer Javascript-Datenstruktur implementiert, die die Petri-Netz-Struktur und die Attributstruktur abbildet. So können auch komplexe Datentypen definiert und den Stellen zugewiesen werden. Die Initialisierung des Modells erfolgt derzeit über JSON-Dateien und kann um eine Datenbank-Schnittstelle erweitert werden.
- Das View ist als Kombination aus HTML 5, SVG und CSS realisiert und in allen gängigen Browsern ausführbar. Mit Blick auf schnelle Ergebnisse bei der Simulation von Petri-Netzen wurde zunächst bewusst auf die Implementierung eines aufwändigen, graphischen Editors verzichtet. Vielmehr werden die Netze derzeit als JSON-Skript editiert und zu Beginn eines Simulationslaufs in den Simulator geladen.
- Auch der Controller ist in Javascript implementiert und reagiert auf Events, die im SVG-DOM ausgelöst werden. Während eines Simulationslaufs wird das anfangs gezeichnete Netz nicht mehr modifiziert, sondern mittels CSS verändert. Die Markierung wird bei Bedarf neu gezeichnet.

Der Simulator ist generisch und unterstützt mehrere Petri-Netz-Klassen. Aktuell sind einfache Petri-Netze, höhere Petri-Netze (bei denen die Token natürliche Zahlen repräsentieren) und PrT-Netze umgesetzt. Die entsprechende Variante wird automatisch beim Laden des JSON-Skripts gewählt.

Für die Simulation bestimmen derzeit die Anwender die Taktung. Für jeden Schaltvorgang durchläuft das Programm iterativ die folgenden Unterprogramme. Zuerst wird anhand der aktuellen Belegung der Zustand der Transitionen berechnet. Dabei werden die in den Transitionen formulierten Transitionsbedingungen anhand der Vor- und Nachbereiche geprüft; aktivierte Transitionen werden entsprechend farblich kenntlich gemacht. Nun können entweder einzelne Transitionen geschaltet werden oder alle aktivierten Transitionen schalten in einem Schritt.

Im Fall von Konflikten, die nicht über das Modell gelöst werden, können die Benutzer eingreifen. Als Option enthält der Simulator aber Solver-Komponenten, welche aufgrund einer vorgegebenen Logik Konflikte autonom auflösen. Noch sind die Solver-Komponenten sehr restriktiv und zentral für das gesamte Petri-Netz implementiert.

6 Fazit und Ausblick

Die vorgestellten Ergebnisse mit Blick auf die Petri-Netze mögen auf den ersten Blick theoretisch und fundamental erscheinen. Tatsächlich waren sie es einmal vor zwei Jahrzehnten. Angesichts der aktuellen Diskussion über das Thema Industrie 4.0 sind sie aber wieder hochaktuell.

Ob und in welchem Ausmaß das Internet der Dinge und eine Digitalisierung von Prozessen in der Produktion zu Effizienzsteigerungen führt, ist derzeit noch nicht belegt. Zwar gibt es keinen Zweifel, dass die Digitalisierung schon in anderen Bereichen zu disruptivem Wandel geführt hat. Doch die Auswirkungen auf konkrete Produktions- und Geschäftsprozesse ist schwer zu zeigen.

Der hier vorgestellte Modellierungsansatz inkl. prototypischer Implementierung einer Simulationsumgebung zeigt, dass die theoretischen Grundlagen ausformuliert sind, um Prozessmodelle zu entwickeln, in denen komplexe Produktionsprozesse inkl. Warenfluss und Informationsfluss simulativ untersucht werden können. Der gewählte PrT-Netz-Ansatz ist dabei generisch und soll in naher Zukunft in den folgenden Bereichen weiterentwickelt werden:

1. Erweiterungen mit Blick auf die Petri-Netze und das Tool selbst
 - Das derzeit vorgestellte Modellierungskonzept unterstützt noch nicht (explizit) ein Zeitkonzept. Da das von [LaSi1999] vorgestellte Konzept der Zeitstempel-Netze eine konsequente Weiterentwicklung der PrT-Netze ist, ist eine entsprechende Implementierung leicht möglich.
 - Das Editieren der Netze mit Hilfe einer JSON-Datei ist für einen Prototypen zwar akzeptabel, mit Blick auf eine Anwendung in realen Szenarien aber nicht. Ein nächster wichtiger Schritt wird daher die Entwicklung einer Sprache zur Spezifikation von Petri-Netz-Modellen darstellen.
 - Teil dieser Sprache muss es sein, die Stellen leicht mit Tabellen einer Datenbank zu verbinden, um somit einfach auf reale Produktionsdaten zurückgreifen zu können.
2. Beispielhafte Anwendungen im betrieblichen Kontext
 - Im Rahmen von Kooperationen und studentischen Projekten wird die Entwicklung von Anwendungsszenarien von zentraler Bedeutung sein, um mit Hilfe dieser Umgebung die Effekte der ToC demonstrieren zu können und zugleich neue Anforderungen an eine solche Simulationsumgebung aufnehmen zu können.
 - Damit ergibt sich dann aber auch ein gesteigerter Bedarf an Werkzeugen, mit denen die Simulationsläufe statistisch ausgewertet werden können. Insbesondere soll es hierbei möglich sein, Effizienzsteigerungen durch Umgestaltung des Prozesses oder einen verbesserten Informationsfluss im Prozess konkret vorhersagen zu können.

Zusammenfassend ist das Ziel der weiteren Forschungsarbeiten damit die Entwicklung einer Simulationsumgebung mit Produktcharakter. Die Autoren planen, auch künftige Ergebnisse im Kontext der AKWI zu präsentieren.

Literaturverzeichnis

- [Baum1996] Baumgarten, B.: Petri-Netze. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 1996.
- [Behn2016] Behnert, T.: Simulator für höhere Petri-Netze. Master-Thesis, Provdavis School of Management and Technology, 2016.
- [GeLa1981] Genrich, H.J.; Lautenbach, K.: System Modelling with High-Level Petri Nets. Theoretical Computer Science, 13, 1981.
- [GoCo2010] Goldratt, E. M.; Cox, J.: Das Ziel: Ein Roman über Prozessoptimierung. 5. Auflage, Campus Verlag, Frankfurt, 2010.
- [Go2002] Goldratt, E. M.: Die kritische Kette: Das neue Konzept im Projektmanagement. Campus Verlag, Frankfurt, 2002.

- [Hev+2004] Hevner, A.R.; March, S. T.; Park, J.; Ram, S.: Design Science in Information Systems Research. MIS Quarterly, Vol. 28(1), S. 75-105, 2004.
- [LaSi1999] Lautenbach, K.; Simon, C.: Erweiterte Zeitstempelnetze. Fachberichte Informatik 03-99, Universität Koblenz-Landau, Institut für Informatik, 1999.

Kontakt

Prof. Dr. Carlo Simon
Hochschule Worms
Erenburgerstraße 19, 67549 Worms
T +49 6241 509-369, simon@hs-worms.de

Thorsten Behnert
Hochschule Worms
Erenburgerstraße 19, 67549 Worms

Entwicklung eines produkt-domänenspezifischen Metamodells zur Erstellung bedarfsgerechter Produktbeschreibungstexte im E-Commerce

Andreas Witt, Andreas Johannsen

Zusammenfassung

Der Vorteil standardisierter Katalog- und Klassifizierungsformate wie BMEcat, cXML und RosettaNet zum Austausch von Produktbeschreibungen führt in der Praxis dazu, dass viele Onlineshops ähnliche oder sogar identische Produktbeschreibungen aufweisen. Dieser Trend wirkt sich unter anderem negativ auf Bereiche des Onlinemarketings aus, wie z. B. der Suchmaschinenoptimierung (SEO). Speziell beim SEO führt dies zum Problem des sogenannten Duplicate Content, wodurch Onlineshops an Sichtbarkeit in Suchmaschinen verlieren (vgl. [Sche14]). Darüber hinaus orientieren sich die Produktbeschreibungen überwiegend an den Herstellerangaben und beschreiben daher oft nur physische und technische Eigenschaften sowie den Funktionsumfang der Produkte. Vernachlässigt wird dabei der individuelle Bedarf des Kunden – und dies, obwohl bedarfsgerechte Produktbeschreibungen nachweislich die Retourenquote senken können (vgl. [WaMo15], S. 70ff). Der vorliegende Beitrag stellt ein produkt-domänenspezifisches Metamodell zur Erstellung bedarfsgerechter Produktbeschreibungstexte vor. Zur Entwicklung des Modells wurden zunächst die Produktbeschreibungen der wichtigsten deutschsprachigen Onlineshops anhand einer Produktdomäne untersucht. Darauf aufbauend fand eine Analyse von unstrukturierten Produktbewertungen statt, die im Anschluss mit den Produktbeschreibungen abgeglichen und für das Metamodell abstrahiert wurden.

1 Einleitung und Motivation

Das Internet hat das Kaufverhalten sowohl on- als auch offline nachhaltig verändert. Immer mehr Kunden kaufen Waren und Dienstleistungen über das Internet und nutzen das Internet als Informationsquelle vor dem Kauf, auch wenn der Kauf offline stattfindet (vgl. [BITK13]). In Deutschland haben lt. einer Umfrage des Branchenverbandes BITKOM 51 Millionen Deutsche in 2014 Waren und Dienstleistungen über das Internet bestellt (vgl. [BITK14]). Dabei wird die Website des Anbieters als häufigste Informationsquelle genutzt. Somit nehmen die Produktbeschreibungen einen immer höheren Stellenwert im Kaufentscheidungsprozess ein. Bisherige Untersuchungen, die sich mit der Wirkung von Online-Produktinformationen beschäftigen, zeigen, dass Textinformationen entscheidungsrelevanter sind als Bildinformationen (vgl. [LiEa02, S. 180-181]), wobei durch den Einsatz von Bildern die Produktwahrnehmung gezielt positiv gefördert werden kann (vgl. [KrDH11], S. 11). Weitere Untersuchungen zeigen auf, dass sich durch bedarfsgerechte Produktbeschreibungen sogar Retourenquoten senken (vgl. [WaMo15], S. 70ff) und sich somit Probleme bei der Versandabwicklung und dem Wiederverkauf von Waren vermeiden lassen. Demnach haben Online-Produktinformationen entscheidenden Einfluss auf den wirtschaftlichen Erfolg des betreffenden Unternehmens.

Mit der zunehmenden kommerziellen Nutzung des Internets steigt auch das (Über-)Angebot an Vermarktungsmöglichkeiten von Waren und Dienstleistungen und führt zu einer Informationsüberflutung seitens der Kunden. Daher ist es für Unternehmen unumgänglich, Strategien zur Steigerung ihrer Sichtbarkeit im Internet – und damit unter ihren (potenziellen) Kunden – zu entwickeln. Neben einer effizienten Abwicklung und Verarbeitung von Bestellungen und der damit verbundenen (automatisierten) Bereitstellung von Produktinformationen (z. B. durch standardisierte Katalog- und Klassifizierungssysteme wie BMEcat, cXML etc.) ist auch der effiziente und konsequente Einsatz von Onlinemarketing von wesentlicher Bedeutung. Gleichwohl widersprechen sich die Vorteile² des standardisierten Produktinformationsaustausches mit den Anforderungen des Onlinemarketings nach einer individuellen und bedarfsorientierten Kundenansprache. Vor diesem Hintergrund war es Ziel der vorliegenden Arbeit, ein produkt-domänenspezifisches Metamodell zur Erstellung bedarfsgerechter Produktbeschreibungen im E-Commerce zu entwickeln.

2 Forschungsdesign

Eine Vielzahl von Untersuchungen zeigen, dass Kundenrezensionen ein wichtiger Bestandteil zur Bewertung von Waren und Dienstleistungen im Kaufentscheidungsprozess sind. Google-AdWords-Werbeeinblendungen erreichen mit Kundenbewertungen eine um 17 % höhere Click-Through-Rate gegenüber Werbeeinblendungen ohne Kundenbewertungen (siehe [Frie10]). Daneben sind auch die Anzahl vorhandener Bewertungen und deren Wertigkeit im Kaufentscheidungsprozess von Bedeutung (vgl. [WuWu16]). Darüber hinaus fließen Kundenrezensionen in die Produktentwicklung ein (vgl. [TuHa11]). Hinzu kommt, dass sich mit der Verbreitung von Web-2.0-Anwendungen und sozialen Netzwerken nicht nur Produkte, sondern jegliche Art von Informationen bewerten und kommentieren lassen (vgl. [LiGP08], [XiGr10]). Unter Berücksichtigung dieser Entwicklung und der damit verbundenen wachsenden Bedeutung von Kundenrezensionen bilden diese für das zu entwickelnde Metamodell eine wesentliche Datenbasis.

Für die vorliegende Arbeit wurden die Produktbeschreibungen und Kundenrezensionen der zehn umsatzstärksten deutschen Onlineshops untersucht (vgl. [Bran15]). Unter Berücksichtigung, dass das zu entwickelnde Metamodell produkt-domänenspezifisch ist, wurde eine Produktdomäne mit der größtmöglichen Schnittmenge unter den zehn umsatzstärksten Onlineshops ermittelt. Als Produktdomäne wurde daher Notebook/Laptop gewählt. Mit dieser Auswahl reduzierte sich die Liste der Onlineshops auf die nachfolgenden sieben:

1. Amazon
2. Otto
3. Notebooksbilliger.de
4. Cyberport
5. Conrad
6. Alternate
7. Apple

Um eine inhaltliche Vergleichbarkeit der Produktbeschreibungen und Kundenbewertungen zu gewährleisten, wurden für die ausgewählte Produktdomäne als vergleichendes Produkt

² Der Hersteller liefert physische und technische Produktinformationen, die dann von unterschiedlichsten Anbietern (unverändert) genutzt werden können

das MacBook von Apple ausgewählt und somit insgesamt sieben Produktvorstellungen mit 56 Rezensionen redaktionell untersucht (siehe Tab. 1).

Anbieter (Online Shop)	Anzahl untersuchter Rezensionen
Amazon	8
Otto	38
Notebooksbilliger.de	4
Cyberport	4
Conrad	1
Alternate	1
Apple	0

Tab. 1: Anzahl der untersuchten Rezensionen je Online Shop (Stand: 11.03.2016)

3 Ergebnisse

3.1 Analyse der Kundenrezensionen

Zunächst wurden alle 56 Kundenrezensionen inhaltlich analysiert und dabei die von den Kunden genannten Produkteigenschaften und deren Häufigkeit extrahiert. In Tab. 2 sind alle aus den Kundenrezensionen genannten Produktmerkmale und -eigenschaften und die Anzahl an Rezensionen, in denen sie genannt wurden, gewertet aufgelistet.

Lfd. Nr.	Produkteigenschaft	Anzahl Rezensionen
1	Verarbeitung (Qualität)	24
2	Haptik	21
3	Anschlüsse/Schnittstellen	20
4	Performance	20
5	Anwendungsgebiete (Einsatzzweck)	19
6	Tastatur	17
7	Display	15
8	Gewicht	14
9	Preis	10
10	Akkulaufzeit	9
11	Betriebsbereitschaft	8
12	Touchpad	8
13	Lautstärke (Betriebsgeräusche)	7
14	Abmaße	7
15	Speicherplatz	6
16	Lautsprecher	4
17	Kamera	3
18	Service (Bestellabwicklung)	3

Tab. 2: In den Rezensionen benannte Produkteigenschaften und Anzahl ihrer Erwähnung

Die Kundenrezensionen enthalten unter anderem eine differenzierte Nennung von Anwendungsgebieten (E-Mails schreiben, Dokumente lesen, Musik hören, nicht professionelle Foto- und Videobearbeitung, Foto und Videos schauen, spielen, surfen und programmieren), Einsatzorten (auf der Couch, auf dem Bett, auf Reisen, im Zug, in der Schule, in der Uni, im Home Office und unterwegs) und im Einsatz befindlicher Software (Microsoft Office, Microsoft Visual Studio, Windows, Parallels, Adobe Lightroom und Virens Scanner). Zusätzlich werden auch Nutzer- bzw. Bedarfsgruppen in den Rezensionen konkret benannt. In vorliegenden Fall sind dies:

- Schüler
- Studierende
- Mac-Umsteiger
- Erfahrene Apple-Nutzer

Beim Vergleich der Kundenrezensionen untereinander wird deutlich, dass erfahrene Apple-Nutzer das Produkt – im vorliegenden Fall das MacBook – kritischer und umfassender bewerten als andere, d.h. hier ist eine andere Informationstiefe gefordert. Ferner zeigt sich, dass unterschiedliche Kundengruppen auch unterschiedliche Schwerpunkte bei der Bewertung setzen. Nutzer, die das MacBook im Arbeitsalltag einsetzen, bewerten die Performance (Leistung) und zur Verfügung stehende Softwareprodukte. Wohingegen Nutzer, die das MacBook hauptsächlich im privaten Umfeld nutzen, die Betriebsgeräusche („kein Lüfter“) und die Betriebsbereitschaft („Aufklappen und loslegen“) hervorheben. Nutzer (z.B. Mac-Umsteiger) die zum ersten Mal ein Apple-Gerät gekauft haben, bewerten vor allem die Haptik des Gerätes.

3.2 Vergleich zwischen Produktbeschreibung und Kundenrezensionen

Anschließend wurden die Produktbeschreibungen der in Tab. 1 genannten Anbieter hinsichtlich der in Tab. 2 ermittelten Produkteigenschaften abgeglichen. Die Zusammenfassung ist in Tab. 3 aufgeführt.

Die Produktpräsentation³ von Amazon listet zwar alle technischen Ausstattungsmerkmale tabellarisch auf, geht aber in der Produktbeschreibung nur auf die *Tastatur* und das *Display* ein. Die Produktpräsentation⁴ von Conrad bietet ebenfalls eine umfangreiche tabellarische Auflistung der technischen Ausstattungsmerkmale und liefert ergänzend dazu für die Produkteigenschaften *Gewicht*, *Abmaße*, *Haptik*, *Tastatur*, *Touchpad*, *Display*, *Schnittstellen* und *Akkulaufzeit* eine zusätzliche vom Hersteller stammende textliche Beschreibung. Die Produktpräsentation⁵ von Otto listet hauptsächlich die technischen Ausstattungsmerkmale auf und fasst diese textlich noch einmal zusammen und hebt die Eigenschaften *Gewicht*, *Performance*, *Display* und *Speicherplatz* hervor. Die Produktpräsentation⁶ von Notebooksbilliger.de verzichtet auf eine tabellarische Auflistung der technischen Merkmale und beschreibt die Produkteigenschaften *Display*, *Performance*, *Touchpad*, *Speicherplatz*, *Schnittstellen* und *Akkulaufzeit* in Textform mit ergänzenden Produktabbildungen (wobei nicht alle Bilder dargestellt wurden). Die Produktpräsentation⁷ von Cyberport liefert die technischen Ausstattungsmerkmale in Form eines Datenblattes (vom Hersteller). Der Produktbeschreibungstext „*Innovation in Reinform*“ befasst sich ausschließlich mit den Eigenschaften *Abmaße* und *Gewicht*. Diese Produktbeschreibung ist mit einem Teil der Produktbeschreibung des Anbieters Conrad identisch, da diese ebenfalls vom Hersteller stammt.

³ <http://www.amazon.de/Apple-MacBook-Retina-MJY32D-Notebook/dp/B00VUKM2TG/> Abruf am 2016-03-11

⁴ <https://www.conrad.de/de/apple-macbook-305-cm-12-zoll-intel-core-m-8-gb-256-gb-intel-hd-graphics-macos-x-yosemite-spacegrau-1343337.html> Abruf am 2016-03-11

⁵ <https://www.otto.de/p/apple-macbook-12-notebook-intel-core-m-30-5-cm-12-zoll-256-gb-speicher-8192-mb-483201588/#variationId=483202652-M24> Abruf am 2016-03-11

⁶ <http://www.notebooksbilliger.de/notebooks/apple+macbook+12+retina+space+grey+mjy32da/eqsqid/664da7eb-b179-4c09-ad3e-008b5ccc643a#navbar> Abruf am 2016-03-11

⁷ https://www.cyberport.de/apple-macbook-12-1-1-ghz-intel-core-m-8gb-256gb-hd5300-spacegrau-mjy32d-a-1A11-001_8466.html Abruf am 2016-03-11

Die Produktpräsentation⁸ von Alternate listet alle technischen Ausstattungsmerkmale umfangreich auf. Die Produktbeschreibung hebt jedoch ausschließlich die Eigenschaften *Display* und *Touchpad* hervor. Apple (der Hersteller) hingegen bietet die umfassendste Produktpräsentation⁹. Alle in den Kundenrezensionen ermittelten Eigenschaften werden sowohl textlich als auch mit Bildern unterstützend behandelt. Zusätzlich werden alle technischen Merkmale in einem Datenblatt angeboten und darüberhinaus auf Softwareangebote hingewiesen.

Bei der Analyse der Produktbeschreibungen zeigt sich, dass nahezu alle Händler ausschließlich auf die Produktinformationen des Herstellers zurückgreifen. Dabei werden diese (technischen) Informationen tabellarisch oder in Listenform ohne weitere Beschreibung dargestellt. Die bis auf wenige Ausnahmen kompakt gehaltenen Produktbeschreibungstexte befassen sich nur mit einem kleinen Teil (siehe Tab. 3) der von den Kunden bewerteten Produkteigenschaften. Hinzu kommt, dass ein Teil der Produktbeschreibungstexte unter den Händlern identisch sind, da sie auf den Herstellerangaben beruhen.

Lfd. Nr. aus Tab.	Alternate	Amazon	Apple	Conrad	Cyberport	Notebooksbilliger.de	Otto
1			X				
2			X	X			
3			X	X		X	
4			X			X	X
5			X				
6		X	X	X			
7	X	X	X	X		X	X
8			X	X	X		X
9			X				
10			X	X		X	
11			X				
12	X		X	X		X	
13			X				
14			X	X	X		
15			X			X	X
16			X				
17			X				
18			X				

Tab. 3: Die in den Produktbeschreibungstexten genannten Produkteigenschaften

3.3 Produkt-Domänen-spezifisches Meta-Modell

Unter Berücksichtigung der Analyseergebnisse der Abschnitte 3.1 und 3.1 lassen sich für das zu entwickelnde produkt-domänenspezifische Metamodell (siehe Abbildung 1) drei Ebenen identifizieren, die für eine Erstellung bedarfsgerechter Produktbeschreibungstexte von Bedeutung sind.

1. Produktmerkmale
2. Betrachtungsebene
3. Bedarfsgruppen

⁸ [https://www.alternate.de/Apple/Macbook-30-5-cm-\(12\)-1-1-GHz-Notebook/html/product/1270983](https://www.alternate.de/Apple/Macbook-30-5-cm-(12)-1-1-GHz-Notebook/html/product/1270983) Abruf am 2016-03-11

⁹ <http://www.apple.com/de/macbook/> Abruf am 2016-03-11

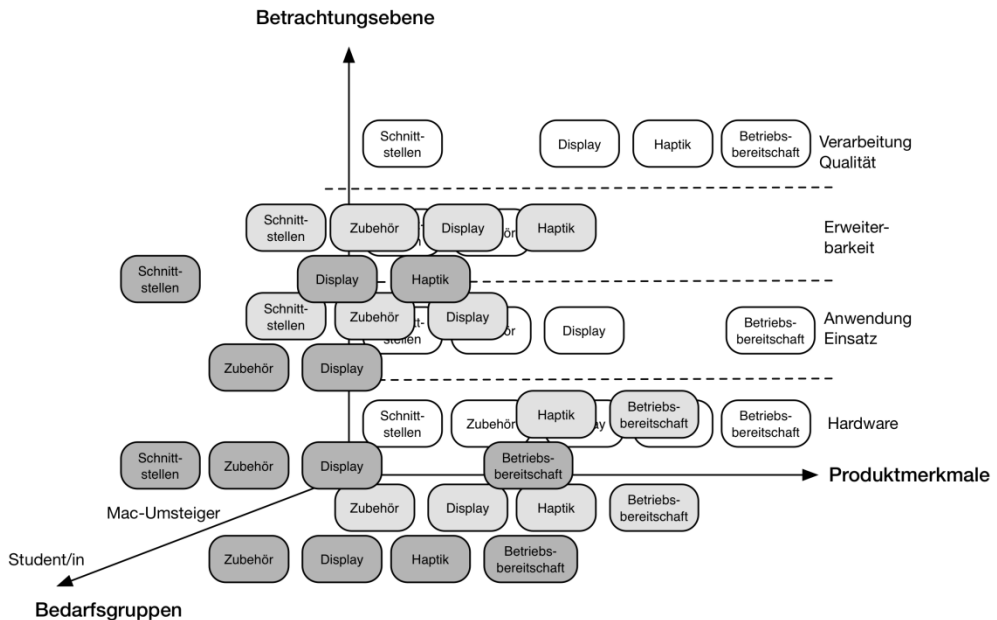


Abbildung 1: produkt-domänenspezifisches Metamodell für bedarfsgerechte Produktbeschreibungen

Für bedarfsgerechte Produktbeschreibungstexte von Waren und Dienstleistungen sind die *Produktmerkmale* von zentraler Bedeutung. Sie beschreiben das Produkt in seinen elementaren Eigenschaften (Abmaße, Gewicht, Material, Komponenten etc.). Produktmerkmale variieren (in Anzahl und Ausprägung) dabei zwischen verschiedenen Produktdomänen und sogar innerhalb einer Produktdomäne.

Die Analyse der Kundenrezensionen in Abschnitt 3.1 hat gezeigt, dass Produktmerkmale nicht nur auf ihr Vorhanden- bzw. Nichtvorhandensein (z. B. Anschlüsse) oder ihre Quantität (z. B. verfügbarer Speicherplatz), sondern zusätzlich in einer *Betrachtungsebene* (z. B. Einsatzzweck, Verarbeitung etc.) bewertet werden. Dies führt dazu, dass Produktmerkmale abhängig von der Betrachtungsebene gruppiert und dadurch mehrfach in unterschiedlichen Kombinationen vom Kunden wahrgenommen werden. So werden bspw. die Produktmerkmale *Anschlüsse (Schnittstellen)*, *Zubehör* und *Software* des MacBook in der Betrachtungsebene *Erweiterbarkeit* bewertet.

Die *Bedarfsgruppen* – d. h. die Kunden mit ihren speziellen Anforderungen (Bedarf) – wirken als dritte Ebene des Metamodells auf die beiden anderen Ebenen *Produktmerkmale* und *Betrachtungsebene* in der Form, dass zum einen die Produktmerkmalskombination je Betrachtungsebene und zum anderen die Betrachtungsebenen an sich variieren können. So sind bspw. für die Bedarfsgruppe *Mac-Umsteiger* in der Betrachtungsebene *Erweiterbarkeit* die Produktmerkmale *Anschlüsse (Schnittstellen)* und *Software* von Bedeutung, da bereits vorhandene Peripheriegeräte angeschlossen (Kompatibilität) und äquivalente Softwarealternativen gesucht werden müssen. Für die Bedarfsgruppe *Student/in* sind für die gleiche Betrachtungsebene jedoch nur *Zubehör* und *Software* relevant.

4 Diskussion

Die vorliegende Arbeit hat durch die Analyse von Produktbeschreibungstexten der zehn bzw. sieben umsatzstärksten deutschen Onlineshops gezeigt, dass der überwiegende Teil der Händler für die Produktpräsentation ausschließlich auf die Daten des Herstellers zurückgreift. Dieses Phänomen ist unter anderem auf den eingangs erwähnten standardisierten Produktdatenaustausch zurückzuführen und birgt vor allem im Bereich des Onlinemarketings Probleme. Um diesem Problem zu begegnen, wurden insgesamt 56 Kundenrezensionen inhaltlich analysiert und mit den dazugehörigen Produktpräsentationen abgeglichen. Als Ergebnis wurde das vorgestellte produkt-domänenspezifische Metamodell (siehe Abbildung 1) entwickelt. Das Metamodell ist so angelegt, dass es auf unterschiedliche Produkt-domänen übertragbar ist. Obwohl Kundenrezensionen für die Anwendung des Metamodells sehr gut geeignet sind, lassen sich die drei Ebenen des Modells auch ohne diese ermitteln. Die Produktmerkmale ergeben sich naturgemäß aus dem Produkt. Die Bedarfsgruppen lassen sich bspw. durch das Konzept der Buyer-Persona (vgl. [Scot07]) ermitteln und ermöglichen anschließend Rückschlüsse auf Betrachtungsebenen.

Mit dem vorgestellten Metamodell können Händler (und auch Hersteller) bedarfsgerechte Produktbeschreibungstexte selbst erstellen oder diese unter Verwendung der Herstellerangaben als Textbausteine bedarfsgruppenspezifisch zusammenstellen. In beiden Fällen wird zum einen eine bedarfsgerechte und zum anderen eine individuelle und von anderen Händlern abweichende Kundenansprache erreicht. Gleichzeitig lässt sich dadurch das eingangs erwähnte Problem des Duplicate Content vermeiden.

5 Ausblick

Das entstandene Meta-Modell enthält produkt-domänenspezifische sowie bedarfsgruppenorientierte Produktmerkmale und kann beispielsweise als Grundlage zur Entwicklung von Algorithmen für die automatische Anreicherung von Produkteigenschaften (vgl. [Kuep13], S. 40ff) in Produktbeschreibungen genutzt werden. In einem weiteren Schritt können unter Verwendung von Sentiment-Analysen die vom Kunden wahrgenommene Ausprägung der Produktmerkmale erfasst und dadurch negative kognitive Effekte (vgl. [StBe15], S. 239ff) vermieden werden. Zusätzlich lässt sich die bisher redaktionell durchgeführte inhaltliche Analyse der Kundenrezensionen durch Text-Mining-Verfahren automatisieren. Die bisher erhobenen und analysierten Forschungsdaten können dabei als Trainingsdaten für das automatisierte Text-Mining dienen. Nach einer weiteren Evaluierung soll das entwickelte Metamodell in eine standardisierte Modellierungssprache wie z. B. Meta Object Facility (MOF)¹⁰ überführt werden.

¹⁰ <http://www.omg.org/spec/MOF/> Abruf am 2016-06-14

Literaturverzeichnis

- [BITK13] BITKOM: Erst ins Internet, dann zum Händler! 2013.
- [BITK14] BITKOM: Trends im Online-Shopping. 2014,
- [Bran15] Brandt, M.: Top 10 Online-Shops in Deutschland. 2015, <https://de.statista.com/infografik/642/top-10-online-shops-in-deutschland-nach-umsatz/>. Abruf am 2016-05-02
- [Frie10] Friedman, D.: 5 Simple Ways to Improve Your AdWords Performance. 2011, <http://adwords.blogspot.de/2011/04/5-simple-ways-to-improve-your-adwords.html>. Abruf am 2016-05-07
- [KrDH11] Kroll, F.; Decker, R.; Hentschel, D.: Der Einfluss von Power-Wörtern und Bildern auf die Wahrnehmung von Online-Produktbeschreibungen – Eine Eyetracking-Studie. 2011. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1843044>
- [Kuep13] Küppers, R.: Extraktion und Anreicherung von Merkmalshierarchien durch Analyse unstrukturierter Produktrezensionen. In K.-U. Sattler, S. Baumann, F. Beier, H. Betz, F. Gropengießer, & S. Hagedorn (Hrsg.): Proceedings – 25. GI-Workshop „Grundlagen von Datenbanken. Ilmenau, 2013, S. 40-45.
- [LiEa02] Lightner, N. J., & Eastman, C.: User Preference for Product Information in Remote Purchase Environments. In: Journal of Electronic Commerce Research 3 (2002), S. 174-186.
- [LiGP08] Litvin, S.W., Goldsmith, R.E. und Pan, B.: Electronic Word-Of-Mouth in Hospitality and Tourism Management. Tourism Management, 29 (2008), S. 458-68.
- [Sche14] Scheuering, A.: Experten Spezial: SEO für Online-Shops – Teil 1. 2014, <https://de.onpage.org/blog/seo-fur-onlineshops>. Abruf am 016-02-05
- [Scot07] Scott, D. M.: The New Rules of Marketing and PR: How to Use News Releases, Blogs, Podcasting, Viral Marketing and Online Media to Reach Buyers Directly. John Wiley & Sons, Hoboken, 2007.
- [StBe15] Stuß, V. und Geierhos, M.: Identifikation kognitiver Effekte in Online-Bewertungen. In: Book of Abstracts der DHd-Tagung 2015, Garz, 2015, S. 239-243.
- [TuHa11] Tucker, C. und Harrison M. K.: PREDICTING EMERGING PRODUCT DESIGN TREND BY MINING PUBLICLY AVAILABLE CUSTOMER REVIEW DATA. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING DESIGN, Dänemark, 2011.
- [WaMo15] Walsh, G. und Möhring, M.: Retourenvermeidung im E-Commerce – Kann Big Data helfen? In: Marketing Review St. Gallen, 31(1), 2015, S. 68-78.
- [WuWu16] Wu, Y. und Wu, J.: The Impact of User Review Volume on Consumers' Willingness-to-Pay: A Consumer Uncertainty Perspective. In: Journal of Interactive Marketing 33 (2016). S. 43-56.
- [XiGr10] Xiang, Z. und Gretzel, U.: Role of Social Media in Online Travel Information Search. Tourism Management 31 (2010). S.179-188

Kontakt

Andreas Witt

Technische Hochschule Brandenburg

Magdeburger Straße 50, 14770 Brandenburg an der Havel

T +49 3381 355 269, andreas.witt@th-brandenburg.de

Prof. Dr. Andreas Johannsen

Technische Hochschule Brandenburg

Magdeburger Straße 50, 14770 Brandenburg an der Havel

T +49 3381 355 256, andreas.johannsen@th-brandenburg.de

Informationssysteme – IT-Management

Die Relevanz von agilem Software-Produktmanagement für die Wirtschaftsinformatik

Tim Weingärtner

Zusammenfassung

Der Artikel untersucht anhand einer Analyse von fünf Hypothesen die Bedeutung des agilen Software-Produktmanagements für die Informatik. Da es sich bei der Untersuchung primär um die Anwendung in Wirtschaftsunternehmen sowie um organisatorische Aspekte und Arbeitsabläufe handelt, steht die Disziplin der Wirtschaftsinformatik im primären Fokus. Mit verschiedenen Forschungsansätzen werden der Trend zur Produktentwicklung, der Trend zu agilen Vorgehensmodellen, die Rolle des Product-Owners in Hinblick auf das Produktmanagement, das Produktmanagement in agilen Projekten sowie die generelle Priorität des Produktmanagements in der Forschung der Wirtschaftsinformatik beleuchtet. Basierend auf den Ergebnissen kann abgeleitet werden, dass das agile Software-Produktmanagement einen festen Platz in Forschung und Lehre der Wirtschaftsinformatik haben sollte. Durch fehlende Methoden und Modelle für die Integration in den agilen Entwicklungsprozess besteht ein hohes Potential für zukünftige Forschung und ein großes Verbesserungspotential für die Softwareindustrie.

1 Einleitung und Motivation

Das Produktmanagement im Bereich der Softwareentwicklung erlebt in den letzten Jahren einen bedeutenden Zuwachs. Dies ist vor allem in Branchen wie beispielsweise der Finanzindustrie, dem Einzelhandel oder dem E-Commerce zu beobachten. Unterstützt wird diese Entwicklung unter anderem durch den starken Fokus auf die Startup-Szene und die Konzepte des Lean-Startup (s. [Ries11]). Aber auch neu entstandene Konferenzen, wie das *Product-Management-Festival Zürich* oder *Mind-the-Product* (London), sind Indizien dafür.

Auf Basis eigener Erfahrungen als Produktmanager, verschiedener Gespräche mit Industrievertretern und dem Aufbau eines neuen CAS (Certificate of Advanced Studies) für agiles Software-Produktmanagement entstand das Interesse nach einer fundierten und vertieften Analyse der Relevanz von agilem Software-Produktmanagement in der Domäne der Wirtschaftsinformatik. Dabei geht es vor allem darum, die empirisch wahrgenommenen Eindrücke zu be- oder widerlegen und mögliche Forschungsfragen abzuleiten.

Der Begriff des *agilen Software-Produktmanagements* wird dabei als die Konzeption, Steuerung und Kontrolle der Produkterstellung von Software unter Verwendung eines agilen Vorgehensmodells zur Softwareerstellung (z. B. Scrum) definiert. Dies im Gegensatz zum klassischen Produktmanagementansatz, der ursprünglich aus dem Marketing entstanden ist, oder dem Software-Produktmanagement in einer Organisation unter Verwendung des Wasserfallmodells, bei dem langfristige Planungszyklen vorliegen.

Forschungsansatz

Die Untersuchung wurde nach dem Grounded-Research-Ansatz (s. [Lock01]) durchgeführt. Dabei wurde die finale These anhand von fünf Hypothesen (H1 - H5) entwickelt, welche sich ebenfalls im Rahmen der Arbeit weiterentwickelten. Diese Hypothesen basieren auf empirischen Beobachtungen des Marktes und aus konkreten Situationen in der Softwareindustrie. Bei der Formulierung der Hypothesen wurde darauf geachtet, dass diese gemäß der Definition von J. Bortz und N. Döring (s. [BoDö07] S.7) einem realen Sachverhalten entsprechen, allgemeingültig und falsifizierbar sind sowie mit Hilfe von Konditionalsätzen formuliert wurden. Die einzelnen Hypothesen wurden durch unterschiedliche und adäquate Forschungsmethoden überprüft, die in den jeweiligen Abschnitten kurz vorgestellt werden.

Die eine oder andere Hypothese erscheint auf den ersten Blick logisch und trivial. Im Rahmen dieser Untersuchung hat sich jedoch gezeigt, dass es oft an einer wissenschaftlichen Untersuchung fehlt und viele Literaturquellen die Aussagen als selbstverständlich voraussetzen.

Eine detaillierte Beschreibung des Forschungsansatzes der Grounded Research ist in [JaGa14] S. 35ff zu finden.

2 Hypothesen

Bevor im Detail auf die fünf Hypothesen eingegangen wird, soll der Zusammenhang zwischen den Hypothesen aufgezeigt werden. Am Anfang standen zwei Trends, welche empirisch festgestellt wurden und in Abschnitt 2.1 und 2.2 analysiert sind. Aus diesen Trends ergeben sich jeweils resultierende Hypothesen (siehe Abschnitt 2.3 und 2.4), bei welchen der Einfluss auf die Rolle des Produktmanagers und Product-Owners untersucht wird. In der finalen Hypothese wird untersucht, ob und wie die aufgezeigten Problemstellungen heute in der wissenschaftlichen Literatur adressiert sind. Der Zusammenhang zwischen den Hypothesen ist ebenfalls in Abbildung 1 grafisch dargestellt.

2.1 Produktentwicklung

H1: In der Softwareindustrie besteht der Trend weg von der auftragsbasierten Entwicklung (Bespoke Development oder Custom Software) hin zur Produktentwicklung.

Um diese Hypothese zu untersuchen, wurden zwei Forschungsansätze gewählt. Zum einen wurde mittels einer Literaturrecherche explizit nach Aussagen in der wissenschaftlichen Literatur gesucht. Zum anderen werden zwei konkrete Case-Studies vorgestellt.

Uebornikel et al. schreiben explizit: „Diese Entwicklungen führten in den letzten Jahren zu einer konsequenten Dienstleistungsorientierung in der gesamten IT-Branche. Im Mittelpunkt dieser Bewegung steht das Umdenken von einer Projektorientierung, welche sich vor allem mit der Abarbeitung von Entwicklungsprojekten befasst, hin zu einer Produktorientierung der IT.“ (Zitat [UBZB06] S. 199)

Im Bereich des Requirements-Engineering gibt es mehrere wissenschaftliche Abhandlungen, die den Wandel hin zur Produktentwicklung skizzieren. So beschreiben Gorschek et al. in [GGPT12] den generellen Trend von Individualentwicklung hin zur marktgetriebenen Softwareentwicklung, dem Produkt. „The development of software intensive products is changing focus, moving from a traditional bespoke (producer –customer) to a market-driven (producer – marketplace) perspective“ (Zitat [GGPT12] S. 83). Im Artikel wird diese Aussage

mit mehreren Literaturverweisen untermauert. Gleiche Beobachtungen werden durch U. Abelein (s. [Abel13]), Karlsson et al. (s. [KD++02]) und Regnell et al. (s. [RH++01]) gemacht. In der Dissertation von S. Jantunen (s. [Jant12]) wird der Weg der Finnischen Firma Tekla von der Individualentwicklung hin zur Produktentwicklung beschrieben. Darin wird auch die Begründung für diesen Wandel gegeben. Um Synergieeffekte ausnutzen und die gleiche Software mehr Kunden zugänglich machen zu können, wurde von der Individualentwicklung hin zur Produktentwicklung gewechselt.

Diese Beobachtung kann der Autor anhand zweier Case-Studies aus der Schweiz verdeutlichen: Im Jahr 2000 haben die St. Galler und Luzerner Kantonalbank die Firma COMIT AG beauftragt, eine Finanzanalyse- und Kundenrating-Software zu entwickeln. Das Projekt nach individuellen Kundenvorgaben wurde in eineinhalb Jahren umgesetzt und in Betrieb genommen. Im Zuge der Umwandlung der auftragsbasierten Lösung in ein Softwareprodukt (Productizing) konnten weitere Banken gewonnen werden. Schließlich wurde eine eigene Firma, die RSN Risk Solution Network AG, ausgegründet. Heute wird die Software von über 22 Banken in der Schweiz eingesetzt und ist mit Schnittstellen an unterschiedliche Kernbankensysteme angebunden. Auch hier stand der Synergie- und Kosteneinsparungsgedanke im Vordergrund.

In größerem Stil kann man diesen Trend auch bei den eingesetzten Softwarelösungen der Schweizer Bankenbranche nachvollziehen. Seit 2005 hat hier ein kompletter Wechsel der kleinen und mittleren Banken von meist in Konsortien entwickelten Individuallösungen auf die beiden Standardsoftwarelösungen Finnova und Avaloq stattgefunden. Damit einher ging ebenfalls eine Outsourcing-Welle. Diese Möglichkeit bestand zuvor mit eigenentwickelten Lösungen nicht.

2.2 Agile Vorgehensmodelle in der Softwareindustrie

H2: In der Softwareindustrie besteht der Trend hin zu agilen Vorgehensmodellen.

Zur Überprüfung dieser Hypothese wurde zum einen die Swiss-Agile-Study herangezogen. Diese liegt zu den Jahren 2012 (s. [KrMe13]) und 2014 (s. [KrMe15]) vor. Neben dem dort ablesbaren Trend wird explizit in der Studie von 2014 die agile Entwicklung wie folgt beschrieben: „Die agile Entwicklung hat sich als DIE Vorgehensmethode in der IT-Branche etabliert. Rund 70% der teilnehmenden IT-Unternehmen geben an, agile Softwareentwicklung zu praktizieren. Bei den ebenfalls befragten IT-Professionals ist die Quote mit über 80% sogar noch höher“ (Zitat [KrMe15] S. 7).

Neben dieser Schweizer Studie wurde ebenfalls die jährliche Umfrage „State of Agile Survey“ (s. [Vers12], [Vers14], [Vers15]) betrachtet. Diese gibt für das Jahr 2011 eine 80%-Nutzung (s. [Vers12]), für das Jahr 2013 eine 88%-Nutzung (s. [Vers14]) und für das Jahr 2015 eine 94%-Nutzung (s. [Vers15]) agiler Methoden in den befragten Unternehmen an.

Der Trend wird in der wissenschaftlichen Literatur bestätigt. Beispielhaft hierfür können [HDLP15], [VJB11] und [BuWG13] angeführt werden.

2.3 Die Rolle des Product-Owners

H3: Wenn ein agiles Vorgehensmodell angewendet wird, dann muss der Product-Owner zu den Aufgaben eines Business-Analysten auch Aufgaben eines Produktmanagers übernehmen.

Um diese Hypothese zu überprüfen, muss definiert werden, was unter der Rolle eines Product-Owners verstanden wird sowie was zu den Aufgaben eines Business-Analysten und zu denen eines Produktmanagers gezählt wird. Hierzu gibt es keine allgemeingültige Definition, da jede Organisation die Rollenbezeichnungen unterschiedlich auslegt. Aus diesem Grund wird eine für diese Untersuchung gültige Aufgabenzuteilung definiert und überprüft, ob diese Aufgaben tatsächlich mehrheitlich der Rolle des Product-Owners zugewiesen werden.

Definition 1: Product-Owner

Der Product-Owner in einem agilen Team ist der Vertreter und Sprecher des Kunden. Er kennt und versteht die Arbeitsweise des Kunden und kann zu fachlichen und ablauftechnischen Fragen Auskunft geben. Dadurch ist er für die Erstellung und Priorisierung der User-stories verantwortlich und nimmt die entwickelte Umsetzung ab.

Definition 2: Business-Analyst

Unter einem Business-Analysten oder einer Business-Analystin wird hier die Rolle in einem Softwareentwicklungsteam verstanden, welche die Spezifikationen der umzusetzenden Software erstellt, diese mit dem Auftraggeber verifiziert und das Entwicklungsteam fachlich bei der Softwareerstellung begleitet.

Zu den primären Kompetenzen und Aufgaben des/der Business-Analysten/in zählen: Aufnahme und Analyse der Kundenanforderungen nach fachlichen Gesichtspunkten; Skizzierung des Kundenproblems und der Rahmenbedingungen; Übertragung der fachlichen Anforderungen in eine Sprache, die das Team versteht, und Formulierung dieser; Formulierung der Abnahmekriterien und interne Abnahme der erstellten Lösung; Unterstützung aller Beteiligten bei fachlichen Fragestellungen. Dies sind vor allem Aufgaben des Requirements-Engineering.

Definition 3: Produktmanager

Unter einem Produktmanager wird hier die Rolle in einer Softwareentwicklungsorganisation verstanden, welche die Eigenschaften des Softwareprodukts festlegt, damit es den größtmöglichen Markterfolg hat. Diese Definition ist angelehnt an die Definition in [Eber07].

Zu den primären Kompetenzen und Aufgaben des Produktmanagers zählen: Definition der Produktvision, Produktstrategie und Roadmap; Abgleich zwischen Kundenproblem und Produktlösung; Marktanalyse und Konkurrenzanalyse; Festlegung des Preismodells; Verantwortung für den Business-Case des Produkts; Management des Produktlebenszyklus.

In einem ersten Schritt wurde die Hypothese mittels Interviews mit drei Produktmanagern einer Softwarefirma Finnova AG für die gleichnamige Gesamtbankenlösung überprüft. In diesem Unternehmen besteht sowohl eine Produktmanagement-Organisation als auch eine agile Entwicklungsorganisation mit Product-Ownern. Alle Interviewpartner bestätigten, dass eine rein fachliche Unterstützung, wie sie die Business-Analyst/in darstellt, für die Rolle des Product-Owners nicht ausreicht. Aufgaben, wie die selbständige Definition der kurzfristigen Produktstrategie, das Fällen von Produktentscheidungen, die Marktanalyse und eine gewisse kommerzielle Verantwortung, müssen auf Stufe des Product-Owners übernommen werden. In den Interviews kam deutlich hervor, dass das Zusammenspiel zwischen Produktmanager und Product-Owner sehr stark personenabhängig ist und ein hohes Konfliktpotential in sich trägt. Diese Beobachtungen sind ebenfalls Indizien dafür, dass es zwischen Product-Owner und Produktmanager zu deutlichen Aufgabenüberschneidungen kommt.

In der Fachliteratur führt R. Pichler die folgenden Aufgaben des Product-Owners auf (s. [Pich13] S.8): Produktvision erstellen; Marktanteil erobern; Product-Roadmap managen; Budget managen; Backlog pflegen; Kunden und Interessensvertreter einbinden. Pichler vertritt dabei die Meinung, dass der Product-Owner komplett die Rolle des Produktmanagers übernimmt (s. [Pich13] S.27). Auch M. Cagan setzt bei Produktentwicklungsfirmen den Produktmanager und den Product-Owner gleich (s. [Caga08] Kapitel 26). Im SAFe- (Scaled Agile Framework) Modell werden explizit beide Rollen verwendet. In [Leff16] wird die Aufgabenteilung zwischen Product-Owner und Produktmanager beschrieben, wobei dem Product-Owner die Lösungs- und Technologieaspekte zugewiesen werden. R. Mironov beschreibt die Rolle des Product-Owners prägnant in einem Satz: "In the Agile world, a new title is emerging - the Product Owner - which covers a small subset of the Product Management role" (Zitat [Miro16]). Egal wie breit die Rolle des Product-Owners definiert wird, ihm werden in allen Fällen Produktmanagementaufgaben zugesprochen.

2.4 Produktmanagement bei agilem Vorgehen

H4: Wenn man einen klassischen Produktmanagementansatz mit einem agilen Vorgehensmodell kombiniert, dann ergeben sich mehr Schwierigkeiten, als wenn man einen klassischen Produktmanagementansatz mit einem Wasserfallmodell kombiniert.

Für die Untersuchung dieser Hypothese bedarf es zuerst einer Definition des „klassischen Produktmanagementansatzes“:

Definition 4: Klassischer Produktmanagementansatz

Unter dem klassischen Produktmanagementansatz wird hier das Vorgehen verstanden, bei dem, basierend auf einer Marktanalyse und Konkurrenzanalyse, eine vollständige Produktanforderungsdokumentation (Product Requirement Document – PRD) erstellt wird, welche als Spezifikation für die Produktentwicklung dient. Der Produktmanager kann dabei quasi als Kunde gesehen werden, der einen Auftrag an die Entwicklungsabteilung vergibt, das fertige Produkt abnimmt und auf den Markt bringt.

Es ist nachvollziehbar, dass dieser klassische Produktmanagementansatz ideal auf das Wasserfallmodell passt. Der Produktmanager erhebt die Marktanforderungen, spezifiziert basierend darauf das zukünftige Produkt, überprüft mit Hilfe eines Business-Case die Rentabilität und gibt die Produktspezifikation an die Entwicklungsabteilung. Nun führt die Entwicklung das Wasserfallmodell fort. Nach dem Test und der Abnahme wird das fertige Produkt auf den Markt gebracht.

Ersetzt man in diesem Prozess das Vorgehensmodell der Softwareentwicklung durch ein agiles Vorgehensmodell, so ergeben sich diverse Schwierigkeiten. Nick Coster hat dies in seinem Vortrag als den „Agile Business Gap“ (s. [Cost13]) bezeichnet. Agile Vorgehensmodelle zeichnen sich durch ein iteratives Vorgehen und damit durch die kontinuierliche Auslieferung aus. Diese Flexibilität hat Auswirkungen auf den Gesamtprozess, der immer noch in einer wasserfallartigen Struktur besteht. Untersuchungen dieser Problemstellung in der wissenschaftlichen Literatur konnten nicht gefunden werden.

2.5 Agiles Software-Produktmanagement in der Wirtschaftsinformatik

H5: Wenn man das agile Software-Produktmanagement in der Literatur zur Disziplin Wirtschaftsinformatik analysiert, dann stellt man fest, dass es sehr wenig Erwähnung findet.

In einem ersten Schritt fokussierte sich die Analyse auf bestehenden Literaturrecherchen in verwandten Themenbereichen.

Peine et al. schreiben: „Während umfangreiche Literatur über die Aufgabenbereiche des Produktmanagements in unterschiedlichen Branchen existiert, ist die spezielle Rolle des IT-Produktmanagements in Theorie und Praxis noch weitgehend unerforscht.“ (Zitat [PeHS12]). Sie führen in ihrem Artikel eine umfangreiche Studie der Aufgaben eines Produktmanagers durch, mit dem Ziel einer Typisierung und damit der Ableitung der optimalen organisatorischen Einbettung des Produktmanagements. Die Analyse macht deutlich, dass die Aufgabenbreite des IT-Produktmanagements sehr groß ist, trotzdem jedoch sehr wenig konkrete Untersuchungen vorliegen.

Um diesen Punkt weiter zu vertiefen wurde die Zusammenstellung der Trends in der Wirtschaftsinformatik in [SRRM09] analysiert. Unter den Top-50-Schlagwörtern in der Wirtschaftsinformatik und Information-Systems kommen weder die Worte „Produkt“ noch „product“ vor.

Die Literaturanalyse in [MaNS11] zeigt vier für die Hypothese relevante Ergebnisse. Erstens werden unter dem Begriff Software-Produktmanagement sehr unterschiedliche Dinge verstanden. Zweitens bestehen sehr wenige empirische Studien (s. [MaNS11] S. 33). Drittens wurden nur zwei Artikel gefunden, welche agile Ansätze untersuchten (s. [MaNS11] S. 32). Und viertens ist das Software-Produktmanagement in Organisationen eine sehr junge Disziplin, bei der noch viel Forschung geleistet werden muss (s. [MaNS11] S. 34).

Da die Untersuchung in [MaNS11] nur bis zum Jahr 2011 zurückreicht, wurde im Rahmen dieser Forschung am 12.4.2016 die darin durchgeführte Literaturrecherche mit den angegebenen digitalen Bibliotheken (IEEE Xplore, Science Direct, Ebsco und Springer) und dem Begriff „software product management“ für den Zeitraum 2011 – 2016 erneut durchgeführt. Das Ergebnis der Suche ist in Tabelle 1 dargestellt. Zum Vergleich wurde das Ergebnis von [MaNS11] ebenfalls aufgeführt. Auf eine erneute Suche der Anfrage: „product management“ AND („cloud“ OR „SaaS“ OR „services“) wurde verzichtet, da diese bereits in [MaNS11] nur sehr wenig Treffer brachte und die Suchbegriffe für diese Hypothese nicht relevant sind.

	IEEE Xplore	Ebsco	Science Direct	Springer
“software product management” (2011-2016)	13	5	8	9
Davon ohne Relevanz oder doppelt	4	3	6	3
Relevante Quellen	9	2	2	6
“software product management” (bis 2011) [MaNS11]	28	9	7	0

Tab. 1: Aktualisierte Literatursuche nach [MaNS11]

Aufgrund der oben aufgeführten Ergebnisse wurde in den gleichen digitalen Bibliotheken (IEEE Xplore, Science Direct, Ebsco und Springer) am 12.4.2016 eine eigene Literaturrecherche nach [KiCh07] mit folgenden Suchanfragen durchgeführt:

„Produktmanagement“ AND „Wirtschaftsinformatik“
 „Software Product Management“ AND „Wirtschaftsinformatik“
 „Software Product Management“ AND „Information Systems“
 „Product Management“ AND „Wirtschaftsinformatik“
 „Product Management“ AND „Information Systems“

Bei dieser Literaturrecherche wurden bewusst deutsche und englische Begriffe gemischt untersucht, da sie in Titel und Zusammenfassung oft zusammen genutzt werden. Das Ergebnis dieser zweiten Literaturrecherche ist in Tabelle 2 dargestellt und hat gezeigt, dass das Produktmanagement in der Wirtschaftsinformatik-Literatur nur sehr beschränkt erwähnt wird. Konzentriert man sich auf agiles Produktmanagement so reduziert sich das Ergebnis nochmals deutlich auf einige wenige Quellen.

	IEEE Xplore	Ebsco	Science Direct	Springer*
„Produktmanagement“ AND „Wirtschaftsinformatik“	0	0	0	0
„Software Product Management“ AND „Wirtschaftsinformatik“	0	0	0	0
„Software Product Management“ AND „Information Systems“	0	0	0	11
„Product Management“ AND „Wirtschaftsinformatik“	0	0	0	1
„Product Management“ AND „Information Systems“	4	14	6	29
Relevanz und ohne doppelte Einträge	1	0	1	12

Tab. 2: Aktualisierte Literatursuche nach [MaNS11]

*) Bei Springer wurde auf Grund der Suchmöglichkeiten nur im Titel gesucht, bei den andern Quellen wurde im Titel und Abstract gesucht.

Beide Literaturrecherchen zeigen, dass die Forschung in der Wirtschaftsinformatik das Thema des Produktmanagements bisher wenig untersucht hat.

3 These

In der folgenden Abbildung sind die Zusammenhänge der fünf Hypothesen nochmals auf grafische Art dargestellt.

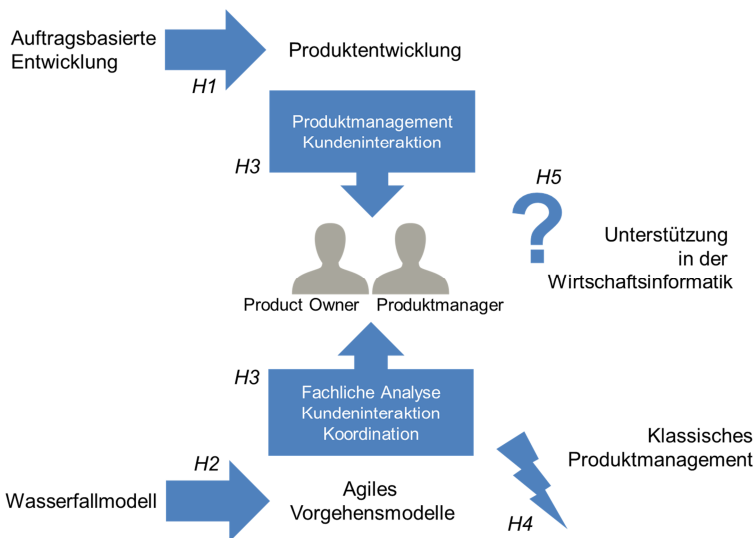


Abbildung 1: Darstellung des Zusammenhangs der fünf vorgestellten Hypothesen und der darin enthaltenen Aussagen.

Basierend auf der Verifikation der Hypothesen und den daraus gewonnenen Erkenntnissen wird die folgende These aufgestellt:

Es braucht neue Modelle und Methoden, damit das Software-Produktmanagement, als wichtiger Bestandteil in der Softwareentwicklung, in agile Vorgehensmodelle integriert werden kann.

Aus dieser These kann abgeleitet werden, dass das Software-Produktmanagement als Lehr- und Forschungsthema in der Informatik, und im speziellen in der Wirtschaftsinformatik, zunehmend an Bedeutung gewinnen wird.

4 Diskussion und Ausblick

Die vorliegende Untersuchung hat gezeigt, dass die beiden Trends hin zur Produktentwicklung und agilen Softwareentwicklung sowohl für Produktmanager als auch für Product-Owner neue Herausforderungen bringen. Mit klassischen Produktmanagementansätzen können diese Herausforderungen nicht bewältigt werden. Gleichzeitig fehlt es an neuen Modellen und Methoden, wie diese Herausforderungen anzugehen sind. Solche Modelle und Methoden zu entwickeln, sieht der Autor als eine klare Aufgabe der Forschung in der Wirtschaftsinformatik. Für die Softwareindustrie sind diese Erkenntnisse dahingehend relevant, dass durch die durchgängige, methodische Unterstützung heute bestehende organisatorische und ablauftechnische Spannungen und Missverständnisse gelöst und Fehlentwicklungen und Projektabbrüche verhindert werden können.

Zur Untermauerung des Forschungsaspekts im agilen Software-Produktmanagement können folgende anwendungsorientierte Forschungsfragen betrachtet werden, deren Untersuchung eine Relevanz für die Wirtschaftsinformatik und die Softwareindustrie haben:

- Wie sieht ein Produktmanagementansatz aus, der zur agilen Softwareentwicklung passt?
- Wie muss die Zusammenarbeit zwischen Produktmanager und Product-Owner definiert werden, damit Konflikte vermieden und Kompetenz klar geregelt werden können?
- Kann ein Product-Owner alle Aufgaben eines Produktmanagers erfüllen und wenn ja, wie kann dies in einer Organisation abgebildet werden?
- Wie ist die Zusammenarbeit zwischen Produktmanagement und agilem Team über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg?

Dies sind nur einige der möglichen Forschungsfragen, die bis heute aus wissenschaftlicher Sicht nicht untersucht wurden.

Im Hinblick auf den stark wachsenden Bedarf und die wirtschaftliche Bedeutung der Rollen des Product-Owners und Produktmanagers müssen die Erkenntnisse auch in die Lehre einfließen. Da viele Produktmanager und Product-Owner Quereinsteiger sind und in diese Rolle hineinwachsen oder durch firmeninterne Wechsel diese Rolle einnehmen, kommt der Weiterbildung ebenfalls eine wichtige Aufgabe zu.

Literaturverzeichnis

- [Abel13] Abelein U.: Developer-User Communication in Large-Scale IT Projects. In: REFSQ 2013 Doctoral Symposium Proceedings, in 19th International Working Conference on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality, 2013, S. 199 - 206
- [BoDö07] Bortz J. und Döring N.: Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler: Limitierte Sonderausgabe. Springer-Verlag, 2007.
- [BuWG13] Bustard D.; Wilkie G.; Greer D.: The Maturation of Agile Software Development Principles and Practice: Observations on Successive Industrial Studies in 2010 and 2012. In: 20th IEEE International Conference and Workshops on the Engineering of Computer Based Systems (ECBS), 2013, S. 139 - 146.
- [Caga08] Cagan M.: Inspired: How To Create Products Customers Love. SVPG Press, Sunnyvale, Calif., 2008.
- [Cost13] Coster N.: The Agile Business Gap. Product Management Festival 2013. <http://de.slideshare.net/brainmates/agile-business-gap-final>. Abruf am 2016-03-19
- [Eber07] Ebert C.: The impacts of software product management. In: Journal of Systems and Software 80(6), Juni 2007, S. 850 - 861.
- [GGPT12] Gorschek T.; Gomes A.; Pettersson A.; Torkar R.: Introduction of a process maturity model for market-driven product management and requirements engineering. In: Journal of Software: Evolution and Process 24(1), 1. Januar 2012, S. 83 - 113.
- [HDLP15] Heikkila V.T.; Damian D.; Lassenius C.; Paasivaara M.: A Mapping Study on Requirements Engineering in Agile Software Development. In: 2015 41st Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA), 2015, S. 199 - 207.
- [JaGa14] Jantunen S.; Gause D.C.: Using a grounded theory approach for exploring software product management challenges. In: Journal of Systems and Software 95, September 2014, S. 32 - 51.

- [Jant12] Jantunen S.: Making Sense of Software Product Requirements. Dissertation Lap-
peenranta University of Technology, 2012. <http://www.doria.fi/handle/10024/77138>
Aufruf am 2016-01-05.
- [KD++02] Lena Karlsson L.; Dahlstedt A. G.; och Dag J. N.; Regnell B.; Persson A.: Challenges in
Market-Driven Requirements Engineering - an Industrial Interview Study (2002). In:
Proceedings of the Eighth International Workshop on Requirements Engineering, Founda-
tion for Software Quality (REFSQ'02), Essen, 2002.
- [KiCh07] Kitchenham B. und Charters S.: Guidelines for performing Systematic Literature Re-
views in Software Engineering. Technical Report EBSE-2007-01, School of Computer
Science and Mathematics, Keele University, 2007.
- [KoMi15] Koski A. und Mikkonen T.: Rolling Out a Mission Critical System in an Agilish Way.
Reflections on Building a Large-Scale Dependable Information System for Public
Sector. In: 2015 IEEE/ACM 2nd International Workshop on Rapid Continuous Software
Engineering (RCoSE), 2015, S. 41 - 44.
- [KrMe13] Kropp M. und Meier A.: Swiss Agile Study 2012. FHNW und ZHAW, Januar 2013.
<http://www.swissagilestudy.ch>. Aufruf am 2016-03-18.
- [KrMe15] Kropp M. und Meier A.: Swiss Agile Study 2014. FHNW und ZHAW, Mai 2015.
<http://www.swissagilestudy.ch>. Aufruf am 2016-03-18.
- [Leff16] Leffingwell D.: Product Owner Abstract. [http://scaledagileframework.com/product-
owner/](http://scaledagileframework.com/product-owner/). Abruf am 2016-04-05.
- [Lock01] Locke K.: Grounded Theory in Management Research. 1 edition. , SAGE Publications
Ltd., London, Thousand Oaks, Calif., 2001.
- [MaNS11] Maglyas A.; Nikula U.; Smolander K.: What do we know about software product
management? - a systematic mapping study. In: Fifth International Workshop on Soft-
ware Product Management (IWSPM), 2011, S. 26 - 35.
- [Miro16] Mironov R.: Product Companies Need Product Managers, not Product Owners (webi-
nar), 2016. http://www.mironov.com/pm_po/. Abruf am 2016-04-05
- [PeHS12] Peine K.; Helferich A.; Schockert S.: Nachhaltige Anwendungssysteme dank IT-
Produktmanagement. In: Nachhaltiges Software Management, Bielefeld, 2012, S. 36 -
49.
- [Pich13] Pichler R.: Agiles Produktmanagement mit Scrum: Erfolgreich als Product Owner arbei-
ten. 2. korrigierte Auflage, dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg, 2013.
- [Ries11] Ries E.: The lean startup: How today's entrepreneurs use continuous innovation to
create radically successful businesses. Random House LLC, 2011.
- [RH++01] Regnell B.; Höst, M.; och Dag J.N.; Beremark P.; Hjelm, T.: An industrial case study on
distributed prioritisation in market-driven requirements engineering for packaged soft-
ware. In: Requirements Engineering, 6(1), Springer-Verlag, London, 2001, S. 51 - 62.
- [SRRM09] Steininger K.; Riedl R.; Roithmayr F.; Mertens P.: Moden und Trends in
Wirtschaftsinformatik und Information Systems. In: Wirtschaftsinformatik, 13. November
2009, 51(6), S. 478 - 495.
- [UBZB06] Uebernickel F.; Bravo-Sánchez C.; Zarnkow R.; Brenner W.: Eine Vorgehensmethodik
zum IT-Produktengineering. In: Proceedings of the Multikonferenz für
Wirtschaftsinformatik, Berlin, 2006.

- [Vers12] 6th Annual Survey "The State of Agile Development" 2012. <http://www.versionone.com>.
Aufruf am 2016-01-05.
- [Vers14] 8th Annual Survey "The State of Agile Development" 2014. <http://www.versionone.com>.
Aufruf am 2016-01-05.
- [Vers15] 9th Annual Survey "The State of Agile Development" 2015. <http://www.versionone.com>.
Aufruf am 2016-01-05.
- [VBJ11] Vlaanderen K.; Jansen S.; Brinkkemper S.; Jaspers E.: The agile requirements refinery: Applying SCRUM principles to software product management. In: Information and Software Technology, 53(1), Januar 2011, S. 58 - 70.

Kontakt

Dr. Tim Weingärtner
Hochschule Luzern – Departement Informatik
Suurstoffi 41, CH 6343 Rotkreuz
T +41 41 757 68 20, tim.weingaertner@hslu.ch

Die Rolle und der Beitrag des IT-Project-Management-Office in der Projektpraxis

Christof Mosler, Christian Fuchs, Wolfgang Wüst

Zusammenfassung

IT-Projekte werden heute in vielen großen Unternehmen von einem Project Management Office (PMO) geleitet oder zumindest unterstützt. In diesem Beitrag werden zunächst die wesentlichen Aspekte eines PMOs erläutert und aktuelle Entwicklungen aus der Projektpraxis beschrieben. Eine große Bedeutung spielt die Frage nach der Wirtschaftlichkeit des PMOs. Die Einrichtung einer solchen Abteilung ist zunächst mit erheblichen Kosten verbunden, die für das Unternehmen in der Regel transparent sind. Deutlich schwieriger gestaltet sich die Bestimmung der Vorteile des PMOs: vor allem eine quantitative Bestimmung finanzieller Vorteile für das IT-Projektgeschäft ist nicht direkt möglich. Im vorliegenden Artikel werden deshalb die wesentlichen Vorteile untersucht. Nach einer grundsätzlichen Analyse der qualitativen Vorteile werden auch mögliche Ansätze aufgezeigt, wie eine Quantifizierung des Beitrags des PMOs zum Unternehmenserfolg gelingen kann. Abschließend wird beschrieben, welche Erfahrungen der zentrale IT-Geschäftsbereich von Bosch mit seinem PMO bisher gemacht hat und wie im Rahmen einer Studie eine Wirtschaftlichkeitsanalyse für die Abteilung durchgeführt wurde.

1 Das IT-PMO heute

Das Project Management Office (PMO) hat in den letzten Jahren in vielen IT-Organisationen eine wichtige Rolle im Projektgeschäft übernommen. Als zentraler Ansprechpartner rund um alle Themen des Projektmanagements liefert es unternehmens- oder zumindest geschäftsbereichsweit Projektmanagement-Methodik und -Werkzeuge und definiert damit Standards für alle Projekte der IT-Organisation. Gleichzeitig unterstützt es auf der einen Seite die Projektleiter im operativen Geschäft und sichert auf der anderen Seite mit modernen Portfolioprozessen strategisch die gewünschte Ausrichtung der IT. Zwar unterscheiden sich die PMOs oft in organisatorischer und funktionaler Hinsicht, stets gilt jedoch das Ziel eines professionelleren IT-Projektmanagements als maßgeblich.

Auch wenn die Rolle des IT-PMOs bereits seit vielen Jahren in der PM-Community sowie allgemein in der Wirtschaftsinformatik bekannt ist, in der Praxis durchgesetzt hat sich der Ansatz erst in den letzten Jahren. Aktuelle Studien zeigen, dass heute zwar die meisten größeren IT-Organisationen ein PMO implementiert haben, dies jedoch größtenteils erst in den letzten drei bis fünf Jahren geschehen ist. In der Studie [APM16] wiesen 70% der befragten Organisationen ein PMO auf, davon waren allerdings nur 10% älter als sechs Jahre. Insbesondere 90% der in [PMsO14] befragten großen Unternehmen, mit einem Umsatz von über 100 Mio. \$, haben eine PMO-Einheit etabliert, während es bei kleineren Unternehmen ca. 60% waren [PMSo14]. Auch in dieser Studie hat der Anteil der Unternehmen mit einem PMO in den letzten Jahren stark zugenommen.

Große Unterschiede gibt es bei der Art, wie das PMO innerhalb der Organisation verstanden und implementiert wird. Für welche Aufgaben es konkret zuständig ist, hängt stark von seiner Einordnung innerhalb der Organisationshierarchie ab sowie von der gewünschten Rolle der Organisationseinheit. Grundsätzlich werden drei Haupttypen von PMOs unterschieden: unterstützende (engl. supportive), steuernde (engl. controlling) und leitende (engl. directive) PMOs [PMBo12]. Diesen Haupttypen sind jeweils andere Ausrichtungen eigen, aus denen sich schwerpunktmäßig unterschiedliche Funktionen ergeben. Während die unterstützenden PMOs vor allem eine operative Ausrichtung anstreben, übernehmen steuernde PMOs vermehrt taktische und leitende PMOs strategische Aufgaben (siehe Abbildung 1).

PMO-Typ:	Unterstützend	Steuernd	Leitend
Beschreibung	PMO übernimmt eine beratende und unterstützende Rolle; liefert Vorlagen, Methoden und Werkzeuge auf freiwilliger Basis	PMO standardisiert das Projektmanagement, indem es den Einsatz seiner Projektmanagement-Methodik vorschreibt.	PMO übernimmt die komplette Verantwortung für die Projekte, koordiniert das Projektportfolio und stellt Projektmanager bereit
Ausrichtung	operativ	taktisch	strategisch
Aufgaben	<ul style="list-style-type: none"> • Projekt-Reporting • PM-Standards & -Prozesse • PM-Werkzeuge & -Vorlagen • Services für Projektmanager • Consulting & Mentoring • Projektaudits & Nachprüfungen 	<ul style="list-style-type: none"> • PM-Methodik & -Werkzeuge werden in allen Projekten eingesetzt • etablierter PM-Karrierepfad • Ressourcenmanagement • Risikomanagement • Customer Relationship Management 	<ul style="list-style-type: none"> • Beratung des Top-Managements • aktive Rolle im strategischen Planungsprozess • Portfolio- & Programm-Mgmt. • Förderung von PM-Kultur • Überwachung und Steuerung der PMO-Performance • Benefits Management für Projekte • Stakeholder Management

Abbildung 1: Typische Aufgaben eines PMOs abhängig von seiner Rolle

Die Ergebnisse der oben erwähnten Studien zeichnen auch ein Bild, wie ein typisches PMO heute aussieht: Im Durchschnitt werden acht erfahrene Projektextperten beschäftigt, die mit einem Budget von 800 T€ über rund 4,4 % des gesamten Projektbudgets verfügen, um damit ein Portfolio von rund 60 Projekten zu managen [PMSo14]. In den meisten Fällen haben die PMOs eine eher operative und taktische Rolle – nur ca. ein Viertel der PMOs sieht sich mit einer strategischen Ausrichtung [ESI15]. Auch der Reifegrad der PMOs hat sich nach eigener Einschätzung stark verbessert: In [ESI15] haben sich 27 % der PMOs als voll ausgereift eingeschätzt, gegenüber 20 % in 2014 und 15 % im Jahr 2010.

Trotz ihrer verschiedenen Ausrichtungen stehen die meisten PMOs heute vor sehr ähnlichen Herausforderungen. Sowohl in Gesprächen mit Zuständigen aus der Praxis als auch in den meisten aktuellen Studien sind im PMO-Kontext vor allem die folgenden Themen aktuell:

- Agile Projekte: Der steigende Anteil von agilen Projekten innerhalb des Portfolios erfordert neue PM-Methoden und -Werkzeuge, die vom PMO eingeführt werden müssen. Vor allem aber gibt es im Rahmen des Ressourcenmanagements Schwierigkeiten, erfahrene Projektmitarbeiter für agile Projekte zur Verfügung zu stellen.
- Karrierepfad: Da ein Zusammenhang zwischen dem Qualifikationsniveau der Projektmitarbeiter und dem Projekterfolg besteht, sind die meisten Organisationen damit beschäftigt, ihre Ausbildungsprogramme im Projektmanagement zu strukturieren und zu optimieren. Damit soll auch der Weg zu einer Projektleiterkarriere attraktiver werden.

- Globale Teams: Wie die erwähnten Studien zeigen, verfügen viele Unternehmen über mehrere PMOs, die auf fachliche oder regionale Bereiche beschränkt sind. Um große, globale Projekte unterstützen zu können, müssen Ansätze implementiert werden, damit das IT-PMO auch global effektiv arbeiten kann.
- Strategische Ausrichtung: Wie oben bereits erklärt, arbeitet die Mehrzahl der PMOs heute vorrangig operativ bis taktisch. Um weitere Vorteile nutzen zu können, möchten viele Verantwortliche eine strategischere Ausrichtung für das PMO erreichen und vor allem im Bereich der Portfolioplanung weitere Vorteile erzielen.
- Wertbeitrag des PMOs: Während die Kosten eines PMOs direkt der Buchhaltung entnommen werden können, sind die meisten Verantwortlichen immer noch bemüht, den konkreten Nutzen der Abteilung aufzuzeigen, um die Akzeptanz bei den Stakeholdern zu erhöhen.

Dieser letzte Punkt mit der Frage nach dem Nutzen eines IT-PMOs stellt in diesem Artikel den Schwerpunkt dar und wird in den folgenden Kapiteln im Detail erläutert.

2 Wertbeitrag des IT-PMOs

Die PMO-Abteilung arbeitet in den meisten Fällen als Costcenter. Bei den abgestellten PMO-Mitarbeitern handelt es sich in der Regel um erfahrene Projektleiter, die nun nicht mehr im operativen Geschäft tätig sind. Während die Kosten für die Abteilung also als Overheadkosten vorliegen, bestehend aus den entsprechenden Personalkosten und ggf. aus Kosten für weitere durch das PMO unterstützte Maßnahmen wie Fortbildungen und Coaching, sind die Nutzen für das Unternehmen nicht direkt nachvollziehbar. Wie man den meisten Diskussionen rund um das Thema PMO entnehmen kann, sind seit Jahren die Verantwortlichen deshalb bemüht, die Existenz der Abteilung zu rechtfertigen. Dies wird z. B. im folgenden Zitat deutlich:

In our experience many PMOs spend a larger portion of their time justifying their existence than other business units or entities. [APM16]

So gaben in [ESI15] 72% der Studienteilnehmer an, ihr PMO würde vom Senior Management immer wieder in Frage gestellt („challenged“), gefolgt von den Projektleitern (37%) und der Linienorganisation (35%). Grundsätzlich sind sich die Verantwortlichen darüber einig, dass ein zentraler, kompetenter Ansprechpartner für alle Aspekte rund um das Projektmanagement viele Vorteile bieten kann. Zu den wesentlichen Gründen für die Einrichtung eines PMOs gehören vor allem:

- Vermeidung von Mehrfacharbeit bei der Entwicklung von PM-Methodik und -Tools
- Einfacheres Ausrollen und Anwenden von PM-Prozessen, -Standards und -Werkzeugen durch vereinheitlichte Ansätze
- Mehr Durchsetzungskraft für Projektleiterbelange im Projektalltag durch zusätzliche Unterstützung in Eskalationssituationen
- Einheitliche, gut strukturierte Ausbildungsprogramme und Coaching
- Aufbau einer Projektleiter-Community für den aktiven Erfahrungsaustausch
- Unternehmensweite Ressourcenkoordination anhand von Kompetenzen
- Höhere Attraktivität der Projektleiterkarriere

Während solche qualitativen Aussagen über die Vorteile des PMOs generell akzeptiert sind, fällt es den Organisationen sehr schwer, den Nutzen quantitativ zu erfassen. Aktuelle Studien zeigen, dass nur ein geringer Anteil der PMOs diese Aufgabe ausreichend erfüllt. So ist beispielsweise [GPM14] zu entnehmen, dass systematisches Performance-Measurement in 70 % der PMOs überhaupt nicht betrieben wird, während nur 14 % der Abteilungen einen quantitativen Ansatz verfolgen. Die Teilnehmer der Studie [APM16] gaben an, dass rund 47 % den Beitrag des PMOs überhaupt nicht überprüfen und in 24 % der Fälle nur unregelmäßig einige KPIs zur Verfügung stehen. Weitere Studien bestätigen diese Zahlen [PwC12]. In [ESI15] wird zwar erklärt, dass bereits 78 % der Organisationen die Performance des PMOs messen, gleichzeitig wird aber darauf hingewiesen, dass dabei vor allem Aspekte rund um die erfolgreiche Durchführung von Projekten gemessen werden (Time und Budget), die sich nur indirekt dem Beitrag des PMOs zuordnen lassen. KPIs zur direkten Messung der PMO-Performance wurden auch hier viel seltener genannt.

Dennoch gibt es Studien, die quantitative Aussagen zu den Vorteilen der PMOs wagen. So wurde zum Beispiel in [PMSo14] unter den teilnehmenden Organisationen ermittelt, dass seit der Einführung der PMOs im Durchschnitt 27 % weniger Projekte abgebrochen wurden. Gleichzeitig ist die Produktivität um 18 % und die Kundenzufriedenheit um 31 % gestiegen. Auch [PwC12] bestätigt mehr Projekterfolge mit gut etablierten PMOs, gegenüber Organisationen ohne PMO, aber noch deutlicher gegenüber Organisationen mit einer noch jungen PMO-Abteilung (<5 Jahre). Erst ein gut etabliertes PMO mit einigen Jahren Erfahrung kann also seine Vorteile voll ausspielen, während junge PMOs in vielen Fällen aus Mangel an nachweisbaren Erfolgen zunächst mit der Gefahr leben müssen, wieder aufgegeben zu werden.

3 Ansätze zur Ermittlung des ROI

Wie gut vergleichbar und übertragbar die aufgeführten Erfolgszahlen auf ein konkretes PMO sind, lässt sich pauschal nicht feststellen. Aus diesem Grund wollte das IT-PMO von Bosch selbst eine quantitative Bewertung seines Nutzens für die Organisation vornehmen. Das Ziel war eine möglichst konkrete Schätzung des Return-on-Investment für die Abteilung, auch wenn den Autoren bewusst war, dass der Anspruch auf Vollständigkeit, mit Berücksichtigung aller relevanten Aspekte, wegen der Komplexität des Themas unrealistisch war. Zunächst wurden mögliche Ansätze zum Vorgehen evaluiert, die in diesem Kapitel vorgestellt werden.

3.1 Projekterfolge vor und nach Einführung des PMOs

Grundsätzlich ist es leicht, eine Fülle von KPIs rund um die Arbeit des PMOs zu erheben. So können zum Beispiel der Prozentsatz an PMO-gesteuerten Projekten, der Durchdringungsgrad der vom PMO vorgeschriebenen Methoden und Werkzeuge, die Qualifikation der Projektmitarbeiter oder die Aktivität der PM-(Online-)Community erhoben werden. Diese Zahlen mögen zwar für die Verantwortlichen der jeweiligen Funktionen interessant sein, zur Ermittlung des Beitrags des PMOs zum Unternehmenserfolg tragen sie nicht bei.

Das wichtigste Ziel für das PMO stellt sicherlich der Projekterfolg dar. Deshalb wundert es nicht, dass die meisten Unternehmen den Wertbeitrag ihres PMOs vor allem über die gängigen Erfolgskriterien des operativen Projektprozesses (Time, Budget und Scope) bewerten, ggf. ergänzt um die Abfrage der Kundenzufriedenheit. Diese Kennzahlen sind nur ein indi-

rekter Indikator für den Beitrag der Abteilung, aber PMO-spezifischere KPIs werden nur selten erhoben [ES115]. Dennoch scheint der Vergleich dieser Projektkennzahlen mit den entsprechenden Zahlen aus der Zeit vor der Einführung der Abteilung der zuverlässigste Ansatz in der heutigen Praxis zu sein. Daraus resultieren dann Schätzungen, wie die oben erwähnten 18 % Produktivitätssteigerung auf das gesamte Projektportfolio.

In der PM-Fachwelt wird allerdings generell die Beschränkung auf die Kennzahlen des Projektprozesses stark kritisiert, da diese nur eine operative Sicht auf die Projekterfolge liefern. In [McDM12] schlagen zum Beispiel die Autoren deshalb vor, auch taktische und strategische Projekt-KPIs zu berücksichtigen, die zusätzlich den Produkterfolg (neben der oben erwähnten Kundenzufriedenheit auch den Kundennutzen und den Produkteinsatz) sowie den Organisationserfolg (den strategischen Nutzen und den strategischen Fit) der Projekte messen. Nur so lassen sich Projekterfolge in ihrem vollen Ausmaß bewerten. So werden Projekte besser berücksichtigt, die zwar scheinbar erfolgreich durchgeführt wurden, deren Ergebnisse aber anschließend keinen (großen) Nutzen für die Organisation haben – zum Beispiel aus Mangel an User-Akzeptanz. Auf der anderen Seite existieren Projekte, die zwar nach den üblichen Kriterien Time, Budget und Scope katastrophal gelaufen sind, nach der Einführung jedoch die Organisation sehr von den Ergebnissen profitiert.

Zu beachten ist außerdem, dass in vielen Fällen weitere Effekte zu berücksichtigen sind, deren Ursachen in denselben Zeithorizont fallen und ebenfalls Auswirkungen auf die Projekterfolge haben können. Zum einen führt die Umstellung des Projektbetriebs auf das PMO-Modell zunächst zu Schwierigkeiten, die kurzfristig die Situation eher verschlechtern (siehe [PwC12] und [PMSo14] zum Thema geringer Erfolg von jungen PMOs). Zum anderen können Maßnahmen das Projektgeschäft positiv oder negativ beeinflussen, die auch ohne ein PMO von der IT-Organisation eingeführt worden wären.

Und nicht zuletzt müssen die entsprechenden Kennzahlen aus der Zeit vor der PMO-Einführung auch tatsächlich vorliegen. Dies ist jedoch nicht selbstverständlich, denn gerade bei großen Organisation wird erst durch die Einführung des PMOs oft zum ersten Mal eine zentrale, global für das IT-Projektgeschäft verantwortliche Stelle geschaffen, die durch neue Reportingprozesse die vollständige Erhebung der relevanten KPIs ermöglicht (wie auch in unserem Praxisbeispiel weiter unten der Fall).

3.2 Wirtschaftlichkeitsanalysen für einzelne PMO-Funktionen

Ein weiterer Ansatz zur Bestimmung des Wertbeitrags besteht darin, für die vom PMO bereitgestellten Funktionen jeweils einzeln möglichst konkrete Wirtschaftlichkeitsanalysen durchzuführen. Hierzu einige Beispiele:

- Zu den Hauptvorteilen eines PMOs gehört die oben erwähnte Vermeidung von Mehrfacharbeit. Die Gegenüberstellung der Mitarbeiterkapazitäten des PMOs und der vorher mit PM-Themen beschäftigten Mitarbeiter aller Abteilungen kann einen ersten Hinweis liefern, ob wirklich neuer Overhead entstanden ist.
- Für die von einem PMO angebotenen Services und Werkzeuge, v. a. für das Projekt-Backoffice, kann durchaus ein Business Case erstellt werden, mit dem sich eine Ersparnis für das gesamte Projektportfolio hochrechnen lässt. Möglich sind zum Beispiel Services zur zentralisierten Unterstützung bei der Template- und Reporting-Erstellung oder der Qualitätssicherung der Projektdokumentation. Die Entlastung der Projektmitarbeiter ist in solchen Fälle gut kalkulierbar.
- Auch aus der wichtigen Consulting-Rolle eines PMOs können oft konkrete Fälle aufgeführt werden, bei denen man direkte Einsparungen nachweisen kann. Erfahrene Pro-

jektexperten arbeiten hierbei zwar nicht mehr direkt im Projektgeschäft mit, durch die Betreuung von weniger erfahrenen Projektleitern, z. B. in 20-30 Projekten pro Jahr, können diese jedoch gewinnbringende Multiplikatoreffekte erreichen. Auch wenn nur ein geringer Anteil dieser Beratungsaktivitäten einen konkreten Nachweis über ihren Nutzen erbringen wird, können bereits geringe prozentuale Einsparung am Projekt- oder sogar Portfolio-Budget die Kosten der PMO-Abteilung zum großen Teil rechtfertigen.

Der Nutzen von manchen anderen, ebenfalls wichtigen PMO-Funktionen lässt sich wiederum nicht direkt nachweisen. So wird zum Beispiel der Wert von Qualifikationsmaßnahmen im PM-Bereich, der in der Regel einen größeren Anteil der PMO-Kosten verursacht, in der Literatur breit diskutiert. Seinen quantifizierten Beitrag zu den Projekterfolgen kann man jedoch nur schwer angeben.

3.3 Umfragen bei Stakeholdern

Schließlich können auch Schätzungen der Einsparungen vorgenommen werden, die auf Umfragen von Projekt-Stakeholdern basieren. Hierbei ist zu achten, dass erfahrene Mitarbeiter befragt werden, die unbedingt bereits vor der Einführung des PMOs im Projektgeschäft der Organisation tätig waren. Ihre Auswahl sollte möglichst verschiedene Rollen berücksichtigen (PMO-Mitarbeiter, Projektleiter, Kunden, Sponsoren). Als Befragungsansatz ist hier beispielsweise die Delphi-Methode denkbar, die insbesondere für jeweils stark abweichende Schätzungen eine Begründung verlangt. Wie unten im Praxisbeispiel angedeutet, können solche Schätzungen trotz der unterschiedlichen Herangehensweisen der Experten durchaus ein einheitliches Bild über die Einsparungen ergeben.



Abbildung 2: Übersicht der betrachteten Ansätze zur Ermittlung des ROI mit ihren Vor- und Nachteilen

4 Praxisbeispiel: IT-PMO bei Bosch

Auch das IT-PMO von Bosch stand vor der Herausforderung, ihren Wertbeitrag künftig noch klarer kommunizieren zu können. Im Rahmen einer Studie im Jahr 2015 wurden deshalb

zunächst die bisher erreichten Ziele der Abteilung und ihre Leistungsfähigkeit in verschiedenen IT-Projekten evaluiert. Anschließend sollte der ROI der Abteilung so konkret wie möglich ermittelt werden. Die Ergebnisse sollten auch dazu verwendet werden, zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten der Abteilung aufzuzeigen.

Das IT-PMO bei Bosch wurde im Jahr 2011 gegründet und hat seinen Hauptsitz in Stuttgart. In vielerlei Hinsicht entspricht es dem Bild eines typischen PMOs, wie oben im ersten Kapitel dieses Artikels beschrieben. Die Abteilung besteht aus einem Kernteam von drei Central-Services-Teams, sowie weiteren, nach Kontinenten aufgeteilten internationalen Verantwortlichen, die als lokale Ansprechpartner das PMO weltweit vertreten. Auch die rund 40 Projektmanager für die größten IT-Projekte des Technologie- und Dienstleistungsunternehmens sind der Abteilung zugeordnet und berichten direkt an den PMO-Abteilungsleiter.

Die Rolle des PMOs würde man am ehesten als steuernd (engl. controlling) beschreiben, da die ausgerollte Projektmanagement-Methodik zum großen Teil in der gesamten IT-Organisation verpflichtend ist. Zu den Hauptfunktionen der Abteilung gehören:

- Lieferung von PM-Standards, -Vorlagen, -Methoden und -Werkzeugen
- PM-Consulting für alle IT-Projektleiter
- Initiierung und Klassifizierung von Projekten
- Auswahl von am besten geeigneten Projektleitern für die Projekte
- diverse zentrale, unterstützende Prozesse
- Qualifizierung und Coaching von Projektleitern
- Betrieb einer aktiven PM-Community, online und durch Liveveranstaltungen

In einem ersten Schritt wurde nach Studien gesucht, in denen der Beitrag der PMOs anhand von Umfragen und Benchmarks in anderen Unternehmen geschätzt wurde. Auch Studien zum Wertbeitrag der einzelnen Funktionen der PMOs, z. B. der Projektleiterqualifizierung oder dem Einsatz von PM-Werkzeugen, wurden hierbei berücksichtigt.

Anschließend wurde die aktuelle Performance der IT-Projekte bei Bosch in den letzten drei Jahren anhand der üblichen Kennzahlen (Budget, Time und Scope) ermittelt. Diese erste grobe Einschätzung ergab, dass das IT-Projektmanagement bereits heute sehr effizient ist. Die vollständige Beantwortung der Frage nach dem quantifizierten Beitrag des PMOs zum Unternehmenserfolg anhand dieser Projekt-KPIs und damit der zuverlässigste, in Abschnitt 3.1 vorgestellte Ansatz der ROI-Ermittlung, war jedoch nicht möglich, da zwar brauchbare Kennzahlen vorlagen, diese jedoch nicht bis in die Zeit vor der Gründung des PMOs reichten. Die nun verpflichtende Datenerfassung für alle Projekte in einem zentral betriebenen PM-Werkzeug wird heute übrigens schon als ein wesentlicher Vorteil des neuen PMOs angesehen.

Die Autoren verfolgten deshalb die zwei anderen Ansätze:

1. Wirtschaftlichkeitsanalysen: Für einige Funktionen des PMOs lagen tatsächlich genug Daten vor, um eine detaillierte Wirtschaftlichkeitsanalyse durchzuführen. Hier wurden zum Beispiel Einsparungen einkalkuliert, die durch die Einführung eines einheitlichen PM-Werkzeugs, durch den Aufbau von zentralen Backoffice-Services und durch exemplarisch belegte Fälle von Budgeteinsparungen durch Consulting-Leistungen des PMOs entstanden. Zwar deckte dieses Vorgehen nur einen Teil des durch das PMO generierten Wertbeitrags ab, die Zahlen waren jedoch sehr konkret und direkt mit Geldbeträgen zu belegen.
2. Expertenmeinungen: Die erfahrenen Mitarbeiter des PMOs sowie andere Experten, die schon vor der Einführung des PMOs in 2011 im IT-Projektgeschäft bei Bosch tätig waren, wurden gebeten, die erreichten Einsparungen zu schätzen und zu begründen.

Trotz unterschiedlicher Schätzansätze der Experten ergab sich hierbei ein sehr einheitliches Bild.

Die Ergebnisse der Untersuchungen fielen alle positiv für die PMO-Abteilung aus. Mit den beiden Ansätzen konnten die Zahlen konkretisiert werden, wobei insbesondere die Wirtschaftlichkeitsanalysen der einzelnen PMO-Funktionen sich als zielführend erwiesen. Zusammenfassend ließ sich auf diese Weise festhalten, dass die Abteilung in jedem Fall mindestens kostendeckend arbeitet, bei optimistischeren Schätzungen jedoch einen deutlicheren finanziellen Vorteil bringt.

5 Fazit

Vor der Herausforderung, den Beitrag des PMOs möglich konkret anzugeben, um ihn seinen Kosten gegenüber zu stellen, stehen heute die meisten großen Organisationen. Angesichts der Komplexität des Themas wundert es nicht, dass dies den wenigsten Unternehmen in dem gewünschten Maße letztlich gelingt. In diesem Artikel wurden einige pragmatische Ansätze vorgestellt, die im Rahmen der beschriebenen Studie bei Bosch zum Einsatz kamen. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse erfüllen zwar nicht alle Ansprüche an die Vollständigkeit, für die Kommunikation innerhalb der Organisation, im Sinne der Rechtfertigung der wahrgenommenen Overheadkosten, können sie jedoch durchaus ausreichen und durch die nachvollziehbare Argumentation mit sehr konkreten Zahlen auch überzeugen.

Literaturverzeichnis

- [APM16] Association of Project Management (APM): The State of Project Management Survey 2016. Wellington Ltd., Windsor, UK, 2016.
- [ESI15] ESI: The Global State of the PMO – An analysis for 2015. International study, ESI International (heute: TwentyEighty Strategy Execution), 2015.
- [GPM14] GPM Deutsche Gesellschaft für Projektmanagement e. V.: The PMO in Practice: Empirical PMO Study 2013 /14. 2014.
- [McDM12] McLeod, L.; Doolin B.; MacDonell, S. G.: A perspective-based understanding of project success. Project Management Journal 43(5), 2012, S. 68-86.
- [PMB012] PMBOK Guide: A Guide to the Project Management Body of Knowledge. 5. Aufl., PMI, 2012.
- [PMS014] PM Solutions Research: The State of the Project Management Office (PMO). Research report, PM Solutions, Glen Mills, PA, USA, 2014.
- [PwC12] PwC: Insights and Trends: Current Portfolio, Programme, and Projekt Management Practices – the third global survey on the current state of project management. PricewaterhouseCoopers, 2012.

Kontakt

Prof. Dr. Christof Mosler
Hochschule für Technik Stuttgart
Schellingstr. 24, 70174 Stuttgart
T +49 711 8926 2796, christof.mosler@hft-stuttgart.de

Christian Fuchs
Robert Bosch GmbH, Central Sector Information Technology
Project Management Office Central Services (CI/PMO-CS)
Hessbrühlstrasse 21, 70565 Stuttgart
T +49 711 811 3626339, christian.fuchs@de.bosch.com

Dr. Wolfgang Wüst
Robert Bosch GmbH, Central Sector Information Technology
Project Management Office Central Services (CI/PMO-CS)
Hessbrühlstrasse 21, 70565 Stuttgart
T +49 160 702 2850, wolfgang.wuest3@de.bosch.com

Verfahren zur Entwicklungen von IT-Strategien aus den Unternehmensleitlinien

Elvira Kuhn

Zusammenfassung

In postmodernen Organisationen [KNHV15] werden Unternehmensleitlinien aufbauend auf der Unternehmensvision als Vorgabe zur Führung aller Mitarbeiter eingesetzt. Sie konkretisieren die Wunschvorstellung eines Unternehmens zur Wahrnehmung seiner Interessen gegenüber seinen Partnern und seinen eigenen Mitarbeitern [Frie00, S.20]. In allen Arbeitsgebieten sind alle verpflichtet, diese Leitlinien zu erfüllen. Aufbauend auf den Unternehmensleitlinien werden Unternehmensstrategien und daraus u. a. IT-Strategien abgeleitet. Dabei beschreibt eine Strategie, wie der durch die Vision angestrebte Sollzustand erreicht werden kann [KSZi10, S.10]. In diesem Papier wird ein durchgängiger Prozess beschrieben, wie er in einer Zeit, die von kontinuierlichen Wandlungsprozessen zur Erreichung angestrebter Sollzustände geprägt ist, erforderlich ist. Weiterhin wird beschrieben, wie dieser Prozess im Unternehmen etabliert werden kann und wie aus Unternehmensleitlinien IT-Strategien unter Beachtung besonderer aktueller Rahmenbedingungen abgeleitet werden können.

1 Einleitung

Cyberkriminalität, IT als Risikofaktor, höhere Vernetzung, komplexere Informationssysteme führen in vielen Unternehmen zu der Erkenntnis, dass ein Spezialist auf Managementebene notwendig ist. Es handelt sich um einen CIO (Chief Information Officer), der für die IT-Strategie und für das operative Informationsmanagement verantwortlich ist. IT steht für die Informationstechnologie, die nun im Zusammenhang zur gesamten Unternehmensstrategie einen betriebswirtschaftlichen Wertbeitrag zu leisten hat. Das Informationsmanagement erfolgt nach [GaBe03] im Zyklus mit den Arbeitspaketen „Prüfen, Entscheiden, Steuern und Kontrollieren“ und hat als Gegenstand die Informationslogistik. Diese wiederum stellt sicher, dass mit Hilfe von IT die richtige Information zum richtigen Zeitpunkt an der richtigen Stelle von der richtigen Person in der richtigen Qualität zu den richtigen Kosten übermittelt wird. In agilen Unternehmen steht nicht nur die schnelle und problemorientierte Kommunikation im besonderen Fokus, sondern auch Veränderungsprozesse selbst, die zusätzlich ein schnelles Agieren und Reagieren mit Unterstützung von IT erlauben sollen. In diesem Papier setzen wir uns mit dem strategischen Management als Mittel zur Führung auseinander und ermitteln, welches Verfahren zur Gewinnung einer geeigneten IT-Strategie sinnvoll erscheint. Ein solches Verfahren besteht wie im System Engineering üblicherweise aus der Vorgehensweise, den unterstützenden Methoden und Techniken sowie den unterstützenden IT-Techniken.

Zur Gewinnung der Ergebnisse wurden verschiedene Methoden angewendet. So wurde empirisch ermittelt, welche Ziele, Systematik und Überlegungen den Entscheidungen zur Bildung einer IT-Strategie zugrunde liegen. Gefolgt von dieser Festlegung der Vorgehens-

weise wurden mit den qualitativen Methoden der Gruppendiskussion und Tiefeninterviews die Motive untersucht. Querschnittstudien aufbauend auf Befragungen, Literaturrecherchen und Inhaltsanalysen rundeten die Erkenntnisgewinnung ab. Die Studien wurden in den letzten 15 Jahren an über 50 Projekten in Forschung, Industrie und öffentlicher Verwaltung vorgenommen. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse führten zur permanenten Weiterentwicklung des Basisverfahrens, vorgestellt in [Kuhn01].

Im Folgenden werden neue oder besonders angepasste Methoden und Werkzeuge als flankierende Hilfe zur IT-Strategieentwicklung beschrieben, Alternativen zu Vorgehensweisen diskutiert [Kuhn10,1] [KuVo12] [KuMa10,2] [KSMa11] [Kuhn01] [BKMa09] [Glas06] [Kunz07] [PfrRo01] [Hille02]. Wir gehen auf die Besonderheiten im Managen agiler Unternehmen ebenso wie auf die im strategischen Management neuen erforderlichen Fähigkeiten sowie auf die notwendigen organisatorischen Maßnahmen ein. Ein besonderes Augenmerk wird auf den Umgang mit Veränderungen und deren Auswirkungen auf das Verhalten der Organisation, deren Auswirkungen auf die Kommunikation sowie deren Auswirkungen auf den Methodeneinsatz im strategischen Management gelegt.

2 Ermittlung eines durchgängigen Prozesses zur IT-Strategieentwicklung

Ausgangsbasis der IT-Strategieentwicklung sind die Unternehmensleitlinien. Mit ihnen konkretisiert ein Unternehmen die Art und Weise, wie es die Interessen seiner Partner und seiner eigenen erfüllen wird. Diese Leitlinien sind schriftlich zu fixieren und gegenüber Mitarbeitern und Führungskräften bekanntzugeben. Nach Ingolf Friederici [s. Frie00, S.20] „entsteht damit eine Bindung und Verpflichtung, im jeweiligen Arbeitsgebiet alles zu tun, um die Leitlinien zu erfüllen“. Eines dieser Arbeitsgebiete ist die Informations- und Kommunikationstechnologie. Nach Keuper und Schomann und Zimmermann [s. KSZi10, S.10] ist keine IT Strategie ohne Unternehmensstrategie möglich.

2.1 Rahmenbedingungen

Postmoderne Organisationen wie Telecom, Vodafone oder die Techniker Krankenkasse gehen ganz anders mit ihren Mitarbeitern um, als es klassische, neoklassische oder moderne Organisationen tun, siehe dazu [KNHV15, Kuhn15]. Die Bedeutung dieser Tatsache für die Entwicklung einer IT-Strategie wird im Folgenden näher erläutert.

2.1.1 Vorgabe an Teams

Neu ist bei postmodernen Organisationen, dass aufgrund von agilen Verfahren sowohl auf Seiten des Unternehmens als auch auf Seiten der Softwareentwicklung eine Vorgabe an operationale Ziele entfällt und lediglich Probleme an einzelne Gruppen weitergegeben werden [Kuhn, 2015,2]. Ebenso neu ist, dass die Festlegung der Inhalte von strategischer Information in Kollaboration von Management, den Teams und externen Partnern erfolgt. Demnach werden die Inhalte wie Grundüberzeugungen, Werte und Einstellungen von allen getragen und decken Kundenorientierung, Mitarbeiterorientierung, Leistungsorientierung, Innovationsorientierung, Kostenorientierung, Kommunikationsorientierung, Unternehmensorientierung und Technologieorientierung ab, wobei die Mitarbeiterorientierung die wichtigste Position im Zeichen des Fachkräftemangels und der Rekrutierungsschwierigkeiten darstellt.

2.1.2 *Anforderungen an Teams*

Die Teams selbst bekommen mehr Verantwortung, unterstützt durch mehr Entscheidungsfreiheit und die Förderung ihrer Kreativität um dem Wandel möglichst eigenständig zu begegnen, sich selbst zu organisieren und Probleme eigenständig zu lösen. Wenn jedes Team seine Lösungsstrategien selbst finden darf, stellt sich die Frage, inwieweit eine einheitliche IT-Strategie tragfähig bleibt und ob dies weiterhin sinnvoll ist.

2.1.3 *Umgang mit Veränderungen*

Der Umgang mit Veränderungen, die Software selbst betreffend, hat sich seit der Veröffentlichung des agilen Manifests [s. agileJ] sehr verändert. So gelten die dort genannten 12 Prinzipien der agilen Softwareentwicklung: Wechselnde Anforderungen werden auch spät in der Entwicklung möglich; Fachleute und Softwareentwickler arbeiten täglich bzw. bei Bedarf während des gesamten Projekts zusammen; das Team reflektiert regelmäßig seine Arbeit und passt sein Verhalten entsprechend an. Besondere Aufmerksamkeit wird auf Systemdesign und Qualität gelegt, um die Voraussetzung zur Wartbarkeit zu schaffen. Auch Veränderungen im technologisch Machbaren (heute besonders durch Industrie 4.0) und die Einsetzbarkeit dieser Techniken stellen eine hohe Herausforderung an die Unternehmensstrategie und damit auch an das Geschäftsmodell inklusive Infrastruktur und Prozesse dar. Insbesondere ist die IT-Strategie betroffen. So sehen wir, dass das technologisch Machbare die Unternehmensstrategie beeinflusst.

Der Umgang mit Veränderungen in einem agilen Unternehmen selbst wird heute als Gestaltungsprozess gesehen. Strukturen und Veränderungsprozess werden bewusst und rational analytisch gestaltet [s. Klim16]. Veränderungen, die das Umfeld eines Unternehmens betreffen sind besonders durch den Sofortismus, d.h. dem Verlangen von individuellen Lösungen mit sofortiger Lieferung durch die Kunden gekennzeichnet. Diese Kundenwünsche können dergestalt nur mit Hilfe von IT aufgenommen und umgesetzt werden.

2.1.4 *Kommunikation*

Ebenfalls werden IT-Unterstützungen aufgrund der Notwendigkeit der Berücksichtigung von organisatorischen Veränderungen und in der Konsequenz der Veränderungen der Kommunikationsflüsse [s.Kuhn15] innerhalb und außerhalb erforderlich. In Happ et al [s.HKSc15] müssen aufgrund öffentlicher Diskussionen Unternehmen immer mehr auf ihr Kommunikationsmanagement Wert legen. Vertrauen und Glaubwürdigkeit sind dabei der Schlüssel zum Erfolg. Nur mit einem hohen Aufwand der Kommunikationsarbeit können Ziele und Strategien des Unternehmens erfolgreich umgesetzt werden. Auch für die betriebliche Tätigkeit ist die Bedeutung der Kommunikation sehr hoch, werden doch alle Aktivitäten innerhalb einer Organisation primär durch einen konstanten Fluss an Informationen koordiniert. Die Kommunikation, welche auch immer auf IT basiert, ist somit darauf fokussiert, die Unternehmung in ihrem Streben nach Gewinnmaximierung zu unterstützen.

2.1.5 *Fazit*

Die IT-Strategie muss eine Orientierung für Teams, eine Handhabung zum effektiven Umgang von Veränderungsprozessen sowie Unterstützung der Kommunikation entsprechend der Informationslogistik bieten. Auf der anderen Seite wird die IT-Strategie in Zusammenarbeit mit der Unternehmensstrategie erarbeitet. Dabei nimmt der CIO die Aufgabe wahr, die für das Unternehmen geeigneten IT-Möglichkeiten in die Unternehmensstrategie einzubringen und somit zu beeinflussen.

2.2 Vorgehensweise

Das Leitbild bildet den Rahmen für die Formulierung von Zielen und Strategien eines Unternehmens, um den durch die Vision angestrebten Sollzustand zu erreichen. Dabei handelt es sich bei der strategischen Information um Unternehmenskultur, Mission, Vision, strategische und operative Ziele, Einfluss- und Erfolgsfaktoren.

2.2.1 Strategischer Planungsprozess

In der Dissertation der Autorin [s. Kuhn01, S.154 ff.] wurde das Verfahren von der Bildung der Unternehmenskultur über die Gewinnung der Vision eines Unternehmens bis zur Strategiebildung und dem Setzen von operationalen Zielen entwickelt und auf s. 157 angemerkt, dass die strategische Information als handlungsrelevanter Informationshintergrund bei Reaktionsprozessen auf Umfeldänderungen von den Akteuren benötigt wird. Unter Berücksichtigung der neuen Rahmenbedingungen gilt wie in Kapitel 2.1 angemerkt, dass auch auf operationaler Ebene Strategien erlaubt sind, da hier eine Problembearbeitung im Team mit hohen Freiheitsgraden erfolgt. Zur Transparenz von Chancen und Risiken müssen dann auch auf der operationalen Ebene die Einfluss- und Erfolgsfaktoren im Zusammenhang zu den dort entwickelten Strategien bekannt gemacht und damit verwaltet werden. Abbildung 1 verdeutlicht diesen Zusammenhang. Veränderungen, die sich aus Einflüssen und Erfolgsfaktoren ergeben, führen immer wieder zum Spezifizieren neuer Strategien sowohl auf Unternehmens- als auch auf operationaler Ebene. Dieser Sachverhalt ist hier nicht eingezeichnet.

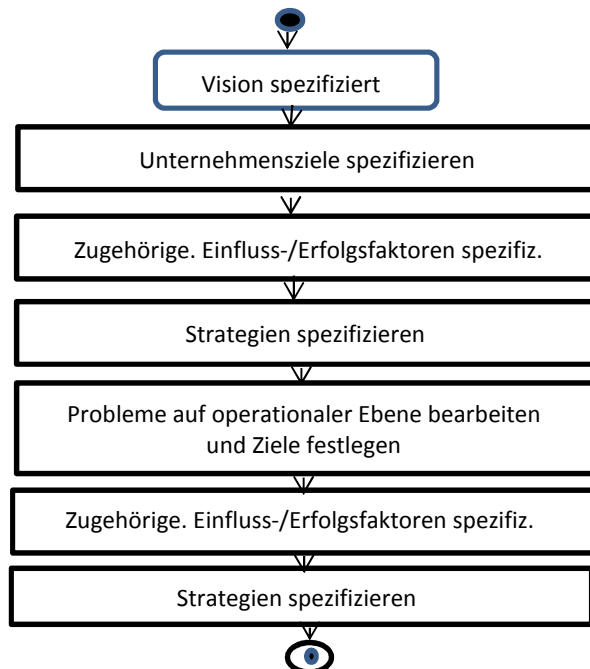


Abb. 1 Strategischer Planungsprozess

Diese Überlegungen gelten zunächst für alle Teams im Unternehmen. Für die Strategieentwicklung können beispielsweise die Szenariotechnik, Spiralenmodell, Nutzwertanalyse, Fischgrätentechnik, BSC, Portfolio, Erfahrungskurvenanalyse, Branchenstrukturanalyse (nach Porter) eingesetzt werden. Ob weitere Aktivitäten speziell zur IT-Strategiebildung

notwendig sind, werden wir diskutieren. Jedoch verdeutlichen wir vorab anhand eines Beispiels zu dem bis hierin Gesagten.

2.2.2 Beispiel für einen strategischen Planungsprozess

Wenn beispielsweise der CIO auf der Unternehmensebene als Unternehmensziel aus informationstechnischer Sicht spezifiziert hat, dass mit hoher Geschwindigkeit Maßnahmen zur Anpassung von Prozessen an Veränderungen mit Informationstechnik zu unterstützen sind, dann könnten Einflussgrößen wie die Dimension oder Anzahl von Veränderungen an bestimmten Prozessen spezifiziert werden. Als Erfolgsgrößen könnten beispielsweise die angenommene Benutzbarkeit der IT-unterstützten Maßnahmen oder vorgenommenen Veränderungen an Prozessen in angemessener Zeit zu angemessenen Kosten genannt werden. Zugehörige Strategien zur Umsetzung dieses Vorhabens können dann der Einsatz agiler Vorgehensweisen sowie der Einsatz eines Workflowmanagementsystems zur schnellen Realisierung der Maßnahmen sein. Die Problembeschreibung, die dann auf operationaler Ebene von einem ausgewählten Team zu bearbeiten ist, lautet, die Gewährleistung des Einsatzes von IT innerhalb eines gegebenen Zeitraums zu vorgegebenen max. Kosten zu gewährleisten. Diese IT soll zum einen die notwendige Maßnahme als ablauffähigen Prozess unterstützen, zum anderen in das gesamte Unternehmen integriert werden. Dies bedeutet, dass auch alle Beteiligten Kenntnis davon erhalten müssen und die IT auch tatsächlich nachhaltig verwendet wird. Als Erfolgsgröße kann dann die zeitnahe Anwendung der konkret realisierten Maßnahmen gesehen werden, wobei dies von den Einflussgrößen „Bekanntgabe der zu benutzenden Maßnahme an die betroffenen Mitarbeiter“ sowie von „Motivation zur Benutzung der Maßnahme“, „Zeit zur Benutzung“, „Verständnis der Maßnahme“, „Dringlichkeit“ abhängig ist. Als Strategien auf der operationalen Ebene seien nun kurz die verschiedenen Alternativen der agilen Vorgehensweise zur Analyse und Realisierung der Maßnahme zur Auswahl genannt: die zyklische agile Vorgehensweise Scrum (s. [itagoj]), eXtreme Programming (XP) als zyklisches Vorgehen von der Programmierung über die tägliche Abstimmung im Entwicklerteam bis hin zum gemeinsamen Anforderungsmanagement mit dem internen oder externen Kunden, Kanban als eine agile Methode für evolutionäres Change Management oder Feature Driven Development (FDD). Die konkrete Strategie zur Umsetzung der Strategie „Einsatz agiler Vorgehensweise bei Veränderungen oder Projektentwicklungen“ muss im konkreten Fall vom Team ausgewählt werden. Somit gilt die IT-Strategie als Orientierungsrahmen.

2.3 IT-Strategie

Im Unternehmensleitbild sind alle zu beachtenden Werte verankert, wie zuvor dargelegt. Die IT-Strategie soll sicherstellen, dass alle Ressourcen optimal für die Geschäftsziele eingesetzt werden. Damit müssen Kenntnisse über IT-Leistungen vorhanden sein, die von solcher Qualität sind, dass sie in kürzester Zeit an Veränderungen adaptiert werden können. Damit ist nicht das IT-Portfolio allein ausschlaggebend, sondern auch das System Design sowie das Sicherstellen der Nutzung (beispielweise durch Coaching). Auch muss der CIO umgekehrt eine neue strategische Ausrichtung wie Digital Business anstoßen dürfen und wird damit seiner IT-Management-Verantwortung gerecht. Das Dokument der IT-Strategie beinhaltet alle in dem Unternehmensleitbild aufgestellten Rubriken und transferiert diese in die IT-Welt. Ein komplettes Beispiel hierzu findet sich in [UZH014].

3 Untersuchungen von Methoden und Techniken zur Unterstützung einer agilen IT-Strategie

Sehr viele Beratungsunternehmen bieten Unterstützung in der Entwicklung einer IT-Strategie aus einer Unternehmensstrategie an. Im Folgenden stellen wir die am häufigsten genutzten Grundlagen vor und stellen abschließend die Frage nach der Benutzbarkeit im Zusammenhang mit Agilität.

3.1 In 7 Schritten zur nachhaltigen IT-Strategie

In [Joha14] werden 7 Schritte benannt, die zur nachhaltigen IT-Strategie führen sollen. Ausgangsbasis ist eine Ist-Analyse der IT, welche sich als Neuankömmling generell empfiehlt, es folgt eine Analyse der Unternehmensstrategie, um die Verankerung der IT festzustellen. Danach geht es schon in das Branchenwissen, ausgedrückt als IT-Applikationsstrategie und zur Gewährleistung der Nachhaltigkeit die Sourcing-Strategie. Dazu gehört als nächster Schritt die IT-Organisation und IT-Governance. IT-Governance befasst sich dabei mit Entscheidungs- und Führungsstrukturen bezogen auf IT und wie diese sich auf die Unternehmensstrategie und IT-Strategie auswirken. Die zur Umsetzung notwendige Budgetierung wird ebenso wie eine IT-Roadmap als Vorhabensskizze und ein IT-Projektportfolio zur Unterstützung der Priorisierung und des Einsatzes von Mitarbeitern thematisiert. Zum Schluss wird das Kontrollelement in Form eines IT-Strategiecockpits eingeführt. Damit werden, wie in anderen Bereichen auch, die in der BWL gelehrteten Methoden und Techniken als unterstützende Werkzeuge genannt, wobei IT-Governance etwas Besonderes darstellt, ist sie doch dazu da, Strategien durchzusetzen.

3.2 Bestandteile und Verwirklichung einer IT-Strategie

Frank Schwab geht in [Schw16] direkt auf die Bestandteile einer IT-Strategie ein und nennt 5 Strategien: die Infrastrukturstrategie, die Applikationsstrategie – beides schon mit direkten Ausprägungen, was bedeutet, dass eine Entscheidungsfreiheit im operationalen Geschehen nicht gegeben ist. Mit der Innovationsstrategie werden neue Technologien vorausschauend für den Einsatz bewertet, was wir zuvor sowohl im Management als auch auf operativer Ebene für wichtig erachtet hatten. Mit der Sourcing-Strategie wird festgelegt, ob IT-Leistungen selbst entwickelt oder eingekauft werden. Die letzte Strategie, Investmentstrategie genannt, soll den effektiven und effizienten Einsatz der IT-Ressourcen sicherstellen. Sie betrachtet dazu die IT-Investitionsentscheidungen. Da die Sourcing-Strategie festlegt, wo etwas Neues entstehen soll, ist eine hohe Wechselbeziehung zur Investmentstrategie gegeben.

Die IT-Strategieverwirklichung bezeichnet Schwab als einen kontinuierlichen, dynamischen Prozess in vier Phasen, wobei zunächst eine Bestandsaufnahme (IST/SOLL/Möglichkeiten) durchgeführt wird. Aus diesen Ergebnissen werden Ziele der IT abgeleitet. Dabei werden Maßnahmen, Teilschritte und Aufwände formuliert, die der Zielerreichung dienen sollen. Zum Schluss wird eine Strategiekontrolle als Mittel zur Messung der Zielerreichung gefordert.

Es ist somit ein ganz normaler Veränderungsprozess, der hier beschrieben wird und längstens auch im SW-Engineeringbereich seit Jahrzehnten so gehandhabt wird.

3.3 Bewertungskriterien in Hinsicht auf Unterstützung von Agilität

Um die Ansätze zu bewerten, legen wir folgende Kriterien fest; sie ergeben sich aus dem Anliegen dieses Artikels und den zuvor gemachten Ausführungen.

- Vorgaben: Werden Vorgaben/Restriktionen auf operationaler Ebene gemacht?
- Freiheitsgrade: Werden alte Bestände in die Strategie aufgenommen?
- Innovativ: Wird neu gedacht?
- Änderbarkeit: Sind zu viele Details schon festgeschrieben?
- Kommunikation: Werden Mitarbeiter in die Strategieentwicklung mit einbezogen?
- Durchsetzbarkeit: Werden Instrumente genannt, um die IT-Strategie umzusetzen?
- Teamorientierung: Ist es eine Orientierungshilfe für Teams in einer sich wandelnden Zeit?
- Effektiv: Wird die Effektivität von Veränderungsprozessen unterstützt?

Die Bewertung selbst bedeutet: 0 = nein, 1 = Ja, X = bedingt, - nicht notwendig. Sie ergibt sich direkt aus den Beschreibungen aus Kap. 2, 3.1 und 3.2.

Bewertungskriterien	Zu vergleichende Ansätze		
	In 7 Schritten nach [Joha14], Kap.3.1	Bestandteile und Verwirklichung [Schwa16], Kap. 3.2	Unser Ansatz wie in Kap 2 vorgestellt
Vorgaben	1	1	0 (Probleme)
Freiheitsgrade eingeschränkt	X	1	0 (im Team entwickeln)
Innovativ	0	1	1 (Wandel als Thema)
Änderbarkeit	1	1	1 (agil)
Kommunikation	0	1	1 (agil)
Durchsetzbarkeit	1 (IT-Governance)	X (Kontrolle)	-
Teamorientierung	0 (Vorgaben)	0 (Vorgaben)	1 (Rahmen)
Effektiv	0	1	1 (agil)

Tab.1: Bewertung der vorgestellten Ansätze

Wie wir sehen, eignen sich die in diesem Kapitel 3 vorgestellten Methoden und Techniken nur bedingt für ein postmodernes Unternehmen.

3.4 Neue Erkenntnisse

Vorherrschend ist eine Analyse vor der Planung der IT-Strategie auf operationaler Ebene. Wir halten dieses Vorgehen als zu konzentriert auf Altem. Ein Sondieren von Änderungen wird nur im IT-Bereich selbst vorgenommen, was einen sehr engen Blickwinkel darstellt. Was ist beispielsweise, wenn sich plötzlich die Einstellung der Kunden ändert und alle kein iPad mehr benutzen möchten? Als Vorgehen werden die Vorgehensweisen aus dem SW-Engineering-Bereich adaptiert. Diese schauen aber nicht konsequent von „außen nach innen“ auf das Unternehmen, wie dies im Jacobson-Verfahren [Balz10] vorgeschlagen wird und womit die Autorin die besten Erfahrungen gemacht hat.

4 Etablierung des IT-Strategie-Entwicklungsprozesses in einem agilen Unternehmen

Die Rolle der IT im Unternehmen muss klar definiert sein. Zur Umsetzung der Aufgaben bedarf es organisatorischer Strukturen, auf die wir nun näher eingehen. Beispielsweise haben wir den Wegbegleiter IT-Governance kennengelernt, der die IT-Strategien durchzu-

setzen hat, Weiterhin wurden Prozessstrukturen auf Managementebene, welche die IT betreffen, genannt.

4.1 Aufgaben

Zuvor haben wir das Klären von Investitionen, das Klären von Erwartungshaltungen, das Schaffen von Transparenz, die Abstimmung von Maßnahmen mit allen Beteiligten zur Sicherstellung des Nutzens als Aufgabe des CIO gesehen. Ebenso soll auch die Verantwortung für das operationale Geschehen in seiner Hand liegen. Das Anstoßen von neuen strategischen Unternehmenszielen, das Initiieren von zentralen Plänen, die Mitwirkung von Budgetentscheidungen gehören ebenso zu seinem Wirkungskreis wie das Beeinflussen von Umstrukturierungen (und nicht nur als Unterstützung).

4.2 Besondere Fähigkeiten

Im Team werden Fähigkeiten wie Vertrauen oder Respekt ebenso gefordert wie die Übernahme einer höheren Verantwortung als notwendige Voraussetzungen zur Beschleunigung der Reaktionsgeschwindigkeit auf (anstehende) Veränderungen. Von den einzelnen Mitarbeitern werden Teamfähigkeit, Verantwortungsbewusstsein, Kommunikationsfähigkeit sowie Entscheidungsfreudigkeit gefordert [s.KNHV15]. Die Unternehmenskommunikation ist zu unterstützen [HKSc15].

4.3 Verantwortlichkeiten

Die IT-Strategie hat sowohl alle Chancen für das Unternehmen zu unterstützen und alle Risiken zu vermeiden. Sie muss auch die Geschäftsprozesse mittels Einsatz von IT effizient gestalten. Der CIO gibt mit der IT-Strategie Orientierungshilfe, jedoch bleibt die Verantwortung auf alle Teams verteilt. Damit entfallen die beim Strategic Alignment Model (SAM) genannten Gremien, in denen von spezialisierten Abteilungen ausgegangen wird. In unserem Konzept benötigen wir auch nicht zur Aufbauorganisation das Demand/Supply-Modell, da wir ja von Teams ausgehen.

4.4 Zusammenfassung

Die Einbettung einer IT-Strategie dient der Vermeidung von IT-Fehlinvestitionen, sie stellt den Einsatz von IT als Unterstützung zum Unternehmenserfolg sicher. Die hier vorgestellten Handlungsempfehlungen in Kapitel 2 und 4 helfen sicherlich, Unsicherheiten und Unvermögen im Umgang mit IT zu minimieren und Wettbewerbsvorteile zu schaffen.

5 Fazit und Ausblick

Aufbauend auf Befragungen, Diskussionen, Vorträge auf verschiedenen Konferenzen, Literaturrecherchen und Erfahrungen wurden Handlungsempfehlungen in Form eines strategischen Planungsprozesses mit Bewertungen verschiedener Kriterien abgeleitet. Zukünftig werden die Veränderung des Arbeitsplatzes in Hinblick auf Mobilität, Industrie 4.0, Einsatz von Cloud-Computing die Bedeutung des CIO sowie die Bedeutung einer geeigneten IT-Strategie erhöhen. Was nützen einem Geld oder gute Produkte – ohne eine passende IT? Der Übergang von allen nicht postmodernen Organisationen zu postmodernen Organisationen bzgl. der IT-Strategie kann durch Re-engineering mittels des in Abb.1 gezeigten Prozesses erreicht werden. Viele Einflussgrößen bestimmen künftig die richtige IT-Strategie.

Literaturverzeichnis

- [agiloJ] <http://agilemanifesto.org> letzter Abruf am 10.5.2016.
- [Balz10] Balzert Helmut, Softwaretechnik, Spektrum Akademischer Verlag, 2010.
- [BKMa09] Bircks Nikole, Kuhn Elvira, Maier Iris, Multi-project Management as a Mean to Increase the Capacity for the Integration and Functional Capability of Armed Forces, Budapest, Ungarn 2009.
- [Frie00] Friederici, Ingolf, Die strategischen Instrumente eines Managementsystems -Führungs- und Handlungskompetenz durch fünf Grundbausteine: Visionen und Leitlinien, Ziele und Maßnahmen, Organisation und Führung, dynamische Qualitätssteigerung, Systemüberwachung und -bewertung, Friederici, Ingolf, expert verlag GmbH –Renningen, 2000.
- [GaBe03] Gabriel Roland, Beier Dirk: Informationsmanagement in Organisationen, Verlag Kohlhammer, 2003.
- [Glas06] Glaschak, Rainer, Strategiebasiertes Multiprojektmanagement, Konzept, Unternehmensbefragung, Gestaltungsempfehlungen, Hampp Verlag, München und Mering, 2006.
- [Hille02] Hiller, Mark, Multiprojektmanagement – Konzept zur Gestaltung, Regelung und Visualisierung einer Projektlandschaft, Dissertation, Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation, Band 43, Prof. Dr.-Ing. G. Warnecke (Hrsg.), Kaiserslautern, 2002.
- [HKSc15] Happ Christian, Kuhn Elvira., Schladt Oliver, Unternehmenskommunikation, Maier Eduard (Hrsg), Verlag Die Blechschachtel Edition Gasperle, Karlsruhe, 2015.
- [itagoJ] [http// www.it-agile.de](http://www.it-agile.de), letzter Abruf am 10.05.2016.
- [Joha14] Johanning, Volker, IT-Strategie: Optimale Ausrichtung der IT an das Business in 7 Schritten, Springer Verlag 2014.
- [Klim16] Matthias Klimmer, Unternehmensorganisation, 4. Auflage, NWB Verlag, Herne, 2016.
- [Kuhn01] Gestaltungsrahmen zur Workflowunterstützung umfeldinduzierter Ausnahmesituationen in robusten Unternehmen, Kuhn E., Aka Verlag Berlin, 2001.
- [Kuhn10]] Kuhn Elvira, Methodik und IT-Unterstützung zur Optimierung der Anpassbarkeit von Geschäftsprozessen an neue Rahmenbedingungen, WIWITA Wismarer Wirtschaftsinformatik-Tage, Wismar 2010.
- [Kuhn15] Kuhn, Elvira, On the Importance of the right choice of communication flow, veröffentlicht im Konferenzband der Strategica conference, Rumänien, 2015.
- [Kunz07] Kunz, Strategisches Multiprojektmanagement - Konzept, Methoden und Strukturen, 2. Auflage, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden, 2007
- [KuVo12] Kuhn E., Voigt W.: Influences of Decision under Uncertain Information On IT-Management – Aspect Adaptivity, Risk management in the business sector Kuhn E., Voigt W., Konferenz , organisiert von European Virtual Institute for Integrated Risk Management – EU-VRI, Stuttgart, Mai 2012.
- [KuMa10] Kuhn Elvira, Maier Iris, Wie kann ein Unternehmen im Wettbewerb bestehen? Veröffentlicht im GMDS-Jahrestagungsband, Mannheim 2010.

- [KNHV15] Kuhn Elvira, Neufang Achim, Matthies Florian, Hanses Michael, Vielhaber Tobias, Inwieweit hat die Organisationsform Einfluss auf Effizienz und Effektivität von Abläufen in Unternehmungen? in: Angewandte Forschung in der Wirtschaftsinformatik, Prozesse, Technologie, Anwendungen, Systeme und Management, Verlag: mana-Buch, Heide, Germany, AKWI, 2015.
- [KSMA11] Kuhn Elvira, Stazak Olga., Maier Iris, How can an enterprise survive competition? Information management requirements, veröffentlicht im Konferenzband der Internationale Conference, Competition or Cooperation? Efficient outcomes in different markets, Siedlce, Polen 2011.
- [KSZi10] Keuper, Frank, Schomann, Marc, Zimmermann, Klaus, Innovatives IT-Management - Management von IT und IT-gestütztes Management - Strategy follows IT - IT follows Strategy: Schnittstellen zwischen IT, IT-Management und strategischem Management, Zimmermann, Klaus (Hrsg.), Verlag Springer Gabler, 2010.
- [MaBu01] Mast, C., & Burgstahler, H., Erfolgsfaktor interne Unternehmenskommunikation in der Bewertung durch Analysten. unter http://www.burgstahler.biz/download/burgstahler_com_studie.pdf., Stuttgart, 2001.
- [PFRo01] Pftzting, Rohde, Ganzheitliches Projektmanagement, S. 56ff. 1. Auflage, Band 2, Verlag Dr. Götz Schmidt, Gießen, 2001.
- [Schw16] Frank Schwab, Notwendigkeit einer IT Strategie, in <http://4managers.de/management/themen/it-strategie/> letzter Abruf am 10.05.2016.
- [UZHo14] UZH, IT-Strategie der zentralen Leistungserbringer der UZH, <http://www.id.uzh.ch/publikationen/IT-StrategieUZH.pdf>, 2014.
- [Venk93] Venkatraman N., Henderson J.C., Strategic alignment leveraging information technology for transforming organizations, IBM Systems Journal, Vol.32, No.1. 1993.
- [VoKu14] Voigt Walter, Kuhn Elvira, Organization in changing environment - Conditions, methods and management practices Management Konferenz "Determinanten der Stabilität und Entwicklung im Zeitalter der globalen Interdependenzen" in www.tstefaniuk.uph.edu.pl/publikacje/Organization_in_changing_environment.pdf, Siedlce ,Polen Juni 2014.

Kontakt

Prof. Dr. Elvira Kuhn
 Hochschule Trier
 Graf Reginarstraße 33, 54294 Trier
 T +49 651 810-299, e.kuhn@hochschule-trier.de

Websitequalität und Unternehmenskennzahlen – Statistische Untersuchungen eines deutsch-dänischen Datenbestands über 1000 KMUs im Produktionsumfeld

Heiko Thimm, Karsten Boye Rasmussen, Wolfgang Gohout

Zusammenfassung

In der heutigen Zeit wird man kaum noch Unternehmen finden, die nicht mittlerweile längst „online“ sind, sich also mittels einer Firmenwebsite ins allumfassende Internet begeben haben. In Expertenkreisen bestehen kaum Zweifel daran, dass Unternehmen in vielfältiger Weise von einer Webpräsenz profitieren. Von Investitionen in eine gute Website erwarten Unternehmen vor allem ökonomische Vorteile, wie etwa eine Steigerung des Firmenumsatzes. Jedoch gibt es bislang nur wenige wissenschaftlich fundierte Untersuchungen über den Zusammenhang von ökonomischen Kennzahlen und der Websitequalität. Diesem Zusammenhang wird in einer internationalen Langzeitstudie von 1000 kleinen und mittelgroßen Unternehmen (KMU) aus Norddeutschland und Süddänemark auf den Grund gegangen. Der vorliegende Artikel gibt einen Überblick über dieses Forschungsprojekt. Auf die statistischen Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen der Kapitalausstattung von Unternehmen und der Websitequalität wird dabei ausführlich eingegangen.

1 Einleitung – Unternehmen und ihre Homepages

Vergleicht man Homepages von Unternehmen, fallen Unterschiede bei der Qualität der Hauptseite auf. Es können minimalistische Homepages gefunden werden, die gängige Webdesignempfehlungen [Beai07] missachten. Aber es lassen sich auch professionell gestaltete Homepages finden, die neben einem guten Design auch über umfassende Funktionalitäten verfügen. Welche Faktoren tragen zu diesen Unterschieden bei? Lässt sich ein Zusammenhang zwischen der Websitequalität von Unternehmen mit bestimmten Kennzahlen zur Messung von Unternehmenserfolg nachweisen? Sind Unterschiede bei der Websitequalität zwischen Unternehmen aus verschiedenen Ländern feststellbar?

Im vorliegenden Artikel wird über erste Ergebnisse einer entsprechenden Langzeitstudie berichtet. Auf der Grundlage empirischer Daten über KMUs des produzierenden Gewerbes in zwei angrenzenden Regionen in Norddeutschland und in Süddänemark, wird in dieser Studie nach Antworten auf die oben genannten Fragen gesucht. Dazu wurden die Homepages der Unternehmen im Jahr 2009 und 2014 anhand eines Kriterienkatalogs evaluiert. Das daraus resultierende Datenmaterial wurde um ökonomische Kennzahlen der Unternehmen ergänzt und anschließend mithilfe gängiger statistischer Methoden analysiert.

Das nachfolgende Kapitel 2 gibt einen Überblick über die Studie. Das Verfahren zur Evaluation von Websitequalität und die in diesem Artikel fokussierten Unternehmenskennzahlen sind Gegenstand von Kapitel 3. Kapitel 4 enthält einen Landesvergleich der Websitequalität bezogen auf die Stichprobe. In Kapitel 5 und in Kapitel 6 werden die Zusammenhangsanalysen beschrieben. In Kapitel 7 wird ein Fazit gezogen und ein Ausblick auf aktuell bearbeitete und zukünftige Folgeforschungsfragen gegeben.

2 Projekthintergrund und Forschungsansatz

Der Ausgangspunkt der Forschungsstudie war das in den Jahren 2006 bis 2008 im Interreg-IIIa-Programm der Europäischen Union geförderte Projekt eBusCo.Net (Electronic Business in Company Networks). Das Projekt wurde gemeinsam von der Fachhochschule Kiel und der University of Southern Denmark unter Beteiligung von Wirtschaftsförderungsgesellschaften erfolgreich durchgeführt [RaTh11]. Vom Projektteam wurden von 500 in der Technologieregion K.E.R.N. (schleswig-holsteinischer regionaler Verbund der Regionen Kiel, Eckernförde, Rendsburg und Neumünster) und 500 in der Region Süddänemark ansässigen KMU-Produktionsunternehmen Daten erhoben. Mit einem postalisch zugestellten Fragebogen und nachgelagerten Interviews wurden die Unternehmen zu ihrem Vernetzungsgrad mit Partnern und dem Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) für die Zusammenarbeit mit Partnern befragt. Im Rahmen des Projekts wurden außerdem innovative IKT-Konzepte zur Unterstützung virtueller Unternehmen wie etwa Werkzeuge zur Moderationsunterstützung entwickelt und erprobt [ThRa10]. Nach dem Projektabschluss wurden die im eBusCo.Net-Projekt entstandenen Ideen für Folgeforschungsprojekte an der Hochschule Pforzheim gemeinsam mit der University of Southern Denmark weiter verfolgt. Zunächst wurde die Motivationslage von Unternehmen für deren Nichtteilnahme an der Fragebogenaktion untersucht. Zu diesem Zweck wurden im Jahr 2009 die Homepages der Unternehmen anhand von Qualitätskriterien evaluiert. Mit der dadurch geschaffenen erweiterten Datenbasis wurde untersucht, ob sich teilnehmende und nicht teilnehmende Unternehmen hinsichtlich ihrer Websitequalität unterscheiden [RaTh15]. Diese Forschungsaktivitäten führten schließlich zur Frage, ob es statistisch nachweisbare Zusammenhänge gibt zwischen ökonomischen Kennzahlen, die den Unternehmenserfolg widerspiegeln und der Kennzahl Websitequalität. Zur Beantwortung dieser Frage wurden die Homepages der Unternehmen im Jahr 2014 erneut evaluiert. Die Ergebnisdaten beider Evaluationen wurden anschließend mit ausgewählten ökonomischen Kennzahlen verknüpft, die aus der Unternehmensdatenbank ORBIS für die Jahre 2005 bis 2014 extrahiert wurden. Vom Unternehmen Bureau van Dijk wird ORBIS Europe mit Firmeninformationen über etwa 82 Millionen europäischen Unternehmen als kommerzieller Dienst angeboten [Bure15].

3 Evaluation von Websitequalität und ausgewählte Unternehmenszahlen

Von verschiedenen Forschergruppen wurden in den vergangenen Dekaden nahezu 50 verschiedene Verfahren zur Evaluation von Websitequalität vorgeschlagen. Ein Überblick über eine Auswahl dieser Verfahren ist in [Schi15] zu finden. In Anlehnung an bestehende Ansätze wurde ein auf das Studienziel zugeschnittenes Evaluationsverfahren entwickelt [RaTh15], das im nachfolgenden Kapitel 3.1 vorgestellt wird. In Kapitel 3.2 werden die in der Studie betrachteten ökonomischen Kennzahlen beschrieben.

3.1 Websitequalität

Es wurde eine einfache Methode zur Evaluation der Websitequalität von Unternehmen entwickelt [RaTh15]. Ein Evaluator wird dabei aufgefordert, die Hauptseite – und auch nur diese, gegebenenfalls unter Nutzung vorhandener Bildlaufleisten – auf Basis von 24 Kriterien visuell zu inspizieren und zu bewerten. In Tabelle 1 sind die verwendeten Kriterien aufge-

führt, die sowohl den Funktionsumfang als auch die Seitenästhetik [Beai07][McIn08] von Websites betreffen.

Kriterien zur Erhebung des Funktionsumfangs
1. Hat die Website ein Intro?
2. Ist die Website auf Dänisch verfügbar?
3. Ist die Website auf Deutsch verfügbar?
4. Ist die Website auf Englisch verfügbar?
5. Gibt es einen Link auf Informationen für Kunden?
6. Ist ein Login vorhanden?
7. Ist ein Onlineshop vorhanden?
8. Kann man sich für einen Newsletter anmelden?
9. Ist ein Produktkatalog vorhanden?
10. Kann man ein Pamphlet/Infopaket anfordern?
11. Ist eine Download-Option vorhanden?
12. Wird der Zugriff auf ein FAQ angeboten?
13. Wird der Zugriff auf ein Blog angeboten?
14. Wird der Zugriff auf ein Chat angeboten?
15. Beinhaltet die Seite News?
16. Ist eine Suchfunktion vorhanden?
Kriterien zur Erhebung der Ästhetik
17. Hat der allgemeine Text eine angemessene Schriftgröße?
18. Befindet sich das Menü am Anfang bzw. im oberen Bereich der Website?
19. Beinhaltet die Website Bilder?
20. Wirkt die Website altmodisch?
21. Sind beim Seitenaufruf merkwürdige Effekte aufgetreten wie Animationen?
22. Befindet sich die Website noch im Aufbau?
23. Sind beim Seitenaufruf technische Probleme aufgetreten?
24. Wird eine Schriftart mit Serifen verwendet?

Tab. 1: Berücksichtigte Kriterien zur Evaluation der Websitequalität.

Alle verwendeten Kriterien wurden so formuliert, dass der Evaluator jeweils zwischen einem „Ja“ und einem „Nein“ als qualitatives Bewertungsurteil zu entscheiden hat. Mit der Mehrzahl der Fragen wird dabei erhoben, ob bestimmte Merkmale vorhanden sind (z. B. „Ist ein Login vorhanden?“). Bei den wenigen Fragen, die die Ausprägungsstärke bestimmter Merkmale betreffen (z. B. „Wirkt die Website altmodisch?“), muss eine möglichst objektive Einschätzung vorgenommen werden. Um auf einfache Weise aggregierte Evaluationsergebnisse auf einer Ordinalskala bilden zu können, wurden positive Antworten auf die Fragen 1 bis 19 mit dem Zahlenwert „1“ und die negativen Antworten mit „0“ gewertet. Diese Zuordnung wurde für die Fragen 20 bis 24 vertauscht. Somit konnte eine Website im besten Fall mit 24 Bewertungspunkten und im schlechtesten Fall mit 0 Bewertungspunkten bewertet werden.

3.2 Unternehmenskennzahlen

In der Fachliteratur [SmSS84] und der Praxis existiert eine Vielzahl verschiedener finanzieller und nicht finanzieller Kennzahlen. Für die Studie wurden insgesamt 12 Kennzahlen ausgewählt, die ein breites Spektrum unterschiedlicher betriebswirtschaftlicher Sichtweisen auf Unternehmen abdecken. Ausgewählt wurden Kennzahlen zur Messung der Kapitalstruktur, der Profitabilität, der Produktivität, der Rentabilität und der Zahlungsfähigkeit von Unternehmen. Außerdem wurden verschiedene absoluten Kennzahlen berücksichtigt, wie zum Beispiel die Mitarbeiterzahl, die zur Messung der Unternehmensgröße verwendet wird. Der Fokus des vorliegenden Artikels liegt auf den in der Tabelle 2 dargestellten 6 Kennzahlen.

Kennzahl und Beschreibung	Berechnungsformel
<i>Kapitalausstattung</i> : Kennzahl der Kapitalstruktur. Bringt finanzielle Risiken zum Ausdruck (Insolvenz, Abhängigkeit von externer Finanzierung).	$\frac{\text{langfr. VerbKten} + \text{akt. VerbKten}}{\text{Eigenkapital}}$
<i>Umsatzrendite</i> : Kennzahl der Profitabilität. Stellt dar, wie viel EBIT aus einer Währungseinheit Umsatz generiert wurde.	$\frac{\text{EBIT}}{\text{Umsatz}}$
<i>Mitarbeiterproduktivität</i> : Reflektiert Personalintensität. Stellt dar, wie viel Nettogewinn mit einem Mitarbeiter generiert wurde.	$\frac{\text{Nettogewinn}}{\text{Mitarbeiterzahl}}$
<i>Eigenkapitalrentabilität</i> : Gibt an, wie effizient Eigenkapital eingesetzt wurde. Es beantwortet die Frage, wie viel Nettogewinn mit einer Währungseinheit Eigenkapital generiert wurde?	$\frac{\text{Nettogewinn}}{\text{Eigenkapital}}$
<i>Liquidität dritten Grades</i> : Kennzahl der Zahlungsfähigkeit. Zeigt, ob das Unternehmen zahlungsfähig ist oder nicht.	$\frac{\text{Umlaufvermögen}}{\text{kurzfristige Verbindlichkeiten}}$
<i>Mitarbeiterzahl</i> : Absolute Kennzahl der Unternehmensgröße.	<i>Mitarbeiterzahl</i>

Tab. 2: Berücksichtigte ökonomische Kennzahlen zur Evaluation von Unternehmenserfolg.

4 Websitequalität im Landesvergleich

Als Datenbasis für einen Landesvergleich der Websitequalität wurden die Ergebnisse der Websiteevaluation aus dem Jahr 2009 herangezogen. Nachfolgend sollen die wesentlichsten in Tabelle 3 enthaltenen statistischen Ergebnisse vorgestellt und diskutiert werden. Eine ausführliche Beschreibung dieser und weiterer Analysen kann zwei an der Hochschule Pforzheim entstandenen Bachelorarbeiten entnommen werden [Krel15][Schi15].

Die Stichprobe der Untersuchung umfasste sämtliche deutsche und dänische Unternehmen, die im eBusCo.net-Projekt berücksichtigt wurden. Hiervon konnten von insgesamt n=738 Unternehmen Websites gefunden und evaluiert werden. Bei den Ergebnissen in Tabelle 3 wird zwischen der auf den Funktionsumfang bezogenen Websitequalität Q_{func} (Aggregation der ersten 16 Kriterien), der auf die Ästhetik bezogenen Websitequalität Q_{aest} (Aggregation der übrigen Kriterien) und der Gesamtqualität Q_{ges} (alle Kriterien) unterschieden.

Statistische Parameter	Qualität Q_{func}	Qualität Q_{aest}	Qualität Q_{ges}
n	738	738	738
Mittelwert	4,36	5,62	9,98
25%-Perzentil	3	5	9
50%-Perzentil	4	7	11
75%-Perzentil	6	7	13
Standardabweichung	2,66	2,27	4,52
Max	13	7	19
Min	0	0	0

Tab. 3: Statistische Untersuchungsergebnisse zur Websitequalität im Jahr 2009.

Die erhobene Websitequalität fällt mit einem Mittelwert von 9,98 bei 24 maximal erreichbaren Qualitätspunkten allgemein sehr gering aus. Die Unternehmen schneiden dabei insbe-

sondere beim Funktionsumfang ihrer Websites mit einem Mittelwert von 4,36 bei 16 maximal erreichbaren Qualitätspunkten überwiegend schlecht ab. Im Vergleich dazu erzielten sie bei der Bewertung der Websiteästhetik mit einem Mittelwert von 5,62 bei maximal erreichbaren 8 Bewertungspunkten ein besseres Ergebnis. Eine Erklärung für diesen Unterschied könnte darin bestehen, dass das Integrieren von Funktionalitäten in eine Website gewöhnlich umfassende IT-Kenntnisse erfordert. Solche Kenntnisse sind in KMUs oftmals nicht vorhanden und müssen daher als externe Beratungsleistung eingekauft werden. Gängige ästhetische Anforderungen an Websites können dagegen weitaus einfacher zum Beispiel mithilfe von „Website-Selbstbaukästen“ erreicht werden. Selbst Personen ohne umfassende Webdesignkenntnisse können mit diesem Hilfsmittel akzeptable Ergebnisse erzielen. Ein Vergleich der drei genannten Qualitätskennzahlen zwischen den deutschen und den dänischen Unternehmen ist in Abbildung 1 in Form eines Histogramms zu sehen. Die Zahlenwerte entsprechen den jeweiligen Mittelwerten. Aus dem Diagramm geht hervor, dass die dänischen Unternehmen (im Histogramm mit „DEN“ gekennzeichnet) bei allen drei Qualitätskennzahlen besser abschneiden als die deutschen Unternehmen. Der Abstand der beiden Gruppen von Unternehmen bei der Gesamtqualität ist mit $11,66 - 8,28 = 3,38$ Punkte relativ deutlich.

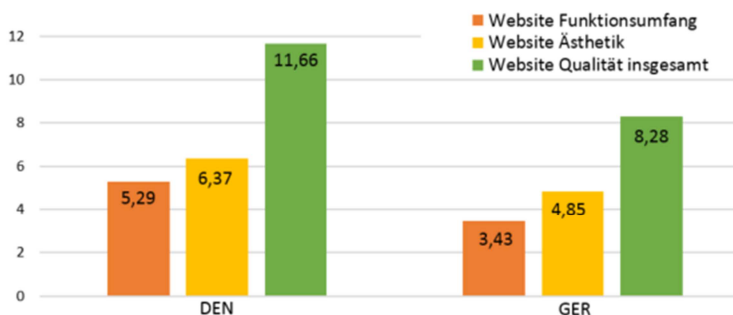


Abbildung 1: Vergleich der Websitequalität zwischen den deutschen und dänischen Unternehmen.

Es fällt insbesondere auf, dass die Websites der deutschen Unternehmen hinsichtlich des Funktionsumfangs mit 3,43 Punkten gegenüber 5,29 Punkten signifikant schwächer bewertet wurden. Demnach fällt es dänischen KMUs im Vergleich zu deutschen KMUs vermeintlich etwas leichter, Websites mit integrierten Funktionalitäten zu implementieren. Alternativ könnte aber auch vermutet werden, dass dänische KMUs einer hohen Websitequalität eine größere Bedeutung beimessen als deutsche KMUs. Berechtigten Anlass zu dieser Vermutung geben zum Beispiel Vergleichsstudien zum aktuellen Stand des Digitalisierungsgrads und des IT-Bildungsniveaus in Europa [Euro15][Stat15]. Dänemark konnte bei diesen Studien in den letzten Jahren stets einen Spitzenplatz erreichen, während Deutschland sich meistens mit Positionen im Mittelfeld begnügen musste.

5 Zusammenhangsanalysen

Das allgemeine Ziel von Zusammenhangsanalysen ist es, Zusammenhänge zwischen zwei oder mehreren Merkmalen anhand vorliegender konkreter Merkmalswerte zu überprüfen. Der verfügbare deutsch-dänische Datenbestand ermöglicht dabei Analysen über Zusammenhänge zwischen den Merkmalen Websitequalität, Kapitalausstattung, Umsatzrendite,

Mitarbeiterproduktivität, Eigenkapitalrentabilität, Liquidität dritten Grades und Mitarbeiterzahl sowie weiterer Kennzahlen. Die aktuelle Version des Datenbestands enthält dabei Merkmalswerte für die Jahre 2009 bis 2014.

Für Zusammenhangsanalysen stehen verschiedene grafische und mathematische Methoden zur Verfügung, die von Statistiksoftware wie zum Beispiel STATA und SPSS unterstützt werden. Mit den Methoden kann untersucht werden, ob es Abhängigkeiten beziehungsweise Strukturen in den Merkmalswerten gibt. Eine Zusammenhangsanalyse für zwei Merkmale erfordert dabei, dass auf der Grundlage des Datenmaterials zunächst entsprechende Datenpaare gebildet werden müssen.

In Kapitel 5.1 werden die verwendeten statistischen Untersuchungsmethoden und deren Anwendung beschrieben. Eine Zusammenfassung der ermittelten statistischen Ergebnisse ist Gegenstand von Kapitel 5.2.

5.1 Angewendete Statistische Untersuchungsmethoden

Für die Analyse möglicher Zusammenhänge zwischen der Websitequalität und den oben beschriebenen Unternehmenskennzahlen, wurden in einem ersten Schritt das Pearson-Verfahren und das Spearman-Verfahren ausgewählt. Es handelt sich dabei um zwei weit verbreitete statistische Analyseverfahren für einen Test auf wechselseitigen Zusammenhang zwischen zwei Variablen [SpBG12]. Das Spearman-Verfahren basiert auf dem Pearson-Verfahren und eignet sich insbesondere für ordinale Merkmale, da nicht die Merkmalswerte selbst sondern Ränge verglichen werden. Beim Pearson-Verfahren werden hingegen die Werte verglichen, weshalb es sich eher für kardinale Merkmale eignet. Auf beide Verfahren sowie ihre Voraussetzungen und ihre konkrete Anwendung im Rahmen der Studie wird nachfolgend eingegangen. Wie in der Fachliteratur üblich, werden Merkmale dabei auch synonym als Variablen bezeichnet.

Mithilfe des Pearson-Verfahrens kann ermittelt werden, ob eine lineare Korrelation zwischen zwei Variablen vorhanden ist. Dazu wird rechnerisch der sogenannte Pearson-Korrelationskoeffizient R_p bestimmt. Allerdings liefert das Verfahren nur dann Testaussagen im Sinne der statistischen Inferenz, wenn eine bivariate Normalverteilung für das Variablenpaar vorliegt, die Datenpaare also bivariat normal verteilt sind. Die Prüfung dieser Voraussetzung kann z. B. mit dem Test von Hanusz und Tarasinska [HaTa14] durchgeführt werden.

Beim Spearman-Verfahren ist der Begriff des wechselseitigen Zusammenhangs zweier Variablen weiter gefasst als beim Pearson-Korrelationstest. Das Verfahren untersucht, ob bei den Datenwerten eine Rangkorrelation vorliegt. Dazu wird der sogenannte Spearman-Rangkorrelationskoeffizient R_{sp} berechnet. Im Gegensatz zum Pearson-Verfahren muss beim Spearman-Test keine bivariate Normalverteilung als Voraussetzung vorliegen. Scheidet der Pearson-Test wegen einer fehlenden bivariaten Normalverteilung aus, kann alternativ auf das weniger restriktive Spearman-Verfahren zurückgegriffen werden. Auf Messfehler, „Missing Values“ und andere Erhebungsprobleme zurückzuführende „Ausreißer-Datenpaare“ werden dabei auch beim Spearman-Verfahren üblicherweise ausgeschlossen.

Das in Abbildung 2 dargestellte Streudiagramm (auch Scatter Plot genannt) zeigt die Verteilung der Datenpunkte für das Kennzahlenpaar Websitequalität (Ordinate) und Mitarbeiterzahl (Abszisse). Die grafische Visualisierung der Stichprobe als Streudiagramm wird bei Korrelationsanalysen häufig verwendet, um eine erste Überprüfung eines vermuteten Zusammenhangs zweier Variablen durchzuführen. Aus dem Diagramm ergeben sich in der Regel erste Anhaltspunkte zur Richtung, Form und Stärke des Zusammenhangs. Die in den Randbereichen der Punktwolke zu sehenden Datenpaare stellen die oben genannten „Aus-

reißer“ dar. Im Diagramm von Abbildung 2 sind die 406 Datenpaare zu sehen, die für die Analyse zur Verfügung standen. Bei den direkt auf der Abszisse liegenden 94 Punkten handelt es sich um Unternehmen, deren Websitequalität mit der Minimalpunktzahl 0 bewertet wurden. Nach Ausschluss von „Ausreißern“ und weiteren Punkten konnten $n=368$ Datenpaare mit einer zugrunde liegenden bivariaten Normalverteilung festgestellt werden. Auch für die Kennzahlenpaare Websitequalität/Umsatzrendite, Websitequalität/Mitarbeiterproduktivität und Websitequalität/Liquidität dritten Grades konnten bivariate Normalverteilungen für jeweils hinreichende Mengen von Datenpaaren ermittelt werden. Gemäß der oben beschriebenen Voraussetzungen konnte das Pearson-Verfahren für diese vier Kennzahlenpaare angewendet werden.

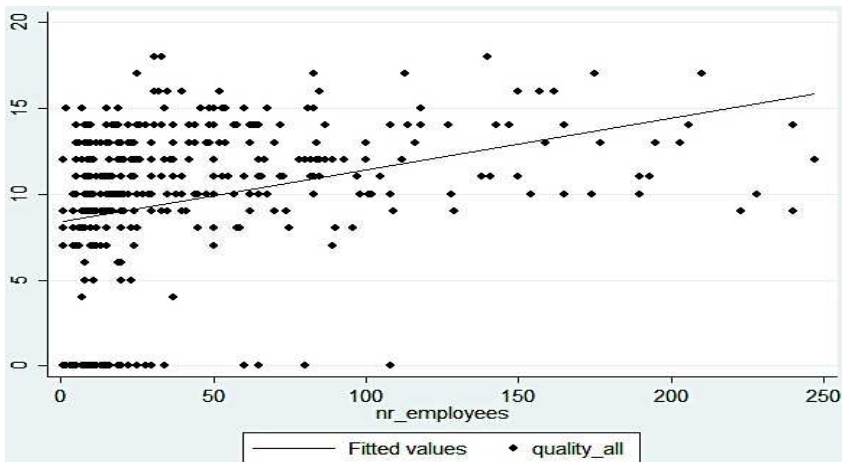


Abbildung 2: Streudiagramm zwischen Mitarbeiterzahl und Websitequalität.

Für die beiden Kennzahlenpaare Websitequalität/Kapitalausstattung und Websitequalität/Eigenkapitalrentabilität war es dagegen nicht möglich eine bivariate Normalverteilung durch Ausschluss von Ausreißern herbeizuführen. Die Zusammenhangsanalysen wurden deshalb mit dem Spearman-Verfahren durchgeführt.

5.2 Zusammenhang Websitequalität und Unternehmenskennzahlen

Die Korrelationswerte, die auf der Grundlage des Datenmaterials für das Jahr 2009 berechnet wurden, sind in der Tabelle 4 zusammen gefasst. Der Wert des Parameters n entspricht dabei der Anzahl der berücksichtigten Datenpaare, R_{sp} und R_p bezeichnen den Spearman-Rangkorrelationskoeffizienten beziehungsweise den Pearson-Korrelationskoeffizienten und p bezeichnet das sogenannte empirische Signifikanzniveau. In der Fachliteratur sind verschiedene gängige Interpretationsmöglichkeiten für diese statistischen Größen beschrieben, wobei sich dieser Artikel an den Konventionen der Tabellen 5 und 6 orientiert.

Wie der Tabelle 4 entnommen werden kann, sind nach unseren Ergebnissen statistisch signifikante Zusammenhänge nur zwischen den drei Kennzahlenpaaren Websitequalität/Kapitalausstattung, Websitequalität/Mitarbeiterzahl und Websitequalität/Eigenkapitalrentabilität vorhanden. Nachfolgend werden die Ergebnisse und Interpretationsmöglichkeiten dieser drei Zusammenhänge beschrieben. Auf die übrigen Kennzahlenpaare, für die keine mindestens signifikante Korrelation festgestellt werden konnte, wird hingegen nicht weiter eingegangen.

	Umsatzrendite	Mitarbeiterproduktivität	Liquidität dritten Grades	Kapitalausstattung	Mitarbeiteranzahl	Eigenkapitalrentabilität
WS-Qualität	n=72 $R_p = 0.0582$ $p = 0.3136$	n=72 $R_p = 0.0228$ $p = 0.4245$	n=262 $R_p = -0.0214$ $p = 0.6351$	n=515 $R_{sp} = 0.0774$ $p = 0.0396$	n= 368 $R_{sp} = 0.4004$ $p = 0.0000$	n=294 $R_{sp} = 0.1298$ $p = 0.0131$
Interpretation der Korrelation						
	sehr schwach	sehr schwach	gegenläufig und sehr schwach	sehr schwach	mittlere Korrelation	sehr schwach
Interpretation der Signifikanz						
	nicht signifikant	nicht signifikant	nicht signifikant	signifikant	hoch signifikant	signifikant

Tab. 4: Ergebnisse der Korrelationsanalysen für die untersuchten Kennzahlenpaare.

Korrel. Koeff.	Mögl. Interpretation
$r = 0$	Keine Korrelation
$0 < r \leq 0.2$	Sehr schwache Korrelation
$0.2 < r \leq 0.4$	Schwache Korrelation
$0.4 < r \leq 0.6$	Mittlere Korrelation
$0.6 < r \leq 0.8$	Starke Korrelation
$0.8 < r \leq 1$	Sehr starke Korrelation
$ r = 1$	Perfekte Korrelation

Tab. 5: Interpretation des Korrelationskoeffizienten.

Emp. Sig. Niveau	Mögl. Interpretation
$0.1 \leq p$	nicht signifikant
$0.05 \leq p < 0.1$	schwach signifikant
$0.01 \leq p < 0.05$	signifikant
$p < 0.01$	hoch signifikant

Tab. 6: Interpretationen des Signifikanzniveaus.

Für das Kennzahlenpaar Websitequalität/Kapitalausstattung konnten n=515 Datenpaare für den Korrelationstest verwendet werden. Hingegen standen für das Kennzahlenpaar Websitequalität/Mitarbeiterzahl nur n=368 Datenpaare zur Verfügung. Dieser Unterschied ist darauf zurückzuführen, dass beim zweiten Kennzahlenpaar neben den „Missing Values“ auch Unternehmen mit mehr als 250 Mitarbeitern ausgeschlossen werden mussten. Diese Größenbeschränkung wurde berücksichtigt, um der offiziellen Definition von KMU-Unternehmen innerhalb der Europäischen Union zu genügen. Weiterhin waren Unternehmen auszuschließen, für die in der ORBIS-Datenbank anstatt einer absoluten Mitarbeiterzahl nur eine Größenordnungsangabe vorhanden war (z.B. < 150 Mitarbeiter). Ebenso wurden Unternehmen mit einer Websitequalität von 0 Bewertungspunkten ausgeschlossen. Insgesamt n=294 Datenpaare konnten für den Korrelationstest für das Kennzahlenpaar Websitequalität/Eigenkapitalrentabilität verwendet werden. Dabei wurden nur Datenpaare mit einer zugehörigen Eigenkapitalrentabilität zwischen -0.3 und 0.5 betrachtet, alle sonstigen Datenpaare wurden als Ausreißer ausgeschlossen.

Aus den für das Kennzahlenpaar Websitequalität/Kapitalausstattung ermittelten Werten ergibt sich, dass zwischen der Websitequalität von Unternehmen und der Kapitalausstattung eine „nur“ signifikante positive Rangkorrelation vorhanden ist ($0.05 \leq p < 0.1$ erfüllt). Der Rangkorrelationskoeffizient zeigt mit einem Wert von rund 0.08 an, dass es sich um einen lediglich sehr schwach ausgeprägten Zusammenhang handelt. Außerdem ist der (sehr schwache) Zusammenhang nur signifikant für ein Signifikanzniveau von 5% oder schwächer, nicht aber für 1%. Eine Interpretation dieser Auswertungsergebnisse ist nur sehr eingeschränkt möglich. Das liegt vor allem daran, dass es sich bei der Kapitalausstattung um eine Verhältnisskennzahl handelt, bei der das Fremdkapital (d.h. langfristige Verbindlichkeiten + aktuelle Verbindlichkeiten) in Beziehung gesetzt wird zum Eigenkapital des Unternehmens. Eine wertmäßig hohe Ausprägung der Kennzahl Kapitalausstattung kommt zum Bei-

spiel dann zustande, wenn bei geringem Eigenkapital gleichzeitig ein hoher Bestand an Verbindlichkeiten vorhanden ist. Gemäß dem statistischen Untersuchungsergebnis würde eine solche Situation – d.h. hohe Kapitalausstattung – einhergehen mit einer hohen Websitequalität. Dass insbesondere bei einem verhältnismäßig hohen Bestand an Verbindlichkeiten in eine qualitativ hochwertige Webpräsenz investiert wird, mag zunächst überraschend wirken. Plausible Argumente für diesen Zusammenhang können aber durchaus gefunden werden. Zum Beispiel kommt als mögliche Erklärung infrage, dass durch die hohe Websitequalität bei bestehenden Gläubigern das Vertrauen aufrechterhalten und Vertrauen bei potentiellen neuen Gläubigern geweckt werden soll. Fällt hingegen die Summe der Verbindlichkeiten gemessen am Eigenkapital vergleichsweise gering aus, wird sich ein Unternehmen weniger stark dazu aufgefordert fühlen, in eine hohe Websitequalität als Vertrauensbildungsmaßnahme zu investieren.

Den Analyseergebnissen zufolge ist zwischen der Websitequalität und der Mitarbeiterzahl eine hoch signifikante positive Rangkorrelation vorhanden ($p < 0.01$ erfüllt). Die Ausprägung des Zusammenhangs ist mit einem Rangkorrelationskoeffizienten von rund 0.4 etwa mittelstark ($0.4 < R_{sp} \leq 0.6$). Es kommen verschiedene Interpretationsmöglichkeiten für diesen Zusammenhang infrage, von denen hier nur zwei beschrieben werden sollen. Die Bedeutung der Websitequalität eines Unternehmens kann deshalb mit zunehmender Mitarbeiterzahl wachsen, weil der Informationsaustausch und der Kommunikations- und Abstimmungsbedarf mit wachsender Mitarbeiterzahl steigt und sich Websites für die interne Kommunikation gut nutzen lassen. Weist die Website eine hohe Qualität auf, können die Mitarbeiter des Unternehmens (insbesondere neue Mitarbeiter) jederzeit schnell aktuelle Informationen für die Erledigung ihrer Aufgaben finden, was eine hohe Produktivität begünstigt. Allerdings konnte mit dem verfügbaren Datenmaterial, kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Mitarbeiterproduktivität und der Websitequalität nachgewiesen werden.

Die bessere Websitequalität bei Unternehmen mit größerer Mitarbeiterzahl könnte auch darauf zurückgeführt werden, dass eine gut gestaltete Website für die Gewinnung neuer Mitarbeiter förderlich sein kann. Trifft diese naheliegende Annahme zu, kann davon ausgegangen werden, dass sich mit steigender Mitarbeiterzahl (insbesondere beim Zuwachs von Belegschaft in der jüngeren Vergangenheit) auch die Websitequalität verbessert. Für eine weitergehende Analyse dieses Zusammenhangs liegt es nahe, die jüngsten Veränderungen der Mitarbeiterzahlen von Unternehmen mit einer hohen Websitequalität zu untersuchen.

Da es sich bei der Eigenkapitalrentabilität wie bei der Kapitalausstattung um eine Verhältnisskennzahl handelt, taugen die Untersuchungsergebnisse für das Kennzahlenpaar Websitequalität/Eigenkapitalrentabilität nur für eine sehr eingeschränkte Interpretation. Daher soll die Diskussion dieser Ergebnisse im Folgenden absichtlich kurz gehalten werden. Der ermittelte Rangkorrelationskoeffizient mit einem Wert von rund 0.13 entspricht einem lediglich sehr schwach ausgeprägten Zusammenhang, der jedoch statistisch signifikant ist ($0.01 \leq p < 0.05$ erfüllt). Trifft man bei einem Unternehmen eine hohe Eigenkapitalrentabilität an, dann wird das Unternehmen sehr wahrscheinlich auch über eine qualitativ hochwertige Website verfügen. Denn mit einiger Sicherheit ist davon auszugehen, dass sich in einem rentablen Unternehmen der vorhandene finanzielle Spielraum auch in einer hohen Websitequalität niederschlägt.

6 Kennzahlenpaar Websitequalität/Kapitalausstattung – Analysen von Zusammenhängen zwischen den Einzelkomponenten

Bivariate Untersuchungen können neben absoluten Kennzahlen wie zum Beispiel die Mitarbeiterzahl auch Verhältniskennzahlen wie zum Beispiel die Kapitalausstattung und die Umsatzrendite involvieren. Jeder Verhältniskennzahl liegt die Bildung eines Quotienten zugrunde. Statistische Verfahren wie das Spearman-Verfahren und das Pearson-Verfahren können daher bei ihrer Anwendung auf Verhältniskennzahlen Korrelationswerte liefern, die nur bedingt interpretierbar sind. Im vorliegenden Kapitel soll dieser Aspekt anhand des Kennzahlenpaars Websitequalität/Kapitalausstattung exemplarisch untersucht werden.

Wie in Kapitel 3.2 beschrieben, wird die Kapitalausstattung als Quotient aus der Summe der langfristigen und der aktuellen Verbindlichkeiten als Zähler und dem Eigenkapital als Nenner gebildet. Folglich liegt dann insbesondere eine wertmäßig hohe Kapitalausstattung vor, wenn die Summe der Verbindlichkeiten gemessen am Eigenkapital hoch ausfällt. Gemäß der Zusammenhangsanalyse von Kapitel 5.2 kann beim Vorliegen einer hohen Kapitalausstattung, also im Vergleich zum Eigenkapital einer relativ hohen Summe von Fremdkapital, mit einer hohen Websitequalität gerechnet werden. Obwohl die beschriebene Interpretationsmöglichkeit dieses Zusammenhangs plausibel erscheint, werden in der Praxis häufig noch weitere Erkenntnisse über den Zusammenhang zwischen einer Verhältniskennzahl und einer zweiten Kennzahl angestrebt. Man kann zusätzliche Erkenntnisse gewinnen, indem man zum Beispiel bei den Einzelkomponenten der Berechnungsformel für die Verhältniskennzahl – die in der Regel ebenfalls Kennzahlen darstellen – nach Zusammenhängen sucht. In Tabelle 7 sind die Ergebnisse dieses Analyseansatzes in Bezug auf das Kennzahlenpaar Websitequalität und Kapitalausstattung sowie den Einzelkomponenten der Kennzahl Kapitalausstattung beschrieben. Außerdem enthält die Tabelle auch die Korrelationswerte für die Zusammenhänge der Einzelkomponenten mit der Mitarbeiterzahl. Zur Ermittlung der Ergebnisse wurde das Spearman-Verfahren angewendet.

Die Korrelationswerte in Tabelle 7 weisen nach, dass zwischen allen Einzelkomponenten der Kapitalausstattung (grau markierte Zellen) jeweils paarweise monotone Zusammenhänge mit etwa mittlerer ($0.4 < R_{sp} \leq 0.6$) oder starker ($0.6 < R_{sp} \leq 0.8$) wertmäßiger Ausprägung vorhanden sind. Die Zusammenhänge haben allerdings eine hohe statistische Signifikanz ($p < 0.01$ erfüllt). Der hoch signifikante Zusammenhang zwischen dem Eigenkapital und den aktuellen Verbindlichkeiten ist von allen betrachteten Kennzahlenpaaren mit $R_{sp} = 0.6122$ wertmäßig am stärksten ausgeprägt. Demnach geht in der Praxis eine hohe Summe an Eigenkapital Hand in Hand mit einer hohen Summe an aktuellen Verbindlichkeiten. Dies erscheint insofern plausibel, weil aktuelle Verbindlichkeiten häufiger gewährt werden, wenn das Unternehmen über eine hohe Summe an Eigenkapital verfügt.

Die Analysen der Zusammenhänge zwischen der Websitequalität beziehungsweise der Mitarbeiterzahl und den Einzelkomponenten der Kapitalausstattung lieferten die nachfolgend zusammengefassten Ergebnisse:

- *aktuelle Verbindlichkeiten/Websitequalität*: Der positiv monotone Zusammenhang ist wertmäßig etwa mittelstark ausgeprägt ($R_{sp} = 0.4228$) und statistisch hoch signifikant ($p < 0.01$ erfüllt). Je größer die aktuellen Verbindlichkeiten desto höher die Websitequalität und umgekehrt.
- *aktuelle Verbindlichkeiten/Mitarbeiterzahl*: Das Paar weist ebenfalls einen positiv monotonen Zusammenhang auf, wobei die wertmäßige Ausprägung des Zusammenhangs mit $R_{sp} = 0.4580$ etwas stärker ausfällt.

- *langfristige Verbindlichkeiten/Websitequalität*: Der positiv monotone Zusammenhang ist eher schwach wertmäßig ausgeprägt ($R_{sp} = 0.3009$), aber ebenfalls statistisch hoch signifikant. Je größer die langfristigen Verbindlichkeiten desto höher die Websitequalität und umgekehrt.
- *langfristige Verbindlichkeiten/Mitarbeiterzahl*: Ein positiv monotoner Zusammenhang mit hoher statistischer Signifikanz liegt auch bei diesem Paar vor. Mit einem Korrelationskoeffizienten von $R_{sp} = 0.5792$ hat der Zusammenhang wertmäßig eine etwa mittelstarke Ausprägung.
- *Eigenkapital/Websitequalität*: Der positiv monotone Zusammenhang ist relativ schwach wertmäßig ausgeprägt ($R_{sp} = 0.3941$) und statistisch hoch signifikant. Je größer das Eigenkapital desto höher die Websitequalität und umgekehrt.
- *Eigenkapital/Mitarbeiterzahl*: Auch bei diesem Paar ist ein positiv monotoner Zusammenhang vorhanden, wobei der Korrelationskoeffizient von $R_{sp} = 0.5497$ einer etwa mittelstarken Ausprägung entspricht.

	Mitarbeiterzahl	Eigenkapital	Langfr. Verbindlichkeiten	Akt. Verbindlichkeiten	Kapitalausstattung
Websitequalität	n = 368 $R_{sp} = 0.4004$ $p = 0.0000$	n = 515 $R_{sp} = 0.3941$ $p = 0.0000$	n = 515 $R_{sp} = 0.3009$ $p = 0.0000$	n = 515 $R_{sp} = 0.4228$ $p = 0.0000$	n = 515 $R_{sp} = 0.0774$ $p = 0.0396$
Mitarbeiterzahl		n = 368 $R_{sp} = 0.5497$ $p = 0.0000$	n = 368 $R_{sp} = 0.5792$ $p = 0.0000$	n = 368 $R_{sp} = 0.4580$ $p = 0.0000$	n = 368 $R_{sp} = 0.0583$ $p = 0.1325$
Eigenkapital			n = 515 $R_{sp} = 0.4415$ $p = 0.0000$	n = 515 $R_{sp} = 0.6122$ $p = 0.0000$	n = 515 $R_{sp} = 0.0874$ $p = 0.0240$
Langfr. Verbindlichkeiten				n = 515 $R_{sp} = 0.4243$ $p = 0.0000$	n = 515 $R_{sp} = 0.2012$ $p = 0.0000$
Akt. Verbindlichkeiten					n = 515 $R_{sp} = 0.1388$ $p = 0.0009$

Tab. 7: Ergebnisse der Untersuchung von Zusammenhängen zwischen Einzelkomponenten der Kennzahl Kapitalausstattung untereinander sowie zwischen den Kennzahlen Websitequalität und Mitarbeiterzahl.

Die Korrelationswerte bestätigen die nahe liegende Vermutung, dass die Websitequalität und die finanziellen Möglichkeiten eines Unternehmens in engem Zusammenhang stehen. Je besser die Ausstattung eines Unternehmens mit Eigenkapital, desto wahrscheinlicher ist es, dass der Aufbau, die Weiterentwicklung und die Pflege der Unternehmenswebsite von Personen mit einem aufgabenadäquaten Qualifikationsprofil durchgeführt werden. Es ist davon auszugehen, dass finanzielle Spielräume für den Einkauf entsprechender externer Beratungsdienstleistung und/oder für Qualifikationsmaßnahmen von Mitarbeitern genutzt werden. Dass ein vorhandener finanzieller Spielraum tatsächlich auch für Investitionen in solche Maßnahmen genutzt wird, setzt eine entsprechende Investitionsbereitschaft gepaart mit Innovationswillen beim Unternehmen voraus. Investitionsbereitschaft in eine qualitativ hochwertige Website wird nur dann vorhanden sein, wenn das Unternehmen dies für lohnenswert erachtet. Bei einer guten Eigenkapitalausstattung ist davon auszugehen, dass bei der Vergabe knapper Geldmittel auch Websiteprojekte mit entsprechenden Ressourcen ausgestattet werden.

Wie die Korrelationswerte in Tabelle 7 belegen, besteht zwischen allen Einzelkomponenten der Kapitalausstattung und der Websitequalität ein hoch signifikanter Zusammenhang. Berechnet man die Kapitalausstattung gemäß der Formel, tragen die Zusammenhänge der

Einzelkomponenten jedoch nicht zu einem ebenso signifikanten „Gesamtzusammenhang“ bei. Stattdessen findet durch die Quotienten Bildung eine vermeintliche Überlagerung der „Einzelzusammenhänge“ statt.

7 Fazit und Ausblick

Durch die statistischen Analysen des Datenmaterials konnten neue Erkenntnisse über die Bedeutung der Websitequalität für Unternehmen in zwei angrenzenden Regionen gewonnen werden. Es wurde statistisch belegt, dass ein Zusammenhang zwischen der Websitequalität und der Mitarbeiterzahl besteht. Für das Kennzahlenpaar Websitequalität/Kapitalausstattung konnte ebenfalls ein statistischer Zusammenhang festgestellt werden, wobei die zugehörigen Korrelationswerte einen für die Praxis eher unbedeutenden Zusammenhang offenbaren. Die Korrelationswerte weiterer Zusammenhangsanalysen zeigen, dass zwischen den Kennzahlen, die zur Bildung der Kapitalausstattung herangezogen werden und der Websitequalität jeweils statistisch hoch signifikante Zusammenhänge vorhanden sind. Für die übrigen betrachteten Kennzahlen konnten dagegen keine hinreichenden Belege für einen Zusammenhang zur Websitequalität gefunden werden.

Im Rahmen der Ergebnisanalyse wurden auch verschiedene neue Fragen aufgeworfen, die Erklärungsmöglichkeiten, Interpretationen und andere Aspekte der Ergebnisse betreffen. An der Beantwortung dieser neuen Fragen mithilfe weiterer statistischer Analysen wird zurzeit gearbeitet. Bei diesen Analysen werden unter anderem die qualitative Entwicklung der untersuchten Websites und die ökonomische Unternehmensentwicklung in der Zeitspanne von der ersten Evaluation im Jahr 2009 bis zur zweiten Evaluation im Jahr 2014 betrachtet. Die Erhebung im Jahr 2014 wurde ausgedehnt auf zusätzliche Evaluationskriterien wie zum Beispiel, ob die Homepage Social-Media-Links oder Gütesiegel (z.B. ISO 9000, EMAS, etc.) enthält. Diese zusätzlichen Erhebungsdaten sollen zur Erforschung weiterer Zusammenhänge zwischen der Websitequalität und Unternehmensmerkmalen genutzt werden. Beispielsweise soll untersucht werden, welchen Einfluss eine große Aufgeschlossenheit gegenüber dem Internet als Verkaufs- und Marketingmedium auf die Websitequalität des Unternehmens hat. Ebenso soll analysiert werden, ob sich Zusammenhänge zwischen dem Innovationswillen von Unternehmen und der Websitequalität beziehungsweise der Umweltorientierung von Unternehmen und der Websitequalität statistisch nachweisen lassen.

Literaturverzeichnis

- [Beai07] Beard: The Principles of Beautiful Web Design. Sitepoint. Sitepoint, 2007
- [Bure15] Bureau van Dijk: orbis – company information around the globe, <http://www.bvdinfo.com/de-de/about-us/brochure-library/brochures/orbis>, Abruf: 8.7. 2015
- [Euro15] European Commission: Digital Agenda for Europe, Digital Economy and Society Index (DESI). Von digital-agenda-data: <http://digital-agenda-data.eu/datasets/desi/visualizations>, Abruf 8.1.2016
- [HaTa14] Hanusz, Z.; Tarasinska, J.: On multivariate normality tests using skewness and kurtosis. *Colloquium Biometricum*, 44, 2014, S. 139-148.

- [Krel15] Krell Katharina: Empirical Data Analysis of SME Companies in two adjoining European Regions on Website Quality and Company Development, Bachelor Thesis, Hochschule Pforzheim, September 2015
- [Mcin08] McIntire: Visual Design for the Modern Web. Berkely, CA: New Riders, 2008
- [RaTh11] Rasmussen Karsten Boye, Thimm Heiko: SMEs Experience of Collaboration and their IT Maturity, *Proc. 10th European Conf. on Research Methodology for Business and Management Studies*, Edited by Marie Ashwin, 2011, pp. 435-444
- [RaTh15] Rasmussen Karsten Boye, Thimm Heiko: Circumventing Nonresponse - Upgrading Traditional Company Survey Data with Unobtrusive Data from Company Web Sites, *Bulletin of Sociological Methodology*, SAGE, Vol. 127, 2015, pp. 85-96
- [Schi15] Schilling, Christine: Website Quality and Company Development – Investigations of Empirical Data of German and Danish SME Companies, Bachelor Thesis, Hochschule Pforzheim, August 2015
- [SmSS84] Smith, J. ; Skousen, F.; Simons, H.: Intermediate Accounting, 9 Edition. Cincinnati, OH: Thomson South-Western, 1984
- [SpBG12] Specht, K.; Bulander, R.; Gohout, W.: Statistik für Wirtschaft und Technik. De Gruyter Oldenbourg, 2012
- [Stat15] Statista: Anteil der Internetnutzer in der Europäischen Union (EU-28) nach Ländern im Jahr 2015. Von <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/184636/umfrage/internetreichweite-anteil-der-nutzer-in-europa/> , Abruf: 20.12.2015
- [ThRa10] Thimm Heiko, Rasmussen Karsten Boye: 43rd Hawaii Int. Conf. on System Sciences (HICSS43). IEEE Press, 2010, ISBN 978-0-7695-3869-3, 10 pages

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Heiko Thimm
 Hochschule Pforzheim
 Tiefenbronner Str. 65, 75175 Pforzheim
 T +49 (0)7231/28-6451, heiko.thimm(at)hs-pforzheim.de

Associate Professor Karsten Boye Rasmussen
 Department of Marketing & Management
 Strategic Organizational Design
 Campusvej 55, 5230 Odense M
 Denmark
 T +45 65502115, kbr@sam.sdu.dk

Prof. Dr. Dr. Wolfgang Gohout
 Hochschule Pforzheim
 Professur für Quantitative Methoden und Informationstechnik
 Tiefenbronner Str. 65, D-75175 Pforzheim
 T: +49 (0)7231/28-6597, wolfgang.gohout(at)hs-pforzheim.de

Auswirkungen von Big Data auf den Arbeitsmarkt für IT-Fachkräfte – Ergebnisse einer explorativen Stellenanzeigenanalyse

Frank Bensberg, Gandalf Buscher

Zusammenfassung

IT-Zukunftsthemen wie Big Data führen zur Entwicklung neuer Berufsbilder, die neue Kompetenzen erfordern. Um die Kompetenzanforderungen im Umfeld des Big Data transparent zu machen, stellt dieser Beitrag die Ergebnisse einer explorativen, großzahligen Stellenanzeigenanalyse vor. Insgesamt wurden fünf Berufsbilder identifiziert, die im Kontext des Big Data von Bedeutung sind. Die Ergebnisse sind einerseits für Akteure von Interesse, die an Hochschulen mit der Gestaltung arbeitsmarktorientierter Aus- und Weiterbildungsangebote betraut sind. Andererseits können sie als Basis für das betriebliche Kompetenzmanagement dienen und zur Spezifikation von Referenzkompetenzprofilen beitragen.

1 Problemstellung

Unter dem Sammelbegriff des *Big Data* werden Techniken subsumiert, die sich mit der Speicherung, Analyse und Visualisierung von Datenbeständen beschäftigen, die mit traditionellen, analytischen Informationssystemen nicht handhabbar sind [ChCS12]. Wesentlicher Impuls für die Entwicklung von Big-Data-Techniken bildet das anhaltende Datenwachstum [Alpa14].

Der Aufbau und die Nutzung von Big-Data-Lösungen erfordern neue fachliche Kompetenzen, die in Unternehmen systematisch aufgebaut, erhalten und entwickelt werden müssen. Generell kommt dem betrieblichen *Kompetenzmanagement (Skill-Management)* die Aufgabe zu, die geschäftsnotwendigen Kompetenzen zu identifizieren, zu analysieren und durch den Einsatz personalwirtschaftlicher Instrumente bereitzustellen [Chen16]. Dabei stellt sich die Herausforderung, die für eine Domäne relevanten Berufsbilder und Qualifikationen in Form von Kompetenzprofilen transparent zu machen, um eine adäquate Planungsgrundlage für den Kompetenzmanagementprozess zu gewinnen (s. [GeKu03] u. [GrEr12]).

Angesichts der Entwicklungsdynamik und Komplexität von IT-Zukunftsthemen wird zur Generierung dieser Planungsgrundlage das Instrument der *Stellenanzeigenanalyse* vorgeschlagen. Mithilfe von Stellenanzeigenanalysen können Aussagen über aktuelle berufliche und personenbezogene Kompetenzanforderungen von Institutionen an Bewerbergruppen geliefert werden (s. [GrLa95] u. [Sail09]). Neben diesen inhaltlichen Eigenschaften ist die Methode auch aus forschungsökonomischer Perspektive attraktiv, da die empirische Basis über Jobportale in digitaler Form öffentlich zugänglich ist [Harp12]. Zwar liegen mittlerweile zahlreiche Stellenanzeigenanalysen zu IT-Kernberufen und IT-Randberufen vor [LiIA12], allerdings sind den Autoren bislang keine weiteren Studien bekannt, die sich dediziert mit Big Data als Kompetenzdomäne auseinandersetzen.

Mit diesem Beitrag werden die Ergebnisse einer großzahligen Stellenanzeigenanalyse (n=80.014) vorgelegt, die für englischsprachige Stellenanzeigen für IT-Fachkräfte im Umfeld des Big Data durchgeführt worden ist. Im folgenden Abschnitt werden zunächst die Daten-

grundlage und die Analysemethodik skizziert, die zur Stellenanzeigenanalyse angewendet worden ist. Im Anschluss werden in Form einer Ergebnisdarstellung fünf Big-Data-Berufsbilder vorgestellt und typische Tätigkeitsfelder identifiziert. Der Beitrag schließt mit einer kritischen Diskussion der erzielten Resultate und deren Verwendung.

2 Empirische Basis und Analysemethodik

2.1 Datensammlung und Datenstruktur

Zur Generierung der Datenbasis sind mithilfe eines Webcrawlers zwischen Juni 2014 und April 2015 insgesamt 2,75 Mio. Stellenanzeigen gesammelt worden. Diese Stellenanzeigen stammen aus öffentlichen Jobportalen (z. B. *Jobserve*, *LinkedIn*) und unternehmensspezifischen Jobportalen (z. B. *Amazon*, *SAP*, *Microsoft*). Wesentliche inhaltsbezogene Attribute der zugrunde gelegten Datenstruktur werden in Tabelle 1 exemplarisch erläutert.

Attributname	Beschreibung	Exemplarischer Inhalt
JobTitle	Stellenbezeichnung	Data Science Associate - Big Data Analytics
Employment Type	Beschäftigungsverhältnis	Full Time
Hiring Organization	Einstellende Institution	SAP
JobLocation	Beschäftigungsort	New York NY, USA
Spider	Ausgelesenes Jobportal	jobserveNa
JobDescription	Stellenbeschreibung im Langtext mit Aufgaben und Anforderungen	<p>SAP is at the forefront of helping its customers transform big data into a critical business capability. [...] The Big Data Analytics - Data Scientist role creates analytics which support business decision-making across SAP's business groups (Sales, Marketing, Service, Finance, HR, etc.). The position encompasses a considerable range of responsibilities - including:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Working with business stakeholders regarding problem definition/business objective 2. Specifying/articulating the analytic framework 3. Developing and deploying the analytics and 4. Consulting with end users regarding proper application of analytics to the business. <p>Using SAP tools, the Big Data Analytics - Data Scientist role performs everything from basic profiling to the development of advanced predictive behavioral models - whatever is needed to drive business insight [...]</p>

Tab. 1: Zentrale Attribute von Stellenanzeigen

Aus dieser Datenbasis sind sämtliche Stellenanzeigen selektiert worden, die mindestens eines der Schlagwörter *big data*, *data science/scientist*, *smart data* oder *fast data* in der Stellenbezeichnung oder der Stellenbeschreibung aufwiesen. Hieraus resultierten insgesamt

80.014 englischsprachige Stellenanzeigen, die zunächst einer Voruntersuchung unterzogen wurden. Dabei wurde festgestellt, dass Schlagwörter wie z. B. Big Data häufig in Stellenbeschreibungen auftreten, dies jedoch nicht notwendigerweise auch eine berufliche Tätigkeit mit analytisch-dispositivem Fokus indiziert. Daher sind anhand der Stellenbezeichnung solche Vakanzen aus der weiteren Analyse ausgeschlossen worden, die offensichtlich keine Berufstätigkeit im engeren Umfeld analytischer Informationssysteme belegen (z.B. Sales Representative).

2.2 Analysemethodik

Zur Identifikation und Dokumentation relevanter Berufsbilder wird die in Abbildung 1 dargestellte Vorgehensweise zugrunde gelegt, die kurz zu erörtern ist. In Schritt ① werden die *Stellenbezeichnungen* einer Frequenz- und Kookkurrenzanalyse auf Wortebene unterzogen. Auf diese Weise können frequente Begriffe und Begriffspaare identifiziert werden, die die Fachkräftenachfrage im Umfeld des Big Data thematisch prägen. Dieser Analyseschritt basiert auf der Annahme, dass Stellenbezeichnungen eingesetzt werden, um konkrete Tätigkeitsfelder prägnant zu signalisieren und somit die Screeningprozesse potenzieller Interessenten zu unterstützen. Aus den resultierenden Stellenbezeichnungen werden besonders häufig auftretende Kandidaten ausgewählt (Schritt ②).

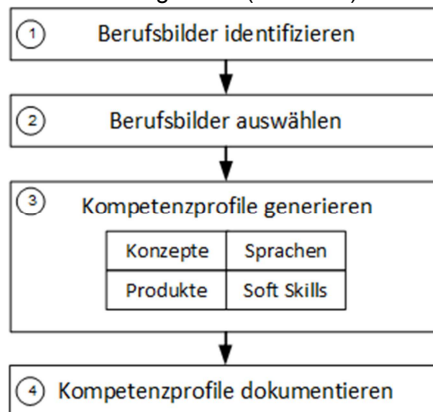


Abb. 1: Analysemethodik im Überblick

Für diese ausgewählten Stellenbezeichnungen werden in Schritt ③ Kompetenzprofile generiert, die aufbauend auf [Bens12] vier unterschiedliche Kompetenzfelder (Skill Domains) unterscheiden:

- Das Kompetenzfeld *Konzepte* umfasst solche Qualifikationsthemen, die längerfristig gültiges Konzeptwissen aus informatikorientierten Fachdisziplinen konstituieren (z. B. Business Intelligence, Data Mining).
- Mit der Kategorie *Produkte* werden Qualifikationen bezüglich der Produkte bzw. Produktfamilien etablierter Hersteller im IT-Sektor erfasst (z. B. Excel, Hadoop).
- Das Feld der *Sprachen* umfasst Kenntnisse formaler bzw. semiformaler Sprachen wie Programmiersprachen (z. B. ABAP), Datenabfragesprachen (z. B. SQL), Modellierungssprachen (z. B. EPK) und Auszeichnungssprachen (z. B. HTML). Dabei sind Sprachen als vermittelndes Bindeglied zwischen Konzept- und Produktwissen zu betrachten.
- Unter dem Begriff der *Soft Skills* werden persönliche, soziale und berufliche Qualifikationen differenziert. Hierzu sind einerseits generelle, personenbezogene Fähigkeiten zu zählen, aber auch arbeitsplatz- bzw. stellenbezogene Anforderungskrite-

rien, die nicht Gegenstand der Fachkompetenz sind. Hierzu sind etwa die geforderte Berufserfahrung oder auch notwendige Fremdsprachenkenntnisse zu zählen.

Die Ableitung der berufsspezifischen Kompetenzprofile erfolgt durch Bildung eines entsprechenden Teilkorpus der relevanten Stellenanzeigen, für den anschließend die charakteristischen Substantive (Nomen) bzw. Substantivfolgen aus den Stellenbeschreibungen abgeleitet werden. Diese Substantive werden gemäß der oben skizzierten Kompetenzfelder klassifiziert sowie nach Frequenz und Relevanz bewertet. In einem letzten Schritt sind diese Kompetenzprofile zu dokumentieren, sodass diese an interessierte Zielgruppen kommuniziert werden können. Die generierten Ergebnisse werden im folgenden Abschnitt vorgestellt.

3 Analyseergebnisse

3.1 Identifizierte Berufsbilder im Überblick

Zur Identifikation relevanter Berufsbilder im Big-Data-Umfeld sind die Stellenbezeichnungen mithilfe der Frequenz- und Kookkurrenzanalyse untersucht worden. Dabei sind solche Stellenanzeigen herangezogen worden, die von Unternehmen des IT-Markts (z. B. SAP, Microsoft, CISCO, IBM) bzw. des TK-Marktes (z. B. Deutsche Telekom, Vodafone, Telefonica) ausgeschrieben worden sind. Dabei hat sich gezeigt, dass sich 72 % der Stellenanzeigen von IKT-Unternehmen fünf Berufsbildern zuordnen lassen. Die Verteilung der Stellenanzeigen auf diese Berufsbilder zeigt Abbildung 2.

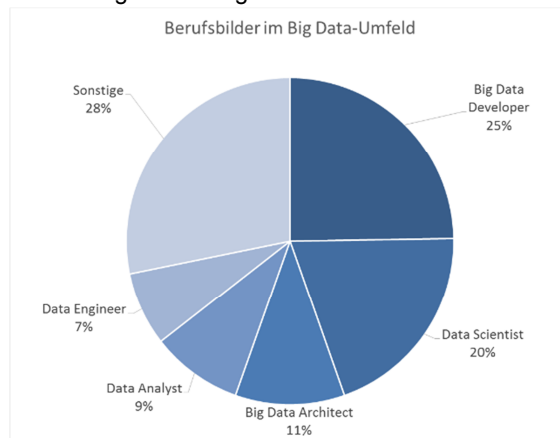


Abb. 2: Verteilung der Berufsbilder im Überblick

Darüber hinaus konnten auch Berufsbilder identifiziert werden, die schwerpunktmäßig nur von einzelnen bzw. wenigen Unternehmen ausgeschrieben werden. So wird von Microsoft etwa das Stellenprofil des *Decision Scientist* gesucht, während Amazon Bedarf nach *Datenqualitätsmanagern (Data Quality Manager)* zeigt. Diese Berufsbilder sind spezifisch und werden in der verfügbaren Datengrundlage nur selten nachgefragt, sodass diese nicht näher untersucht wurden.

Für die in Abb. 2 dargestellten fünf Berufsbilder sind auf Grundlage des Gesamtdatenbestands detaillierte Kompetenzprofile abgeleitet worden, die im Folgenden in Form einer Ergebnisdarstellung erläutert werden.

3.2 Kompetenzprofile für Big-Data-Berufsbilder

3.2.1 Big Data Architect

In der Datengrundlage konnten insgesamt 3.378 Stellenanzeigen identifiziert werden, in deren Stellenbezeichnung das Berufsbild des *Datenarchitekten* zum Ausdruck kommt. Häufige Nennungen der Stellenbezeichnung waren dabei *Big Data Architect*, *Data Architect*, *Data Warehouse Architect* oder auch *Big Data Solutions Architect*. Im Rahmen des Kompetenzprofils (Abb. 3) werden die zehn wichtigsten Qualifikationsthemen für das jeweilige Berufsbild aufgeführt und die prozentuale Häufigkeit präsentiert. So kann Abb. 3 entnommen werden, dass das *ETL*-Konzept in etwa 40 % der relevanten Stellenanzeigen genannt wird (Kompetenzfeld *Konzepte*).

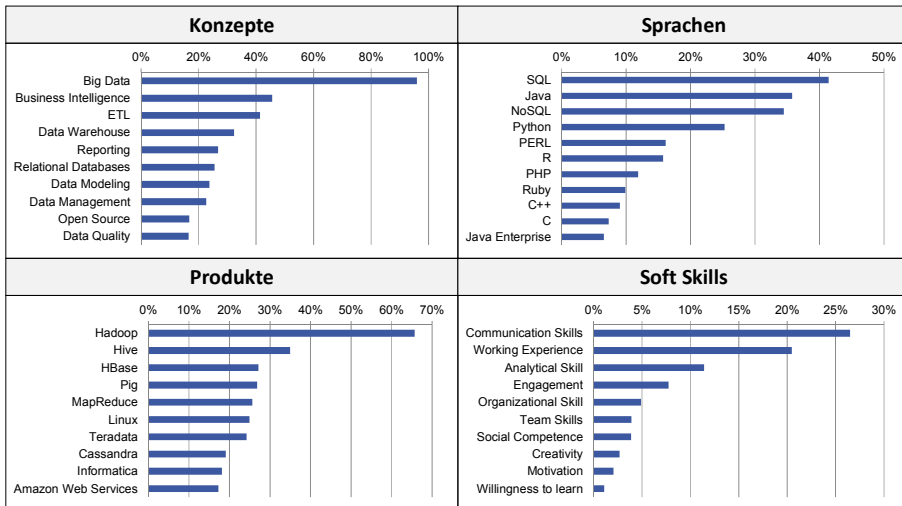


Abb. 3: Kompetenzprofil Big Data Architect

Wie das Kompetenzprofil nahelegt, umfassen die Arbeitsgebiete des Big-Data-Architekten traditionelle Data-Warehouse-Lösungen (*ETL*, *Reporting*, *Relational Databases*) sowie genuine Big-Data-Systeme, die auf Open-Source-Frameworks wie *Hadoop*, *Hive* und *Pig* aufbauen. Diese Auffassung wird auch dadurch gestützt, dass neben den traditionellen Programmiersprachen *Java* und *SQL* insbesondere auch *NoSQL*-Kenntnisse gesucht werden. Weitere Kompetenzfelder umfassen Tätigkeiten im Umfeld der Datenmodellierung und des Daten(qualitäts)mangements (*Data Modeling*, *Data Management*, *Data Quality*). Neben den proprietären Big-Data-Lösungen etablierter Hersteller wie *Teradata* und *Informatica* sind auch Cloud-Lösungen (*Amazon Web Services*) von Bedeutung. Schwerpunkte bei den überfachlichen Kompetenzen bilden insbesondere die Kommunikationsfähigkeit (*Communication Skills*) und die Berufserfahrung (*Working Experience*). Als charakteristische Tätigkeit des Big-Data-Architekten wird die modellgestützte Planung, Design und Realisierung von Datenarchitekturen auf Grundlage des Hadoop-Technologiestapels in Cloud-Umgebungen gesehen.

3.2.2 Big Data Developer

Entwicklungstätigkeiten im Big-Data-Umfeld werden in der Datengrundlage durch insgesamt 1.755 Stellenanzeigen dokumentiert. Besonders häufig wurden Stellenbezeichnungen wie

Big Data Developer, Senior Big Data Developer und Big Data Hadoop Developer identifiziert. Das dazugehörige Kompetenzprofil zeigt Abb. 4.

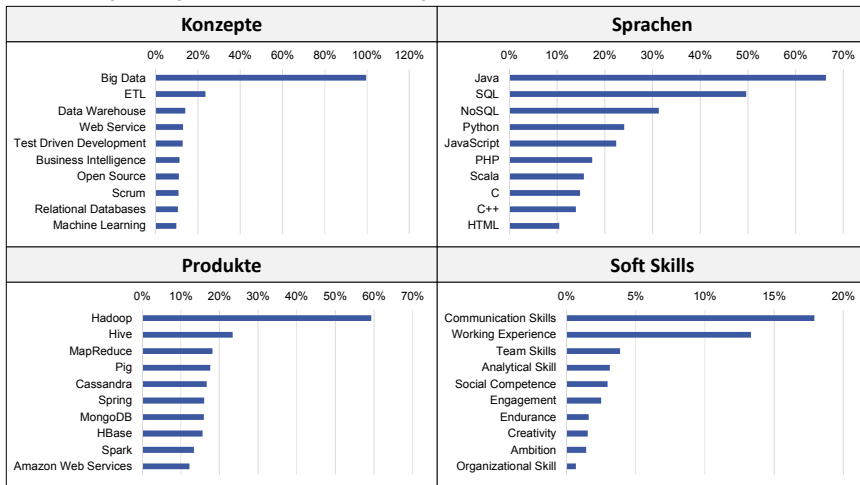


Abb. 4: Kompetenzprofil Big Data Developer

Entwickler im Big-Data-Umfeld verfügen demzufolge über ein hohes Maß an *Java*- sowie *SQL*-Kenntnissen, aber auch ausgefallenerere, funktionale Programmiersprachen wie *Scala* sind von Bedeutung. Ebenso wie bei Big-Data-Architekten sind Open-Source-Frameworks (*Hadoop*, *Hive*, *Pig*) wichtig, werden aber in geringerem Umfang nachgefragt. Auffällig an diesem Kompetenzprofil ist, dass auch agile Techniken der Softwareentwicklung (*Scrum*, *Test Driven Development*) genannt werden. Bezüglich der überfachlichen Kompetenzen ist festzustellen, dass Kommunikationsfähigkeit und Berufserfahrung am stärksten geschätzt werden, diese aber von geringerer Bedeutung sind, als dies beim Big-Data-Architekten der Fall ist. Charakteristische Tätigkeiten des Big Data Developers sind die Begleitung des Softwareentwicklungsprozesses für Big-Data-Plattformen, wozu insbesondere auch der Aufbau geeigneter Anwendungsschnittstellen (API) sowie die Gestaltung entsprechender Datenrepositorien (Data Inventory) gehören.

3.2.3 Data Scientist

Insgesamt konnten 1.942 Stellenanzeigen für das Profil des Data Scientist in der Datenbasis nachgewiesen werden. Diese werden durch Stellenbezeichnungen wie *Data Scientist*, *Big Data Scientist*, *Data Scientist/Predictive Modeler* oder *Data Scientist – Health Analytics* beworben. Das Kompetenzprofil für das Profil Data Scientist ist in Abb. 5 dargestellt.

Im Vergleich zu den vorangehenden Kompetenzprofilen ist auffällig, dass der Data Scientist zwar auch Kenntnisse bezüglich etablierter Big-Data-Softwareprodukte mitbringen sollte (*Hadoop*, *Hive*, *Pig*), allerdings auch weitere proprietäre Lösungen (*SAS*, *Excel*, *Tableau*) von Interesse sind. Auf der konzeptionellen Ebene lässt sich dabei eine Fokussierung auf Techniken des maschinellen Lernens (*Machine Learning*, *Data Mining*, *Predictive Analytics*) feststellen. Dieser Eindruck wird auch durch die Programmiersprachenkenntnisse unterstützt – so dominieren hier insbesondere die anwendungsnahen Skriptsprachen *Python* und *R* vor *Java*. In Hinblick auf die Soft Skills sollte ein Data Scientist über ein hohes Maß an Kommunikationsfähigkeit (*Communication Skills*) und Berufserfahrung (*Working Experience*) verfügen. Als charakteristische Tätigkeit des Data Scientists wird die Konstruktion, Evalua-

tion und Anwendung von Prognosemodellen auf der Grundlage maschineller Lernverfahren (z. B. Entscheidungsbäume) und multipler Datenquellen gesehen.

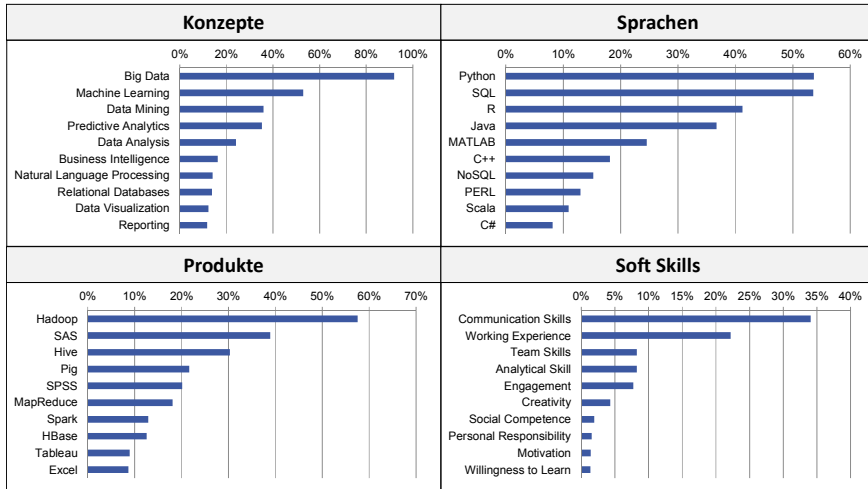


Abb. 5: Kompetenzprofil Data Scientist

3.2.4 Data Analyst

Die Datenbasis umfasst insgesamt 1.690 Vakanzen für Datenanalysten. Häufige Stellenbezeichnungen sind hier *(Business) Data Analyst*, *Big Data Analyst*, *Senior Data Analyst* oder auch *Data Analyst (Big Data – Finance Analytics)*. Das Kompetenzprofil des Data Analyst (Abb. 6) zeigt, dass überwiegend mit proprietären Standardsoftwareprodukten gearbeitet wird (z.B. *Excel*, *SAS*, *Tableau*, *SPSS*, *MS-SQL*) und dabei traditionelle Instrumente der dispositiven Informationsverarbeitung im Vordergrund stehen (z.B. *Reporting*, *Relational Databases*, *Data Exploration*).

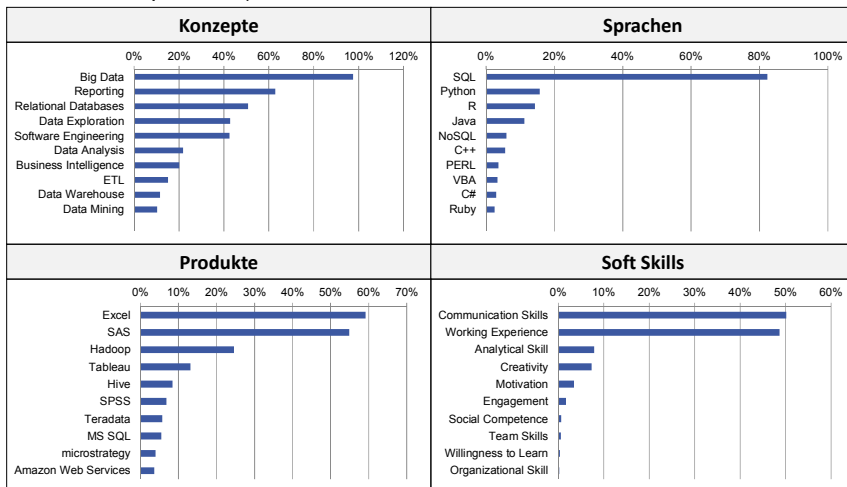


Abb. 6: Kompetenzprofil Data Analyst

Dementsprechend benötigt ein Data Analyst schwerpunktmäßig SQL-Kenntnisse, die teilweise durch analytische Skriptsprachen (*Python*, *R*) ergänzt werden. Wie auch der Data Scientist besitzt der Data Analyst ein hohes Maß an Kommunikationsfähigkeit (*Communica-*

tion Skills) und Berufserfahrung (*Working Experience*). In Bezug auf die ausschreibenden Unternehmen ist außerdem anzumerken, dass ein überdurchschnittlich hoher Anteil dieser Stellenanzeigen aus dem Gesundheitswesen stammt. Die typische Tätigkeit des Data Analyst besteht in der statistischen Analyse multidimensionaler Datenbestände zur fachlichen Unterstützung betrieblicher Entscheidungsprozesse.

3.2.5 Data Engineer

Die Stellenbezeichnung des Data Engineer konnte in der Datenbasis insgesamt in 1.613 Stellenanzeigen nachgewiesen werden. Häufige Nennungen sind dabei etwa der (*Big Data Engineer, Senior Data Engineer* und *Core Java Big Data Engineer*). Abb. 7 enthält das dazugehörige Kompetenzprofil.

Wie das Kompetenzprofil verdeutlicht, verfügt der Data Engineer über konzeptionelles Wissen aus den traditionellen Bereichen des Business Intelligence (*ETL, Data Warehouse, Reporting, Relational Databases*) sowie aus dem Umfeld des Data Mining (*Machine Learning, Predictive Analytics*). Diese Mischung kommt schließlich auch in den artikulierten Programmiersprachen zum Ausdruck, wobei *SQL, Java* und *Python* nahezu gleichgewichtig sind. Im Hinblick auf die eingesetzten Produkte liegt der Fokus indes eindeutig auf Open-Source-Produkten (*Hadoop, Hive* und *Pig*), wobei den *Amazon Web Services (AWS)* ebenfalls relativ hohe Bedeutung zukommt. Die charakteristische Tätigkeit des Data Engineer wird im Design und in der Implementierung von ETL-Workflows (*Data Pipelines*) zur Akquisition und Analyse strukturierter und unstrukturierter Daten gesehen.

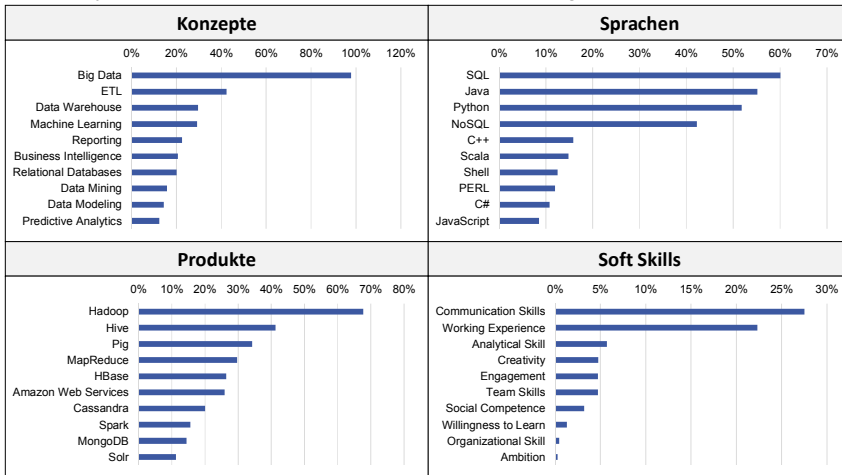


Abb. 7: Kompetenzprofil Data Engineer

4 Diskussion

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass das IT-Zukunftsthema Big Data zur Entwicklung neuer Berufsbilder für IT-Fachkräfte geführt hat. Diese Berufsbilder betreffen einerseits die informationstechnische *Gestaltung* von Big-Data-Lösungen. So werden die Planung und Entwicklung von Big-Data-Systemen als wesentliche Tätigkeitsinhalte des *Big Data Architect* und des *Big Data Developer* gesehen. Andererseits sind Berufsbilder erkennbar, die sich auf die produktive Nutzung von Big-Data-Systemen zur Unterstützung fachlicher Problemstel-

lungen konzentrieren, etwa zur Unterstützung oder Automatisierung betrieblicher Planungs- und Entscheidungsprozesse. Zu diesen anwendungsorientierten Berufsbildern sind der *Data Engineer*, der *Data Scientist* sowie der *Data Analyst* zu zählen.

Die identifizierten Berufsbilder liefern den Akteuren des betrieblichen Kompetenzmanagements Anhaltspunkte dafür, welche Qualifikationen derzeit am Arbeitsmarkt gesucht werden. Damit steht eine Informationsgrundlage zur Verfügung, um die vorhandenen Ist-Kompetenzen im jeweiligen Unternehmen für die Big-Data-Domäne zu messen und notwendige Soll-Kompetenzen im Dialog mit den Fachabteilungen zu erheben. Aus dieser Vorgehensweise können Kompetenzlücken (Skill Gaps) identifiziert werden, die mithilfe entsprechender Instrumente der Personalwirtschaft (z. B. Schulungen zur Personalentwicklung, Rekrutierung neuer Mitarbeiter) abgebaut werden.

Darüber hinaus liefern die Kompetenzprofile auch interessante Informationen für das inhaltliche Design von Aus- und Weiterbildungsaktivitäten an Hochschulen, um die Beschäftigungsfähigkeit von Absolventen zu steigern. Für Studiengänge der Wirtschaftsinformatik stellt sich beispielsweise die Frage, inwieweit bestehende Curricula die Studierenden auf das intensiv nachgefragte Berufsbild des *Big Data Developer* vorbereiten. Im Umfeld betriebswirtschaftlicher Studiengänge wird nahezu zwangsläufig die Frage aufgeworfen, inwieweit die Studierenden für die Nutzung von Big-Data-Lösungen in dem Berufsbild des *Data Scientist* bzw. *Data Analyst* sensibilisiert werden können.

Diesen Nutzenaspekten stehen indes Grenzen der hier zugrunde gelegten Analysemethodik gegenüber, die zu explizieren sind. So ist hervorzuheben, dass die Analyse der Stellenanzeigen zwar eine großzahlige Datenbasis (n=80.014) zugrunde legt, diese jedoch einer Reihe qualitativer Einschränkungen unterliegt:

- In der Datenbasis sind auffällige Duplikate im Rahmen einer manuellen Voranalyse exkludiert worden. Da Stellenausschreibungen teils wiederholt und modifiziert erfolgen, ist eine zuverlässige, regelbasierte Duplikaterkennung zur Sicherung der Ergebnisvalidität notwendig.
- Die Validität der generierten Ergebnisse ist auch abhängig von der materiellen Qualität der publizierten Stellenanzeigen. Werden Anforderungen an potenzielle Fachkräfte nicht detailliert und adäquat artikuliert, folgt das im Umfeld analytischer Informationssysteme bekannte GIGO-Phänomen (Garbage In, Garbage Out).
- Die Datenbasis liefert lediglich einen Einblick in die historischen Kompetenzanforderungen von stellenausschreibenden Unternehmen. Durch die Konstruktion von Zeitreihen im Zuge einer Dauerbeobachtung können zwar Trends aufgezeigt werden, jedoch herrscht bezüglich zukünftiger Entwicklungen ein typischer Prognosedefekt.

Die skizzierten qualitativen Einschränkungen sind im Rahmen weiterführender Forschungsarbeiten zu adressieren. Sofern dies gelingt, sollten die abgeleiteten Erkenntnisse auch zur Aktualisierung entsprechender Qualifikationsrahmen für IT-Fachkräfte herangezogen werden, wie etwa dem European e-Competence Framework (e-CF) [Hage12], in dem die Domäne des Big Data bislang nur marginale Bedeutung zukommt.

Literaturverzeichnis

- [Alpa14] Alpar, P.; Alt, R.; Bensberg, F.; Grob, H. L., Weimann, P., Winter, R.: Anwendungsorientierte Wirtschaftsinformatik - Strategische Planung, Entwicklung und Nutzung von Informationssystemen. Springer, Wiesbaden, 2014.

- [BeBu16] Bensberg, F., Buscher, G.: Digitale Transformation und IT-Zukunftsthemen im Spiegel des Arbeitsmarkts für IT-Berater – Ergebnisse einer explorativen Stellenanzeigenanalyse. In: Nissen, V., Stelzer, D., Straßburger, S., Fischer, D. (Hrsg.): Tagungsband zur Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI) 2016, TU Ilmenau, Ilmenau, 2016.
- [Bens12] Bensberg, F.: Bildungsbedarfsanalyse auf Grundlage von Stellenanzeigen – Potenziale des Text Mining für das Lern-Service-Engineering. In: Mattfeld, D. C., Robra-Bissantz, S. (Hrsg.): Tagungsband der Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI) 2012, Technische Universität Braunschweig, Braunschweig, 2012.
- [Chen16] Chen, S.: Training and Qualification: Essentials of Skill Management. In: Zeuch, M. (Hrsg.): Handbook of Human Resource Management. Springer, Berlin, 2016, S. 213-224.
- [ChCS12] Chen, H., Chiang, R. H. L., Storey, V. C.: Business Intelligence and Analytics – From Big Data to Big Impact. In: MIS Quarterly, 4 (36), S. 1165-1188.
- [GeKu03] Gebert, H., Kutsch, O.: Potenziale des Skill-Managements. In: WIRTSCHAFTSINFORMATIK 45 (2003), S. 227-229.
- [GrEr12] Granados A., Erhardt, G.: Corporate Agility Organization – Personalarbeit der Zukunft, Gabler, Wiesbaden, 2012.
- [GrLa95] Grob, H. L., Lange W.: Zum Wandel des Berufsbildes bei Wirtschaftsinformatikern: Eine empirische Analyse auf der Basis von Stellenanzeigen. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, 42. Jg., Institut für Wirtschaftsinformatik, Westfälische Wilhelms- Univ. Münster, Münster 1995.
- [Hage12] Hageni, K.-H.: IT-Qualifikation in Europa – Der europäische Kompetenzrahmen (e-CF) als Instrument der Personalentwicklung. In: Boes, A., Baukowitz, A., Kämpf, T., Marrs, K. (Hrsg.): Qualifizieren für eine global vernetzte Ökonomie - Vorreiter IT-Branche: Analysen, Erfolgsfaktoren, Best Practices. Gabler, Wiesbaden, 2012, S. 230-238.
- [Harp12] Harper, R.: The Collection and Analysis of Job Advertisements – a Review of Research Methodology. In: Library and Information Research 36 (112), S. 29-54.
- [LilA12] Litecky, C., Igou, A.J., Aken, A.: Skills in the management oriented IS and enterprise system job markets. In: Adya, M., Horton, R., Huang, H., Quesenberry, J. (Hrsg.), Proceedings of the 50th annual conference on Computers and People Research (SIGMIS-CPR '12), New York.
- [Sail09] Sailer, M.: Anforderungsprofile und akademischer Arbeitsmarkt – Die Stellenanzeigenanalyse als Methode der empirischen Bildungs- und Qualifikationsforschung. Waxmann, Münster, 2009.

Kontakt

Prof. Dr. Frank Bensberg
Hochschule Osnabrück
Caprivistrasse 30a, 49076 Osnabrück
T +49 541 969-3264, F.Bensberg@hs-osnabrueck.de

M. Sc. Gandalf Buscher
Hochschule für Telekommunikation Leipzig
Gustav-Freytag-Str. 43-45, 04277 Leipzig
Gandalf.Buscher@hft-leipzig.de

Lesbarkeitsindizes zur Dublettenerkennung von Dokumenten

Sönke Cordts

Zusammenfassung

Bei der Dublettenerkennung werden mehrfach gespeicherte Datensätze, die auf dasselbe Objekt verweisen, erkannt und entfernt. Für strukturierte Daten z. B. in Form von Tabellen ist die Dublettenerkennung weitgehend untersucht und es existieren verschiedene Verfahren zur Erkennung und Entfernung von Dubletten. Die bekanntesten Algorithmen hierzu sind der Record-Linkage-Algorithmus nach Fellegi und Sunter [FeSu69] und der TF-IDF-Algorithmus [SpWi97]. Bei beiden Algorithmen wird auf Grundlage eines Vergleichs von zwei Datensätzen ein Gesamtgewicht errechnet. Ein grundsätzliches Problem hierbei ist die Reduzierung des Suchraumes, da zur Erkennung normalerweise jeder Datensatz mit jedem anderen verglichen werden muss. Um die Anzahl der Vergleiche zu verringern, gibt es bei strukturierten Daten sogenannte Blockingalgorithmen. Auf unstrukturierte Daten wie z. B. digitale Texte sind die bisher entwickelten Blockingalgorithmen jedoch nicht anwendbar. Im Folgenden soll untersucht werden, ob für unstrukturierte Daten aggregierte Kennzahlen wie Lesbarkeitsindizes zum Blocking oder auch zur Erkennung selbst verwendet werden können.

1 Problemstellung

Laut einer Studie der IDC aus dem Jahr 2011 entfallen inzwischen mehr als 90% des Datenwachstums auf unstrukturierte Daten [GaRe11]. Neben allgemeinen Dokumenten gehören hierzu E-Mails, Informationen aus Blogs oder Foren und zukünftig auch immer mehr Audios und Videos, aus denen Unternehmen wichtige Informationen extrahieren können. Durch die Vernetzung von Geräten und Sensoren fallen zukünftig weitere große unstrukturierte Datenmengen an. Technologisch spiegelt sich dieser Trend in den Begriffen „Internet of Things“ (IoT) und Big Data wieder.

Die Suche und Erkennung von Dubletten in strukturierten Daten, die beispielsweise in Tabellenform als Attribute vorliegen, ist ausreichend untersucht [NaHe10]. Zur Erkennung von Unschärfen in den Werten können Ähnlichkeitsmaße für numerische und nominale Daten verwendet werden. Um die Anzahl der Vergleiche von Datensätzen zu reduzieren, existieren verschiedene Verfahren, um Datensätzen zu gruppieren.

Um sich ähnelnde, unstrukturierte Dokumente zu finden, können diese Verfahren dagegen nur bedingt eingesetzt werden, da sie u. a. sehr rechenintensiv sind. Ein Ansatz, um Dokumente zu vergleichen, könnten allgemeine Dokumenteneigenschaften sein, die die Lesbarkeit von Texten bestimmen. Hierzu existieren verschiedene Kennzahlen, die Texte in Klassen unterteilen und damit deren Lesbarkeit für unterschiedliche Zielgruppen bestimmen.

Im Folgenden wird die Frage untersucht, ob allgemeine Dokumenteneigenschaften, die die Struktur eines Textes beschreiben, in der Dublettenerkennung verwendet werden können. Dazu werden zunächst die Grundlagen der Dublettenerkennung und von Lesbarkeitsindizes beschrieben. Nach der Erläuterung des Arbeitsprogramms zur empirischen Untersuchung von der Datenbeschaffung bis zur Analyse werden schließlich die Ergebnisse beschrieben.

2 Grundlagen zu Dubletten und Lesbarkeitsformeln

2.1 Prozess der Dublettenerkennung

2.1.1 Allgemein

Bei der Dublettenerkennung geht es darum, mehrfach gespeicherte Datensätze, die auf dasselbe Objekt in der realen Welt verweisen, zu erkennen und zusammenzuführen. In der Literatur werden dazu unterschiedliche Begriffe wie Object Identification, Record Linkage, Record Matching oder auch Deduplication verwendet [BaSc06].

Hätte jeder Datensatz, der auf ein Objekt der realen Welt verweist, einen eindeutigen und fehlerfreien Identifikationscode, könnten Dubletten über Gruppieren dieses Codes einfach erkannt werden. Da Daten in der Regel aber nicht fehlerfrei sind, benötigt man Algorithmen, um Unschärfen durch Rechtschreibfehler o. ä. zu erkennen.

Ein weiteres Problem ist die Größe des Suchraums, da normalerweise jeder Datensatz mit jedem anderen innerhalb einer Tabelle verglichen werden muss, um alle Dubletten zu erkennen. Bei 10.000 Datensätzen sind bereits etwa 50 Millionen Datensatzvergleiche notwendig.

Die Erkennung und Bereinigung von Dubletten besteht daher aus einem dreistufigen Prozess [Cord13]:

- 1) Reduktion des Suchraums
- 2) Dublettensuche
- 3) Zusammenführen erkannter Dubletten

2.1.2 Reduktion des Suchraums

Zur Verkleinerung des Suchraumes versucht man, Datensätze so zu gruppieren, dass die Wahrscheinlichkeit möglichst hoch ist, dass Dubletten in die gleiche Gruppe fallen. Das einfachste und bekannteste Verfahren hierzu ist das Blocking. Hierbei werden ein oder mehrere Attribute als Blockingattribute ausgewählt. Datensätze, bei denen die Blockingattribute die gleichen Werte haben, werden zu einer Gruppe zusammengefasst. Nur innerhalb dieser Gruppe werden dann die Datensätze untereinander verglichen. Bei den folgenden Beispieldaten werden alle Personendatensätze zu einer Gruppe zusammengefasst, die für das Attribut Geschlecht den gleichen Wert aufweisen.

Satznr	Name	Plz	Ort	Geschlecht
1	Peter Meier	24943	Flensburg	männlich
2	Petra Müller	22880	Wedel	weiblich
3	Petra Mühler	22880	Wedle	weiblich
4	Burkhard Muster	22342	Hamburg	männlich
5	Muster, Burghart	22342	Hamburg	männlich

Tab. 1: Beispieldaten zur Erläuterung Dublettenerkennung

Ohne die Verwendung von Blocking müssten 10 Vergleiche durchgeführt werden. Durch die Bildung der Gruppen aufgrund des Geschlechts reduziert sich die Anzahl der Vergleiche auf 4. Für die Wahl der Blockingattribute ist entscheidend, dass diese möglichst fehlerfrei und die Datensätze in viele Gruppen unterteilt sind.

Neben dem einfachen Verfahren des Blocking existiert die Sorted Neighborhood Method (SNM), bei der die ausgewählten Blockingattribute zunächst sortiert und dann ein Fenster fester Größe über die Datensätze geschoben wird. Alle Datensätze innerhalb des Fensters werden miteinander verglichen.

Beim Verfahren des Canopy Clusterings wird ein einfaches kostengünstiges Ähnlichkeitsmaß verwendet, um Datensätze zu gruppieren [BaCh03]. Beim N-Gram- und Suffix-Array-basierten Blocking werden schließlich mehrere Teilzeichenketten aus den Blockingattributen verwendet, um Gruppen zu bilden.

2.1.3 Dublettensuche

Um zwei Datensätze zu vergleichen und zu entscheiden, ob es sich um das gleiche Objekt der realen Welt handelt, müssen die einzelnen Attribute des Datensatzes zunächst miteinander verglichen werden. Für jeden Attributvergleich wird ein entsprechendes Ähnlichkeitsmaß (Proximitätsmaß) errechnet, um daraus einen Gesamtwert zu ermitteln. Dieser gibt an, ob es sich um eine Dublette (Match), vielleicht um eine Dublette (Possible) oder keine (Unmatch) handelt. Dabei kann im einfachsten Fall der Mittelwert aus den Ähnlichkeitsmaßen errechnet werden oder eine Gewichtung für die einzelnen Attribute erfolgen. Hierbei handelt es sich um ein deterministisches Erkennungsverfahren im Gegensatz zu probabilistischen Verfahren, die die Häufigkeit des Auftretens eines Wertes berücksichtigen. Zu den bekanntesten probabilistischen Verfahren zählen das Record-Linkage-Verfahren nach Fellegi und Sunter [FeSu69] und das im Information-Retrieval-Bereich entwickelte TF-IDF-Verfahren (Term Frequency-Inverse Document Frequency) [SpWi97].

Als Vergleichsmaß für einzelne Attribute können im einfachsten Fall phonetische Codes verwendet werden. Sinnvoller sind jedoch Proximitätsmaße, die die Ähnlichkeit zwischen zwei Werten berechnen. Unter anderem für Zahlen sind Proximitätsmaße aus der Statistik z. B. zur Berechnung in der Clusteranalyse bekannt. Für Zeichenketten existieren drei Arten von Proximitätsmaßen.

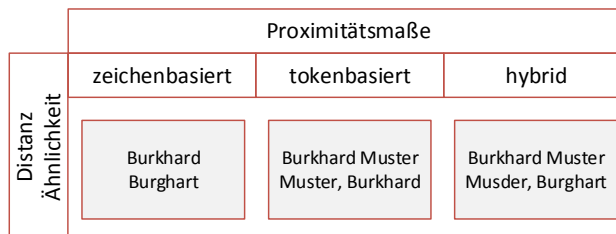


Abbildung 1: Proximitätsmaße für Zeichenketten

Bei zeichenbasierten Proximitätsmaßen werden die einzelnen Zeichen eines Wortes der Reihe nach miteinander verglichen. Im Beispiel aus Abbildung 1 gibt es zwischen den Zeichenketten Burkhard und Burghart zwei unterschiedliche Zeichen. Das Überführen der ersten in die zweite Zeichenkette würde also zwei Austauschoperationen benötigen. Damit hätten die beiden Zeichenketten ein Distanzmaß von 2. Distanzmaße können wiederum durch folgende Formel in Ähnlichkeitsmaße umgerechnet werden, womit sich eine Ähnlichkeit von 75% ergibt.

$$\text{Ähnlichkeitsmaß}(s1, s2) = 1.0 - \frac{\text{Dist.maß}(s1, s2)}{\max(\text{len}(s1), \text{len}(s2))}$$

Bei dem eben beschriebenen Algorithmus zur Berechnung der Distanz handelt es sich um das bekannteste Distanzmaß, die Damerau-Levenshtein-Distanz. Die Distanz wird berechnet, indem die minimale Anzahl an Zeichenoperationen (Austausch, Einfügen, Löschen, Kopieren) berechnet wird. Weitere bekannte Distanzmaße sind als Erweiterungen der Le-

venshtein-Distanz die Smith-Waterman- und Needleman-Wunsch-Distanz. Als weiteres Distanzmaß kann die längste gemeinsame Teilzeichenfolge berechnet werden. Diese wird als Longest-Common-Subsequence-Distanz bezeichnet.

Daneben gibt es Ähnlichkeitsmaße, die vor allem von Mitarbeitern des US Census Bureau entwickelt wurden. Hierzu zählen vor allem das Jaro-Maß sowie darauf aufbauend das Jaro-Winkler- und Lynch-Jaro-Winkler-Maß [Cord13].

Bei zeichenbasierten Maßen werden die Zeichen der Reihe nach betrachtet ohne Beachtung von Wortgrenzen. Das Jaro-Maß für die beiden Zeichenketten „Burkhard Muster“ und „Muster, Burkhard“ beträgt danach nur 54%. Würde man dagegen die einzelnen Wörter mit jedem Wort der anderen Zeichenkette vergleichen und überprüfen, ob das Wort in der anderen Zeichenkette vorkommt, hätte man eine vollständige Übereinstimmung. Hierzu dienen tokenbasierte Maße, die die einzelnen Zeichenketten zunächst in einzelne Wörter oder genauer in einzelne sinngebende Bestandteile (Token) zerlegen und dann über Mengenoperationen das Maß berechnen. Zu den bekanntesten tokenbasierten Maßen gehören die euklidische Distanz sowie das Jaccard- und Cosinus-Maß.

Tokenbasierte Maße haben wiederum das Problem, dass Unschärfen in den einzelnen Wörtern nicht berücksichtigt werden. Insofern liegt es nahe, die einzelnen Token nicht auf exakte Gleichheit sondern über zeichenbasierte Maße zu vergleichen. Man spricht dann von hybriden Maßen zur Berechnung der Ähnlichkeit von Zeichenketten.

2.1.4 Zusammenführen erkannter Dubletten

Nachdem die Dublettengruppen erkannt wurden, müssen sie zu einem gemeinsamen Datensatz konsolidiert werden. In der Literatur wird das als Datenfusion, Record Matching oder Duplikatfusion bezeichnet. Da die einzelnen Attribute innerhalb der Dublettengruppe unterschiedliche Werte haben können, muss eine Auflösungsfunktion entscheiden, welcher Wert im konsolidierten Datensatz verwendet wird. Sind alle Werte eines Attributes unbekannt oder gleich, wird dieser Wert übernommen (siehe Tabelle 2).

	Wert Datensatz 1	Wert Datensatz 2	Fusionierter Wert
(a)	NULL	NULL	NULL
(b)	X	NULL	X
(c)	X	X	X
(d)	X	Y	Auflösungsfunktion

Tab. 2: Kombinationsmöglichkeiten beim Zusammenführen von Dublettengruppen [Cord13]

2.1.5 Maße zur Überprüfung der Dublettenerkennung

Zur Überprüfung der Genauigkeit einer Dublettenerkennung können zwei Fehlergruppen unterschieden werden. Es kann sein, dass Dubletten entweder nicht erkannt oder als solche erkannt wurden, aber keine sind. Damit kann eine Klassifikationsmatrix erstellt werden, die in vier Gruppen aufgeteilt wird (Abbildung 2).

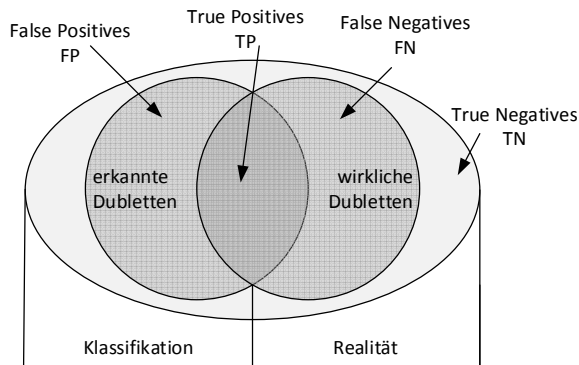


Abbildung 2: Klassifikation der Dublettenerkennung (in Anlehnung an [NaHe10])

Die Dubletten setzen sich damit aus der Anzahl der als korrekt klassifizierten (TP) und der nicht erkannten Dubletten (FN) zusammen. Keine Dubletten sind die fälschlicherweise als Dubletten erkannten Datensätze (FP) und die korrekt identifizierten Nicht-Dubletten (FN). Damit lassen sich zwei wichtige aus dem Information Retrieval bekannte Kennzahlen zur Überprüfung berechnen. Dabei stellt die Kennzahl Precision das Verhältnis von korrekt klassifizierten Dubletten zu der Anzahl aller als Dubletten klassifizierten Datensätze dar. Precision gibt also an, wie hoch die Wahrscheinlichkeit ist, dass es sich bei einem als Dublette klassifizierten Datensatz um eine wirkliche Dublette handelt:

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} = \frac{TP}{\text{erkannte_Dubletten}}$$

Die Kennzahl Recall dagegen gibt die Wahrscheinlichkeit von korrekt klassifizierten Dubletten zu den wirklichen Dubletten wieder:

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} = \frac{TP}{\text{wirkliche_Dubletten}}$$

Der Recall, auch Trefferquote genannt, gibt an, inwieweit die Dubletten vollständig erkannt wurden ohne dabei falsch erkannte Dubletten zu berücksichtigen. Der Recall ist also die Wahrscheinlichkeit, dass eine Dublette als solche erkannt wird. Liegt der Recall bei 80%, wurden zwar 80% der Dubletten gefunden, aber 20% der wirklichen Dubletten nicht als solche erkannt. Die Kennzahl Precision gibt dagegen unter Berücksichtigung falsch erkannter Dubletten die Genauigkeit der Erkennung an. Ein Precisionwert von 80% bedeutet also, dass eine Dublette zu 20% eine falsche ist.

2.2 Dokumenteneigenschaften und Lesbarkeitsformeln

Um zu bestimmen, inwieweit Texte für bestimmte Personengruppen (Schüler, Studierende usw.) zum Lesen geeignet sind, begann man bereits Anfang des letzten Jahrhunderts damit, Texte nach ihrem Schwierigkeitsgrad beim Lesen zu klassifizieren. Edward Thorndike untersuchte 1921, inwieweit selten vorkommende Wörter in Texten die Lesbarkeit erschweren [Thor21]. Die Lesbarkeit eines Textes ist ein Maß dafür, wie leicht ein Text verstanden werden kann. [Harg98] definieren Lesbarkeit als „the ease of reading words and sentences“.

Zur Ermittlung der Lesbarkeit wurden unterschiedliche empirische Untersuchungen durchgeführt.

1948 entwickelte Rudolf Flesch mit der Flesch Reading Ease Readability Formel eine einfache bis heute populäre Berechnung zur Lesbarkeit, die u. a auch in Microsoft Office Word verwendet wird. Die Formel berücksichtigt die durchschnittliche Satzlänge (ASL) und die durchschnittliche Silbenanzahl pro Wort und ist nur für englische Texte geeignet [ZaPo12]:

$$Flesch = 206,835 - (1,015 \cdot ASL) - (84,6 \cdot ASW)$$

Für deutsche Texte wurde die Formel 1978 von Toni Amstad wie folgt angepasst:

$$Flesch_{deutsch} = 180 - ASL - (58,5 \cdot ASW)$$

Die Texte wurden von Flesch in sieben Kategorien unterteilt. Je höher der Flesch-Index, umso leichter ist der Text zu verstehen (siehe Tabelle 3).

Reading Ease Score	Style Description
0 – 30	Very difficult
30 – 50	Difficult
50 – 60	Fairly difficult
60 – 70	Standard
70 – 80	Fairly easy
80 – 90	Easy
90 – 100	Very easy

Tab. 3: Lesbarkeitsklassen nach Flesch

Weitere bekannte Formeln zur Berechnung der Lesbarkeit sind die Dale-Chall- (1948), Gunning-Fog- (1952) und die Flesch-Kincaid-Formel.

3 Vorgehen

Geht man davon aus, dass unterschiedliche Dokumente von gleichen Personen ähnliche Dokumenteneigenschaften und auch eine ähnliche Lesbarkeit besitzen, sollte es möglich sein, Dokumente nach diesen Kriterien zu suchen bzw. zu gruppieren, um auch inhaltlich ähnliche Dokumente zu finden. Folgende Thesen sind damit zu untersuchen:

- These: Lesbarkeitsindizes sind zur Dublettenerkennung geeignet
- These: Lesbarkeitsindizes sind zur Reduzierung des Suchraumes durch Blocking geeignet

Zur Überprüfung der beiden Thesen wurden folgende Arbeitsschritte durchgeführt:

1. Import des amerikanischen Gutenberg-Projektes
2. Stichprobe der zu untersuchenden Dokumente
3. Implementierung der Lesbarkeitsindizes im „Framework for embedded Data quality“ (FreD)
4. Überprüfung der Dublettenerkennung über Naive-Bayes-Klassifizierer
5. Überprüfung der Dublettenerkennung über 1R-Algorithmus
6. Überprüfung der Dublettenerkennung über Bereiche um den Flesch-Index des gesamten Dokumentes

Im ersten Arbeitsschritt wurden die Dokumente des amerikanischen Gutenberg-Projektes aus dem Jahr 2011 in eine Datenbank des Microsoft-SQL-Servers 2014 importiert. Um für jedes Dokument weitere semantische Informationen zu speichern, die für eine spätere Zuordnung wichtig sind, wurde die zum Gutenberg-Projekt gehörende RDF-Datei („Resource Description Framework“) analysiert und die einzelnen Datensätze der Datenbank wurden um zusätzliche Informationen angereichert.

Danach wurden die Dokumente verworfen, die aus weniger als 3.000 Sätzen und nicht in englischer Sprache verfasst wurden. Texte müssen in englischer Sprache vorliegen, da zur Untersuchung der auf englische Texte ausgelegte Flesch-Index verwendet wurde. Zusätzlich wurden zur Verkleinerung der Gesamtstichprobe zum einen nur Texte der Kategorie PR (English literature) berücksichtigt. Zum anderen ist davon auszugehen, dass in betriebswirtschaftlichen Datenbeständen die Art der Texte (z.B. Artikelbeschreibungen) auch eher homogen ist. Insofern ist eine Reduzierung auf eine Textkategorie sinnvoll. Damit reduzierte sich der Gesamtbestand auf etwa 3.300 Dokumente.

Zur Untersuchung wurden aus jedem einzelnen Dokument 100 Textstellen zu je 30 Sätzen gezogen, so dass ein Gesamtdatenbestand von etwa 330 Tsd. Datensätzen vorlag.

Die einzelnen Algorithmen wurden im „Framework for embedded Data quality“ (FreD) implementiert. Hierbei handelt es sich um ein Framework, in das Algorithmen zur Datenqualität implementiert sind, die über SQL aufrufbar sind.

Darauffhin wurden über das Framework die Dokumenteneigenschaften und der Flesch-Index für alle Stichproben berechnet ($3.300 \cdot 100 = 330.000$ Datensätze, Sampleid = 1 bis 100). In einem weiteren Schritt wurden die Kennzahlen für das vollständige Dokument berechnet (Sampleid = 0) (Abbildung 3).

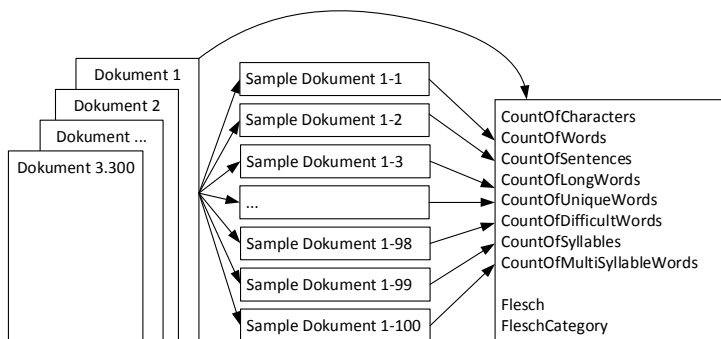


Abbildung 3: Vorgehen beim Erstellen der Kennzahlen

In den letzten drei Schritten wurden drei Verfahren angewandt, um den Einsatz im Blocking oder in der Dublettenerkennung zu überprüfen. Bei der Überprüfung über den Naive-Bayes-Klassifizierer wurde die Stichprobe auf 500 Dokumente bzw. 50.000 Datensätze begrenzt, um die Rechenzeiten zu verkürzen.

4 Ergebnisse

Zur Überprüfung, ob Texteeigenschaften zur Dublettenerkennung geeignet sind (1. These) wurde zunächst als einfacher Klassifikator der Naive-Bayes-Algorithmus eingesetzt. Als

unabhängige Variablen wurden dabei Dokumenteneigenschaften genutzt, die im Flesch-Index als auch in anderen Lesbarkeitsindizes Verwendung finden. Als abhängige Variable wurde die Id des Titels der 3.300 Dokumente verwendet. Die Durchführung einer 10-fachen Kreuzvalidierung brachte als Ergebnis, dass die Exaktheit der Vorhersage (Anzahl korrekt vorhergesagter zu allen Datensätzen) geringer als 10% ist. Damit konnte die erste These bereits verworfen werden. Dokumenteneigenschaften sind nicht geeignet, um eine exakte Dublettenerkennung vorzunehmen. Das Ergebnis war zu erwarten, da die verwendeten unabhängigen Variablen nur strukturelle und keine semantischen Eigenschaften darstellen. Einzige Ausnahme bildet die Variable CountOfDifficultWords mit einer Liste schwieriger englischer Wörter, die für den Dale-Chall-Index verwendet wird.

Zur Untersuchung der zweiten These wurde zunächst pro Dokument die Flesch-Klasse herangezogen, die die meisten korrekt erkannten Dubletten enthält. Beispielsweise ergeben sich für die 100 Textstellen des Titels „Rewards and Fairies“ von Rudyard Kipling, dass alle in die Flesch-Klassen 70-80, 80-90 und 90-100 fallen. Von den 100 Textstellen fallen mit 60 die meisten in die Klasse 90-100, womit diese zur Vorhersage des Titels verwendet wird. Bezogen auf diesen Titel ergibt sich damit ein Recallwert von 60%.

Die Abbildungen 4 und 5 zeigen die Verteilung der Flesch-Kategorien über alle Stichproben und über die, die für die Vorhersage herangezogen werden.

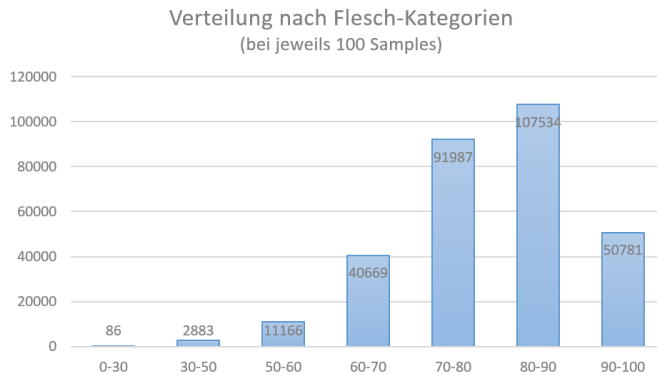


Abbildung 4: Verteilung nach Flesch-Kategorien über alle Textstellen

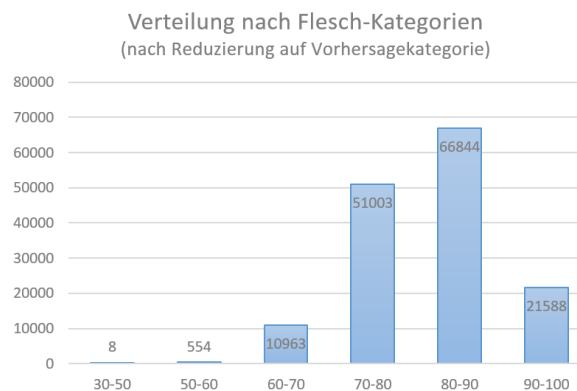


Abbildung 5: Verteilung nach Flesch-Kategorien (Reduzierung auf Vorhersagekategorie)

Damit ergibt sich für die Vorhersage ein Recall von 49,5% mit TP = 150.960 und FN = 154.155. Verwendet man die Flesch-Kategorien zur Reduzierung des Suchraumes, indem man Gruppen bildet, wird etwa jedes zweite Dokument bei der Dublettenüberprüfung nicht berücksichtigt.

Da für die 100 Textstellen im Mittel pro Dokument etwa 4 verschiedene Flesch-Kategorien auftreten, sind die vordefinierten Kategorien für eine Vorhersage nicht sinnvoll. Daher wurde im letzten Schritt der Flesch-Index für das gesamte Dokument verwendet, um in einem vordefinierten Streubereich um diesen Flesch-Index die 100 Textproben pro Dokument vorherzusagen. Dabei ergaben sich die in Abbildung 6 berechneten Recallwerte.

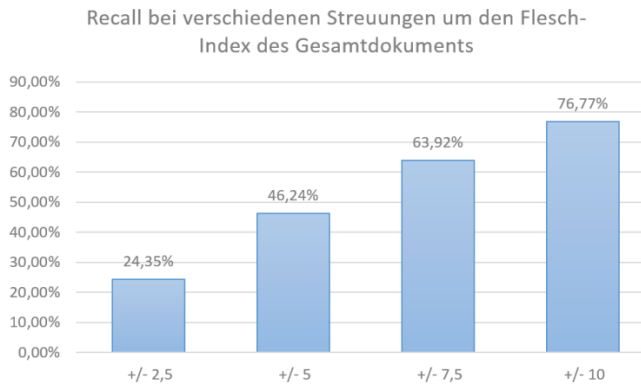


Abbildung 6: Verteilung nach Flesch-Kategorien (Reduzierung auf Vorhersagekategorie)

Man erkennt, dass bei einer Streuung von 10 um den Flesch-Index des gesamten Dokumentes etwa 77% der relevanten Dokumente berücksichtigt werden. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass mit der Größe des Streubereiches auch die Gruppengröße im Blocking steigt. Zur Vorabselektion von Dokumenten ist die Nutzung des Flesch-Index eine Möglichkeit, um die Anzahl weiterer kostenintensiver Textvergleiche über die Berechnung von Proximitätsmaßen zu verringern.

5 Fazit

Zur Erkennung von Dubletten eignen sich Lesbarkeitsindizes respektive Texteingenschaften aufgrund der geringen Vorhersagegenauigkeit nicht. Um jedoch die Anzahl der Vergleiche bei der Dublettenerkennung zu reduzieren, ist die Anwendung von Lesbarkeitsindizes ein mögliches Mittel.

Literaturverzeichnis

- [BaSc06] Batini, C.; Scannapieco, M.: Data Quality - Concepts, Methodologies and Techniques. Springer-Verlag, Heidelberg, 2006
- [BaCh03] Baxter, R.; Christen, P.; Churches, T.: A Comparison of Fast Blocking Methods for Record Linkage; erschienen in: Proceedings of the Workshop on Data Cleaning, Record

Linkage and Object Consolidation at the Ninth ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. Washington DC, 2003

- [Cord13] Cordts, S.: Datenqualität in Datenbanken. mana-Buch, Heide, 2013
- [FeSu69] Fellegi, I.; Sunter, A.: A Theory for Record Linkage. Journal of the American Statistical Association Vol. 64 No. 328, American Statistical Association, o.A., 1969
- [GaRe11] Gantz, J.; Reinsel, D.: Extracting Value from Chaos. IDC, <http://www.emc.com/collateral/analyst-reports/idc-extracting-value-from-chaos-ar.pdf>, o.A., 2011
- [Harg98] Hargis, G. u.a.: Developing quality technical information: A handbook for writers and editors; Prentice Hall; Upper Saddle River; 1998
- [NaHe10] Naumann, F; Herschel, M.: An Introduction to Duplicate Detection. Morgan and Claypool Publishers, o.A., 2010
- [SpWi97] Sparck-Jones, K.; Willett, P (Hrsg.): Readings in Information Retrieval. Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, 1997
- [Thor21] Thorndike, E. L.: The Teacher's Word Book. Teachers College, Columbia University, New York City, 1921
- [ZaPo12] Zamanian, M.; Pooneh, H.: Readability of Texts: State of the Art. Erschienen in: Theory and Practice in Language Studies, Vol. 2, No. 1, S. 43-53, Academy Publishers, o.A., 2012

Kontakt

Prof. Dr. Sönke Cordts
Fachhochschule Flensburg
Fachbereich Wirtschaft
Studiengang Wirtschaftsinformatik
Kanzleistraße 91-93, 24943 Flensburg
T +49 461 805-1406, soenke.cordts@fh-flensburg.de

Applied Concepts of Probabilistic Programming

Olga Ivanova

Summary

Probabilistic programming is one of the auspicious, fast-growing fields of IT research, which is applicable in the context of machine learning. Probabilistic programming looks into the possibilities of mapping theoretical concepts of probability theory onto suitable practical programming techniques to handle uncertainty in data. This paper provides an overview of the applied concepts of probabilistic programming and main groups of probabilistic programming tools, as well as outlines the theoretical context and open issues of probabilistic programming.

1 Introduction

Probabilistic approach in programming has gained considerable attention of academic community over the last decade. The area of the research keeps growing, as the approach in question explores new ways and techniques of massive data processing and decision making. As B. Cronin remarks, "probabilistic programming languages are in the spotlight".[Cron] M. Hicks describes probabilistic programming as "an exciting, and growing, area of research", with "people in both AI/ML and PL working together and making strides".[Hicks]

There exist a number of reasons accounting for this rise of interest. However, the main of them comes down to the fact that constantly growing vast amount of data demands new techniques of automation, prediction, analysis and modelling. This ongoing search of new ways to make IT systems more intelligent and sophisticated has boosted the development of the whole domain of machine learning.

Handling uncertainty is one of numerous challenges machine learning is facing, as IT systems initially have been very restricted by means of processing these uncertainties. Applied concepts of probabilistic programming could provide machine learning with suitable tools for dealing with uncertainty of data, thus, enabling ML to combine the available knowledge of the subject or situation with mathematical probability rules.

There exist a number of definitions of what a probabilistic program or probabilistic programming in general is. Although none of them is universally applicable or standardized, most of them tend to share substantial similarity.

Probabilistic programs are defined by A. D. Gordon as "usual functional or imperative programs with two added constructs: (1) the ability to draw values at random from distributions, and (2) the ability to condition values of variables in a program via observations".[GordHenzNo] F. Wood asserts that "probabilistic programs are written with parts not fixed in advance that instead take values generated at runtime by random sampling procedures".[WoodMeMan] In a similar way N. D. Goodman remarks that probabilistic programming languages "in their simplest form ... extend a well-specified deterministic programming language with primitive constructs for random choice".[Good]

Given uncertain or incomplete knowledge the agent (whether human or not) is required in most cases to make an analysis of reliable data and make an assumption of it thus, restoring to some extent the missing information. As D. Koller states, "Most tasks require a person or an automated system to reason: to take the available information and reach conclusions, both about what might be true in the world and about how to act".[KollFried] According to A. Pfeffer, probabilistic programming is a way to create systems, supporting decision-making in the face of uncertainty. He also points out that probabilistic approach combines the knowledge of a situation with the laws of probability to determine those unobserved factors that are critical to the decision.[Pfeff3] Performing such tasks as preliminary analysis of bulk data as well as subsequent decision-making in case of incomplete knowledge entails an extensive use of applied probabilistic tools and techniques. Transferring the latter from the field of mathematical reasoning into the field of applied informatics implies describing probability distributions and providing ways of drawing probabilistic inference. This can be performed in the "traditional" imperative programming with the help of complex cumbersome control flows but as A. D. Gordon noticed, the purpose of probabilistic programming is to make probabilistic modelling accessible to a programmer without expert knowledge of probability theory, i.e. without revealing the details of inference implementation.[GordHenzNo]

2 Basic components of a probabilistic reasoning system. Key Terms and Definitions

A probabilistic reasoning system presupposes a coherent interaction of its components. Despite the fact that approaches to separate out the components of such a system differ in the level of abstraction, the underlying principles and ideas bear a certain resemblance to each other.

According to A. Pfeffer, components of a probabilistic reasoning system generally include a probabilistic model, general and evidential knowledge, query and inference engine.

Probabilistic model is an integral part of any probabilistic reasoning system encompassing the most relevant information about specifics of the particular domain in a suitable form for formal processing. A. Pfeffer describes a probabilistic model as "an encoding of general knowledge about a domain in quantitative, probabilistic terms". He also stresses that "each model has an element of inherent randomness".[Pfeff3] D. Koller also points out that a probabilistic model "encodes our knowledge of how the system works in a computer-readable form".[KollFried]

B. Cronin emphasizes the importance of "clean separation between modelling and inference", as it "can vastly reduce the time and effort associated with implementing new models and understanding data". According to his comparison, probabilistic languages can "free the developer from the complexities of high-performance probabilistic inference" the way "high-level programming languages transformed developer productivity by abstracting away the details of the processor and memory architecture".[Cron] In other words, loose coupling between the model and the inference engine enables the system to process different models and thus, serve as a generic tool.

A. Pfeffer differentiates between *general knowledge* embracing "what you know to hold true of your domain in general terms, without considering the details of a particular situation" and *evidence* as "specific information about a particular situation".[Pfeff3]

Query is elucidated as a property of some particular situation which is looked for. In this interpretation probabilistic inference is defined as “the process of using the model to answer queries based on the evidence”. [Pfeff3]

It is also of importance that the relations of all components of any probabilistic reasoning system strictly comply with mathematical laws of probability. General, and evidential information is treated in “quantitative, probabilistic terms”. [Pfeff2]

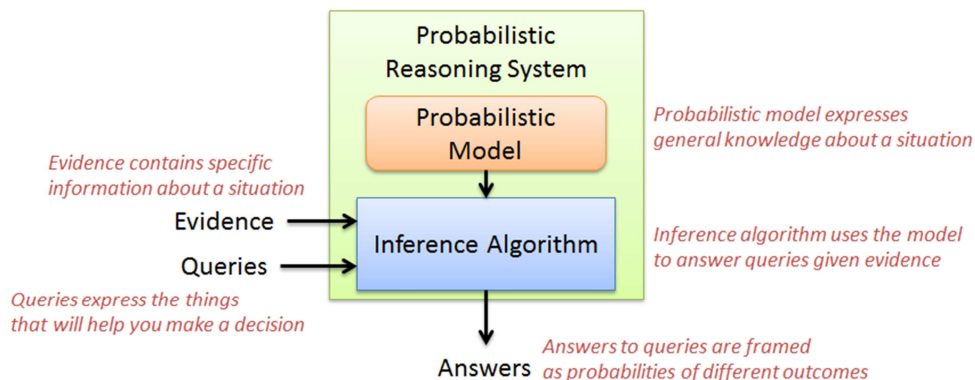


Figure 1: Probabilistic reasoning system [Pfeff2]

A similar approach has been given by D. Koller and N. Friedman, who singled out three major components or rather layers in any complex reasoning system, namely representation, inference and learning. In their perception, declarative representation is a reasonable encoding of the world model, used to answer the questions of interest. Inference is viewed as “answering queries using the distribution as our model of the world” in particular that process is carried out by “computing the posterior probability of some variables given evidence on others”. [KollFried]

As far as the stage of learning is concerned, D. Koller and N. Friedman assume that models can be constructed either with the help of a human expert or automatically, “by learning from data a model that provides a good approximation to our past experience”. Furthermore, data-driven approach to model construction with human experts setting only guidelines for an automatic supply of details, was acknowledged to be more effective compared to purely human-constructed. [KollFried]

N. D. Goodman and J. B. Tenenbaum developed an approach to the study of probabilistic systems on the basis of the concept “generative models”, which represent knowledge about the causal structure of the world in a simplified form. A generative model in this theory is used to describe some process of the reality, which produces observable data. Probabilistic generative models are defined as models of processes, “which unfold with some amount of randomness” and can be used to inquire about these processes with the help of probabilistic inference. The main idea here is to deal with a process with uncertainty as with computation, which involves random choices. The simulation of such processes is inevitably connected with the degree of belief, as the expected outcomes are formalized as probability distribution. [GoodTenen]

3 Overview of existing probabilistic systems and tools

The growing interest in the probabilistic programming approach within the academic community has resulted in the emergence of new languages and frameworks designed and implemented to perform tasks specific to the domain of probabilistic programming. The wiki-list of existing probabilistic programming systems contains more than 20 entries.[WikiPP]

Despite numerous differences concerning the paradigm and implementation, probabilistic languages and libraries have much in common. The most important similarity between these languages relates to their common purpose, namely to “allow programmers to freely mix deterministic and stochastic elements” and “to specify a stochastic process using syntax that resembles modern programming languages”.[WinStuhGood]

N. D. Goodman observes that probabilistic languages “provide compositional means for describing complex probability distributions”, “provide generic inference engines: tools for performing efficient probabilistic inference over an arbitrary program” and points out that “in their simplest form, probabilistic programming languages extend a well-specified deterministic programming language with primitive constructs for random choice”.[Good]

B. Cronin defines a probabilistic programming language as “a high-level language that makes it easy for a developer to define probability models and then “solve” these models automatically” and remarks that these kind of languages “incorporate random events as primitives and their runtime environment handles inference”.[Cron]

D. Poole mentions that “most of the work in probabilistic programming languages has been in the context of specific languages”. He tries to abstract from thorough consideration of specific probabilistic programming languages and to focus on the design of them, singling out three additional features, which are inherent in all probabilistic programming languages:

- conditioning as the ability to make observations about some variables in the simulation and to compute the posterior probability of arbitrary propositions with respect to these observations.
- inference
- learning as the ability to learn probabilities from data.[Poole]

As far as the implementation paradigm is concerned, most authors divide the existing probabilistic programming languages and systems into several major groups.

According to A. Pfeffer, some languages belong to the logic-based group (PRISM, BLOG, Markov Logic), others constitute the groups based on principles of functional (IBAL, Church) and imperative (FACTORIE, Picture) programming paradigms. Object-oriented approach is also stated to have several advantages in the domain of probabilistic programming and Figaro is mentioned as an example of an object-oriented probabilistic language.[Pfeff1]

A. D. Gordon, T. A. Henzinger, A. V. Nori also single out three paradigms in the diversity of probabilistic languages: imperative, functional, and logical. PROB, Infer.NET are mentioned as examples of imperative languages, functional paradigm is the base for BUGS, IBAL and Church, whereas probabilistic logic languages include BLOG, Alchemy, and Tuffy.[GordHenzNo]

It should also be pointed out, that most authors use the notions “probabilistic programming language” and “probabilistic programming system” interchangeably. To be precise, only a small number of the existing probabilistic programming systems are Turing complete programming languages such as Venture. Most of them present an extension (e.g. Church extending Scheme with probabilistic semantics, ProbLog extending Prolog) or a framework (e.g. Infer.NET for C#, PFP for Haskell) of an existent general purpose language.

Despite the apparent variety of the existing probabilistic programming systems (both languages and frameworks), the experimental character of the majority of them might present a certain difficulty when used in a real-life project for applied rather than academic purposes. In this case, pure probabilistic languages are placed in an unfavourable position compared to the frameworks and libraries extending general purpose languages, because of the restricted number of their users as well as lack of community knowledge and support.

4 Reasoning Patterns

Probabilistic reasoning systems are characterized by a high degree of flexibility. The latter is essential, as the system should enable to query about different aspects/properties of a particular probabilistically modelled situation given evidence about other aspects or properties. Approaches to differentiation between types of inference vary in literature.

According to A. Pfeffer, there exist three kinds of reasoning that probabilistic systems can do:

1. Predict future events. The evidence will typically consist of information about the current situation.
2. Infer the cause of events. The evidence here is the same as before, together with an additional fact that the event of interest has happened.
3. Learn from past events to better predict future events. The evidence includes all evidence from last time (making a note that it was from last time), as well as the new information about the current situation. In answering the query, the inference algorithm first infers properties of the situation that led to the present. It then uses these updated properties to make a prediction.

The third type of reasoning is characterized by A. Pfeffer as “a kind of machine learning”. [Pfeff3]

D. Koller introduces more formal terminology in this context. According to her view, queries with predicted “downstream” effects of various factors are instances of causal reasoning or prediction, whereas queries, where one reasons from effects to causes, are instances of evidential reasoning or explanation. It must be pointed out that D. Koller’s interpretation of the first two types of reasoning is equivalent to that of A. Pfeffer. The third pattern of reasoning examined by D. Koller is intercausal reasoning, “where different causes of the same effect can interact”. The subtype explaining away is treated as an instance of intercausal reasoning. However, D. Koller remarks that “explaining away is not the only form of intercausal reasoning” and that “the influence can go in any direction”. [KollFried]

S. J. Russell and P. Norvig differentiate between four distinct types of inference, namely:

- Diagnostic inferences: from effects to causes
- Causal inferences: from causes to effects
- Intercausal inferences: between causes of a common effect (also known as explaining away)
- Mixed inferences: combining two or more of the above. [RussNor]

N. D. Goodman and J. B. Tenenbaum, however, adopt a considerably different approach to differentiation types of reasoning. Causal relations are considered to be the basic type, encoding the knowledge of the dependencies in the real world within causal models. They are described as “local, modular, and directed”. It is further elaborated that a causal structure is local in the sense that many related events are not related directly, but rather are

connected only through causal chains of several steps, a series of intermediate and more local dependencies. Causal relations are also described as modular in the sense that any two arbitrary events in the world are most likely to be causally unrelated, or independent. Causal relations are always directed, as causal influence flows only one way along a causal relation.[GoodTenen]

Causal dependence is opposed to statistical dependence or correlation. According to N. D. Goodman and J. B. Tenenbaum, two events may be statistically dependent even if there is no causal chain running between them, as long as they have a common cause (direct or indirect).

e.g. Cough and fever are not causally dependent but they are statistically dependent, because they both depend on cold.[GoodTenen]

However, events that are considered to be statistically dependent a priori may become independent when conditioned on some other observation; this is called screening off, or context-specific independence. Also, events that are statistically independent initially may become dependent when conditioned on other observations; this is known as explaining away.[GoodTenen]

Screening off, as stated by N. D. Goodman and J. B. Tenenbaum, implies that if the statistical dependence between two events A and B is only indirect, mediated strictly by one or more other events C, then observing C should render A and B statistically independent. This can occur if events A and B are connected by one or more causal chains, and all such chains run through the set of events C, or if C comprises one or more common causes of A and B.

In case of explaining away if two events A and B are statistically independent, but they are both causes of one or more other events C, then conditioning on C can render A and B statistically dependent.[GoodTenen]

To summarize, causal, evidential and intercausal patterns of reasoning seem to be essential means of constructing relationships within a probabilistic reasoning system. Although the details of different classifications of reasoning patterns (such as naming and nesting of elements) tend to vary, the pragmatic logic behind them shows a certain degree of similarity.

5 Types of Queries (Probability Queries and MAP)

According to D. Koller and N. Friedman, two main types of queries can be singled out in the probabilistic context, namely probability queries and MAP (maximum a posterior) or MPE (Most Probable Explanation) queries.[KollFried] K. Karkera's classification adheres to the same types.[Kark]

D. Koller characterizes probability queries as "perhaps the most common query type", which is comprised of two types:

- the evidence: a subset E of random variables in the model, and an instantiation e to these variables;
- the query variables: a subset Y of random variables in the network.[KollFried]

According to D. Koller and N. Friedman, the task consists in the computation of $P(Y \mid E = e)$, "that is, the posterior probability distribution over the values y of Y, conditioned on the fact that $E = e$. This expression can also be viewed as the marginal over Y, in the distribution we obtain by conditioning on e".[KollFried]

However, there exist situations, when the most probable result is of interest. That is where MAP queries, also known as MPE queries come in play.

A. Pfeffer describes MPE query as the one to be employed, when it is needed “to know the world that is the most probable explanation of the data”, noting that “sometimes, rather than knowing a probability distribution over outcomes, you want to know which outcomes are the most likely”. He underscores that “the goal of probabilistic inference in this case can be to find out the most likely state of the system”, because “identifying the most likely state tells you the most likely cause of the problems you’re seeing”. So, according to A. Pfeffer, MPE query is “the query that tells you the most likely state of variables in the model”.[Pfeff2]

According to L. E. Sucar, “the MPE or abduction problem consists in determining the most probable values for a subset of variables (explanation subset) in a BN given some evidence”. It is also underlined that “the MPE is not the same as the union of the most probable value for each individual variable in the explanation subset”.[Suc]

D. Koller considers MAP queries to fulfil “a second important type of task” consisting in “finding a high-probability joint assignment to some subset of variables”. So, according to D. Koller, MPE query’s aim is “to find the MAP assignment - the most likely assignment to all of the (non-evidence) variables” or if defined more formally:

if we let $W = X - E$, our task is to find the most likely assignment to the variables in W given the evidence $E = e$:

$$\text{MAP}(W | e) = \operatorname{argmax}_w P(w, e)$$

(1)

where, in general, $\operatorname{argmax}_x f(x)$ represents the value of x for which $f(x)$ is maximal.[KollFried] Addressing the difference between probability queries and MAP queries, D. Koller states, “in a MAP query, we are finding the most likely joint assignment to W . To find the most likely assignment to a single variable A , we could simply compute $P(A | e)$ and then pick the most likely value. However, the assignment where each variable individually picks its most likely value can be quite different from the most likely joint assignment to all variables simultaneously”.[KollFried]

Likewise, K. Karkera defines MAP as “the highest probability joint assignment to some subsets of variables”, emphasizes that “the MAP assignment cannot be obtained by simply taking the maximum probability value in the marginal distribution for each random variable” [Kark] and illustrates it with the following example.

e.g. There are two non-independent random variables X and Y , where Y is dependent on X . The MAP assignment for the random variable X is X_1 since it has a higher value.

X_0	X_1
0.4	0.6

Tab. 1: Probability distribution over X [Kark]

$P(Y X)$	Y_0	Y_1
X_0	0.1	0.9
X_1	0.5	0.5

Tab. 2: Probability distribution $P(Y | X)$ [Kark]

However, the MAP assignment to random variables (X, Y) in the joint distribution is (X_0, Y_1) , and the MAP assignment to X (X_1) is not a part of the MAP of the joint assignment.

Assignment	Value
X_0, Y_0	0.04
X_0, Y_1	0.36
X_1, Y_0	0.3
X_1, Y_1	0.3

Tab. 3: The joint distribution over X and Y [Kark]

The marginal MAP query can be regarded as a more general query type, which consists of "elements of both a conditional probability query and a MAP query". [KollFried]

Thus, with a subset of variables Y of the query and with the task to find the most likely assignment to the variables in Y given the evidence $E = e$ and $Z = X - Y - E$:

$$\text{MAP}_{\text{mar}}(Y | e) = \operatorname{argmax}_Y \sum_Z P(Y, Z | e)$$

(2)

marginal MAP contains "both summations and maximizations".[KollFried]

6 Probabilistic Graphical Models

Probabilistic programming needs a formal representation of real life situations to perform reasoning under uncertainty. Introduction of variables denoting the quantified knowledge of the situation, its agents and objects is an essential step to enable this kind of reasoning. As D. Koller remarks "domains can be characterized in terms of a set of random variables, where the value of each variable defines an important property of the world", emphasizing that "the set of possible variables and their values is an important design decision, and it depends strongly on the questions we may wish to answer about the domain".[KollFried] However, the introduction of variables formally representing elements of a particular situation is not sufficient for building a viable model of this situation. It is also the interaction of the elements, their mutual influence that needs to be reflected in the model. In other words, there should be means of encoding dependencies. As A. Pfeffer states, "dependencies capture relationships between variables" and he singles out two general kinds of them, namely "directed dependencies, which express asymmetric relationships, and undirected dependencies, which turn into symmetric relationships", pointing out that "probabilistic models essentially boil down to a collection of directed and undirected dependencies".[Pfeff2] The two main frameworks that are used for this kind of dependency-encoding are Bayesian networks and Markov networks, expressing directed and undirected dependencies respectively.

A. Pfeffer treats the Bayesian network as "a representation of a probabilistic model consisting of three components:

1. A set of variables with their corresponding domains. The domain of a variable specifies which values are possible for that variable.
2. A directed acyclic graph in which each variable is a node.
3. For each variable, a conditional probability distribution (CPD) over the variable given its parents.

A CPD specifies a probability distribution over the child variable given the values of its parents. A CPD considers every possible assignment of values to the parents, when the value of a parent can be any value in its domain. For each such assignment, it defines a probabil-

ity distribution over the child. When a variable has no parents, the CPD just specifies a single probability distribution over the variable".[Pfeff2]

e.g. The following simple model contains five random variables with corresponding CPDs: the student's intelligence, the course difficulty, the grade, the student's SAT score, and the quality of the recommendation letter.

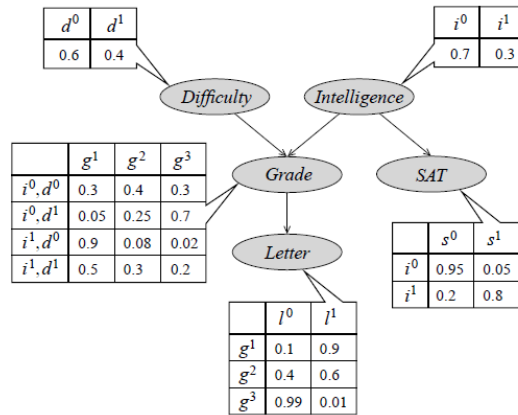


Figure 2: Student Bayesian network [KollFried]

A Markov network is defined by A. Pfeffer as a representation of a probabilistic model consisting of three things:

1. A set of variables. Each variable has a domain, which is the set of possible values of the variable.
2. An undirected graph in which the nodes are variables. The edges between nodes are undirected. This graph is allowed to have cycles.
3. A set of potentials, providing the numerical parameters of the model.[Pfeff2]

As opposed to Bayesian networks, where each variable is characterised by a CPD, variables in Markov networks do not have their own numerical parameters. The interaction between variables can be represented and quantified with the help of a function called a potential. As stated by A. Pfeffer, "When there's a symmetric dependency, some joint states of the variables that are dependent on each other are more likely than others, all else being equal. The potential specifies a weight for each such joint state. Joint states with high weights are more likely than joint states with low weight, all else being equal. The relative probability of the two joint states is equal to the ratio between their weights, again all else being equal".[Pfeff2] He defines a potential as "simply a function from the values of variables to real numbers", stressing the fact that only positive real numbers or zero are allowed as the values of a potential". Describing the interaction of potential functions with the graph structure, A. Pfeffer singles out two main rules, namely:

1. A potential function can only mention variables that are connected in the graph.
2. If two variables are connected in the graph, they must be mentioned together by some potential function.[Pfeff2]

e.g. The following model describes students teamwork in pairs. Because of overlapping timetables only the following pairs can meet: Alice and Bob; Bob and Charles; Charles and Debbie; and Debbie and Alice. Each interaction is described with a factor. For instance, $\varphi_1(A, B)$ means that Alice and Bob tend to agree with each other.

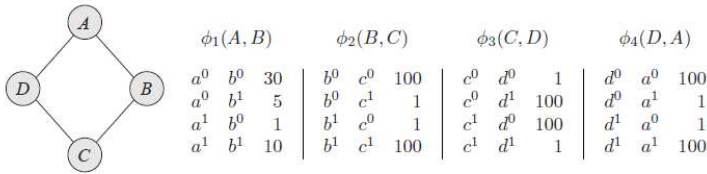


Figure 3: Students teamwork model [KollFried]

7 Inference. Main Groups of Inference Algorithms

The variety of algorithms dealing with the task of drawing inference can be examined in different perspectives. Thus, for example, A. Pfeffer puts stress on differentiating between factored and sampling algorithms, which he defines as follows:

- Factored algorithms - group of algorithms that operate on data structures called factors that capture the probabilistic model being reasoned about (e.g. Variable Elimination (VE) algorithm and Belief Propagation (BP) algorithm).
- Sampling algorithms are algorithms creating examples of possible worlds from the probability distribution and using those examples to answer queries (MCMC algorithms). [Pfeff2]

K. Karkera makes use of juxtaposition of exact inference (e.g. Variable Elimination, Tree Algorithms) and approximate inference methods (MCMC group), parallelly addressing the problem of complexity of inference tasks with the words, “even approximate inference is NP-hard”. He notes, that inference might seem to be “a hopeless task, but that is only in the worst case” and that generally exact inference can successfully serve “to solve certain classes of real-world problems (such as Bayesian networks that have a small number of discrete random variables)”, whereas approximate inference is required “for larger problems”. [Kark]

Other scholars, such as D. Koller, S. J. Russel and P. Norvig also hold to the classification of inference algorithms in two major groups, namely exact inference algorithms (with the Variable Elimination as the classical example and also clustering algorithms) and approximate inference algorithms, including a family of sampling methods. D. Koller also emphasizes the importance of choosing the right algorithm, as she addresses the problem of inference complexity, noting that “exponential blowup of the inference task is (almost certainly) unavoidable in the worst case: The problem of inference in graphical models is NP-hard, and therefore it probably requires exponential time in the worst case. Even worse, approximate inference is also NP-hard”. [KollFried] Nevertheless, she also stresses, “the story does not end with this negative result. In general, we care not about the worst case, but about the cases that we encounter in practice” and that “many real-world applications can be tackled very effectively using exact or approximate inference algorithms for graphical models”. [KollFried]

8 Conclusion

Probabilistic programming is one of the most rapidly growing areas of IT research nowadays arousing interest in academic circles (including research groups in MIT and Oxford),

acknowledged IT leaders as Microsoft, well-established industrial customers and IT community all over the world.

The increasing interest of the international IT community to this relatively new direction can be accounted by practical applicability of probabilistic programming concepts in the context of machine learning.

Probabilistic programming explores possibilities of mapping theoretical concepts of probability theory onto suitable practical programming techniques to reason under uncertainty.

Probabilistic programmes operate with variables holding the quantified knowledge about the constituent elements of the modelled situation. There exist two general types of dependencies representing relations of variables in probabilistic programmes: directed and undirected. Bayesian networks are, as a rule, used to express directed dependencies, whereas Markov networks represent undirected dependencies.

An active interest of the academic community to the probabilistic programming encouraged appearance of various tools designed to perform tasks of probabilistic inference. These tools include both frameworks of already existent general purpose programming languages and "purely" probabilistic programming systems (many of them not Turing complete).

With respect to inference algorithms, there can be differentiated two major groups, i.e. exact (e.g. Variable Elimination algorithm) and approximate inference algorithms (e.g. sampling family). Inference complexity makes it especially important to choose the right algorithm for each particular situation.

Although probabilistic programming has managed to arouse the interest of the international IT community and to achieve positive results in a number of research projects worldwide, there are still things to be done for probabilistic programming to prove itself as a generally accepted standard. In particular, it's needed to work out a unified basis for different approaches within probabilistic programming and develop "best practices" of it. Second, probabilistic programming has to be explored and tested in large-scale industrial projects, outside purely academic environment.

Literature

- [Cron] Cronin B. What is probabilistic programming? Retrieved 02.04.2016 from <http://radar.oreilly.com/2013/04/probabilistic-programming.html>
- [Good] Goodman N. D. The Principles and Practice of Probabilistic Programming. In Principles of Programming languages (POPL), 2013.
- [GoodTenen] Goodman N. D., Tenenbaum J. B. (electronic). Probabilistic Models of Cognition. Retrieved 02.04.2016 from <http://probmods.org>.
- [GordHenzNo] Gordon A. D., Henzinger T. A., Nori A. V. Probabilistic Programming. Proc. of the International Conference on Software Engineering (ICSE, FOSE track), 2014.
- [Hicks] Hicks M. What is probabilistic programming? Retrieved 02.04.2016 from <http://www.pl-enthusiast.net/2014/09/08/probabilistic-programming>
- [Kark] Karkera K. R. Building Probabilistic Graphical Models with Python. Packt Publishing, 2014.
- [KollFried] Koller D., Friedman N. Probabilistic Graphical Models. Principles and Techniques. MIT Press, 2009.

- [Pfeff1] Pfeffer A. Figaro: An object-oriented probabilistic programming language. Charles River Analytics Technical Report, 2009.
- [Pfeff2] Pfeffer A. Practical Probabilistic Programming. MEAP Edition, Manning Publications, 2015.
- [Pfeff3] Pfeffer A. What Probabilistic Programming is and How to Use it. Manning Publications. Free Content. 2014.
- [Poole] Poole D. Probabilistic Programming Languages: Independent Choices and Deterministic Systems”, In R. Dechter, H. Geffner, and J. Y. Halpern, editors, Heuristics, Probability and Causality: A Tribute to Judea Pearl. College Publications, 2010
- [RussNor] Russell S. J., Norvig P. Artificial Intelligence. A Modern Approach. Third Edition. Prentice Hall, 2010.
- [Suc] Sucar L. E. Probabilistic Graphical Models. Principles and Applications. Springer, 2015.
- [WikiPP] Wiki. Probabilistic Programming. Retrieved 02.04.2016 from <http://probabilistic-programming.org/wiki/Home>
- [WinStuhGood] Wingate D., Stuhlmüller A., Goodman N. D. Lightweight Implementations of Probabilistic Programming Languages Via Transformational Compilation. Proc. of the 14th Artificial Intelligence and Statistics, 2011.
- [WoodMeMan] Wood F., van de Meent J. W., Mansinghka V. A New Approach to Probabilistic Programming Inference, AISTATS, 2014.

Kontakt

Olga Ivanova

Technische Hochschule Brandenburg

Zanderstraße 10f, 14770 Brandenburg

T +49 162 5403949, ivanova@th-brandenburg.de, ollyenn@gmail.com

Realtime-Data-Warehouse für Fahrzeugdaten nutzen

Thomas Jacob, Stefan Kubica

Zusammenfassung

Autonomes Fahren ist eines der Themen der Gegenwart. Um dieses Ziel zu erreichen, stellen sich an die Verwendung von Sensordaten neue Herausforderungen. Die Daten unterschiedlicher Sensoren werden durch Sensorfusion für ein gemeinsames Messergebnis verknüpft. Meist geschieht dies aber nur für den Augenblick der Nutzung dieser Daten. Anschließend werden sie verworfen und nicht weiter verwendet. Hier setzt das Vorhaben an, denn eine Historisierung der Datensätze ermöglicht eine Erkennung von Mustern und somit die Feststellung von Fahrzuständen sowie eventuell bedrohlicher Situationen. Um dies zu ermöglichen werden Data-Mining-Methoden angewandt.

Ziel des Einsatzes von Data-Mining-Methoden ist die systematische Auswertung von Daten im Fahrzeug und von außerhalb (Car2X) in Echtzeit, um aktuelle Fahrsituationen mit einem digitalen Gedächtnis abzugleichen und somit einen kurzen Blick in die Zukunft abzuleiten. Dafür wird Stream-Machine-Learning zum Einsatz kommen. Es entsteht ein Realtime-Data-Warehouse der Fahrzeugdaten. Dieses Data Warehouse wird für die Verwertung der Daten in Echtzeit im Fahrzeug integriert.

Werden bedrohliche Situationen, wie beispielsweise ein bevorstehender Unfall, mit hoher Wahrscheinlichkeit erkannt, werden Fahrzeug bzw. Fahrer konditioniert, um diese positiv zu beeinflussen.

Das Vorhaben beinhaltet somit die Sammlung der fahrzeuginternen sowie -externen Daten, die Speicherung dieser im Realtime-Data-Warehouse, die Analyse der Daten und die Konditionierung von Fahrer sowie Fahrzeug, falls dies notwendig ist.

1 Einführung – Nutzen Data Mining auf Fahrzeugdaten

In der Gegenwart ist das autonome Fahren eines der Trendthemen im Automobilbereich. Große Softwareunternehmen kooperieren mit Automobilunternehmen, für das Vorantreiben des automatisierten Fahrens. Die Zusammenarbeit von Google und Ford ist hier beispielsweise zu erwähnen. [Füst15]. Parallel forschen unterschiedliche Universitäten und Fachhochschulen an der Thematik und sie konnten bereits beachtliche Ergebnisse präsentieren. Hier ist die Universität Ulm zu nennen, die bereits erfolgreiche Testfahrten im urbanen Gebiet durchgeführt hat [Univ14].

Die Politik hat den Forschungsschwerpunkt ebenfalls erkannt und zum Beispiel das Förderprogramm „Elektroniksysteme für das vollautomatisierte Fahren (ELEVATE)“ gestartet, welches Forschung und Entwicklung in diesem Bereich unterstützt. ELEVATE wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung angeboten [Bund15]. Es wird deutlich, dass Wirtschaft, Forschung sowie Politik das autonome Fahren vorantreiben und ein hohes Potential in der Thematik gegeben ist.

In modernen Fahrzeugen ist hohe Quantität von Sensoren verbaut. Die Sensoren dienen der Ermittlung von Messwerten, wie beispielsweise der Geschwindigkeit, der Drehrate oder des Luftdrucks der einzelnen Reifen. Es entstehen durch diese Vielzahl von Sensoren große

Datenmengen, welche mithilfe der Bussysteme zentral bereitgestellt werden und weiterverwendet werden können.

Als Folge auf die Messwerte der Sensoren reagieren Steuergeräte und Aktoren je nach Situation auf jene. Ein passives Agieren, wie die Anzeige einer Warnleuchte im Cockpit des Fahrers oder ein aktives Eingreifen, wie exemplarisch durch das elektronische Stabilitätsprogramm (ESP), sind möglich. In beiden Fällen gilt, ein oder mehrere Sensoren ermitteln Daten, die Steuergeräte analysieren diese und reagieren bei Auffälligkeiten mithilfe von Aktoren. Für bessere Ergebnisse können die Daten mehrerer Sensoren zusammen genutzt werden. Der Begriff Sensorfusion beschreibt diese Kombination von Werten [Vonn06, S.25ff].

Im Großteil dieser Vorgänge werden ausschließlich die aktuellen Sensordaten betrachtet und diese im Anschluss verworfen. Hier setzt das Vorhaben von Vehicle Data Intelligence an. Der Begriff Vehicle Data Intelligence ist eine Kombination der Bezeichnungen Vehicle Data sowie Business Intelligence (BI) und beschreibt die Anwendung von BI auf Fahrzeugdaten. Eine Zusammenführung und Historisierung dieser Daten bietet, analog der aus dem Bereich Business Intelligence bekannten Methoden zur Aufbereitung, Verwaltung und Analyse großer Datenmengen, ein enormes Potential für das automatisierte Fahren. Ziel ist eine Historisierung der Sensordaten im Fahrzeug und eine Selektierung von Mustern innerhalb der historisierten Daten. Für diesen Zweck werden Data-Mining-Methoden angewandt. Durch die Methoden werden Muster selektierbar und relevante Situationen und Fahrzustände ermittelt. Die ermittelten Situationen und Fahrzustände werden durch die erkannten Muster wiedererkennbar und können bei einer solchen Mustererkennung rekonstruierbar festgestellt werden. Ziel ist es, auf diese Weise einen kurzen Blick in die Zukunft zu werfen und somit vorab zu agieren, um eine potentielle Situation zu verhindern oder zumindest bestmöglich zu reagieren.

Die Datengewinnung wird dabei nicht nur fahrzeugintern durchgeführt, sondern sie bezieht auch Daten anderer Fahrzeuge und der Infrastruktur mit ein. Dabei wird eine Car2X-Kommunikation, wie beispielsweise im 5,9-GHz-Band nach IEEE-802.11p-Standard genutzt [IEEE10]. Diese externen Daten werden, wie die fahrzeuginternen Daten, in Echtzeit verwertet, um aktuelle Fahrsituationen mit einem digitalen Gedächtnis abzugleichen. Maschinelles Lernen (Machine-Learning) wird für diesen Zweck eingesetzt.

Das Vorhaben ist nicht ausschließlich auf das autonome Fahren ausgerichtet, sondern auch als Hilfe für fahrgelenkte Fahrzeuge konzipiert.

2 Beispielszenarien für den Einsatz

Bei den möglichen Szenarien muss in zwei Gruppen unterschieden werden. Die erste Gruppe sind die Fahrzustände. Fahrzustände sind nicht zeitkritisch und es ist unwichtig, ob diese im Millisekunden- oder Sekundenbereich ermittelt werden. Im Gegensatz dazu steht die zweite Gruppe der Szenarien. Dies sind potentiell bedrohliche Situationen. Sie müssen in Echtzeit bzw. mit wenigen Millisekunden Verzögerung erkannt werden, um ein möglichst zeitnahes Reagieren zu ermöglichen.

Nachfolgend wird aus beiden Gruppen ein Beispiel kurz erklärt.

Ein Exempel für die Gruppe der Fahrzustände ist die Erkennung einer Autobahnfahrt. Hierbei ist nicht wichtig, dass der Zustand im Millisekundenbereich selektiert wird und ein direktes Eingreifen ist nicht notwendig. Durch das exemplarische Nutzen von GPS, GLONASS

oder Galileo ist anhand einer Positionsbestimmung leicht ermittelbar, wann sich das Fahrzeug auf der Autobahn befindet. Allerdings hat nicht jedes Fahrzeug ein Satellitenortungssystem integriert und somit ist die Ermittlung nicht sichergestellt. Es stellt sich die Frage, wie der Fahrzustand anstelle dessen ermittelt werden kann. Ein erster Ansatzpunkt ist die Geschwindigkeit. Dieser Ansatz muss verworfen werden, da die Geschwindigkeit beispielsweise auf einer Landstraße ebenfalls 100 Kilometer in der Stunde betragen kann und auf der Autobahn oftmals eine niedrigere Geschwindigkeit vorliegt. Eine valide Möglichkeit der Ermittlung des Fahrzustands „Autobahnfahrt“ ist durch Data-Mining-Methoden gegeben. Autobahnauf- und -abfahrten haben festgeschriebene Radien. Durch die Auswertung u. a. der historisierten Lenkradwinkelsensordaten ist eine Mustererkennung möglich. Wird dieses Muster erkannt, steht fest, ob das Fahrzeug auf die Autobahn oder von dieser abgefahren ist. Der Fahrzeugzustand wird dadurch eindeutig bestimmt. Zusätzlich können die Informationen anderer Fahrzeuge oder der Infrastruktur genutzt werden. Diese können die Information des Zustands per Car2X-Kommunikation übermitteln.

Als Szenario der zweiten Gruppe, also der relevanten Situationen, ist ein Verkehrsunfall zu nennen. Basis für eine Erkennung eines Verkehrsunfalls sind die aufgenommenen Sensordaten anderer (Beinah)Unfälle. Die Daten beinhalten die Sensorwerte vor, während und nach dem jeweiligen Unfall. Aus diesen Daten werden Muster selektiert, die eine Wiedererkennung ermöglichen. Aufgrund der bekannten Muster sollen Unfälle vor dem zeitlichen Eintreffen erkannt werden. Auch wenn die Ermittlung durch die Data-Mining-Methoden nur Millisekunden vor dem Eintreffen durchgeführt wird, kann die Schadensschwere entscheidend verringert werden. Durch die zeitnahe Konditionierung des Fahrzeuges, wie beispielsweise durch das rechtzeitige Straffen des Gurtes, das Airbagauslösen zum richtigen Zeitpunkt oder die automatische Bremsung des Verkehrsmittels, können entscheidende Nuancen gesetzt werden, die im extremsten Fall über Leben und Tod entscheiden können. Die Unfallerkennung ist eine Situation, die durch die Historisierung und Data-Mining-Methoden erkannt werden kann. Die Erkennung muss schnellstmöglich durchgeführt sein und daher ist ein Echtzeitsystem im Fahrzeug notwendig.

Die beiden Beispielsszenarien zeigen den Nutzen von Data-Mining-Methoden auf Fahrzeugdaten. Eine Erstellung eines Realtime-Data-Warehouse, welches die historisierten Sensordaten beinhaltet, ermöglicht die Mustererkennung. Das Forschungsgebiet birgt ein Potential, welches ausgeschöpft werden kann und in den Bereichen autonomes Fahren, Sensorfusion und Unfallprädiktion nutzbar gemacht wird.

3 Konzept der Systemintegration der Lösung

Ein Realtime-Data-Warehouse im Fahrzeug ist noch nicht Stand der Technik und die Forschung und Entwicklung in diesem Bereich stehen noch am Anfang. Das Vorhaben Vehicle Data Intelligence ist aktuell konzeptionell und theoretisch. Die Ergebnisse sind bisher auf die Voruntersuchungen der Möglichkeiten einer solchen Lösung, eine Vorauswahl relevanter Situationen, einen konzeptionellen Systementwurf und eine Analyse des Stream-Machine-Learnings beschränkt.

Das Konzept der Lösung beinhaltet das sogenannte Vehicle Data Intelligence Device (VDID), welches als zentraler Teil des Systems in das Fahrzeug eingebaut wird. Das VDID beinhaltet die gesamte Logik der Lösung und ist Standort des Realtime-Data-Warehouse. Es wird an die fahrzeuginnen Bussysteme, wie exemplarisch CAN und Flexray, ange-

geschlossen. Über diese empfängt es die Sensordaten des Fahrzeuges und steuert gegebenenfalls die Aktoren.

Die folgende Abbildung zeigt die Systemintegration des Vehicle Data Intelligence Devices im Fahrzeug. Es werden alle Kommunikationswege innerhalb sowie außerhalb des Fahrzeuges dargestellt.

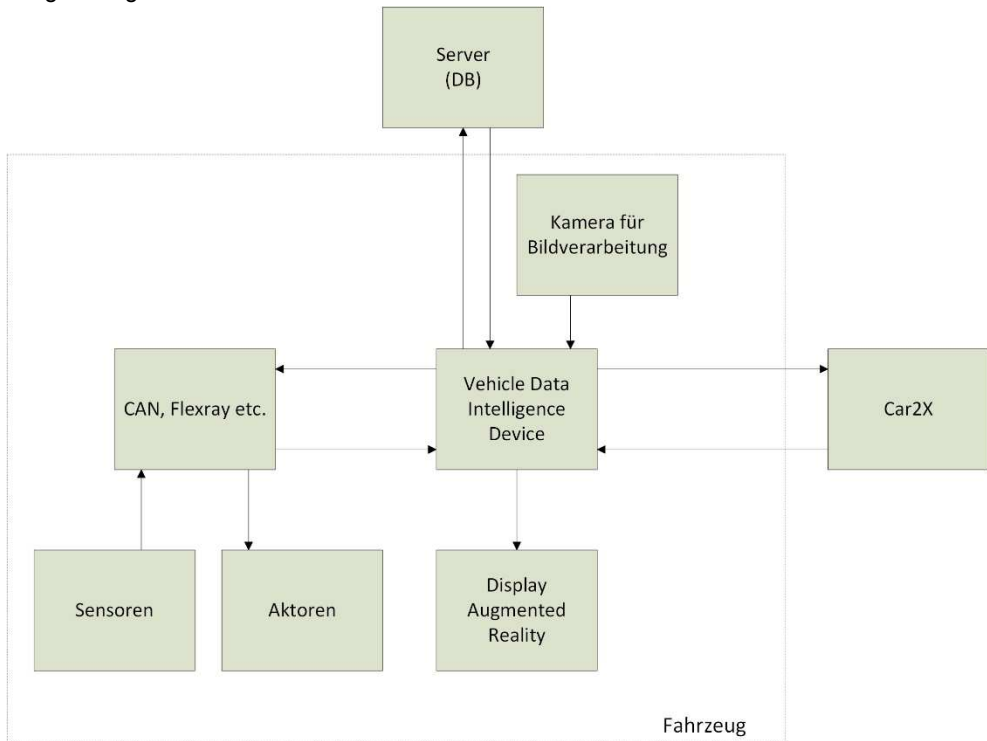


Abbildung 1: Systemintegration und -aufbau des Vehicle Data Intelligence Devices

Die Abbildung verdeutlicht, dass das VDID der zentrale Knoten des Gesamtsystems ist. Eine Integration als eine Komponente des Fahrzeuges ist gegeben. Durch die Bussysteme wird eine Kommunikation zwischen dem Device und den Sensoren sowie Aktoren sichergestellt. Diese Schnittstellen sind essentiell, da über diese zum einen die Fahrzeugdaten gesammelt und zum anderen Fahrer sowie Fahrzeug konditioniert werden. Die Anbindung erfolgt über gängige Standards der Bussysteme.

Gleiches gilt für die Car2X-Kommunikation, die voraussichtlich dem IEEE-802.11p-Standard entsprechen wird.

Für das Teilen der bekannten Muster und das Aktualisieren der Firmware des Vehicle Data Intelligence Devices wird eine Kommunikation zu einem zentralen Server notwendig. Jenes geschieht zusätzlich zum Austausch der Muster über die Kommunikation der Fahrzeuge untereinander. Das VDID hat die vollständige Logik in sich vereint und der Server dient ausschließlich zum Austausch der ermittelten Daten und Muster.

Zusätzlich sind weitere Komponenten für die Integration in das Fahrzeug angedacht. Diese sind optional und dienen den Funktionen Augmented Reality sowie der Bildverarbeitung. [JaKu16b]

Zusätzliche Komponenten für Augmented Reality und Bildverarbeitung

Neben der Fahrerkonditionierung über die verbauten Aktoren des Fahrzeuges ist eine Einbindung eines Displays angedacht, welches Augmented Reality unterstützt. Dabei ist die Art des Displays nicht festgelegt, um eine maximale Flexibilität sicherzustellen. Es können beispielsweise festverbaute Displays, *Einblendungen* auf der Frontscheibe oder spezielle Augmented-Reality-Brillen eingesetzt werden. Eine exemplarische Anwendung für Augmented Reality in Verbindung mit Vehicle Data Intelligence ist die Darstellung von anderen Fahrzeugen hinter Hindernissen, welche die Sicht des Fahrers versperren. Beispielsweise können Fahrzeuge an Kreuzungen hinter Häuserwänden auf dem Display schematisch einblendet werden. Somit wird der Fahrer vorkonditioniert und kann entsprechend reagieren. Die folgende Abbildung zeigt schematisch die benannte Situation einer fehlenden Sichtverbindung, durch Hindernisse verursacht.

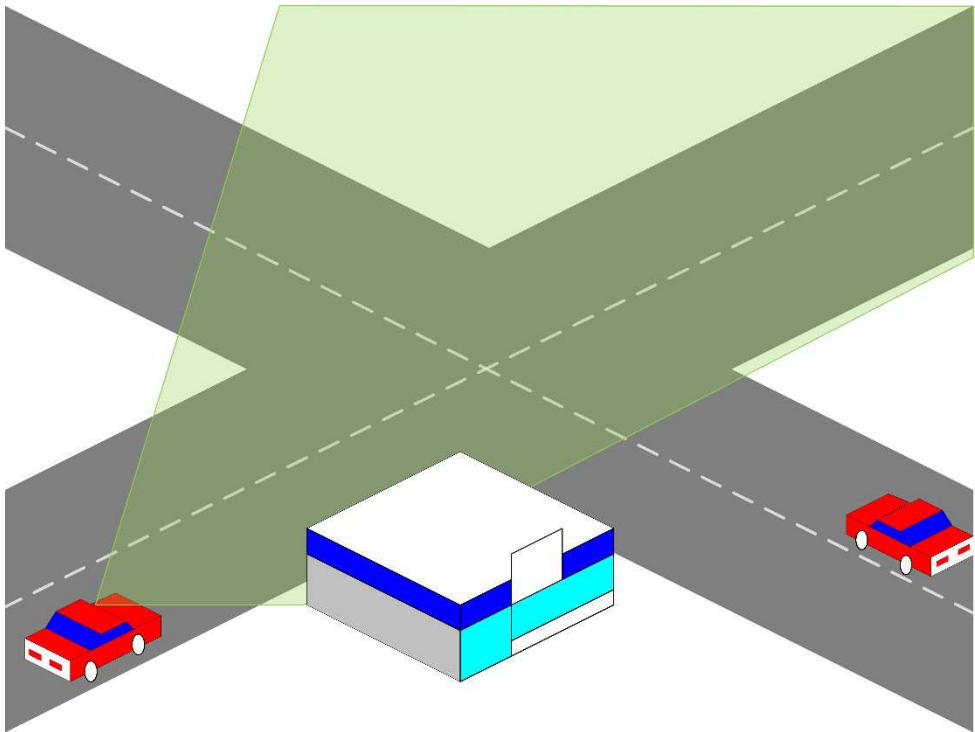


Abbildung 2: Schematische Darstellung des Sichtbereichs des Fahrers vor einer Verkehrskreuzung

Das Display kann anhand der Daten der Car2X-Kommunikation das nicht gesehene Fahrzeug schematisch einblenden und somit den Fahrer rechtzeitig informieren beziehungsweise warnen. Dieser kann dadurch rechtzeitig reagieren und vermeidet eine potentiell gefährliche Situation.

Eine weitere zusätzliche Komponente des Systems ist eine Kamera, die in Fahrtrichtung filmt. Die Aufnahmen werden per Bildverarbeitung ausgewertet, sodass verwertbare Daten entstehen. Diese Daten werden in das Realtime-Data-Warehouse geladen und für die Erkennung von Mustern bzw. relevanten Situationen genutzt.

4 Vorhabenbeschreibung

Vehicle Data Intelligence zielt auf ein Echtzeit-Data-Mining von Fahrzeugdaten ab. Dabei entsteht ein Realtime-Data-Warehouse, welches die Bereitstellung der analysierbaren Daten der Sensoren und der Kamera bereitstellt. Das Realtime-Data-Warehouse wird auf dem VDID erstellt und betrieben. Für die Verwertung der Fahrzeugdaten werden Data-Mining-Methoden angewandt. Diese Datenverwertung gliedert sich in Teilschritte von der Datengewinnung bis zur Konditionierung des Fahrers bzw. des Fahrzeuges. Die folgende Abbildung zeigt die grundlegenden Teilschritte übersichtlich dargestellt.

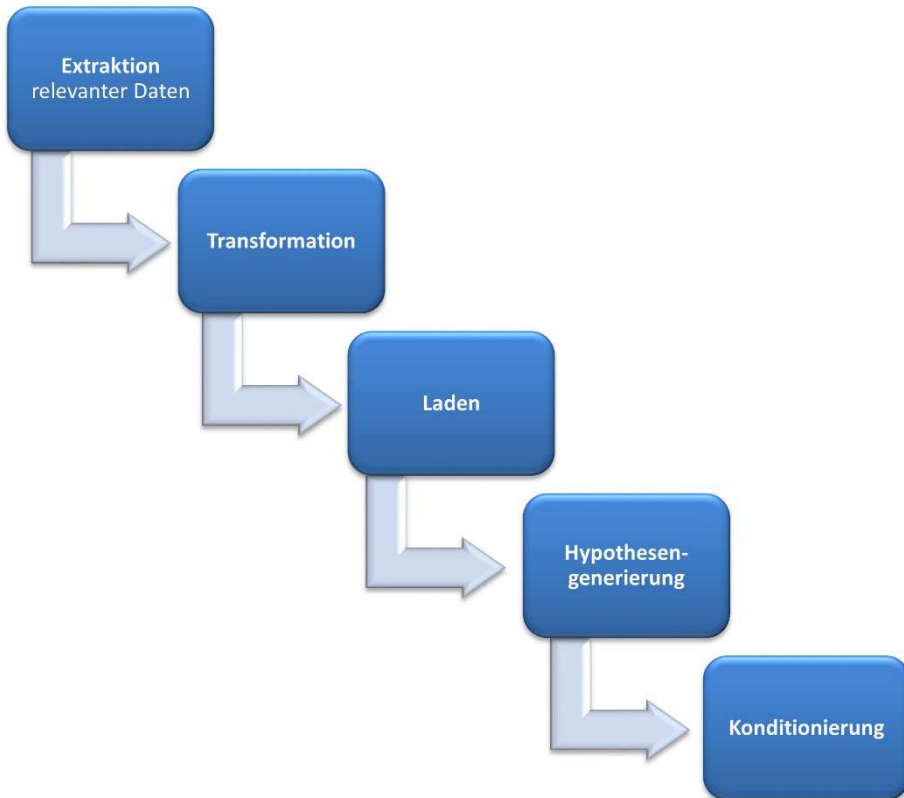


Abbildung 3: Schrittweise Vorgehensweise des Verfahrens [Kubi15, S. 13]

Die Abbildung zeigt die fünf Schritte beginnend mit der Extraktion der relevanten Daten. Die geschätzten Daten, die täglich permanent über den CAN-Bus transferiert werden, belaufen sich auf 12 GByte [Nest15]. Diese hohe Datenmenge kann ausgewertet werden, aber der Gesamtprozess würde stark verlangsamt werden. Bei zeitkritischen Szenarien, die idealerweise im Millisekundenbereich erkannt werden sollen, ist dies ein großes Problem. Aus diesem Grund wird eine Filterung der Daten nach Relevanz notwendig. Als Resultate ergeben sich eine signifikante Reduzierung des Datenvolumens und die damit verbundene Beschleunigung der Datenauswertung. Zudem wird die benötigte Speicherkapazität verringert.

Im Folgeschritt werden die gefilterten Daten transformiert. Durch diesen Prozessschritt werden die Fahrzeugdaten gleichgeschaltet und zeitlich synchronisiert. Auf diese Weise entsteht eine gemeinsame Datenbasis, welche eine Weiterverarbeitung der Daten ermöglicht. Der dritte Prozessschritt „Laden“ beinhaltet das Hinzufügen der Fahrzeugdaten zum Echtzeitsystem. Die gefilterten und transformierten Echtzeitdaten werden dadurch historisiert und die Tracing-Datensätze auswertbar.

Die Hypothesengenerierung folgt auf das Laden der Daten in das Echtzeitsystem. Durch diesen Schritt wird die Auswertung der historisierten Datensätze ermöglicht. Die Erkennung vorhandener Muster ist Hauptbestandteil dieses Prozessschrittes. Dafür kommt das sogenannte Matching zum Einsatz. Dabei werden die historisierten Daten mit bekannten Mustern verglichen und eine Übereinstimmung wird gesucht. Wenn eine solche Übereinstimmung erkannt wird, werden Berechnungen durchgeführt, um festzustellen, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Fahrzustand zutrifft oder eine potentiell bedrohliche Situation bevorsteht. Eine weitere Aufgabe dieses Prozessschrittes ist die selbständige Ergänzung, Änderung und Verwerfung von Mustern. Dafür wird ein digitales Gedächtnis verwendet und maschinelles Lernen wird eingesetzt. Als weitere Funktion wird das digitale Gedächtnis die Wahrscheinlichkeiten für eintreffende Situationen und Fahrzustände historisieren. Dadurch wird die Vorhersage bzw. Feststellung konkretisiert und präzisiert. Somit werden relevante Situationen genauer ermittelt.

Wenn eine Situation bzw. ein Fahrzustand selektiert wird, die bzw. der ein prädiktives Eingreifen erfordert, wird im fünften Prozessschritt eine Konditionierung vom Fahrer, dem Fahrzeug oder Beidem durchgeführt. Die Art der Prädiktion ist im System hinterlegt und wird in diesem Fall abgerufen sowie umgesetzt.

Eine Fahrerconditionierung ist beispielhaft der Einsatz von optischen, akustischen oder haptischen Mitteln zur Warnung des Fahrzeugführers. Für die Fahrzeugconditionierung werden Aktoren von den eingebauten Steuergeräten geregelt.

Wenn keine Konditionierung notwendig ist, wiederholen sich die Prozessschritte Extraktion, Transformation, Laden und Hypothesengenerierung in einer Schleife.

Das Vorhaben Vehicle Data Intelligence strebt vorrangig die Nutzung fahrzeuginterner Daten an. Dabei werden verbaute Sensoren, Steuergeräte und Aktoren genutzt. Optional werden Bilder aus einer separaten Kamera genutzt, die mittels Bildverarbeitung Daten generiert, die die Ergebnisse verfeinern. Ebenso optional wird eine Darstellung auf einem Display mit Augmented Reality umgesetzt, so dass weitere Konditionierungsmöglichkeiten für den Fahrer gegeben sind.

Eine weitere Ausbaustufe beinhaltet eine Kommunikation zu anderen Fahrzeugen und der Infrastruktur. Dabei wird auf den Standard IEEE 802.11p zugegriffen, welcher im 5,9-GHz-Bereich kommuniziert. Durch die externe Kommunikation werden weitere Daten für das Realtime-Data-Warehouse erhalten. Weiter werden dadurch neue Muster erstellt, die in der Analyse erkannt werden können. Fahrzustände und relevante Situationen werden daher genauer vorhergesagt und das Erkennen wahrscheinlicher.

Die Car2X-Kommunikation hat den weiteren Vorteil, erlernte Muster des digitalen Gedächtnisses mit anderen Teilnehmern auszutauschen. Dadurch wächst die Wahrscheinlichkeit des Erkennens relevanter Situationen und zudem wird das selbstständige Lernen im „Schwarm“ unterstützt. [JaKu16a]

Anwendung von Stream-Machine-Learning

Die Anforderungen an ein System, welches die Sensordaten auf den Bussystemen verarbeiten soll, sind hoch, da eine große Datenmenge entsteht und eine Echtzeitanalyse notwendig ist, um zeitnah konditionieren zu können, falls dies angebracht ist. Die klassische Stapelverarbeitung beim maschinellen Lernen, auch Batch-Machine-Learning genannt, bei der alle Daten mit einmal gelernt werden, kann diese Anforderungen nicht erfüllen.

Deshalb wird das Konzept von Datenströmen in Kombination mit Online Learning genutzt. Es beschreibt das kontinuierliche Eintreffen neuer Datenströme (Streams), wobei jede Instanz dazu genutzt wird, das vorhandene Modell weiter zu trainieren (Online Learning). Diese Kombination wird als Stream-Machine-Learning bezeichnet. Dieser Ansatz ist seit einigen Jahren Gegenstand vielfältiger Untersuchungen. Szenarien, wie beispielsweise Finanztransaktionen oder Netzwerkbeobachtung, lassen sich durch das Konzept der Datenströme besser abbilden und beschreiben. Bei diesen Beispielen entsteht in kurzer Zeit ein großes Datenaufkommen, welches durch herkömmliche maschinelle Verarbeitung aufgrund der Datenmenge kaum bewältigt werden kann. Stream-Learning-Algorithmen dienen der Datenstromanalyse, indem sie das zugrundeliegende Modell zyklisch mit neuen Daten aktualisieren.

Im Anschluss jeder verarbeiteten Instanz ist es den Algorithmen möglich, ein Modell auszugeben. Das Datenstromparadigma ist in gewisser Hinsicht eine weitere Evolutionsstufe der Datenanalyse. Machine Learning hat die Aufgabe, automatisiert Informationen aus großen Datenbeständen zu extrahieren [GrLi05, S.11]. Es ist in der Lage, Regeln aus einer kleinen Menge Trainingsdaten zu lernen, setzt allerdings voraus, dass alle zu verarbeitenden Daten im Speicher liegen. Da dies unter Umständen nicht gewährleistet werden kann, beschäftigt sich das Data Mining mit Wegen, die Rechenzeit und den Speicherbedarf großer statischer Datenmengen zu reduzieren. Dazu können beispielsweise die Datensätze unterteilt oder ausgelagert werden. Dadurch wird der statische teure Prozess des maschinellen Lernens zu einem idealerweise mit der Anzahl der Instanzen skalierenden Prozess umgeformt. Es wird allerdings nicht das Problem der kontinuierlichen Daten, wie sie in der Realität in Anwendung auftreten, gelöst. Üblicherweise kann ein Modell, einmal trainiert, nicht durch neue Instanzen erweitert werden.

Hier setzt das Konzept der Datenströme an, das mit Echtzeitdaten, die den vorhandenen Speicher weit überschreiten, arbeiten kann. Eingehende Instanzen werden einmalig betrachtet und dazu genutzt, das Modell inkrementell zu trainieren. Der Vorteil dieses Systems liegt darin, dass das Modell, welches nur aus wenigen Beispielen trainiert wurde, stetig weiter ausgebaut werden kann.

Vehicle Data Intelligence nutzt die Kombination von Datenströmen in Verbindung mit Online Learning, um die großen Datenmengen zu verarbeiten und zu analysieren. Die Einsparung von Zeit sowie Speicherplatz sind die Hauptargumente für die Verwendung des Stream-Machine-Learnings.

5 Fazit und Ausblick

Die Forschung und Entwicklung im Bereich Realtime-Data-Warehouse für Fahrzeugdaten ist nur wenig existent. Dies birgt ein hohes Potential dieser Anwendung in sich. Die frühzeitige Erkennung von Situationen, die ein Eingreifen benötigen, ist ein großes Ziel der Automobilbranche. Gleiches gilt für die Ermittlung von Fahrzuständen. Durch den Ansatz wird das

kooperative Fahren unterstützt, was essentiell für das automatisierte Fahren ist. Je größer die Ausprägung der Automatisierung ist, umso wichtiger ist eine Konditionierung des Fahrzeuges. Ab einer Einteilung der Stufe 2 „teilautomatisiert“ nach den Automatisierungsgraden der BaST-Projektgruppe [Bund12, S. 1] ist es zwingend erforderlich, Situationen zu erkennen und das Fahrzeug dementsprechend zu konditionieren.

Da die gesamte Branche in diesen Bereich forscht und versucht, die Automatisierung voranzutreiben, besteht erhöhter Bedarf an einer solchen Lösung. Dies zeigt u. a. die Studie aus dem September 2015 „Weltweites Marktpotenzial internetbasierter Funktionen in Connected Cars in den Jahren 2016 und 2021“ der PricewaterhouseCoopers AG. Aus der Umfrage geht hervor, dass die für 2016 schon führenden Gebiete Fahrsicherheit und autonomes Fahren (62% des Gesamtpotentials) bis zum Jahr 2021 stark an Umsatz zulegen werden [Pric15].

Der theoretische Grundstein für die Entwicklung von Echtzeit-Data-Mining auf Fahrzeugdaten ist gelegt. So folgen als nächste Schritte die Auswahl der notwendigen Hard- und Software, die Analyse von Methoden zur Validierung von Echtzeitdatenfusion, die Schnittstellendefinitionen sowie die testweise Programmierung von Filtern in der Softwareumgebung Automotive Data and Time-Triggered Framework (ADTF). [ElekoJ]

Die Verbindung der informationswissenschaftlichen Komponente des Data Warehouse mit der Echtzeit-Signalverarbeitung variabler Signale ist eine der Herausforderungen dieses Vorhabens. Zu diesem Zweck werden weitere Untersuchungen der Nutzbarkeit von Stream-Machine-Learning-Ansätzen notwendig.

Literaturverzeichnis

- [Bund12] Bundesanstalt für Straßenwesen: Rechtsfolgen zunehmender Fahrzeugautomatisierung. 2012, <http://www.bast.de/DE/Publikationen/Foko/Downloads/2012-11.pdf>. Abruf am 2016-05-02
- [Bund15] Bundesministerium für Bildung und Forschung: Elektroniksysteme für das vollautomatisierte Fahren (ELEVATE). 2015, <https://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung.php?B=1065>. Abruf am 2016-02-18.
- [ElekoJ] Elektrobit Automotive GmbH: EB Assist ADTF. oJ, <https://www.elektrobit.com/products/eb-assist/adtf/>. Abruf am 2016-04-24.
- [Füst15] Füst, Benedikt: Ford und Google bauen gemeinsam ein Roboterauto. 2015, <http://www.welt.de/wirtschaft/article150254592/Ford-und-Google-bauen-gemeinsam-ein-Roboterauto.html>. Abruf am 2016-04-15
- [GrLi05] Großekathöfer, Ulf; Lingner, Thomas: Neue Ansätze zum maschinellen Lernen von Alignments (Diplomarbeit). Universität Bielefeld, Bielefeld, 2005.
- [Ieee10] IEEE Computer Society: Amendment 6: Wireless Access in Vehicular Environments. The Internet Engineering Task Force (IETF®). 2010, <https://www.ietf.org/mail-archive/web/its/current/pdfqf992dHy9x.pdf>. Abruf am 2016-04-20
- [JaKu16a] Jacob, Thomas; Kubica, Stefan: Data-Mining-Methoden zur frühzeitigen Erkennung bedrohlicher Situationen im Fahrzeug – In: 1. Automobil Symposium Wildau Tagungsband. Wildau, 2016. S 59-63

- [JaKu16b] Jacob, Thomas; Kubica, Stefan: Einsatz von Data-Mining-Methoden auf Fahrzeugdaten, für die frühzeitige Erkennung bedrohlicher Situationen – In: 17.Nachwuchswissenschaftlerkonferenz Tagungsband. Schmalkalden, 2016. S 324-328
- [Kubi15] Kubica, Stefan: Fachvortrag Forschungskolloquium - Informationsmanagement im Fahrzeug von Morgen. Wildau: TH Wildau, 2015-06-25
- [Nest15] Nestler, Yvonne: Funkschau.de. Echtzeit für das vernetzte Auto. 2015, <http://www.funkschau.de/mobile-solutions/artikel/122746/1>. Abruf am 2016-04-25
- [Pric15] PricewaterhouseCoopers AG. Statista GmbH: Marktpotential Internetfunktionen im PKW. 2015, <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/324510/umfrage/marktpotential-internetfunktionen-in-pkw/>. Abruf am 2016-04-23
- [Univ14] Universität Ulm: Autonomous Driving Uni Ulm. 2014, <https://www.uni-ulm.de/index.php?id=53479>. Abruf am 2016-04-16
- [Vonn06] von Rosenberg, Harald: Sensorfusion zur Navigation eines Fahrzeugs mit low-cost Inertialsensorik (Diplomarbeit). Universität Stuttgart, Stuttgart, 2006.

Kontakt

Thomas Jacob, M. Eng.
Technische Hochschule Wildau
Fachbereich Wirtschaft, Informatik und Recht
Projektgruppe Vehicle Data Intelligence
Hochschulring 1, 15745 Wildau
T +49 3375 508 602, thomas.jacob@th-wildau.de

Prof. Dr. Ing. Stefan Kubica
Technische Hochschule Wildau
Fachbereich Wirtschaft, Informatik und Recht
Projektgruppe Vehicle Data Intelligence
Hochschulring 1, 15745 Wildau
T +49 3375 508 327, stefan.kubica@th-wildau.de

Cloud – Mobile – Security

Development of a hybrid mobile app for travel blogging

Marco Graf, Thomas Barton

Abstract

This contribution deals with the development of a mobile app in the field of travel blogging across multiple platforms and devices. A mobile travel blogging app has been developed for an existing cloud service called Traveloca which delivers online and offline functionality as well as synchronization features in order to write and to follow travel blogs. The app simply enables travelers to write travel reports on their smartphones or tablet computers, to enrich them with pictures and videos and to follow other travel blogs. Also minor administration tasks can be executed directly within the travel blogging app. The main focus of the contribution is the hybrid development of the app. To connect the mobile app to the travel blogging application a RESTful API is used, which allows to provide and to synchronize the travel blogging functionality on mobile devices. In order to provide a solution for the most popular platforms like Android and iOS the Apache Cordova framework, a hybrid technology framework, is used. This framework makes use of HTML5 and CSS3 and JavaScript to provide a platform- and device-independent development environment. The hybrid app is embedded inside a native wrapper, which allows the JavaScript part of the app to communicate with the native device APIs. While JavaScript code is developed to implement the application logic, HTML5 and CSS3 are used to arrange the user interface. It is shown, that the resulting app complies with the newest design guidelines, both Material Design for Android and Human Interface Design Guidelines for iOS.

1 Introduction

The constantly growing number of mobile applications in almost every part of life shows that the mobile market has gained considerable importance in the software industry. The use of mobile network and apps is omnipresent. Mobile devices have become an integral part of everyday life of each individual. The main challenge each software manufacturer has to deal with is to fit the needs of their customers. For that reason, they need to provide appropriate software solutions for each of these high end mobile devices. This is a great challenge, because there are many different devices which vary in operating systems as well as in dimensions and functionality. Besides, each of these platforms operates its own market to deploy apps. Mostly, programmers have to develop a different application for each operation system. Often the developer needs to begin from scratch. Moreover, this procedure is time and cost consuming and binds resources which are needed elsewhere. Furthermore, the software manufacturer has to bunch a lot of know how in many different programming languages. That results in many different teams involved in the development of the app. The hybrid development environment enables programmers, unlike the native environment, to develop an app across different platforms and devices with known web based languages like JavaScript, HTML5 and CSS3. In the following the benefits and approaches of the hybrid development environment will be considered using the example of a travel blogging app called Traveloca app.

2 Fundamentals

The hybrid development of an app combines different modern web and native technologies. First the different development options will be explained, subsequently the required web and native technologies will be considered.

2.1 *Mobile application development options*

There are several methods to build a mobile application: native technologies for different operating systems and web technologies in form of web or hybrid apps. This chapter considers the different methods to build mobile apps.

The native applications are written in the platform specific programming language. That means native apps are usually developed using an integrated development environment (IDE). IDEs provide tools for building, debugging, version control, and platform specific development. These native apps use different IDEs and languages for each platform. Briefly, each app needs to be rebuilt from scratch for every platform. There is some kind of functionality such as multi touch or the fast graphics API you only get with native apps. For a large number of apps the functionality with hybrid apps is more than enough, only some really need a native environment. The native implementation offers the best performance and optimal use of hardware through direct access to the operating system [KoOk15].

Web applications are built for browsers. These apps are completely web based and the runtime environment is a simple web browser. User can access these apps by entering the resources URL. That means that the complete code is hosted on a server regardless of the programming language. The server executes the server side application code written in PHP or RUBY for example and returns a HTML and CSS structured web document. Often parts of the application are written in JavaScript to provide real-time user interaction functionality. The main advantage of a web based application is the possibility to create apps regardless of the operating system and hardware and allow instant access for all network-enabled devices with a browser available. However, the web based app has strictly limited access to the native platform APIs.

Hybrid applications are also mostly written with web based languages but in contrast to the web applications the code is not loaded from a server. The complete code is stored and executed local on the device. That's why there is no need for server side programming languages. A hybrid app consists of a combination of HTML5, CSS, JavaScript, and platform-specific SDKs. The hybrid app uses wrappers to make a web app available within a native container that provides access to native platform features. A developer not only gets access to a web based development environment but also is authorized to access the native device APIs [GoNi13]. The resulting app partially contains both web based and native elements. The main advantages are the platform independent development, offline functionality and the access to the device APIs. These apps are available on app stores and can be distributed like any other native application. Usually the technical differences remain hidden for end-users.

	Native	Web	Hybrid
Features			
<i>Graphics</i>	Native APIs	HTML, Canvas, SVG	HTML, Canvas, SVG
<i>Performance</i>	Fast	Slow	Mid
<i>Native look and feel</i>	Native	Emulated	Emulated
<i>Distribution</i>	App Store	Web	App Store
<i>Supported platforms</i>	One specific	Multiple	Multiple
Important Device Access			
<i>Camera</i>	Yes	No	Yes
<i>Notifications</i>	Yes	No	Yes
<i>Contacts, calendar</i>	Yes	No	Yes
<i>Offline storage</i>	Secure file storage	Shared SQL, Local Storage, IndexedDB	Secure file system, shared SQL, Local Storage, IndexedDB
<i>Geolocation</i>	Yes	Yes	Yes
Gestures			
<i>Swipe</i>	Yes	Yes	Yes
<i>Pinch, spread</i>	Yes	No	Yes
<i>Connectivity</i>	Online and offline	Mostly online	Online and offline
<i>Development skills</i>	ObjectiveC, Java	HTML5, CSS, JavaScript	HTML5, CSS, JavaScript, basically native IDEs

Chart 1: Technical comparison between native, hybrid and web based applications

2.2 Hybrid technology

Beyond web technologies, a hybrid framework forms the backbone of the hybrid development environment connecting the web based application with the native device APIs. This is in contrast to the so-called cross-compilation frameworks, which allow to program in a specific language and translate the code to a completely native application [Ande12]. Besides the opportunity to create a custom hybrid framework, there are well developed and documented frameworks like Apache Cordova or its distributions called Adobe Phonegap and Ionic which are used in many hybrid applications today.

The principle behind such a hybrid framework is the integration of a web based application inside a native application with the aid of so-called wrappers. A wrapper, also known as web view, refers to the native browser window of a mobile device. An iOS based applications for example uses the mobile safari browser, while the android platform uses a browser similar to chrome. The browser window is presented in a simplified form and displayed in full screen mode, without header or footer bar, chronicles, bookmarks or windows. Development is split in two different areas. On the one hand the web based application with technologies such as HTML5, CSS3 and JavaScript, on the other hand some native code elements in Swift or Java for example. That implies that interfaces must be created or used, which enables the JavaScript part of the application to communicate with the native device APIs. These interfaces are called "Foreign Function Interface" (FFI). The FFI system is a mechanism which allows a particular programming language to run the routines and methods of another programming language. Such a "Foreign Function Interface" is used to communicate between JavaScript based functions and the native device APIs. Some of these functions are an integrated part of the hybrid frameworks. These functions build a collection of FFIs to pro-

vide access e.g. to the native camera, or to telephone contacts. Other functions can be downloaded as plugins or have to be programmed for custom operations [FeAl15]

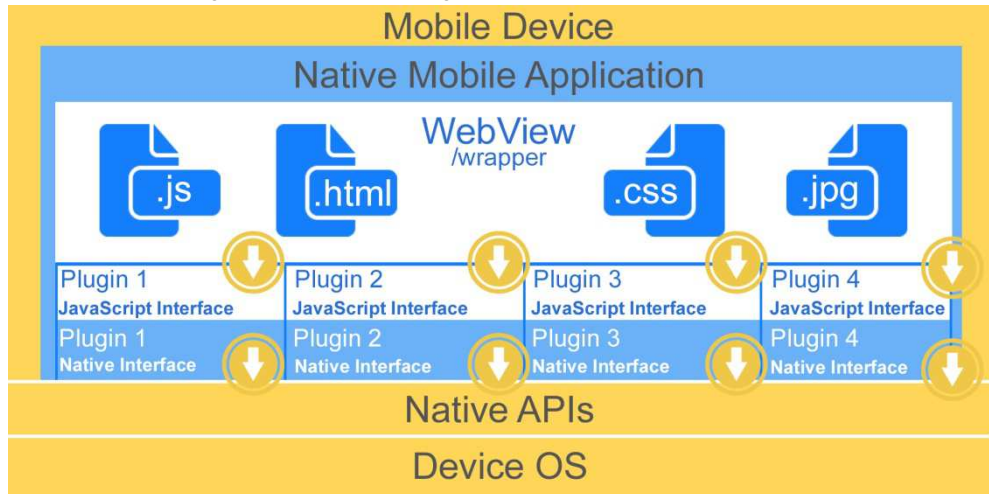


Figure 1: Functionality of a hybrid framework using foreign function interfaces

Hybrid frameworks use native code in form of plugins in order to embed a web based application in a native workspace for one specific platform. Thus native workspaces for different platforms can be created, which contain the web based resources. When the application launches, a web view is generated, which loads the required HTML structure, JavaScript code and CSS and other media resources.

2.3 Web technologies

The previous section shows that the understanding and the proper handling of modern web technologies are a basic requirement to build a hybrid application. HTML and CSS are used for user interface design while JavaScript code contains the application logic. Most of the web technologies such as HTML, CSS or XML have been already standardized by W3C. With the introduction of HTML5, CSS3 new options for a hybrid development have arisen in combination with the use of JavaScript libraries.

HTML (Hypertext Markup Language) is a markup language to create structured pages for web documents. It uses tags and markers to define areas inside a document like headlines, display areas, input elements or references. As W3C published a recommendation for the new HTML5 on October 28, 2014 new requirements for HTML have been included allowing HTML5 to support the development of web applications. [W3C14]. HTML5 is a combination of various technologies which do not only offer structural improvements but also enable the integration of video, audio and vector files, interactive 2D and 3D graphics, different options to store data local on the device and real-time network protocols for exchanging data, without the need of any third party application.

CSS (Cascading Style Sheets) is a style sheet language used to set visual styles for documents written in markup languages like HTML. CSS is able to address elements with their type, class or ID and set corresponding style methods both external and internal. CSS3 introduce many different style options but there is no final recommendation by W3C. That's why most of the browsers have their own implementation strategy and do not completely support CSS3 modules. As a consequence, the main challenge every developer has to deal

with is to handle the support of all the different temporary CSS3 implementations in various browsers.

Beyond the markup and styling languages HTML and CSS, it is required to use some executable code segments. Hybrid apps use JavaScript for this purpose. JavaScript is a client-side scripting language and was designed and standardized by ECMA to interact dynamically with users. The language allows the dynamic manipulation and generation of elements as well as reloading content dynamically using AJAX queries [Flan07]. Today the field of use is not restricted to web based applications only. The development of frameworks such as NodeJS enables the server-side programming. For hybrid applications JavaScript represents the predominant part of the executable program code. A large part of the application logic is developed with JavaScript. Many libraries like jQuery or AngularJS provide a huge number of predefined JavaScript functions to simplify the development of web based applications. The most important JavaScript properties are listed below. JSON (JavaScript Object Notation) uses human-readable texts to transmit and store JavaScript data objects. Just like XML it is often used to transfer data through web APIs and also to store data from JavaScript objects. The DOM (Document Object Model) describes the interface between HTML and JavaScript. All HTML elements become objects that can be accessed, changed, added and deleted dynamically. JavaScript also uses observer, a one-to-many dependency between objects. The observer notifies and updates all its dependents objects when one object changes state. Events and event handler represent another important link between HTML and JavaScript. This facilitates to get access to all user events such as mouse clicks or keystrokes and perform appropriate functions.

To develop a hybrid application, it is required to store data local on the device. HTML5 introduce some methods to realize such a local data storage for both web and hybrid applications. These methods differ in their functionality and browser support. The most used and well supported strategy across all browsers is known as “Local Storage” or “Web Storage”, a key value pair. Another one is the “IndexedDB”, which is not well supported and the “Web SQL Database”. All concepts try to realize a client side database structured storage, which allows performing queries and reading specific results from the database. Hybrid applications also get access to the device native file API to store data in form of txt files for example local on the device. These txt files can be filled with JSON strings or other JavaScript readable formats.

	iOS Safari	Android	Opera Mini	Opera Mobile
<i>Local Storage</i>	Version 3.2+	Version 2.1+	No support	Version 11+
<i>Index DB</i>	No support	Version 4.4+	No support	Version 30
<i>Web SQL</i>	Version 3.2+	Version 2.1+	No support	Version 11+

Chart 2: Browser support for different local storage options

2.4 Web application frameworks

Web application frameworks combine the web technologies HTML, CSS and JavaScript as mentioned above to provide a consistent development environment for web based applications. Most of these frameworks offer predefined HTML Structures and associated CSS Styles as well as JavaScript libraries, which often can be used in addition to other mayor libraries. As shown in section 3.2 there are frameworks which specialize in the development of mobile applications. All of these frameworks intend to provide the native “look and feel” for touch based mobile devices. They often support some kind of single-page functionality. Known frameworks in the hybrid environment are Template7, OnsonUI or jQuery Mobile, to name a few.

3 Usability

In addition to the technical requirements as well as many app specific requirements another important aspect is usability and user interface of a hybrid application. Some of these UI requirements will be mentioned in this section. In opposite to the native applications, which achieve a native “look and feel” much simpler using the platform specific IDEs, a hybrid app has to focus on this point. Not only every touch gesture and the functionality the users expect behind those gestures but also the native behaviors of the user interface have to be considered. And, there is one more point to bear in mind. There are many different mobile devices out there, which differ in their screen size and in their dimensions. A significant improvement of CSS3 is the opportunity to support almost any screen with the help of so called “media queries”. The media queries allow the developer to be more flexible in opposition to the conventional development. This technique introduces the responsive web design. Different rules are used to include specific CSS properties only if a certain condition is true. That means the base HTML structure of every view can be adjusted to optimize the user interface for different screen sizes. A tablet offers much more space for user interface elements than a smartphone does. Elements which get hidden by default for smartphones, may be visible for tablets instantly.

3.1 Design Guidelines

The understandability, learnability, operability, attractiveness and usability compliance represent some sub items of the usability. The majority of these can be treated by integrating the platform specific design guidelines into the planning. The design guidelines represent some recommendations of the respective platforms, regarding the composition, structure, and especially the design of an application. The aim is to create the optimum usability as well as user experience together with a consistent environment for the user interface of a specific platform. These helps user to understand app user interface elements and structure and make the learning process easier. Apple recommends to consider the iOS human interface guidelines, while Android recommends to apply its “Material Design”. Especially Apple tends to reject hybrid apps which does not fit their design guidelines or does not generate that native look and feel of a native application. However, trying to integrate simple HTML documents inside a native wrapper is never really conducive. Both, iOS and Android basically follow the same flat design strategy. Flat design generally means the waiver of textures and elasticities, the use of typography as a design medium and also a pronounced hierarchy in sizes and colors. Nevertheless, both approaches differ in the way they follow the flat design paradigm. Apple follows the “transparent glass” metaphor while Android relies on the “stack of paper” metaphor. That means the iOS human interface guidelines are focused on the functionality and use less colors as well as blurred images to handle depth. Material Design in addition, sets a main focus on colors and uses shadows to visualize depth. To build a consistent and delightful user experience it is recommendable to create a proper version across each platform, but there is no need to do that. In addition to various design features and approaches, there are also structural differences. The two main differences are explained in the graphic below [Chat15].

Figure 2 above shows that the navigation elements differ for iOS and Android. The main difference is the native navigation bar element. The action bar tabs are at the top on Android devices and at the bottom on iOS devices. Another difference is related to the status bar. The status bar display system relates information for both platforms. iOS, and , in contrast to

Android, allows the status bar to be a part of the application. It can be hidden and change its color related to the apps' color. The touch gestures should be used in a way the user expects it from other native applications. Those gestures could be a touch, long press, double touch, flick and swipe, pinch close and open, drag and drop or shake the device. But that's not enough. The hybrid applications environment often doesn't support - in contrast to the native IDEs - popular known or usual functions. Functions such as "pull to refresh", "infinity scroll" and "lazy load" have to be implemented. Pagination buttons are unusual on native applications. So it should be considered to use functions like "infinity scroll" instead.

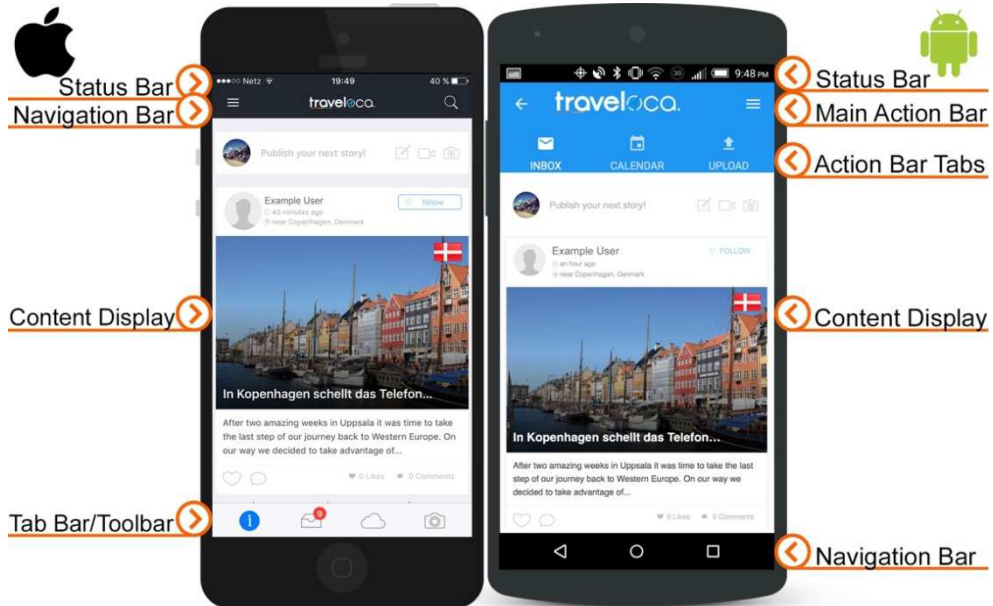


Figure 2: Traveloca app shown on an iOS and on an Android device

3.2 Single-Page App approach

A major problem in terms of the usability of a web based hybrid application consists in the page transitions and animations. A user expects an app to do transitions and animations. HTML documents usually load separately from each other with a short blank screen between each Document. Furthermore, there are dependencies between different views. In some circumstances an action on a certain page effect changes on different objects and other pages. This issue can be treated with the help of so-called single-page applications. This method requires a combination of the mentioned technologies such as Ajax, DOM modification as well as XML or JSON based data transmission. A single-page app consists of one central HTML document called main page (e.g. index.html). After loading the main page all future changes will be done by DOM modifications. That means, changes to the HTML structure are loaded dynamically and are embedded in the visible range of the application by changes in the corresponding DOM element. This modification can be done with animations and transitions to generate that native look and feel of a native application. Some of the web application frameworks mentioned in section 2.4 provide a built in single page functionality.

4 Implementation of a hybrid app on the basis of Traveloca

On the basis of the technical and nontechnical requirements considered above, a hybrid app is implemented on the example of Traveloca, which is a cloud based blogging service especially for travelers. With the help of this application user can create and manage multiple blogs. The aim is to provide a cross platform solution which allows user to write posts, upload pictures and videos from all around the world. It is up to each user to choose between different options to share with their family and friends or the whole community.

Traveloca provides a JSON based API to communicate with. The API is able to depict any function of the associated web application. In this section the basic steps while building hybrid apps are explained using the Apache Cordova framework. The Traveloca app uses Ajax calls to transmit data between the API and the client app. The authentication is done by the OAuth2 protocol. The OAuth2 data gets stored in the form of a JSON String within a suitable local storage key. A newly created Cordova project consists of four different folders and a config.xml file. The main folder called "www". This folder contains the whole web based code and additional resources of the application. The index page is specified within the associated config.xml file, which contains any setting needed to compile the native project. In the field of single-page applications the main page must be loaded. The "plugins" folder contains the native written part of the app. Those plugins can be self-created or downloaded from plugin directories. To do some specific work during the compilation there is a folder called "hooks". Another important folder is called "platforms". During the compilation the whole web based code inside the "www" folder and the native FFIs in the "plugins" folder gets combined to create a folder with a native project inside the "platforms" folder. The newly create native project for a specific platform can be used with the preform specific IDEs now. From now on it is possible to test and valuate the application with the platforms native device simulators.

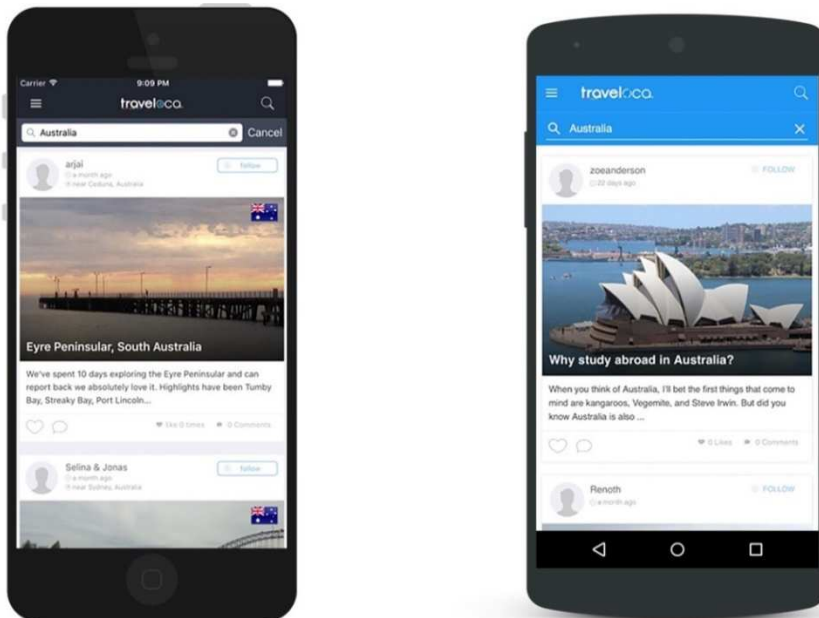


Figure 3: User interface of the Traveloca travel blogging app for iOS (righth) and Android (left)

5 Summary

A hybrid travel blogging app for iOS and Android for the cloud-based Traveloca application has been presented. The implementation of this app shows, that it is possible to develop comprehensive and resource-intensive apps with hybrid technologies. Using hybrid technologies it is possible to create a hybrid application for app store distribution as well as a web application with mostly the same code base. In addition to technological aspects also requirements such as legal requirements, mobile security, functionality or compatibility have been considered.

References

- [GoNi13] GoK Nizamettin; Khanna Nitin: Building Hybrid Android Apps with Java and JavaScript. O'Reilly and Associates, Sebastopol, 2013.
- [Ande12] Anderson John: Appcelerator Titanium: Up and Running. O'Reilly and Associates, Sebastopol, 2012.
- [FeAl15] Fernandez Wilkins; Alber Stephan: Beginning App Development with Parse and PhoneGap. Apress, 2015.
- [Flan07] Flanagan David: JavaScript - Das umfassende Referenzwerk. O'Reilly Verlag GmbH & Co. KG, Köln, 2007.
- [KoOk15] Korf Mario; Oksman Eugene: Native, HTML5, or Hybrid: Understanding Your Mobile Application Development Options. 2015, https://developer.salesforce.com/page/Native,_HTML5,_or_Hybrid:_Understanding_Your_Mobile_Application_Development_Options. Abruf am 2016-04-10
- [W3C14] W3C Working Group: HTML5 A vocabulary and associated APIs for HTML and XHTML. 2014, <http://www.w3.org/TR/html5/introduction.html>. Abruf am 2016-03-10
- [Meye13] Meyer, Matthias: Flat Design – Was ist es, Warum Bleibt es. 2013, <http://www.manx.de/flat-design-was-es-ist-warum-es-bleibt/>. Abruf am 2016-04-20
- [Chat15] Chattopadhyay Victoria: Designing with iOS versus Google Material Design Guidelines. 2015, <http://www.atotalx.com/2015/07/designing-with-ios-versus-google.html#.VzRjH8dhjq1>. Abruf am 2016-01-02

Contact

Marco Graf, B.Sc.
Hochschule Worms, Fachbereich Informatik
Erenburgerstraße 19, 67549 Worms
graf@hs-worms.de
Traveloca UG (haftungsbeschränkt)
Auf der Au 42, 67551 Worms, m.graf@traveloca.com

Prof. Dr. Thomas Barton
Hochschule Worms, Fachbereich Informatik
Erenburgerstraße 19, 67549 Worms
T +49 6241 509-253, barton@hs-worms.de

Development of an Android app for user administration in private clouds

Roberto Damm, Karsten Würth, Thomas Barton

Summary

The usage of private clouds in Germany rises every year according to the Cloud Monitor 2015 [KPMG15]. Many companies rely on private clouds instead of public or hybrid clouds because of security aspects. The more cloud computing is used in companies, the more users are using the private cloud and therefore user administration within the private cloud gets time-consuming. By using mobile applications for user administration the response time can be reduced because small use cases like adding a new user to a specific project or changing a forgotten password can easily be done on a smartphone without the need of a computer. This paper describes the planning and implementation of an app for mobile user administration in the environment of a private cloud based on OpenStack. It also describes how actual design patterns from Google can be implemented to optimize the usability and the user experience of this app. Later the distribution of the app is shown at the example of Google Play.

1 Android Development

Android is a mobile operating system developed for smartphones and tablets. Applications for Android (normally called apps) are mostly programmed in the Java programming language with the use of the Android software development kit. As primary IDE Android Studio which is based on IntelliJ IDEA supports all functionality to develop and publish an app in the Google Play Store [Künn15]. By programming an Android app you need to care attention at different things. First step in development process is to choose a version of the Android software development kit. This decision determines which features and design rules can further be implemented in the app. Second step is to choose the device dimensions on which the app should run. This is shown in figure 1.

Here it is very important to design the app that it can be used on smaller and on bigger screens. Normally an app should work on all smartphones the same way. On tablets the functionality of an app has to be different for optimal user experience but the design should be consistent to the smartphone design [NiBu13]. One important criteria of a modern app should be that the usability and the user experience have to be optimized. Therefore it is important that everyone knows how to use the app even if he hasn't used it before. This is one focus of the Android Material Design Guideline which was introduced originally by Google at the Google I/O 2014 in San Francisco. The aim is that a user knows how different elements of an app work because he knows equal elements from other apps he is using on his smartphone already [Clif15].

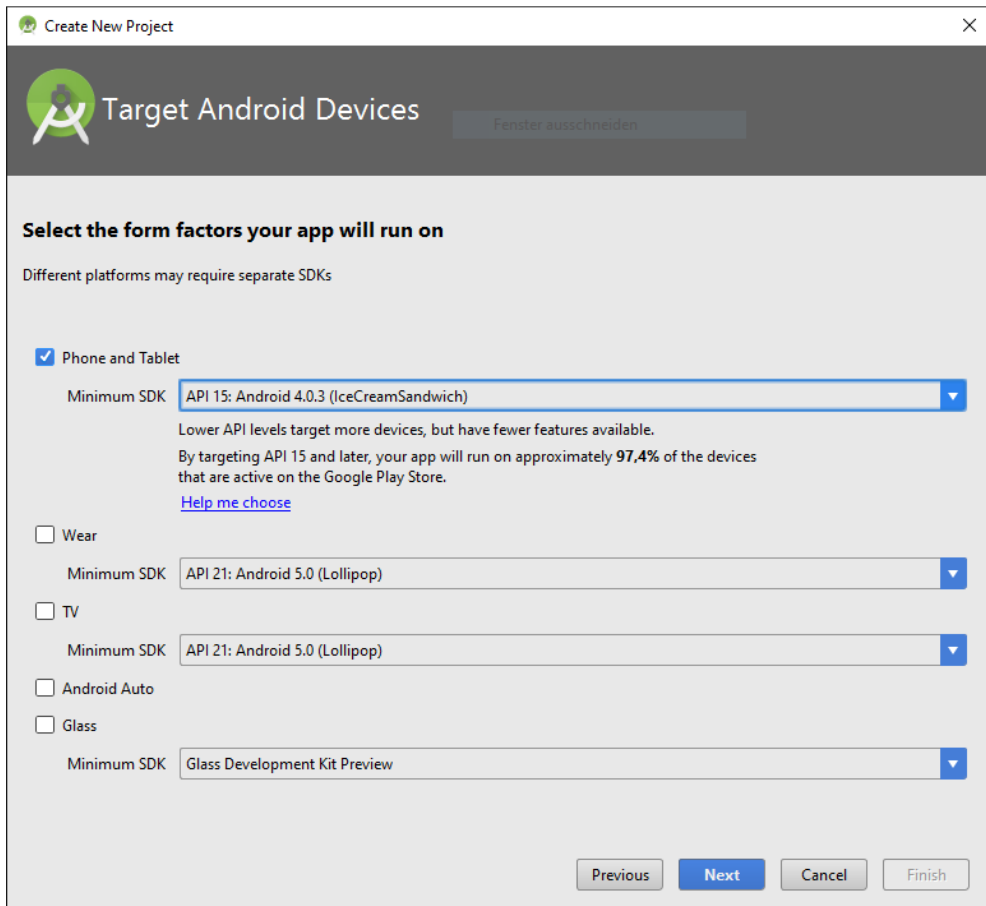


Figure 1: SDK selection in Android Studio

2 Concept for app based user administration

The idea of user administration contains the complete process of adding users to a certain system, maintaining them during their lifecycle (changing passwords, changing personal information, changing rights) and deleting users when they are no longer needed. Figure 2 illustrates this use cases.

In the scope of cloud computing all these tasks are typically done by a system administrator. To make life more comfortable it should be possible to take care of the user administration even on a smartphone without the need of a computer. To be reliable an app has to have an optimized usability und user experience. Because of the much smaller screen size of a smartphone and the different input types (e.g. touch and on-screen keyboard instead of mouse and keyboard) it is necessary to slim down the user interface to the most necessary information and optimize the input of data [Robi15] .

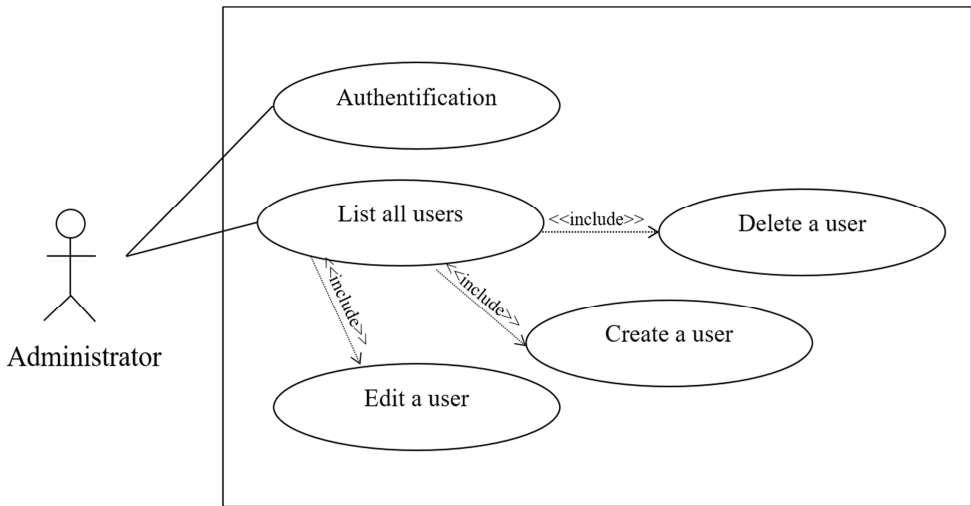


Figure 2: User administration

It is not comfortable to type long texts on an on-screen keyboard or to click on small boxes [NiBu13]. An optimized mobile user administration should only implement the most needed information. It is only necessary to add a user with a password. Personal information of this added user can be edited later with the use of a computer. Therefore it is not necessary to show or edit this extra information. The web front end implemented by OpenStack (called Horizon) for example lists all users with their username, e-mail, user-id and the information if the account is activated. Especially the information about the user-id is not important enough to be shown in the use case user administration by a smartphone. Figure 3 shows the user administration in Horizon. Horizon uses the full size of a computer display and utilizes small buttons to add extra functionality like adding a new user or editing an existent user.

<input type="checkbox"/>	Benutzername	E-Mail	Benutzer ID	Aktiviert	Actions
<input type="checkbox"/>	adminfrey	@hs-worms.de	10500383f8342ab9e4be2a950a8da2c	True	Bearbeiten
<input type="checkbox"/>	adminborn	@hs-worms.de	109e628b39bb40cfa2825fc7b4066f3a	True	Bearbeiten
<input type="checkbox"/>	adminspiess	@hs-worms.de	139a260ecbb34f039fac62d9f8e45724	True	Bearbeiten
<input type="checkbox"/>	admingoeskel	@hs-worms.de	16f224ae825840d8af72a53df5cf4f35	True	Bearbeiten
<input type="checkbox"/>	karstentestet	123qwe	19e4e2c65b49440ca3075da939dbee71	True	Bearbeiten
<input type="checkbox"/>	nova		20bc1868e9b54b2985da7398e3feff81	True	Bearbeiten
<input type="checkbox"/>	adminglasnek	@hs-worms.de	24ac0a5b8de467a96c5a863b6f53700	True	Bearbeiten
<input type="checkbox"/>	adminwusterhausen	@hs-worms.de	2a4344faaa04487f820b6ee00ba4f926	True	Bearbeiten
<input type="checkbox"/>	glance		4194a09b6a7d4d25a8cc9c505c71d1e	True	Bearbeiten
<input type="checkbox"/>	megalli		4892aa0c69644c6bb6ea0a3216a3a5ca	True	Bearbeiten

Figure 3: User administration in Horizon

Modern smartphones have already implemented a way to organize lots of accounts. An app could organize accounts from a private cloud the same way the list of contacts is organized. Because everyone knows the usage of the list of contacts for calling someone for example this has the advantage that the app is easily learnt and intuitive. It brings the functionality of listing lots of contacts, adding and deleting a contact and even to edit single contacts. The following figure shows a mockup of the user list using the material design guidelines by Google.

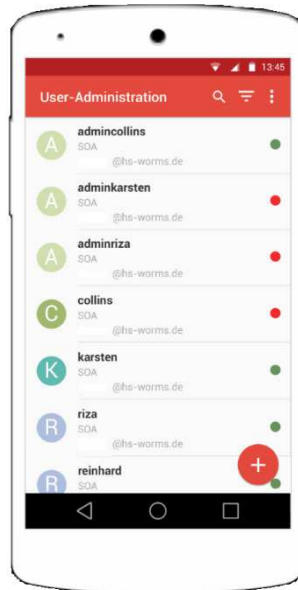


Figure 4: Mockup user list

In the case of a cloud based user administration the number of users can get easily very high. The list of contacts can easily handle lots of different users but with increasing number it becomes more and more laborious. Normally users in a private cloud are organized in different projects within the cloud infrastructure. Therefore it is very important to implement a functionality to search for a certain user and also to filter the complete list of users by their relation to a project. This counteracts the problem of displaying a high number of users because the number of users in a certain project is much smaller than the number of users in the whole system.

Even if the number of users is not too high to display the possibility to filter the users by projects boosts up the productivity of an administrator by using the app.

To optimize the look and feel of an app it is necessary to follow actual design guidelines of the mobile operating system. In the case of an android app this guideline is the Google material design, which describes how the different elements of the application react as material which brings real life feeling into the app. Also the position of the different elements and the symbols for different actions (e.g. search, options or adding of an element) needs to be best practice for the specific operating system.

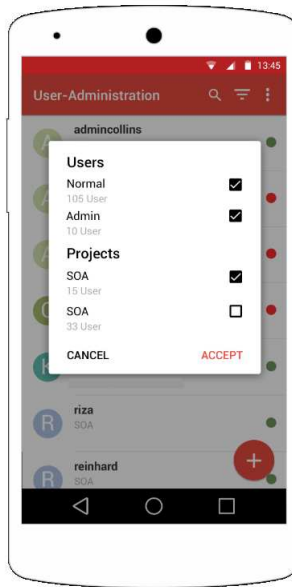


Figure 5: Mockup filter users

In addition to the material design Google provides a guideline for color use in apps, too. According to this guideline it is necessary to choose a primary color palette and use this color through the whole design of the app. In this case the color red was chosen based on the logo of OpenStack. This can also be seen in the next figure which shows the user edit screen.

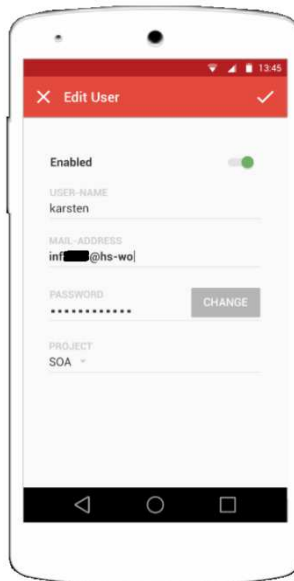


Figure 6: Mockup edit user

3 Implementation

In the present case the authors decided to develop the app with the actual Android API Level 23 which was introduced with Android 6. As minimum API Level 15 was chosen in order to support the majority of all active Android devices. In May 2016 it is possible to deploy this app on approximately 97,4% of all active devices according to official information provided by Google through Android Studio. Figure shows the provided information by Android Studio.

The coding can be started by defining the layouts. A layout in Android programming consists of a XML-file which describes and defines several objects like buttons and listViews and their arrangement within the layout. Modern apps are normally implemented in so called fragments. A fragment describes just several objects of a layout. It doesn't describe the whole layout of an entire screen. Therefore you need to put more fragments together. The advantage by using fragments instead of single layouts is the flexibility to reuse a fragment on several screens [Clif15]. The following figure shows all fragments which are implemented in the presented app.

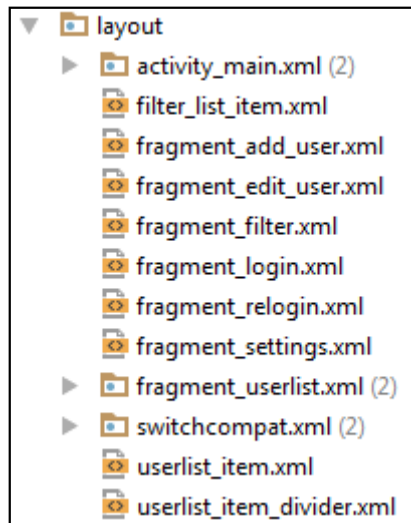


Figure 7: Layout fragments

After the layout is described the java code can be implemented. In the presented app the program code is divided in different classes. These classes can be categorized in three categories. The first category considers the classes which exist to every layout which is implemented and used in the app. These classes implement the behavior of the app. Here it is implemented how the app should react when the user presses a button for example. Also the navigation between the different screens is implemented in this type of classes. An example is to add a new user and to display the user list after that. The following figure shows a code snippet of such a class. It shows how the user is informed by a Snackbar if the creation of a new user has been successful or not.

```

if(success) {
    MainActivity.showSnackBar("User created successfully");
    MainActivity.changeFragment(MainActivity.TAG_USERLIST);
}else{
    MainActivity.showSnackBar("User couldn't be created");
}

```

Figure 8: status information by Snackbar

The second category considers the communication class with the REST API of OpenStack. Therefore a class called "RESTClient_V2" was implemented. This class implements a method for every API call which is needed in the whole app. For future upgrades of the user administration app it is possible to implement a "RestClient_V3"-Class which handles API calls with the newer V3-API of OpenStack. [OpenoJ] The app is already prepared for such a class and could handle both API versions at the same time, deciding case by case if V2 or V3 is supported by the OpenStack server.

The third category considers the background classes which are needed for the data handling in the app itself. For example a Database adapter is implemented which stores all data received by the REST API into a local SQLite database. With the use of this local database it is possible very easily to filter the user list by projects or even by a word filter. The following figure shows how the user list from the database and later the project filter and the inserted searchQuery are applied within the SQL-statement.

```

String query = databaseAdapter.USERLIST_TABLE_NAME + " a " +
    "INNER JOIN " + databaseAdapter.PROJECT_TABLE_NAME + " b " +
    "ON a." + databaseAdapter.USERLIST_USER_PROJECT + " = b."
    + databaseAdapter.PROJECT_ID;

Cursor cursor = db.query(query, null, databaseAdapter.USERLIST_USER_PROJECT +
    " NOT IN("+TextUtils.join(", ", disabledProjectsArray)+") AND "
    + databaseAdapter.USERLIST_USER_NAME + " LIKE '%" + searchQuery +
    "%'", null, null, null, databaseAdapter.USERLIST_USER_NAME +
    " COLLATE NOCASE");

```

Figure 9: Receive user list from database

4 Deployment on Google Play Store

To deploy an android app on Google Play Store it is necessary to get a developer account by Google. With this account it is possible to release an app in the app marketplace and also to maintain the app over its lifecycle. It means that the developer can release updates of existing apps or track the usage of deployed apps. Google offers in the so called developer console detailed information about the number of active installations and even the used devices on which the app is installed (see figure 10). With this information it is possible to improve an app with every release by optimizing the user interface for example based on information about used screen sizes. The actual app is released in Version 1.0 in the Google Play since April 19, 2016 under the name OSUA which stands for OpenStack User Administration.

5 Future prospects

The first release of the OSUA app should not be the end of the lifecycle. In the next months it is necessary to gather information about the usage of the app and even get some feedback from real world users. With this information the user experience has to be optimized. Also it has to be proven that the actual functionality can be guaranteed with different installations of OpenStack. In the same time the functionality of the app can be approved. The first step in this process has to be the implementation of the new API version 3 from OpenStack's Identity Management. Also the capability to change user rights would be a nice feature for productive use of the app.

Because of the implemented functionality by using a REST API it should be possible to transform the gathered knowledge to another development platform, too. Therefore it should be possible to implement an equivalent app for iOS from Apple or to implement an HTML5 app which can be deployed to several different platforms using one code basis.

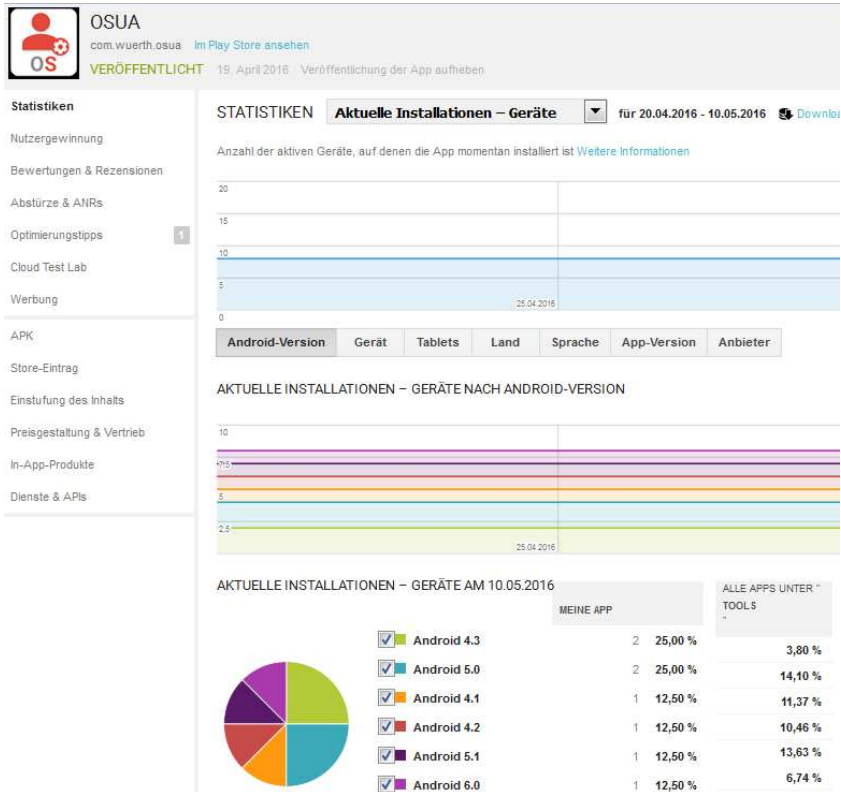


Figure 10: Statistics for OSUA app at Google Play Store

Bibliography

- [Robi15] Robier, Johannes: UX Redefined: Winning and Keeping Customers with Enhanced Usability and User Experience, Springer, Heidelberg, 2015.

- [NiBu13] Nielsen, Jakob; Budi, Raluca: Mobile Usability: Für iPhone, iPad, Android und Kindle, mitp, Heidelberg, 2013.
- [Clif15] Clifton, Ian G.: Android User Interface Design: Implementing Material Design for Developers, Addison Wesley, New York, 2015
- [Künn15] Künneth, Thomas: Android 5: Apps entwickeln mit Android Studio, Rheinwerk Computing, Bonn, 2015
- [KPMG15] KPMG AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft: Cloud-Monitor 2015. Cloud-Computing in Deutschland – Status quo und Perspektiven, 2015,. <https://www.bitkom.org/Publikationen/2015/Studien/Cloud-Monitor-2015/Cloud-Monitor-2015-KPMG-Bitkom-Research.pdf>, Abruf am 2016-05-12
- [OpenoJ] OpenStack: Identity API v3, <http://developer.openstack.org/api-ref-identity-v3.html>, Abruf am 2016-05-12

Contact

Roberto Damm
Hochschule Worms
Erenburgerstr. 19, 67549 Worms
T +49 6241 509 262, damm@hs-worms.de

Karsten Würth
Hochschule Worms
Erenburgerstr. 19, 67549 Worms
T +49 6241 509-262, karsten.wuerth@hs-worms.de

Prof. Dr. Thomas Barton
Hochschule Worms
Erenburgerstr. 19, 67549 Worms
T +49 6241 509-253, barton@hs-worms.de

Intelligente Sensoreinheiten und ein Cloud-Sensormanagementsystem für das Internet der Dinge

Tobias Schwalm, Martin Przewloka

Zusammenfassung

Bis zum Jahr 2020 werden etwa 5 Mrd. Menschen das Internet als Kommunikationsplattform nutzen, während 2014 die Nutzerzahl auf etwa 2,7 Mrd. Menschen geschätzt wurde. Dieser offensichtlich rasante Anstieg erscheint in einer völlig anderen Dimension, wenn man sich die Entwicklung des Internets der Dinge (zu engl. Internet of Things, kurz IoT) betrachtet, welche maßgeblich durch die Miniaturisierung von Computerchips, einhergehend mit einer kontinuierlichen Kostendegression vorangetrieben wird. Beinahe jeder Gegenstand (Thing) kann künftig mit dem Internet verbunden werden. Schätzungen gehen in diesem Zusammenhang von 50 Mrd. mit dem Internet verbundenen Geräten im Jahre 2020 aus, d. h. eine Größenordnung von mehr mit dem Internet verbundenen Geräte als Menschen.¹¹

Das Internet der Dinge wird nicht nur als einer der wesentlichen Zukunftsmärkte gesehen, es wird vielmehr dazu führen, dass die virtuelle (digitale) Welt und die reale Welt über mehrwertgenerierende Anwendungen miteinander verschmelzen. Dies wird sich über alle Anwendungs- und Lebensbereiche hinweg erstrecken, wie bspw. der vollständigen Hausautomatisierung, der intelligenten, vernetzten Fabrik (Industrie 4.0), der Telemedizin oder auch der künftigen Mobilität (z. B. Autonomes Fahren), um nur einige wenige Beispiele aufzuzählen. Vernetzte, dezentrale Sensoren zur Datengenerierung, Zustandsbeschreibung und Regelkreisbildung sind die Schlüsselbausteine im Internet der Dinge, wobei eine effektive und effiziente Datenerfassung und Weiterverarbeitung vermehrt eingefordert werden wird.

Die Autoren haben ein universelles System, bestehend aus einer intelligenten Sensoreinheit und einem Cloud-Sensormanagement, entwickelt, welches es erlaubt, kostengünstig und zweckbezogen mobile Sensoren für unterschiedlichste Anwendungsfälle zu konfigurieren. Ein Anwendungsbeispiel hierfür ist das Ausbringen von Sensoren in die Land- und Forstwirtschaft, um dezentral Umweltdaten wie Bodenfeuchtigkeit, pH-Wert und Temperatur zu erfassen, aber ebenso komplexere Daten wie bspw. den Reifegrad der angebauten Agrarprodukte. Die beliebig in Form eines „Baukastenprinzips“ zusammenstellbaren Sensoren arbeiten vollständig autonom, kommunizieren über Mobilfunk bzw. in Near-Distance-Anwendungen auch über Technologien wie Bluetooth und Wireless Local Area Network (WLAN). Die Hardware wird ausschließlich über die zugehörige Serverplattform administriert. Sowohl die sensorseitige Kalibrierung und das Datentransfer- und Energiemanagement als auch analytische Anwendungen zur Daten(vor)auswertung werden über die Cloud-Management-Plattform vorgenommen. Von Letzterer aus können die erfassten und aufbereiteten Daten über offene Schnittstellen im push- und pull-Betrieb komplexeren Systemen zur Weiterverarbeitung zugeführt werden. Zur Energieversorgung der Sensoren wird u. a. eine Solar-/Akku-Kombination eingesetzt. Das cyber-physikalische System sorgt ebenfalls dafür, dass die Anforderungen der Datenerfassungsrate mit der (jahreszeitbedingten)

¹¹ Die vorgenannten Zahlen repräsentieren nach eigenen Recherchen den Median an veröffentlichten Schätzungen zur heutigen und künftigen Nutzung des Internets.

verfügbaren Energiekapazität abgeglichen wird und somit sichergestellt wird, dass ein kontinuierlicher, ggf. zeitintervallgesteuerter Betrieb gewährleistet ist.

Die Autoren beschreiben Architektur, Aufbau und exemplarisch zwei Anwendungsfälle des gesamten Sensorsystems (intelligente Sensoreinheiten inkl. der Cloud-basierten Managementplattform).

1 Intelligente Sensoreinheiten

Intelligente Sensoreinheiten (zu engl. Smart Sensors) sind Teilnehmer des Internets der Dinge, die mit Sensorik bspw. zur Messung physikalischer Größen ausgestattet sind und autonom Parameter ihrer Umgebung erfassen, diese selbstständig (vor)verarbeiten, untereinander kommunizieren und die Daten an Server im Internet übertragen. Es ist hierzu keine direkte Mensch-Maschine-Kommunikation zwischen dem Benutzer und der Sensorhardware erforderlich. Am Beispiel der hier vorgestellten Lösung erfolgt die Bedienung der Smart Sensors ausschließlich über die Cloud.

Die Sensordaten werden über Software-as-a-Service- (SaaS)- bzw. Sensors-as-a-Service- (SeaS)-Dienste bereitgestellt und sind überall auf der Welt abrufbar. Zudem kann sich der Benutzer mobil über sein Smartphone oder Tabletcomputer über bestimmte Sensorwerte gemäß frei wählbarer Regeln informieren lassen. Der Anwender muss somit erst beim Eintritt eines bestimmten Ereignisses aktiv werden. Die kontinuierliche Überwachung der Werte basierend auf frei definierbaren Regelwerken übernimmt die Intelligenz der Smart Sensors.

2 Sensors-as-a-Service (SeaS)

Sensors-as-a-Service (SeaS) bilden die Brücke zwischen dem Internet der Dinge und Cloud-Computing (vgl. [TuWi14]). Hierbei kommuniziert Sensorhardware mit Software-Schnittstellen, die durch SaaS bereitgestellt werden. Die gesammelten Sensordaten werden dem Benutzer als Dienst auf Abruf (zu engl. on demand) bereitgestellt. Die Daten müssen nicht ausschließlich durch speziell zugeschnittene Hardware geliefert werden. Smartphones und moderne Fahrzeuge liefern heute bereits Sensorwerte an Cloud-basierte Dienste, die anderen Teilnehmern, z. B. zur Stauumfahrung, bereitgestellt werden. Die hier vorgestellte Sensorlösung stellt eine Möglichkeit der Implementierung von SeaS mit eigener Hard- und Software dar. Beim SeaS-Ansatz kann der Benutzer die Standorte der Smart Sensors frei wählen und die Sensordaten über den Dienst aus der Cloud beziehen. Der Betreiber der Lösung ist hierbei für die Aufstellung und Wartung der Hardware verantwortlich.

3 Anforderungen

Im Folgenden werden die funktionalen und nichtfunktionalen Anforderungen an das Gesamtsystem beschrieben.

3.1 Funktionale Anforderungen

3.1.1 Bereitstellung der Software

Die Sensoreinheiten sollen vollständig aus der Cloud bedient werden können, sodass der Benutzer keinerlei Einstellungen vor Ort an den Geräten nach einer initialen Konfiguration vornehmen muss. Die zugehörige Software soll via SaaS als Web-Client bereitgestellt werden.

3.1.2 Verwaltung der Sensoreinheiten

Die Bedienoberfläche soll die Verwaltung mehrerer Sensoreinheiten eines Benutzers ermöglichen. Diese sollen hierzu in einer Übersicht zur Auswahl angeboten werden.

3.1.3 Darstellung der Daten

Die Sensorwerte sollen tabellarisch sowie visuell in einem Graphen dargestellt werden. Die Tabellen sollen sortierbar sein und eine Schaltfläche zum Löschen einzelner Sensorwerte bieten.

3.1.4 Anpassbare Verhaltensregeln

Der Benutzer soll Verhaltensregeln für das Energiemanagement sowie zugehörige Systemparameter über die Bedienoberfläche verändern können.

3.1.5 Definition von Systemaufgaben

Die Software der Smart Sensors soll via Over-the-Air- (OTA)-Aktualisierung¹² um Systemaufgaben erweiterbar sein. Diese sollen mittels JavaScript-Code über eine in die grafische Bedienoberfläche der Sensorlösung integrierte Entwicklungsumgebung implementiert werden können. Der zugehörige Code-Editor soll eine farbliche Hervorhebung des Codes vornehmen und Syntaxfehler anzeigen.

3.1.6 Zeitplanung der Systemaufgaben

Die Zeiten und Intervalle zur Durchführung von Systemaufgaben der Sensoreinheiten sollen durch den Benutzer in der Software frei definiert werden können.

3.1.7 Mobile Anwendung

Zusätzlich zu den genannten Anforderungen sollen die Sensordaten aller Sensoreinheiten eines Benutzers über eine plattformunabhängige mobile Anwendung eingesehen werden können. Den Benutzern sollen die Daten dort in der gleichen Form bereitgestellt werden, wie im Web-Client. Zudem sollen Regeln zur Überwachung der eingehenden Werte erstellt werden können. Wenn eine festgelegte Regel greift, dann soll der Anwender über Push-Notification-Dienste darüber informiert werden. Die mobile Anwendung soll mindestens auf den mobilen Betriebssystemen Apple iOS und Google Android lauffähig sein.

3.2 Nichtfunktionale Anforderungen

3.2.1 Autonomer Betrieb

Das System soll autonom nach einer initialen Konfiguration ohne ein erforderliches Eingreifen durch den Benutzer arbeiten.

¹² Over-the-Air- (OTA)-Aktualisierung beschreibt die drahtlose Aktualisierung der Firma der Sensoreinheiten aus der Ferne.

3.2.2 *Austauschbare Sensorik*

Die an die Sensoreinheit angeschlossene Sensorik soll austauschbar sein. Der Benutzer soll aus einem Katalog unterstützter Sensoren wählen und diese eigenständig konnektieren können.

3.2.3 *Energieversorgung*

Die zur Lösung zugehörige Hardware soll sowohl über eine Solarzelle und einen Akkumulator als auch über ein Netzteil betrieben werden können.

3.2.4 *Hohe Robustheit des Gesamtsystems*

Im Fehlerfall sowie im Falle eines unerwarteten Energieverlustes soll die Hard- und Software bei einem Wiederanlauf eigenständig den Betrieb fortsetzen können.

3.2.5 *Komponentenbasierter Ansatz*

Der Aufbau der Hardware soll auf einem komponentenbasierten Ansatz basieren, bei dem kostengünstige Standardkomponenten verwendet werden. Die zu entwickelnde Software soll ebenfalls diesem Ansatz folgen und eine hohe Wart- und Erweiterbarkeit und somit auch Nachhaltigkeit aufweisen. Die eingesetzten Komponenten sollen ersetzt werden können, ohne dass weite Teile des Systems angepasst werden müssen, sofern die gleichen Schnittstellen zum Einsatz kommen.

3.2.6 *Austauschbares Kommunikationsmodul*

Das Kommunikationsmodul der Sensoreinheit soll austauschbar sein. Mindestens sollen Wireless Local Area Network (WLAN) und Global Packet Radio Service (GPRS) zur Machine-to-Machine- (M2M)-Kommunikation¹³ eingesetzt werden können.

3.2.7 *Gute Bedienbarkeit der Benutzeroberflächen*

Alle Bedienoberflächen der Lösung sollen eine intuitive Bedienbarkeit sicherstellen. Der Benutzer soll, ohne zuvor eine Bedienungsanleitung lesen zu müssen, dazu in der Lage sein, die Grundfunktionen des Systems zu nutzen.

4 **Technologien**

Im folgenden Abschnitt wird die in der Lösung eingesetzte Komposition von Technologien vorgestellt. Tabelle 1 enthält eine Übersicht über die nachfolgend beschriebenen Technologien und ihren Einsatzbereichen im implementierten System. Die Gesamtlösung ist in der Programmiersprache JavaScript implementiert. Auf den Sensoreinheiten wird der JavaScript-Interpreter Espruino mit der zugehörigen Hardware zur Ausführung der Firmware eingesetzt.

¹³ Machine to Machine (M2M) beschreibt die Kommunikation zwischen Endgeräten auf direktem Wege oder über einen zentralen Knotenpunkt.

Technologie	Sensoreinheit	Web-Client	Mobile App	Backend
JavaScript	X	X	X	X
REST	X	X	X	X
Espruino	X			
AngularJS		X	X	
Ionic			X	
Cordova			X	
Bootstrap		X		
Node.js				X
LoopBack				X
MongoDB				X
Push-Notifications			X	X

Tabelle 1: Eingesetzte Technologien

Der Web-Client als auch die mobile App basieren auf AngularJS. Dies ist ein von Google unterstütztes, strukturelles Open-Source-Framework zur Entwicklung clientseitiger, dynamischer Single-Page-Anwendungen auf Basis von JavaScript und der Hypertext Markup Language Version 5 (HTML5) (vgl. [Goog16]). Das Framework ermöglicht eine zentrale plattformübergreifende Implementierung der Businesslogik aller Client-Applikationen. Die grafischen Bedienelemente werden über Cascading Stylesheets (CSS) realisiert. Im Web-Client wird hierfür das vom Unternehmen Twitter bereitgestellte Open-Source-Framework Bootstrap verwendet.

Die Implementierung der mobilen App setzt auf das Framework Ionic auf. Dies ist ein Open-Source-Framework zur Entwicklung plattformunabhängiger mobiler Applikationen auf Basis von HTML5 und CSS. Das Framework konzentriert sich auf die Entwicklung der Bedienoberflächen der Anwendungen. Es stellt hierzu grafische Elemente, wie z. B. Titelleisten, Ikonen, Schaltflächen und weitere Komponenten bereit, die zur Gestaltung der Bedienoberfläche verwendet werden können. Der strukturelle Aufbau sowie die Implementierung der Businesslogik erfolgt mit AngularJS. (Vgl. [Drif16])

Die Bereitstellung der Anwendung für unterstützte mobile Betriebssysteme erfolgt über das Cordova-Framework. Cordova ist ein von der Apache Foundation bereitgestelltes Open-Source-Framework zur Entwicklung hybrider, mobiler, plattformunabhängiger Anwendungen auf Basis von HTML5, CSS und JavaScript. Das Framework stellt Bibliotheken zur Erzeugung einer nativen Wrapper-Applikation (Applikationshülle) zur Verfügung, die den eingebetteten plattformunabhängigen HTML- und JavaScript-Code der Anwendung interpretiert und die Inhalte in einer Web-View ausführt. (Vgl. [Apac16])

Das Backend der Applikation wird serverseitig durch Node.js bereitgestellt. Node.js ist eine auf der Chrome V8 JavaScript Engine basierende Open-Source-Plattform zur Entwicklung von hochskalierbaren, performanten, leichtgewichtigen Server-Applikationen (vgl. [Joye16]). Die Architektur der Sensorlösung folgt den Prinzipien des Representational State Transfer (REST)-Architekturstils für verteilte Systeme (vgl. [Fiel00]). Die Kommunikation aller beteiligten Subsysteme erfolgt über das Hypertext Transfer Protocol (HTTP). Zur Umsetzung des REST-Service wird das LoopBack-Framework eingesetzt. LoopBack ist ein Open-Source-Framework für Node.js zur Entwicklung von APIs auf Basis des REST-Architekturstils (vgl. [Stro16]).

Als Datenbankmanagementsystem (DBMS) kommt MongoDB zum Einsatz. Zur Benachrichtigung mobiler Endgeräte über Statusänderungen einzelner Sensoreinheiten werden Push-Notifikations-Dienste¹⁴ verwendet.

4.1 Espruino

Espruino ist ein Open-Source JavaScript-Interpreter für Mikrocontroller. Dieser erfüllt den ECMA-262-Standard Version 5 (vgl. [ECMA11]) zu 95 Prozent. Reguläre Ausdrücke sowie Unicode Unterstützung sind derzeit nicht implementiert. Die aktuelle Version des Interpreters unterstützt Mikrocontroller mit mindestens 8kB Random Access Memory (RAM) und 256kB Flash-Speicher (vgl. [Pur16a]). Zudem existieren speziell für die Verwendung von Espruino angepasste Mikrocontroller-Boards gleichen Namens (vgl. [Pur16b]). Hier wird das Espruino-Pico-Board mit dem zugehörigen JavaScript-Interpreter zur Entwicklung der Hard- und Software der Sensoreinheiten eingesetzt. Es umfasst 22 General Purpose Input Output (GPIO)-Pins. Alle Eingänge sind 5V tolerant. Der Stromverbrauch beträgt im Ruhezustand weniger als 0.05mA. Ein Onboard-Feldeffekttransistor (FET) kann zur Schaltung höherer Ausgangsspannungen eingesetzt werden. Die Programmierung erfolgt über den integrierten USB-Typ-A-Konnektor. (Vgl. [Pur16c]).

Die Plattform ermöglicht die Verwendung der Programmiersprache JavaScript zur Programmierung des Mikrocontrollers. Der Einsatz einer Skriptsprache erlaubt dynamisches Laden und Manipulieren von Code auf dem Chip zur Laufzeit. Diese Fähigkeit beschleunigt zudem den Prozess der Fehlerbehebung (Debugging), da die Firmware nicht erneut komplett übersetzt und auf den Mikrocontroller transferiert werden muss. In der Espruino-Entwicklungsumgebung kann der im Speicher befindliche Code zum Debugging via Universal-Serial-Bus- (USB)-Schnittstelle über eine Konsole zur Laufzeit manipuliert werden. Zudem ist eine Aktualisierung und Erweiterung der Software via OTA-Aktualisierung möglich, ohne dass der Mikrocontroller neu gestartet werden muss. Hierbei kann die Software der Sensoreinheiten zur Laufzeit aus der Ferne um Systemaufgaben erweitert werden. Des Weiteren ist eine Auslagerung von Code auf externen Speichermedien, wie z.B. Secure-Digital-(SD)-Karten möglich. Zudem verfügen die Sprache JavaScript und die Espruino-Plattform über integrierte Standard-Bibliotheken zur Nutzung der JavaScript Object Notation (JSON) und dem Hypertext Transfer Protocol (HTTP). Dies vereinfacht die Anbindung des REST-basierten Datenendpunktes in der Cloud.

4.2 Konzept

Die Software zur Bedienung der Sensoreinheiten wird via SaaS über Server in der Cloud bereitgestellt. Die Smart Sensors übertragen ihre Sensordaten durch M2M-Kommunikation an Cloud-basierte Dienste und beziehen zugleich Instruktionen zu ihrem individuellen Verhalten von dort. Der Anwender ist somit in der Lage, seine Sensoreinheiten von einem beliebigen Standort der Welt anzusteuern, sofern eine Internetverbindung vorhanden ist. Die notwendige Software bezieht er über einen Webbrowser aus der Cloud. Abbildung 1 verbildlicht das Konzept, das zudem als SeaS-Dienst implementiert werden kann.

¹⁴ Die Lösung unterstützt den Apple Push Notification Service (APNS) und Google Cloud Messaging (GCM).

5 Architektur der Sensorlösung

Das System unterliegt einer komponentenbasierten Architektur mit loser Kopplung, d. h. die jeweiligen Komponenten können, wie in den Anforderungen spezifiziert, ausgetauscht werden, ohne dass große Veränderungen im Code erforderlich sind. Das Architekturmodell wird in Abbildung 2 dargestellt. Es lässt sich in die nachfolgend beschriebenen fünf Kategorien von Komponenten einteilen.

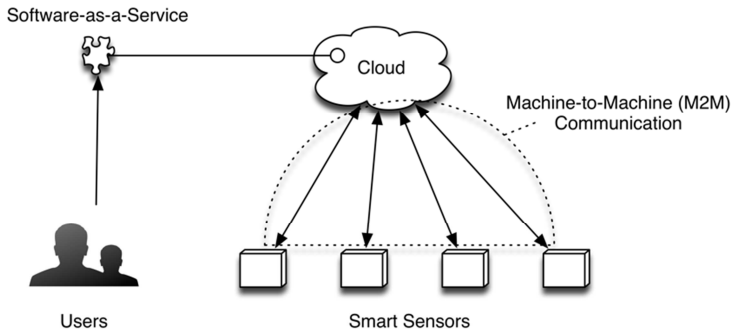


Abbildung 1: Smart Sensors in der Cloud

5.1 Hardware-Komponenten

Die Sensoreinheit setzt sich aus einem Mikrocontroller-Board, einer Energiequelle sowie aus einem Sensor- und einem Kommunikationsmodul zusammen. Sowohl das Modul zur Energieversorgung als auch der Sensor und das Kommunikationsmodul sind austauschbar. Der Sensor kann durch den Benutzer selbst ausgetauscht werden. Alle anderen Module können ausschließlich durch den Hersteller der Sensoreinheit ausgewechselt werden. Die Kommunikation findet über das Kommunikationsmodul unter Verwendung des auf dem Internet-Protocol- (IP)-basierten Übertragungsprotokolls HTTP mit einem REST-basierten Datenendpunkt in der Cloud statt.

5.2 Firmware-Komponenten

Die auf den Smart Sensors befindliche Firmware besteht aus einem globalen Key-Value-Store, der sogenannten State-Komponente sowie einer Komponente zur Energieverwaltung, einer Komponente zur Sensorsteuerung, einer Komponente zur zeitlichen Steuerung von Systemaufgaben, einer weiteren Komponente zur Kommunikation, einem Konnektor zur Programmierschnittstelle (zu engl. Application Programming Interface, kurz: API) des Datenendpunktes in der Cloud und einer Komponente, welche die Businesslogik des Systems enthält. Letztere steuert alle genannten Komponenten basierend auf einem veränderbaren Regelwerk. Die Firmware-Komponenten sind in der Programmiersprache JavaScript implementiert.

5.3 Backend-Komponenten

Das Applikationsbackend umfasst das gesamte Datenmodell der Anwendung, Access-Control-Lists (ACLs) zur Festlegung der rollenbasierten Zugriffsrechte, Datenquellen, den REST-Service und Middlewares. Das Datenmodell wird mittels Konnektoren mit den Datenquellen verknüpft. Als Middlewares werden eine Komponente zur Analyse der Sensordaten und zur Versendung von Push-Notifications sowie eine Komponente zur Optimierung von

JavaScript-Code implementiert. Zur Implementierung der Backend-Komponenten wird das LoopBack-Framework verwendet.

5.4 Frontend-Komponenten

Frontend-Komponenten finden sich sowohl im Web-Client als auch in der mobilen Applikation wieder. Sie basieren auf dem AngularJS-Framework und umfassen die grafische Benutzeroberfläche in Form von separaten Views, das Datenmodell, einen Client zur Registrierung für Push-Notification-Dienste, einen lokalen persistenten Key-Value-Store zur Speicherung von Einstellungen sowie einen Konnektor zum Datenendpunkt in der Cloud.

5.5 Datenbankmanagementsystem (DBMS)

Das DBMS (hier MongoDB) ermöglicht die Persistierung des Datenmodells der Sensorlösung in einer Datenbank und beinhaltet u. a. Mechanismen zur Transaktions- und Synchronisationskontrolle konkurrierender Zugriffe.

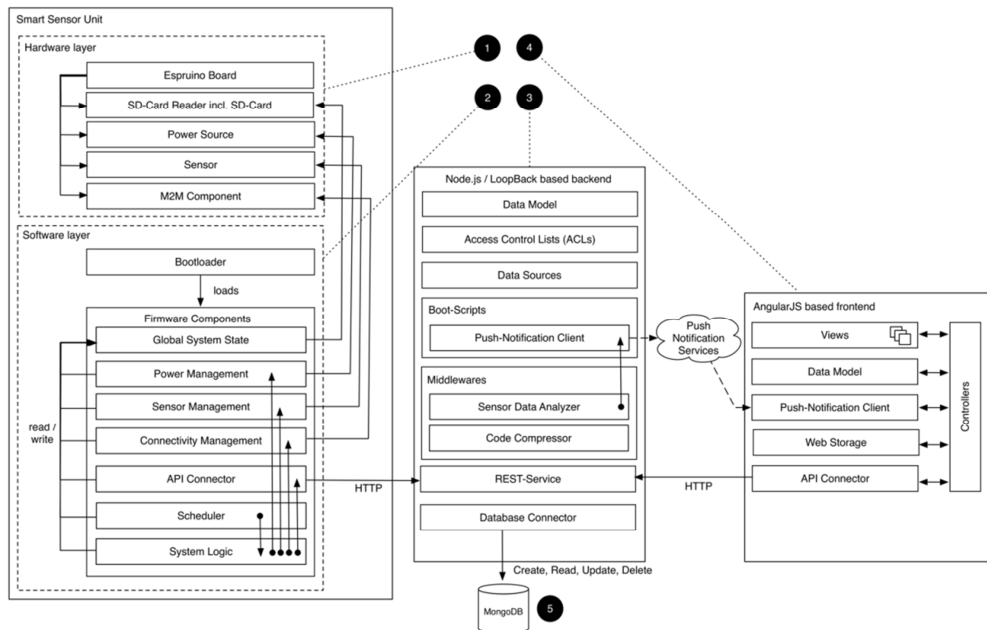


Abbildung 2: Architektur der Sensorlösung

5.6 Implementierung

5.6.1 Hardware

Es wurde ein universeller Konnektor zur Verbindung unterstützter Sensoren entwickelt. Abbildung 3 stellt dessen Ein- und Ausgänge schematisch dar. Diese werden im Folgenden beschrieben.

- *Pin 1 (SDA)* kann als serielle Datenleitung (zu engl. Serial Data, kurz: SDA) oder als GPIO-Kanal eingesetzt werden.
- *Pin 2 (SCL)* kann zur Übertragung eines Taktsignals zur seriellen Datenübertragung als sogenannte Serial Clock Line (SCL) dienen oder als GPIO-Kanal genutzt werden.
- *Pin 3 (V+)* liefert eine positive Versorgungsspannung von 5 V.
- *Pin 4 (GPIO)* dient ausschließlich als GPIO-Kanal.

- *Pin 5 (GND)* liegt auf Masse (zu engl. Ground, kurz: GND).

Sensoren können u. a. über die folgenden Wege durch den universellen Anschluss mit dem System verbunden werden:

- Nutzung der Pins 1, 2 und 4 als GPIO-Kanal
- Anbindung über I²C-Bus über die Pins 1 und 2
- Anbindung über 1-Wire unter Verwendung von Pin 1, 2 oder 4

Die Ansteuerung des angeschlossenen Sensors erfolgt durch die auf der SD-Karte befindlichen Treiber. Diese können mittels OTA-Aktualisierung über eine Systemaufgabe aus der Ferne eingespielt werden. Die Sensorlösung wurde mit Sensoren der Typen DHT11 und DS18B20 getestet (siehe hierzu [DRob10] und [Maxi15]). Letzterer wird für den Prototyp der Smart Sensors eingesetzt.

Der Betrieb bestimmter Sensoren, dazu gehört auch der verwendete Temperatursensor, erfordert das Vorhandensein sogenannter Pull-Up-Widerstände an den digitalen Ausgängen. Hierdurch werden die entsprechenden Leitungen auf high gezogen, um einen definierten Zustand sicherzustellen. Zum Betrieb des DS18B20-Sensors wird hierzu ein 4,7kΩ Widerstand zwischen Pin 3 (V₊) und Pin 4 (GPIO) eingesetzt. Der Widerstand ist in den Steckverbinder des Sensors, dem Gegenstück zum universellen Konnektor, integriert. Die Ansteuerung erfolgt via 1-Wire.

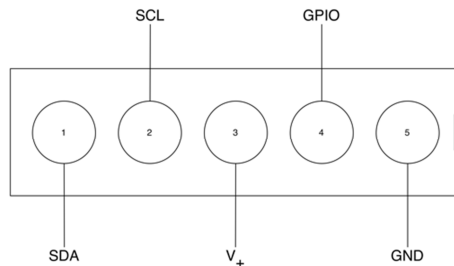


Abbildung 3: Universeller Konnektor

Die Sensorlösung kann zum Aufbau einer Internetverbindung die Technologien WLAN oder GPRS einsetzen. Die beiden Varianten unterscheiden sich lediglich durch den Einsatz verschiedener Kommunikationsmodule. Die WLAN-Variante setzt ein ESP8266-Modul zum Verbindungsaufbau ein (siehe hierzu [ITEA15]). In der GPRS-Variante wird ein SIM900A-Modul verwendet (siehe hierzu [ITEA11]).

5.6.2 Software

Die Firmware der Smart Sensors unterliegt einer ereignisgesteuerten Architektur, in der die Interaktion der Komponenten durch den Eintritt von Ereignissen (zu engl. Events) gesteuert wird. Die Kommunikation erfolgt ausschließlich über das Auslösen ebensolcher Ereignisse oder durch die Manipulation von Schlüssel-Wert-Paaren. Endet ein Schlüssel mit einem Fragezeichen-Symbol, handelt es sich hierbei um eine asynchrone Anfrage eines Wertes. Dieser wird von der jeweilig zuständigen Komponente erfasst und durch das Auslösen eines neuen Ereignisses kommuniziert. Der ereignisbasierte Ansatz ermöglicht eine asynchrone Abarbeitung von Code und erlaubt der Sensoreinheit stets ansprechbar zu bleiben. Fällt das System aufgrund mangelnder Energieversorgung aus, kann der letzte valide Systemzustand aus dem persistenten Speicher durch die State-Komponente wiederhergestellt werden. Zudem wird durch die beschriebene Architektur eine lose Kopplung der eingesetzten Kom-

ponenten erreicht, die einen Austausch einzelner Bausteine sowie deren Erweiterung begünstigt.

Die Software der Sensoreinheiten umfasst zudem ein fest integriertes minimalistisches Regelwerk zur Erhaltung der Stabilität des Systems. Das restliche Verhalten kann durch den Benutzer modelliert werden. Hierzu können eigene Regeln angelegt bzw. vordefinierte Verhaltensmuster angepasst werden. Regeln beschreiben einen bedingten Zustandsübergang des Systems, d.h. eine Menge von Schlüssel-Wert-Paaren, eine Prädikatfunktion sowie einen neuen Zustand. Die Funktion erhält die Werte aller im betrachteten Zustand befindlichen Schlüssel-Wert-Paare und wertet diese aus. Erfüllen die betrachteten Werte das Prädikat, findet ein Übergang zum neuen Zustand statt. Die Prädikatfunktion kann gemäß dem Konzept frei definiert werden. Die Möglichkeit der Anpassung von Verhaltensregeln der Sensoreinheiten räumt dem Benutzer die maximale Flexibilität der Konfiguration seiner Endgeräte ein. Zudem kann der Hersteller eines Smart Sensors Probleme nach der Auslieferung durch eine Anpassung der Software aus der Ferne lösen und etwaige Fehler beheben.

Des Weiteren ermöglicht die Lösung eine entfernte Ausführung von JavaScript-Code, der in einer Entwicklungsumgebung im Web-Client in der Cloud eingegeben werden kann. Der Code wird asynchron von den Sensoreinheiten vom Datenendpunkt in der Cloud geladen. Der Zeitpunkt des Herunterladens sowie die Ausführung des Codes, kann durch den Benutzer im frei konfigurierbaren Zeitplan der Sensoreinheiten festgelegt werden. Diese Möglichkeit des OTA-Updates erlaubt eine Aktualisierung der Firmware der Sensorlösung durch den Hersteller aus der Ferne sowie die Erweiterung der Funktionalität durch den Benutzer selbst. Die frei definierbaren Softwaremodule können wiederum auch auf Zustandsübergänge im System reagieren und eigene Schlüssel-Wert-Paare definieren, die auf dem externen Speichermedium persistiert werden. Mit dieser Funktionalität lässt sich die Software der Smart Sensors ohne die Notwendigkeit eines physischen Eingriffs vor Ort erweitern.

6 Fazit

Die vorgestellte Sensorlösung leistet einen Beitrag zur Umsetzung des Internets der Dinge. Das Ergebnis sind hochwertige, kostengünstige, intelligente Sensoreinheiten, die mit einem zugehörigen Sensormanagementsystem in der Cloud ausgestattet sind. Die vorgestellte Lösung ist zudem flexibel einsetzbar und bietet mitunter eine hohe Wart- und Erweiterbarkeit. Der Verwendung der Sensoreinheiten sind keine Grenzen gesetzt. Sie werden von ihren Benutzern als intelligente Gegenstände wahrgenommen, deren vordergründige Aufgabe die Bereitstellung von Umgebungsparametern beliebiger Standorte über die Cloud ist. Wird die Lösung als SeaS-Dienst bereitgestellt, wählen die Nutzer lediglich den Standort sowie die entsprechende Sensorik aus einem Katalog aus und haben keinen physikalischen Zugriff auf den Gegenstand als solchen. Aus der Sicht des Benutzers ist die SeaS-Variante somit vollständig Cloud-basiert und unter großer Skalierung, d. h. bei einer hohen Dichte von Sensoren, sogar möglicherweise ubiquitär.

Die Offenheit des vorgestellten Konzepts eröffnet vielfältige Erweiterungs- und Einsatzmöglichkeiten des implementierten Systems. Mehrere Sensoreinheiten könnten zukünftig zu einem Sensornetz zusammengeschlossen werden, bei dem alle Teilnehmer miteinander über ein Ad-Hoc-Netzwerk, z. B. über Bluetooth Low Energy (BLE), miteinander kommunizieren. Lediglich ein einziger Teilnehmer nimmt hier die Masterrolle ein und überträgt die

gemeinsam erfassten Daten gebündelt an die Server in der Cloud. Diese Rolle könnte immer derjenige Teilnehmer einnehmen, dem am meisten Energie zur Verfügung steht. Dieses Vorgehen ermöglicht eine signifikante Einsparung von Energie bei allen Teilnehmern und erlaubt eine großflächige Erfassung von Sensordaten. Die hohe Erweiterbarkeit der Lösung erlaubt die Erweiterung des Systems um ein Bluetooth-Modul sowie die Implementierung einer zugehörigen Firmware-Komponente, ohne dass große Anpassungen der anderen Komponenten erforderlich sind.

Eine weitere Zukunftsperspektive der Lösung ist der Betrieb als kommerzielle SeaS- Lösung. In einem Onlineshop könnte der Kunde beliebige Sensoreinheiten konfigurieren und den Aufstellort frei wählen. Die Sensoren werden vom Betreiber individuell, vollständig automatisiert gefertigt und vorkonfiguriert im System hinterlegt und am gewünschten Standort bereitgestellt. Auch ein kollaborativer Ansatz ist denkbar, bei dem sich Benutzer Sensoreinheiten teilen. Die Konfiguration und Wartung wird hier vom Betreiber selbst vorgenommen und es werden lediglich Sensordaten ausgeliefert. Diese Möglichkeit lässt sich mit geringfügigen Anpassungen der Bedienoberfläche sowie der Entwicklung eines Onlineshops und eines Konfigurators ermöglichen.

Gleichwohl kann die Lösung ohne notwendige Anpassungen in diversen Bereichen eingesetzt werden. Beispielsweise können landwirtschaftliche Betriebe die Beschaffenheit ihrer Ackerflächen überwachen und sich automatisch über Veränderungen durch ihre mobilen Geräte informieren lassen. Eine weitere Einsatzmöglichkeit ist eine kontinuierliche Messung der Wasserqualität von Badeseen. Derzeit müssen die Daten manuell vor Ort durch zuständiges Personal erhoben werden. Dies könnte zukünftig durch den Einsatz der Sensoreinheiten automatisch erfolgen. Die Daten könnten hier über das API der Sensorlösung bereitgestellt und in anderen Anwendungen zur weiteren Verarbeitung genutzt werden. Weitere Einsatzmöglichkeiten sind die Überwachung der Schadstoffbelastung von Naturgebieten oder die Implementierung eines Frühwarnsystems für Waldbrände für Gebiete mit einem trockenen Klima.

Literaturverzeichnis

- [Apac16] Apache Software Foundation: Cordova - Overview. 2016, <https://cordova.apache.org/docs/en/latest/guide/overview/>. Abruf am 2016-04-07
- [Drif16] Drifty: Ionic: Advanced HTML5 Hybrid Mobile App Framework. 2016, <http://www.ionicframework.com>. Abruf am 2016-04-07
- [DRob10] D-Robotics UK: DHT11 Humidity & Temperature Sensor. 2010, <http://www.micropik.com/PDF/dht11.pdf>. Abruf am 2016-03-30
- [ECMA11]. ECMA International: Standard ECMA-262 - ECMAScript Language Specification, 2011.
- [Fiel00] Fielding, R.: Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures. University of California, Irvine, 2000, Kap. 5.
- [Goog16] Google: AngularJS - Superheroic JavaScript MVW Framework. 2016, <https://angularjs.org/>. Abruf am 2016-04-07
- [ITEA11]. ITEAD Studio: GPRS Module - SIM900 GSM/GPRS Module. 2011, ftp://imall.iteadstudio.com/Modules/IM120525010_SIM900_module/DS_IM120525010_GPRS_Module.pdf. Abruf am 2016-03-30

- [ITEA15] ITEAD Studio: ESP8266. 2015:
http://wiki.iteadstudio.com/index.php?title=ESP8266_Serial_WIFI_Module&oldid=3381.
 Abruf am 2016-03-30
- [Joye16] Joyent: Node.js. 2016, <https://nodejs.org/>. Abruf am 2016-04-07
- [Maxi15] Maxim Integrated Products: DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer. 2015, <http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>. Abruf am 2016-03-30
- [Pur16a]. Pur3 Ltd.: Espruino JavaScript for Microcontrollers. 2016, <https://github.com/espruino/Espruino/blob/master/README.md>. Abruf am 2016-03-06
- [Pur16b]. Pur3 Ltd.: Espruino JavaScript for Microcontrollers. URL: <http://www.espruino.com>. Abruf am 2016-03-30
- [Pur16c]. Pur3 Ltd.: Espruino - Pico. URL: <http://www.espruino.com/pico/>. Abruf am 2016-03-30
- [Stro16] StrongLoop: LoopBack. 2016, <http://loopback.io/>. Abruf am 2016-04-07
- [TuWi14] Tu, W.: Sensors as a Service on the Internet of Things (white paper). 2014, <http://community.arm.com/servlet/JiveServlet/previewBody/8154-102-1-13362/Sensors%20as%20a%20Service%20on%20the%20Internet%20of%20Things%20OWP.pdf>. Abruf am 2016-03-30

Kontakt

Tobias Schwalm, M. Sc.
 Technische Hochschule Mittelhessen, Fachbereich MNI
 Wiesenstraße 14, 35390 Gießen
mail@t-schwalm.de

Prof. Dr. Martin Przewloka
 GFFT Technologies GmbH
 Niddastraße 6, 61118 Bad Vilbel
martin.przewloka@gfft-technologies.de

Indoor-Navigation mit iBeacons in komplexen Gebäudestrukturen

Martin Przewloka, Felix Schmidt

1 Einleitung

Satellitengestützte Positionsbestimmungssysteme sind heute aus der Wirtschaft, aber auch aus dem privaten Leben nicht mehr wegdenkbar. Diese Systeme erreichen mittlerweile in der Positionsbestimmung Genauigkeiten von deutlich unter einem Meter; spezielle Anwendungen stoßen sogar in den cm-Bereich vor. Allerdings sind diese Systeme nicht für die Ortsbestimmung innerhalb von Gebäuden einsetzbar, da in diesen Infrastrukturen aufgrund physikalischer Limitierungen keine Satellitenverbindung aufgebaut werden kann. Es sind die unterschiedlichsten, nicht satellitengestützten Verfahren in den verschiedenartigsten Ausprägungen getestet und entwickelt worden, wie beispielsweise die Navigation über eine 3-dimensionale Bild- bzw. Markererkennung und daraus abgeleitete Ortsbestimmung der Kamera oder die geometrische Triangulation/Trilateration mittels eines Verbunds aus WIFI-Routern. Allerdings hat sich bis heute keine einheitliche und zudem kostengünstige Lösung für die sogenannte *Indoor-Navigation* durchsetzen können.

Das Unternehmen Apple hat unter den Stichworten „*new location awareness*“ bzw. iBeacons stromsparende und sehr kostengünstige Sender¹⁵ in den Markt gebracht, die in einem gepulsten Verfahren kontinuierlich eine eindeutige Kodierung (ID bzw. UUID) versenden. Mittels eines geeigneten Empfängers (wie bspw. einem Smartphone) kann die gesendete Zeichenkette empfangen werden (Reichweite einige Meter) und über eine mit der ID verknüpfte Lokationsinformation festgestellt werden, ob man sich in einer bestimmten Umgebung des iBeacon-Senders befindet. Die zusätzlich gemessene Signalstärke erlaubt dazu eine grobe, radiale Entfernungsmessung. Versieht man nun Räume oder Gebäude mit einer größeren Anzahl an iBeacons, so sollte es möglich sein, über geeignete Verfahren, wie bspw. der Trilateration, eine sehr preisgünstige Positionsbestimmung vorzunehmen.

Das Navigieren durch komplexe, unbekannte Gebäudestrukturen stellt Menschen immer wieder vor Herausforderungen. Krankenhäuser und Kliniken zeichnen sich hierdurch besonders aus, sodass es nahe lag, ein iBeacon-basiertes Indoor-Navigationssystem zu entwickeln und in einem Feldversuch zu testen.

2 iBeacons: technologische Randbedingungen

iBeacons sind hinsichtlich Anschaffungs- und Betriebskosten optimierte Sendeeinheiten, die den Bluetooth-Low-Energy-Standard nutzen und somit im 2.4GHz-Band senden (siehe bspw. [Hey12]). Die iBeacons, im folgenden auch Advertiser genannt, senden in festgelegten Intervallen, variiert um einen zeitlichen Zufälligkeitwert zur Eliminierung von Interferenzen, ein Datenpaket aus, welches im Wesentlichen aus einer eindeutigen Kennung (UUID)

¹⁵ iBeacons nutzen Bluetooth Low Energy (BLE) für den Sendebetrieb. Die Kaufpreise liegen bereits heute bei hohen Stückzahlen unter 10€ pro Einheit

und einer Feldstärkeinformation des Advertisers besteht¹⁶. Der Empfänger, auch Scanner genannt, empfängt diese Kennung und Feldstärkeinformation und kann hieraus relative, aber bei bekannten physikalischen Randbedingungen und einer hiermit verbundenen Kalibration auch absolute, Entfernungsabschätzungen zum Advertiser vornehmen. Die vom Hersteller angegebenen Spezifikationen zur absoluten Entfernungsmaßung sind allerdings nur sehr ungenau, sodass im Rahmen dieser Arbeit auch der Versuch unternommen werden sollte, höhere Genauigkeiten zu erzielen (siehe [App14a]).

Die Tatsache, dass Wi-Fi und Bluetooth im identischen Funkband arbeiten, musste bereits im Vorfeld als mögliche Störungsquelle in Betracht gezogen werden. Allerdings ergeben sich für den Anwendungsfall der Indoor-Navigation in einem Klinikum physikalisch bedingt weitere, nicht zu vernachlässigende Störungsquellen. Dies sind insbesondere:

- Metall und Stahlbeton
- Stromleitungen
- Videoüberwachungssysteme, die ebenfalls im 2,4GHz-Band arbeiten
- Wasser (Menschen)

Ziel dieser Arbeit sollte es daher auch sein, den Einfluss der potenziellen Störquellen weitestgehend gering zu halten, damit eine für den Anwendungsfall ausreichend genaue Positionsbestimmung durchgeführt werden kann.

3 Anwendungsfall Indoor-Navigation in einem Klinikum: funktionale und nichtfunktionale Anforderungen

Das Universitätsklinikum Gießen und Marburg (UGKM) gehört als Teil der Rhön Klinikum AG zu den größten medizinischen Versorgungszentren in Deutschland¹⁷. Die hohen Behandlungszahlen erfordern eine perfekte Organisation und ein reibungsloses Management beinahe rund um die Uhr. Nach eigenen Recherchen konnte festgestellt werden, dass insbesondere die Gebäudeinfrastruktur am Standort Marburg den Patienten immer wieder vor Herausforderungen stellt. Das Auffinden der Anmeldung und Servicestationen sowie lange und verwinkelte Wege machen es dem unerfahrenen Patienten, aber auch dem Besucher, immer wieder schwer, die für ihn relevanten Anlaufstellen einfach und zügig aufzufinden. So befindet sich beispielsweise die Erstanmeldung nicht direkt im Sichtbereich einer Person, sobald diese den Eingangsbereich des Klinikums betritt. Es wurde daher die Entscheidung getroffen, die zu erstellende Lösung einem realen Test am Standort Marburg zu unterziehen.

Zusätzlich stellte sich die Frage nach den Endgeräten zur Navigationsdurchführung. Vorstellbar war der Verleih (gegen eine Pfandgebühr) von vorkonfigurierten Geräten (basierend auf einem preisgünstigen Smartphone-Modell). Aufgrund der starken Verbreitung von Smartphones sowohl bei Patienten als auch bei Besuchern wurde sich aber dafür entschieden, dass das individuell vorhandene Smartphone als Navigationsgerät genutzt werden soll. Dies reduziert den Investitionsaufwand des Klinikums, erfordert aber eine eigenständige Installation der Applikation durch den Endbenutzer. Dies sollte heutzutage kein Hindernis

¹⁶ Hierunter ist die konfigurierte Sendeleistung des BLE-Senders zu verstehen, welche bei den in dieser Arbeit verwendeten iBeacons frei konfiguriert werden kann.

¹⁷ Aktuell rangiert das UKGM größenseitig an dritter Stelle in Deutschland mit 436.000 Patientenversorgungen pro Jahr und 9600 Beschäftigten (siehe [UGKM15])

darstellen, zumal sich in diesem Fall die Applikation auch nahtlos mit weiteren Dienstleistungsangeboten im Rahmen eines Klinikaufenthalts verknüpfen lässt.

Die zu entwickelnde Lösung besteht aus der Nutzerperspektive aus zwei Einheiten:

1. der Navigations-Applikation, welche auf einem Smartphone mit den gängigen mobilen Betriebssystemen implementiert werden kann
2. einer Anwendung, welche zur Verwaltung und Administration der iBeacons, aber auch die Integration zur Navigations-Applikation darstellt. Diese Anwendung wurde ebenfalls als mobile Anwendung erstellt, kann aber bei größeren Installationen auch vollständig als Serveranwendung implementiert werden.

Abbildungen 1 und 2 visualisieren in vereinfachter Form die zentralen Anwendungsfälle der zu erstellenden Applikationen. Die sogenannten Point of Interests der mobilen Anwendung (POI) stellen im einfachsten Fall die Zielpunkte der Routenführung dar. In späteren Ausbaustufen ist auch die Hinzunahme von Zwischenzielen denkbar. Ebenso sind zu einem späteren Zeitpunkt vollautomatisierte Rückmeldungen der Applikation an eine Rezeption denkbar („Kunde hat Ziel erreicht und befindet sich im Wartebereich“) oder auch die elektronische Terminversendung mit der Möglichkeit, darüber direkt die App zu installieren¹⁸. Diese optionalen Funktionen wurden in der ersten Ausbaustufe nicht realisiert und sind in Abbildung 1 schraffiert dargestellt:

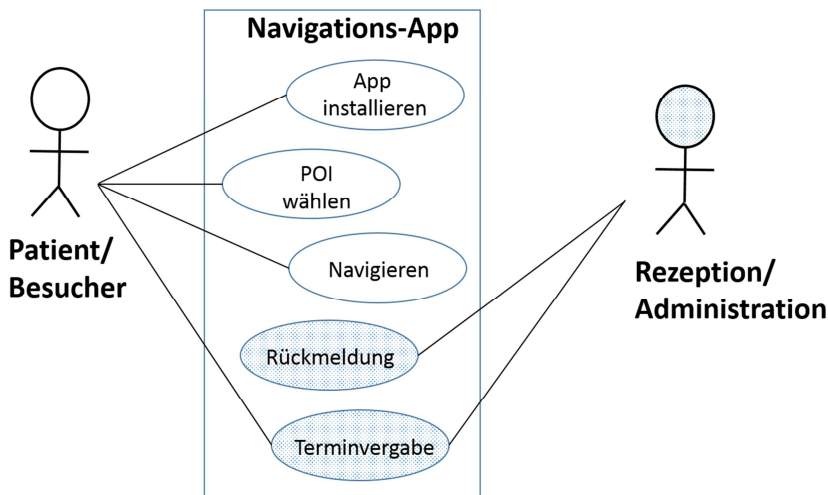


Abbildung 1: Stark vereinfachtes Use-Case-Diagramm der Navigations-Anwendung

Die funktionalen Anforderungen leiten sich direkt aus den Anwendungsfalldiagrammen ab. Die wesentlichen Kernfunktionen hierbei sind:

- Ziele auswählen und Navigation starten/unterbrechen/abbrechen
- Routenführung visualisieren
- iBeacon konfigurieren (Sendeleistung, Sendeintervall)
- iBeacon verwalten (UUID, Positionsdaten, Beschreibung)
- iBeacon warten (Batteriestatus prüfen, Funktionsfähigkeit prüfen)

¹⁸ Denkbar ist hier die Verwendung eines QR-Codes als Bestandteil der Terminanfrage oder die direkte Angabe eines Hyperlinks. In beiden Fällen wird durch Abrufen dieser Informationen die automatische App-Installation gestartet.

- Wegdaten verwalten und zu einem späteren Zeitpunkt auch Karten beziehungsweise Gebäudepläne verwalten

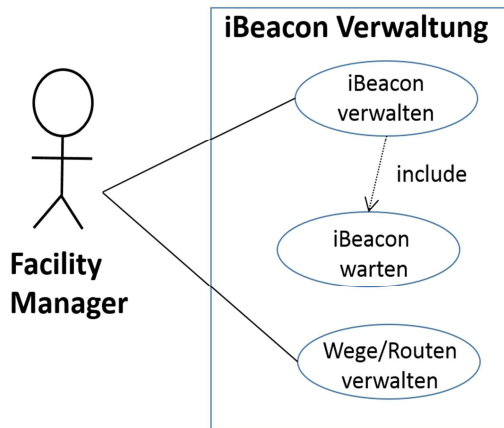


Abbildung 2: Stark vereinfachtes Use-Case-Diagramm der Anwendung für das iBeacon-Management

Ein wesentlicher Aspekt liegt in der Berücksichtigung der nichtfunktionalen Anforderungen. Hierzu zählen insbesondere:

- Eine einfache, schnelle Installation der Navigationsapplikation. Idealerweise ist die Applikation als plattformunabhängige Lösung konzipiert
- Die Realisierung einer akzeptablen, intuitiven Navigationsmethodik
- Die Realisierung einer performanten Anwendung, die insbesondere unter dem Einfluss eines sich in Bewegung befindlichen Smartphones eine nicht wahrnehmbare, verzögerungsfreie Positionsaktualisierung durchführt und entsprechende Routenanweisungen vorgibt
- Eine einfache, intuitive Bedienung der Navigationsapplikation
- Die Eliminierung von Störgrößen, die insbesondere aufgrund physikalischer und interferenzbasierter Gegebenheiten vorliegen
- iBeacon konfigurieren (Sendeleistung, Sendeintervall)
- iBeacon verwalten (UUID, Positionsdaten, Beschreibung)
- iBeacon warten (Batteriestatus prüfen)
- Wegdaten verwalten

4 Voruntersuchungen

Es stellte sich zunächst die Frage nach den geeignetsten iBeacons. In diesem Zusammenhang wurden nicht nur die technischen Eigenschaften von iBeacons verschiedener Hersteller, sondern auch die Eigenschaften hinsichtlich Bedienbarkeit und Konfigurierbarkeit als auch die preisliche Seite eingehend untersucht.

Hinsichtlich der technischen Eigenschaften wurde insbesondere sehr ausführlich die Abhängigkeit der empfangenen Signalstärke von der Entfernung iBeacon-Empfänger unter Variation des Parameters der vorgesezten iBeacon-Sendeleistung untersucht und getestet. Hiermit sollte zusätzlich der optimale Arbeitsbereich der Sender abgeschätzt werden und schlussendlich auch eine Indikation abgeleitet werden, wie viele iBeacons für den Anwen-

dungsfall angeschafft werden müssen. Abbildung 3 zeigt das Empfangssignalverhalten in Abhängigkeit von der Distanz zum Sender in einer idealisierten Umgebung. Man erkennt sehr deutlich, dass sich ein nichtlinearer Signalabfall mit zunehmender Entfernung ergibt. Außerdem ist deutlich der wellenförmige Signalabfall zu erkennen, der sich durch die offensichtliche Bildung stehender Wellen in Räumen erklären lässt. Da die Sendeleistung mit der Batteriebensdauer korreliert, kommt dem Auffinden des idealen Arbeitsbereichs eine weitere wichtige Bedeutung zu.

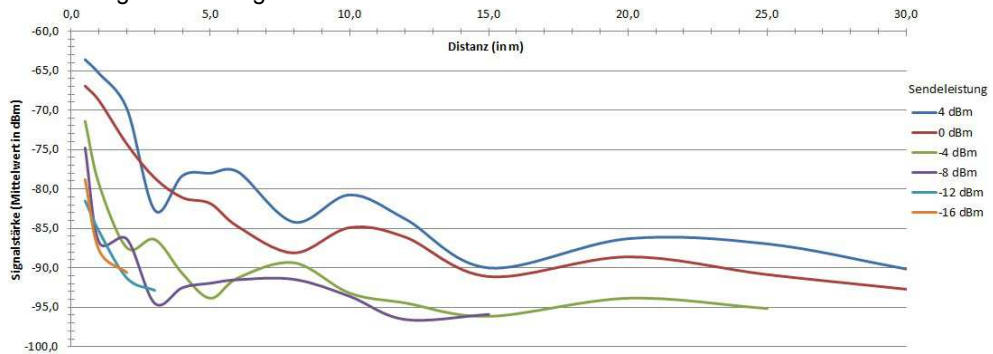


Abbildung 3: Empfangene Signalstärke des Estimote-iBeacon in Abhängigkeit von der Entfernung zum Sender. Die Sendeleistung der iBeacons wurde über deren Konfigurationseinstellungen variiert.

Insgesamt wurden iBeacons von 3 gängigen Herstellern untersucht: der B001-A von BEACONinside, der iBKS101 von Accent Advanced Systems sowie der iBeacon von Estimote. Alle 3 Typen zeigten keine wesentlichen, auswahlrelevanten Unterschiede auf, sodass sich lediglich aus Praktikabilitätsgründen (einfache Anbringmöglichkeit des iBeacons durch eine adhäsive Klebeschicht) für den Estimote entschieden wurde. Es ist davon auszugehen, dass bei Einsatz der anderen Herstellertypen ähnliche Ergebnisse erzielt worden wären. Weiterhin konnte aufgrund dieser Versuche abgeschätzt werden, dass für den vorgesehenen Test die Anschaffung und Verwaltung von 6 iBeacons ausreichen sollte.

5 Architektur und Umsetzung

Aus Praktikabilitätsgründen sollten zur Durchführung des Feldversuchs und zur Optimierung von Parametern (wie bspw. das optimale Positionieren der iBeacons, die optimalen Einstellungen der Sendeleistung und der Sendeintervalle) das Management der iBeacon (Beacon Management System) und die Navigationsapplikation auf einem einzigen Endgerät implementiert werden. Diese beiden Systeme wurden softwareseitig voneinander gekapselt und greifen über eine REST-Schnittstelle auf das Backend-System mit integrierter Datenbank zu. Das Backend-System enthält in der ersten Ausbaustufe keinerlei Geschäftslogik und fungiert daher zunächst nur als Schnittstelle zwischen Datenbank (zur persistenten Datenerhaltung der iBeacons, Wege und Wegpunkte) und den beiden Applikationen (vergleiche Abbildung 4). In einer weiteren Ausbaustufe (vgl. hierzu nochmals Abbildung 1) kann man sich vorstellen, dass beispielsweise die Geschäftslogik im Rahmen des Terminmanagements oder auch das Kartenmanagement (Verteilung unterschiedlicher Gebäudepläne auf die Clients) auf das Backend verlagert werden.

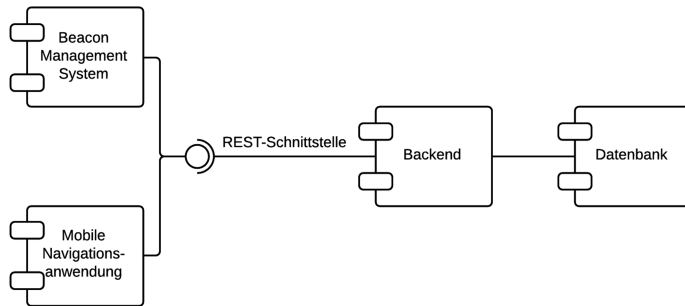


Abbildung 4: Konzept des Gesamtsystems

Der Smartphone-Client (mit Beacon-Management und Navigation) wurde als native Android-Applikation realisiert.¹⁹ Alle für die Navigation notwendigen Informationen werden auf den Client repliziert und in einer lokalen SQLite-Datenbank vorgehalten. Im Rahmen der durchzuführenden Feldversuche werden sämtliche Daten, wie beispielsweise die ermittelten Positionen, geloggt, um sie später auswerten zu können.

Der Prototyp basiert auf sechs Kernkomponenten (vergleiche Abbildung 5). Zur Navigation müssen die Richtungsausrichtung und Bewegungsinformationen des Smartphones bestimmt werden. Hierzu wird die integrierte Sensorik des Smartphones (Kompass/Magnetometer, Beschleunigungssensor) mittels der Komponente Sensorik ausgelesen und der Komponente Navigation zur Verfügung gestellt. Dabei wurde zusätzlich das Prinzip der Sensorfusion genutzt, das heißt, Messungenauigkeiten eines Sensors werden durch die Messdaten eines weiteren Sensors reduziert bzw. weitestgehend eliminiert.

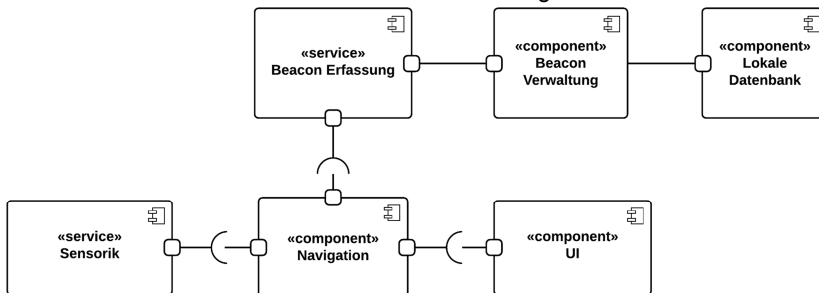


Abbildung 5: Kernkomponenten des Prototypen (mobile Applikation)

Zur Darstellung der Routeninformationen, wie beispielsweise Richtungspfeile und Zusatzinformationen, wurde sich für das Prinzip des Head-Up-Displays (HUD) entschieden. Dabei werden das reale Bild (Kamerabild), der simulierte Weg in Form von Balken und Richtungspfeilen sowie Zusatzinformationen, wie bspw. Distanz zum Zielpunkt, auf einer einzigen

¹⁹ Es wurde sich dafür entschieden, den Prototypen zur Durchführung des Feldtests nativ zu entwickeln, da hierdurch eine optimale Nutzung aller gerätespezifischen Komponenten (wie beispielsweise die mit dem Smartphone integrierten Sensoren) erfolgen kann. Konzeptionell ist aber eine plattformunabhängige Entwicklung ebenso denkbar, sollte aber einer späteren Ausbaustufe vorbehalten sein.

Oberfläche kombiniert dargestellt.²⁰ Abbildungen 6 und 7 zeigen die Implementierung des Beacon-Management-Systems und der Navigationsapplikation.

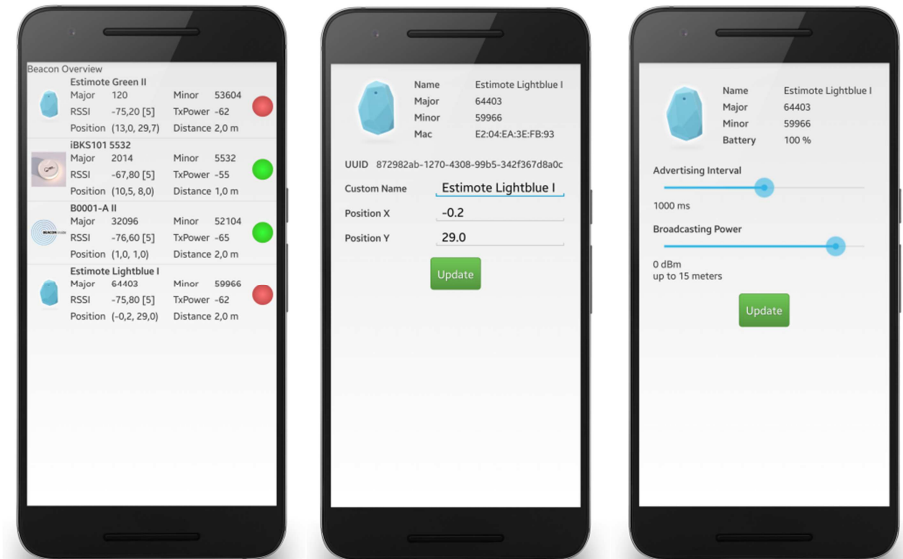


Abbildung 6: Implementierung des iBeacon-Managements



Abbildung 7: Implementierung der Navigation in Form eines HUD

²⁰ Man spricht in diesem Fall auch von „Augmentierung“ oder „Augmented Reality“

6 Feldtest

Zentrale Aufgabenstellung dieses Vorhabens war die Durchführung eines Feldtests unter realen Bedingungen. Dieser Test wurde in der Eingangshalle des Universitätsklinikums in Marburg durchgeführt, wobei diese eine Fläche von deutlich oberhalb 500qm aufweist. Zum Zwecke der Verringerung der Signalabsorption durch Menschen wurden die Sender in einer Höhe von etwa 2,3m platziert. Das Sendeintervall wurde auf eine Sekunde festgelegt und insgesamt sechs iBeacons platziert. Es wurde mit unterschiedlichen Zielpunkten (Cafeteria, Bankautomat und Blutabnahmestation) experimentiert, ebenso mit unterschiedlichen Sendeleistungen.

In Abbildung 8 sind die Ergebnisse eines Testlaufs dargestellt. Sämtliche Positionen wurden mitgeloggt und maßstabsgetreu dem zu laufenden Weg (grün dargestellt) hinzugefügt. Die Positionen der iBeacons sind rot markiert. Man erkennt deutlich die Streuungen der Messwerte²¹, die erwartungsgemäß umso geringer ausfallen, je weniger störende Objekte in der Umgebung des zurückzulegenden Wegs liegen. Ebenfalls ist festzustellen, dass beim Vorhandensein von größeren Objekten die Streuung der gemessenen Positionswerte signifikant zunimmt.

Insgesamt konnte im Rahmen aller Feldversuche eine durchschnittliche Abweichung von 2,17m bestimmt werden, wobei die zurückzulegende Wegstrecke in Abbildung 8 bei etwa 45m lag.



Abbildung 8: Durchgeführter Testlauf. Auffinden der Blutabnahme mit einer Gesamtwegstrecke von etwa 45m. Die blauen Punkte markieren die gemessenen Positionen während des Laufs, die grüne Markierung den idealisierten/zu laufenden Weg. Die Positionen der platzierten iBeacons sind rot markiert.

²¹ Die Navigationsberechnung enthält zusätzlich Verfahren zur Gewichtung und Glättung der Messwerte

7 Fazit

Der erste Prototyp einer Indoor-Navigation mit iBeacons wurde am Klinikum in Marburg erfolgreich getestet. Aus praktischen Gründen wurden das Management der iBeacons sowie die Navigationsapplikation zusammen auf einem Smartphone implementiert. Auch wenn die Komponenten architektonisch voneinander getrennt wurden und die Kommunikation über eine REST-Schnittstelle mit einem Backend erfolgt, ist in einer zukünftigen Ausbaustufe die Realisierung einer modifizierten, servicebasierten Architektur vorgesehen. Das gesamte iBeacon-Management und Routenmanagement wird dabei auf eine Serverkomponente verlagert, der ausschließlich als Navigationsapplikation ausgeführte Client wird routenspezifisch den relevanten iBeacon- und Gebäudeplan repliziert bekommen und somit ohne Einschränkungen im Online- als auch im Offlinebetrieb arbeiten können.

In der ersten Ausbaustufe mit lediglich sechs iBeacon-Sendern konnte eine Positionierungsgenauigkeit von 2,17m in einer verwinkelten Gebäudestruktur von >500qm Fläche erzielt werden. Das erzielte Ergebnis zeigt, dass es möglich ist, mit einer preisgünstigen Technologie Navigationsprobleme in Gebäuden zu lösen, die über eine reine Annäherungsanwendung hinausgeht und so beispielsweise das Auffinden von Räumen, Servicestationen etc. ermöglicht. Die durchgeführten Versuche zeigen auch, dass die Genauigkeit der Ortsbestimmung noch weiter gesteigert werden kann, indem eine größere Senderzahl eingesetzt wird. Aufgrund noch weiter fallender Preise der iBeacons und dem wartungsfreien Betrieb sollte dies kein Hindernis darstellen, eine derartige Lösung in den Einsatz zu bringen. Anwendungen zur punktgenauen Positionsbestimmung im cm-Bereich, bspw. zum Auffinden spezifischer Gegenstände, sind allerdings mit dieser Technologie nicht möglich.

Kritisch muss die Implementierung der erstellten Anwendung betrachtet werden, die dem Gelegenheitsnutzer schlussendlich die Indoor-Navigation ermöglichen soll. Die für ein Smartphone erstellte Anwendung erfüllte sämtliche funktionalen Anforderungen im Rahmen des definierten Anwendungsfalls. Allerdings konnte im Feldversuch aufgezeigt werden, dass im realen Betrieb die Kombination Mensch-Smartphone²² nicht geeignet erscheint. Der Endbenutzer muss sich im Rahmen der Navigation sehr stark auf sein Smartphone konzentrieren. Dies stellt in einer menschengefüllten Umgebung eine nicht intuitive Bedienung dar und lenkt zudem die Aufmerksamkeit des Bedieners beinahe ausschließlich auf das Endgerät. Zurzeit drängen sogenannte Wearables in Form von vernetzten Uhren (Smartwatches) in den Markt. Auch wenn kein Implementierungstest der erstellten Anwendung auf einer Smartwatch stattfand, so ist auch für diese Form des Endgeräts von den gleichen Problemen auszugehen.

Neue Endgeräte, wie beispielsweise Datenbrillen, können allerdings eine Alternative und somit eine Lösung darstellen, um eine intuitive Wegführung, idealerweise in Form von kombinierten Audio- und Videoinformationen, zu ermöglichen. Die Anwendung würde mittels einer Brille nahtlos im Sichtfeld und damit im direkten Wahrnehmungsfeld des Endbenutzers laufen, indem nahtlos die reale und die digitale Information kombiniert werden.

Der Feldversuch hat in Summe aufzeigen können, dass die Akzeptanz und der erzielbare Mehrwert einer Indoor-Navigationslösung neben der technischen Präzision in erheblichem Maß von der Implementierungsvariante abhängen. Eine Smartphone-Implementierung, wie sie heute bei satellitengestützten Navigationsszenarien in Außenbereichen zur Routenfin-

²² Dies sind im Wesentlichen Anzeige- und Sprachfunktionen

dung vorzufinden ist, erscheint im Indoorbereich, insbesondere in menschengefüllten Räumen, wenig praktikabel.

Einen besonderen Stellenwert muss im Falle einer kommerziellen Realisierung dem Datenschutz, insbesondere der Privacy, eingeräumt werden. Im Falle einer ausschließlichen Navigation mittels lokaler auf dem Smartphone befindlicher Karten ohne direkte Serveranbindung bestehen zunächst keine Bedenken. Das Navigationsverfahren ist analog zu den kommerziell verfügbaren Navigationssystemen für die Outdoor-Navigation zu sehen. Erweitert man allerdings die Anwendung um (personalisierte) Mehrwertdienste, die kontinuierlich Lokationsinformationen an den Server liefern, so muss sichergestellt werden, dass diese Informationen nicht missbraucht werden können. Die Untersuchung und Entwicklung geeigneter Verfahren hierzu ist in einer separaten Arbeit durchzuführen. Als erste Grundlage hierfür können die Verfahren angesehen werden, die man heute im Kontext „*location based services*“ anwendet.

Literaturverzeichnis

- [App14a] Apple, Inc.: Getting Started with iBeacon - Version 1.0 (2014), URL <https://developer.apple.com/ibeacon/Getting-Started-with-iBeacon.pdf>, letzter Zugriff am 12. Mai 2016
- [Hey12] Heydon, R.: *Bluetooth Low Energy: The Developer's Handbook*, Prentice Hall, 2. Aufl. (2012)
- [UGKM15] UGKM: Universitätsklinikum Gießen und Marburg, Über uns, URL http://www.ukgm.de/ugm_2/deu/105.html, Stand 2015, letzter Zugriff am 12. Mai 2016

Kontakt

Prof. Dr. Martin Przewloka
GFFT Technologies GmbH
Niddastraße 6, 61118 Bad Vilbel
martin.przewloka@gfft-technologies.de

Felix Schmidt
Technische Hochschule Mittelhessen
felixfelix.schmidt@googlemail.com

Schutz der Privatsphäre im Internet – Eine Untersuchung auf Basis des Technology Acceptance Models

Katharina Simbeck, Birte Malzahn

Zusammenfassung

Diese Studie untersucht, welche Faktoren die Nutzung von Schutzmechanismen gegen Tracking und Werbeeinblendungen im Internet beeinflussen.

Im Rahmen der empirischen Datenerhebung wurden Studierende zunächst zu ihrer Einstellung und zur Verwendung von Tracking- und Ad-Blockern befragt. Dann wurden ihnen Trackingmechanismen während einer Internetsurf-Session sichtbar gemacht. Anschließend wurden sie erneut befragt.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Nutzung solcher Schutzmechanismen mit Hilfe von Faktoren erklären lässt, die an die Konstrukte „wahrgenommener Nutzen“ und „Einfachheit der Nutzung“ des Technology Acceptance Models [Davi86] angelehnt sind.

1 Einleitung

Personen, die sich auf Nachrichtenseiten im Internet informieren oder soziale Medien nutzen, sind Effekten ausgesetzt, die sie selbst nicht vollständig kontrollieren können. Zum einen blenden verschiedene Anbieter Werbung ein, die das Surferlebnis beeinträchtigen kann. Zudem hinterlassen Internetnutzer digitale Spuren, die für die Nutzer selbst meist „unsichtbar“ sind. Diese Nutzungsdaten werden jedoch von Unternehmen erfasst, ausgewertet und u. a. dazu verwendet, Profile zu erstellen und personalisierte Werbung einzublenden.

Technische Möglichkeiten wie Tracking- oder Ad-Blocker ermöglichen Internetanwendern, eine solche Datenerfassung und das Einblenden von Werbung – zumindest teilweise – zu verhindern. Diese Tools sind frei verfügbar und stellen für die Werbewirtschaft ein großes Problem dar [Pape16]. Sowohl für die Werbewirtschaft, aber auch für die Anbieter solcher Tools ist es deshalb von großem Interesse, welche Faktoren Privatpersonen dazu veranlassen, solche Tools zu installieren und zu nutzen.

2 Grundlagen

2.1 *Privatsphäre im Informationszeitalter*

Privatsphäre definiert [Kuhl04] als einen physischen oder auch elektronisch virtuellen Raum, über den jeder Mensch verfügen kann und gegen dessen Verletzung er sich wehren kann; eine solche Verletzung kann ein Eindringen, aber auch eine Form von Entnehmen darstellen.

Das Prinzip der informationellen Selbstbestimmung wurde durch das „Volkszählungsurteil“ des Bundesverfassungsgerichtes im Jahr 1983 in die deutsche Rechtsprechung eingeführt. Dieses Urteil spricht jedem Bürger das Recht zu, über die Erhebung, Verarbeitung und

Weitergabe der ihn betreffenden Daten grundsätzlich selber verfügen zu können [Kuhl04]. Eingriffe in die Privatsphäre müssen laut Gesetzgeber hingenommen werden, wenn sie zum Schutz berechtigter Interessen Dritter oder der Öffentlichkeit erforderlich sind [LaLS16].

Regelungsbedarf wurde zunächst nur gegenüber dem Datenmissbrauch durch den Staat gesehen [Kuhl04]. Technische Fortschritte u. a. in den Bereichen der Rechenleistung, der Datenspeicherung, der Datenanalyse und der Datenübertragung geben jedoch einem möglichen Datenmissbrauch bzw. der möglichen Verletzung der Privatsphäre eine völlig neue Dimension [Kuhl04]. So durchlaufen Daten, die über das Internet gesendet werden, häufig mehrere Computersysteme. Jedes dieser Systeme kann die Daten überwachen, aufzeichnen und auswerten [LaLS16]. Technologische Fortschritte bieten nahezu unbegrenzte Möglichkeiten, Daten zu sammeln, zu verarbeiten, zu verteilen und zu verwenden [SmDX11].

Unternehmen sammeln digitale Daten über ihre Konsumenten u. a., um ihre Angebote zu verbessern oder um personalisierte Leistungen erbringen zu können [AwKr06]. Ein wichtiger Aspekt dabei ist die Erstellung personalisierter Werbeeinhalte. Die gesammelten Daten werden dabei von den Betreibern der Webseiten aber auch an eine Vielzahl verbundener Unternehmen weitergegeben [GoPS09].

Die Überwachung und Aufzeichnung von Onlineaktivitäten erfolgt häufig ohne Wissen der Anwender. In einigen Fällen, z. B. im Falle einer Registrierung, ist den Betreibern von Webseiten hierbei sogar die vollständige Identität der Webseitenbesucher bekannt [LaLS16]. Im Kontext des E-Commerce sind solche sogenannten *kognitiven Asymmetrien* typisch, bei denen Personen nicht wissen, was über sie gesammelt wird und was mit diesen Daten geschieht [Kuhl04]. Ebenfalls sind immer häufiger *voluntative Asymmetrien* gegeben, bei denen die Personen zwar wissen oder erwarten, dass ihre Daten gesammelt werden, sie sich jedoch nicht dagegen wehren können [Kuhl04].

Technologische Entwicklungen dieser Art führen dazu, dass vorhandene Gesetze nur bedingt greifen [LaLS16]. In solchen Situationen brauchen politische Institutionen Zeit, um neue Gesetze zu entwickeln. Entscheidungsträger agieren solange in einer juristischen Grauzone [LaLS16]. Mark Zuckerberg, Gründer und Vorstandsvorsitzender des Unternehmens Facebook, verkündete bereits 2010, dass „das Zeitalter der Privatsphäre vorbei sei“ [Kirk10]. Während einige Akteure ihren Nutzen oder Profit aus dieser Situation ziehen, erleben andere dies als Kontrollverlust und ein digitales Panopticon [Dete13]. In einer vom Fraunhofer Institut [St++15] durchgeführten Onlinebefragung schätzen ca. zwei Drittel der Befragten Big Data als eine Bedrohung der Privatsphäre ein. Ca. die Hälfte der Befragten wünschen sich strengere/zusätzliche Bestimmungen zur Regulierung von Big Data.

Technische Maßnahmen wie Ad- und Tracking-Blocker erlauben es Internetnutzern, Eingriffe in ihre Privatsphäre zumindest zu reduzieren (s. unten). Viele Konsumenten geben jedoch auch bereitwillig ihre privaten Daten preis [Dete13]. So ist zu beobachten, dass sie gegen Gewähren monetärer oder anderer Vorteile bereitwillig Eingriffe in ihre Privatsphäre zulassen [Kuhl04]. Das sogenannte Privacy Paradox beschreibt den Umstand, dass Konsumenten zwar große Bedenken gegenüber Eingriffen in ihre Privatsphäre haben, jedoch in bestimmten Situationen ihre persönlichen Informationen bereitwillig preisgeben [SmDX11]. Das Recht auf Privatsphäre stellt somit keine unumstößliche Forderung dar, sondern kann als eine Art Wirtschaftsgut betrachtet werden, dem ein Preis zugewiesen werden kann und das in einer Kosten-Nutzen-Überlegung verhandelbar ist [SmDX11]. Ganz offen wird eine solche Vereinbarung z. B. von den Betreibern der Webseite <https://people.io/> angeboten; hier können User ihre Daten direkt „verkaufen“.

Es kann davon ausgegangen werden, dass Internetnutzer eine unterschiedliche Einstellung bezüglich der Erfassung ihrer privaten Daten haben und aus diesem Grund auch unterschiedliche Verhaltensweisen hinsichtlich des Schutzes ihrer privaten Daten im Internet zeigen. Berücksichtigt werden muss jedoch auch, dass viele Konsumenten nicht über ausreichende Kenntnisse bezüglich der Erfassung ihrer Daten bzw. entsprechender Schutzmechanismen verfügen, bzw. ein solches Wissen bei ihren Handlungen nicht in einer rationalen Weise berücksichtigen.

In wissenschaftlichen Untersuchungen finden die Themen Privatsphäre und Datenschutz im Internet bereits seit längerer Zeit Beachtung, insbesondere in Bezug auf die Nutzung sozialer Netzwerke: [Thom01] konstatierte bereits im Jahr 2001: „*Privacy has become a standard issue for computer ethics*“. [ChSh09] untersuchten Bedrohungen der Privatsphäre in sozialen Netzwerken und Möglichkeiten, diese abzuwenden. [BrLH10] untersuchten Einflussfaktoren auf die Nutzung von Facebook und deckten Unterschiede in der wahrgenommenen Leichtigkeit von Facebook-Datenschutzeinstellungen zwischen verschiedenen Altersstufen von Anwendern auf. [TQKH12] analysierten den Einfluss von Bedenken hinsichtlich des Schutzes der Privatsphäre auf die Nutzung von sozialen Netzwerken. [SWSZ15] deckten u. a. eine Interaktion zwischen wahrgenommenem Nutzen und Bedenken hinsichtlich des Schutzes der Privatsphäre hinsichtlich der Offenlegung des Standortes bei „location-based services“ auf. [Erns15] wies einen negativen Effekt der wahrgenommenen Bedrohung der Privatsphäre auf die Nutzung von sozialen Netzwerken nach.

2.2 Tracking

Technologien zur Überwachung von Internetaktivitäten sind mittlerweile stark verbreitet.

Cookies sind Informationen, die eine Webseite meist in Form einer Datei auf dem Rechner eines Besuchers speichert. Durch einen erneuten Seitenaufruf kann die Website auf diese Informationen – meist vom Anwender unbemerkt – zugreifen und diesen bzw. seinen Webbrowser wiedererkennen. Bei Bedarf kann so die angezeigte Webseite an den Nutzer angepasst werden. [LaLS16]. Beim normalen Surfen im Internet z. B. auf Nachrichtenseiten, Webshops und Suchmaschinen wird bereits in kurzer Zeit eine Vielzahl unterschiedlicher Cookies gespeichert [Herb12]. *Erstanbieter-Cookies* stammen von der Website, die ein Internetanwender selbst angewählt hat [Herb12]. So kann der Betreiber der Website z. B. auswerten, welche Produkte dieser in den Warenkorb gelegt hat [LaLS16]. *Drittanbieter-Cookies* werden von den Anzeigenkunden dieser Seite gesetzt, unabhängig davon, ob der Nutzer eine entsprechende Anzeige angeklickt hat [Herb12]. Cookies ermöglichen dabei auch das sogenannte Retargeting, die gezielte Ansprache von vormaligen Seitenbesuchern auf anderen Internetseiten [Herb12]. Einige Cookies dienen somit dem reibungslosen Funktionieren einer Website, andere streben eine Wiedererkennung der Anwender zu darüber hinausgehenden wirtschaftlichen Interessen an, wie beispielsweise zur Realisierung personalisierter Werbeeinblendungen (s. u.).

Beim Besuch einer einzigen Internetadresse kann es zu Verbindungen zu dutzenden Servern mehrerer Anbieter kommen. Diese Datenspur lässt sich u. a. mit Hilfe des kostenlosen Plugins „Lightbeam“ für den Browser Firefox sichtbar machen (Abbildung 1). Lightbeam zeigt nicht nur die besuchten Seiten (als Kreis), sondern auch die Verbindungen zu „Third Party Sites“ (als Dreieck) an [ohV16a].

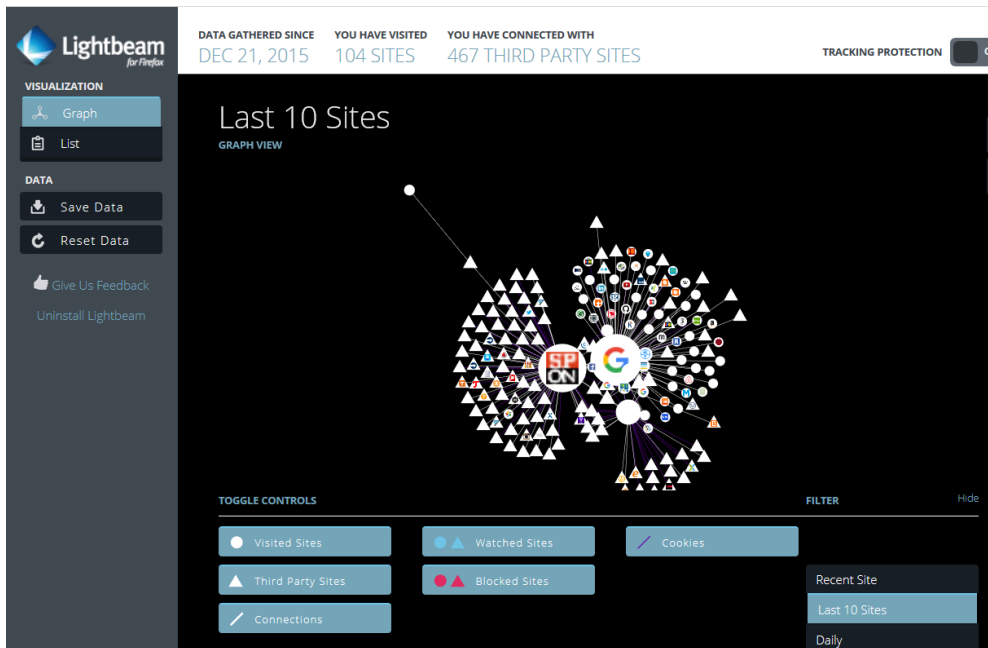


Abbildung 1: Übersicht auf die Verbindungen zu Servern von Drittanbietern im Firefox Plugin Lightbeam

Cookies können durch bestimmte Browserfunktionalitäten automatisiert oder auch manuell gelöscht werden. (Anmerkung: Tools wie Flash-Cookies, Ever-Cookies, Web-Beacons und auch Canvas-Fingerprinting (Geräteerkennungen) bieten den Anbietern noch umfangreichere Trackingmöglichkeiten [Herb12], [LaLS16]; diese sind jedoch nicht Gegenstand der weiteren Ausführungen).

2.3 Personalisierte Werbeeinblendungen

Banner sind Werbeflächen, die auf Internetseiten angezeigt werden [LiSt11]. Sogenannte Pop-ups öffnen sich dabei in einer eigenen Webseite [LiSt11]. Werden die Werbeeinblendungen vom Anwender angeklickt, leiten sie zu einer hinterlegten Zielseite weiter, auf der u. a. Geschäftsbeziehungen mit dem Anwender angebahnt werden können [LiSt11]. *Personalisierte*, d. h. auf den Internetnutzer angepasste Werbeeinhalte können dann eingeblendet werden, wenn dem Anbieter entsprechende Interessen des Nutzers bekannt sind bzw. er solche vermutet. Dies funktioniert entweder über das sogenannte Retargeting (s. oben), oder aufgrund der Auswertung von erfassten Merkmalen der Internetnutzer wie Standort, Suchanfragen und Surfverhalten [QuasoJ].

Werbeanzeigen werden in der Regel beim Aufruf einer Internetseite von einem sogenannten Werbe- oder Ad-Server nachgeladen. Jede Anzeige enthält häufig einen oder sogar mehrere „Kontrollpixel“, die wiederum Verbindungen zu weiteren Servern von Drittanbietern aufbauen, um zu melden, dass die Anzeige erfolgreich ausgeliefert wurde [ohV16b].

Je stärker die Werbeeinblendungen die eigentliche Tätigkeit des Anwenders einschränken, desto eher werden diese als unerwünschte Störung empfunden [LiSt11]. Zudem konsumiert das Laden dieser Werbeeinhalte Datenvolumen, was insbesondere beim mobilen Surfen im Internet ein Ärgernis für die Anwender darstellen kann [Pape16].

2.4 Technische Schutzmaßnahmen

Ein *Ad-Blocker* ist ein Add-on für den Webbrowser. Durch Filterlisten können unerwünschte Inhalte wie Werbeeinhalte, aber auch Malware erkannt und unterdrückt werden [ohVeoj]. Durch eine (für die Werbetreibenden z. T. kostenpflichtige) Aufnahme in eine „weiße Liste“ können Werbeeinhalte trotz installiertem Ad-Blocker im Browser des Nutzers angezeigt werden [SaKo13]. In manchen Browsern werden Ad-Blocker mittlerweile bereits standardmäßig integriert [Anso16].

Ein *Tracking-Blocker* ist ebenfalls ein Webbrowser-Add-on. Tracking-Blocker sollen das Nachverfolgen der Aktivitäten der Internetnutzer durch Werbetreibende oder andere Unternehmen unterbinden [ohVeoj]. Zu diesem Zweck blockiert das Tool u. a. sogenannte Tracking-Cookies und die Verbindung zu verdächtigen Servern von Drittanbietern [Maye11]. Tracking-Blocker schränken die Nachverfolgung von Internetaktivitäten und damit auch die Möglichkeiten von Retargeting und personalisierten Werbeeinblendungen ein. Einige Tools vereinen die Funktionen von Ad- und Tracking-Blockern [ohVeoj].

2.5 Technology Acceptance Model

Das Technology Acceptance Model (TAM) von [Davi86] wird häufig zur Vorhersage und Erklärung von Technologieakzeptanz durch Individuen eingesetzt bzw. als Basismodell verwendet. Es wurde bereits in zahlreichen empirischen Überprüfungen bestätigt.

Das Modell besagt, dass die Nutzung einer Technologie maßgeblich durch zwei Determinanten beeinflusst wird:

- Der *eingeschätzte Nutzen*, der sich aus der Anwendung einer Technologie für ein Individuum ergibt;
- Die *eingeschätzte Leichtigkeit der Nutzung*, d. h. die Einschätzung des Nutzers, inwieweit die Nutzung der Technologie bzw. der Nutzungsprozess frei von Anstrengung ist.

Das Grundmodell wurde in zahlreichen Publikationen angewendet und um weitere Konstrukte erweitert.

Beispielsweise untersuchten [RRYJ14] auf Basis des TAMs die Nutzung sozialer Medien. In ihr Modell integrierten sie das Konstrukt „Vertrauenswürdigkeit“ des Webangebots, um Bedenken der Anwender hinsichtlich des Schutzes ihrer Privatsphäre abzubilden.

3 Beschreibung des Forschungsmodells

3.1 Abhängige Variablen

Ziel der Studie ist es, die Nutzung von Ad- und Tracking-Blockern zu erklären.

Es wurde erhoben, welche Geräte die Teilnehmenden nutzen, um im Internet zu surfen (Handy, Tablet, Computer), und auf welchen dieser Geräte Ad- bzw. Tracking-Blocker installiert sind. Somit konnte die relative Häufigkeit der Nutzung von Ad- bzw. Tracking-Blockern berechnet werden, also der *Anteil* der genutzten Geräte, auf denen diese Add-ons jeweils installiert sind.

3.2 Unabhängige Variablen

In Anlehnung an das TAM haben wir untersucht, wie sich die wahrgenommene Einfachheit der Nutzung und die wahrgenommene Nützlichkeit auf die tatsächliche Nutzung der Schutzmaßnahmen auswirken. Zur Ermittlung der wahrgenommenen Einfachheit der Nut-

zung haben wir die Teilnehmenden der Studie befragt, ob sie die Installation eines Ad- bzw. Tracking-Blockers als einfach empfinden.

Die wahrgenommene Nützlichkeit ist in unserer Studie durch drei getrennte Variablen repräsentiert. Die empfundene Nützlichkeit von Ad-Blockern wird durch die Variablen „Ausmaß der empfundenen Störung durch Werbeeinblendungen“, „Eingeschätzte Verbesserung der Privatsphäre durch Installation eines Ad-Blockers“ sowie „Keinerlei verbundene negative Konsequenzen durch die Nutzung von Ad-Blockern“ konzeptualisiert (siehe Abbildung 2).

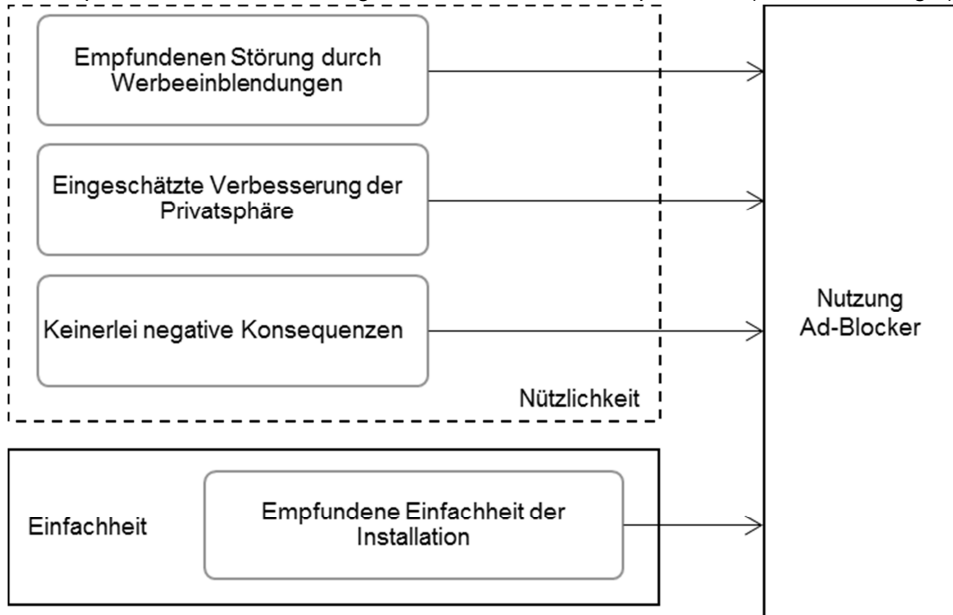


Abbildung 2: Modell 1: Nutzung von Ad-Blockern

Die empfundene Nützlichkeit von Tracking-Blockern wird durch die drei Variablen „Ausmaß des Vertrauens, dass im Internet erfasste persönliche Daten durch Unternehmen geschützt werden“, „Eingeschätzte Verbesserung der Privatsphäre durch Installation eines Tracking-Blockers“ sowie „Keinerlei verbundene negative Konsequenzen durch die Nutzung von Tracking-Blockern“ determiniert (siehe Abbildung 3).

4 Empirische Studie

Die empirische Datenerhebung wurde mit 90 Studierenden (davon 58 männliche, 31 weibliche, 1 sonstiges Geschlecht) der Wirtschaftsinformatik und der Betriebswirtschaftslehre im Januar 2016 durchgeführt. Nach einer ersten Befragung erfolgte ein Praxisteil, in dem die Studienteilnehmer im Internet surfen und anschließend ihre hinterlassene „Datenspur“ visuell aufbereitet ansehen konnten. Hierzu wurde das Firefox-Add-on „Lightbeam“ verwendet, welches Aufrufe von Drittservern visualisiert [ohV16a]. Danach gaben sie an, inwieweit sie die Ergebnisse zum Nachdenken angeregt hatten und in welchem Ausmaß sie entsprechende Schutzmechanismen in der Zukunft einsetzen wollten.

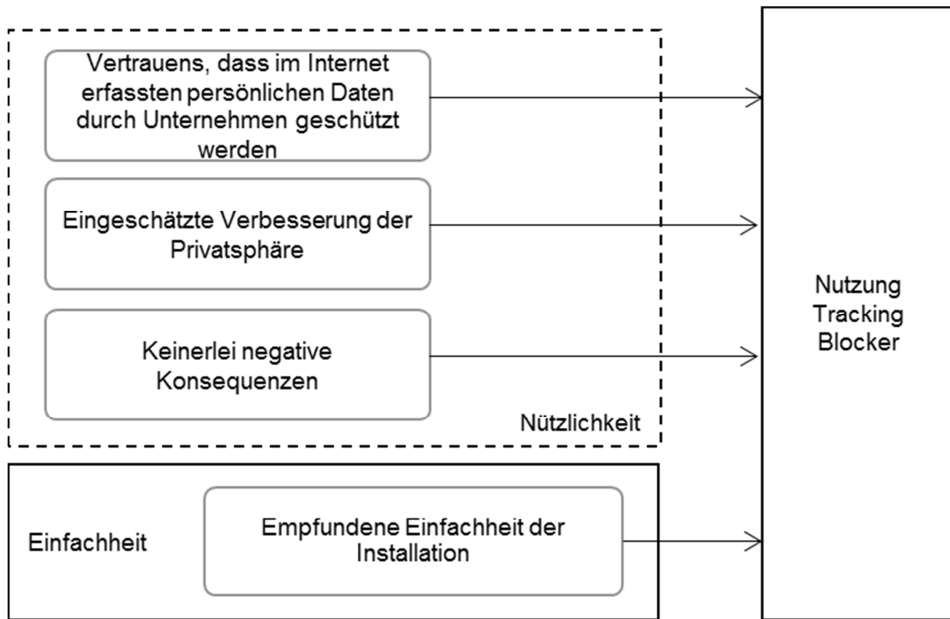


Abbildung 3: Modell 2: Nutzung von Tracking-Blockern

Die Ergebnisse zeigen, dass 78 % der Studierenden einen Ad-Blocker auf mindestens einem ihrer Geräte nutzen. Damit ist die Nutzungsrate von Ad-Blockern in unserer Stichprobe deutlich größer als in der deutschen Gesamtbevölkerung, in der der Anteil derzeit nur 25% beträgt [Hart16]. Dagegen setzen nur 41 % der Studierenden einen Tracking-Blocker ein. 76 % der Studierenden empfinden die Installation eines Ad-Blockers als einfach, dagegen die Installation eines Tracking-Blockers nur 66 % der Studierenden.

Wie die Tabellen 1 und 2 zeigen, sieht ein Großteil der Teilnehmenden durchaus einen Nutzen in der Verwendung von Ad- und Tracking-Blockern.

	Stimme gar nicht zu	...	Stimme voll zu
Das Einblenden von Werbung beim Surfen im Internet empfinde ich als störend.	5	13	49
Der Schutz meiner Privatsphäre verbessert sich durch Ad-Blocker.	6	13	26
Ich sehe keinerlei negative Konsequenzen durch die Nutzung von Ad-Blockern.	7	5	35

Tabelle 1: Häufigkeitsverteilung der Antworten bei den Nutzendimensionen von Ad-Blockern

Aus dem linearen Regressionsmodell wird ersichtlich, dass sich 25,4% bzw. 20,1% der relativen Nutzungshäufigkeit von Ad-Blockern bzw. Tracking-Blockern mit den hypothetisierten Variablen erklären lassen (Tabelle 4). Hierbei ist insbesondere die Einfachheit der Installation ausschlaggebend. Ebenso hypothesenkonform ist der signifikante negative Zusammenhang zwischen dem (fehlenden) Vertrauen darauf, dass im Internet erfasste persönliche Daten durch Unternehmen geschützt werden, und der Nutzung von Tracking-Blockern. Die Hypothese, dass der Nutzen von Ad-Blockern und Tracking-Blockern in der Verbesserung der Privatsphäre liegt, konnte nicht bestätigt werden (sogar negativer, nicht signifikanter Zusammenhang). Nicht signifikant ist auch der Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der empfundenen Störung durch Werbeeinblendungen und der Installation von Ad-Blockern. Die Gründe für diese fehlenden Zusammenhänge gilt es, in weiteren Untersuchungen zu klären.

Trotz der vermutlich vorhandenen guten Vorkenntnisse bei Studierenden der Wirtschaftsinformatik und der Betriebswirtschaftslehre zur Thematik wirkt die Visualisierung der eigenen Datenspur im Rahmen des Experimentes auf einige der Studienteilnehmer stark: so stimmten 38% der Aussage „Das Ausmaß der Nachverfolgung im Internet hat mich zum Nachdenken angeregt“ zu. In Tabelle 3 ist ersichtlich, dass es eine hohe Korrelation zwischen diesem experimentellen Effekt und der geplanten zukünftigen Nutzung von Ad- und Tracking-Blockern gibt.

5 Fazit

Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Nutzung von Schutzmechanismen gegen Tracking und Werbeeinblendungen durch Konstrukte erklären lassen, die an die Faktoren „Empfundene Leichtigkeit der Nutzung“ und „Empfundene Nützlichkeit“ des TAM angelehnt sind.

Deutlich zeigt sich, dass insbesondere die empfundene Einfachheit der Installation einen Einfluss darauf hat, ob diese Tools installiert wurden. Bei Tracking-Blockern wurde auch der Zusammenhang zwischen dem mangelnden Vertrauen in den Schutz persönlicher Daten durch Unternehmen und der Nutzung bestätigt. Nicht bestätigt haben sich dagegen der Zusammenhang zwischen einer empfundenen Verbesserung der Privatsphäre durch Ad- bzw. Tracking-Blocker und deren Nutzung, sowie der Zusammenhang zwischen der Störung durch Werbeeinblendungen und Ad-Blocker. Beides gilt es in weiteren Studien zu untersuchen.

Mit einer stärkeren Verbreitung dieser Schutzmechanismen ist in der Zukunft zu rechnen. Die Auswirkungen auf Angebote im Internet, die durch das Erfassen von Nutzerdaten und Werbung finanziert werden, können heute noch nicht abgeschätzt werden. Untersuchungen sprechen jedoch bereits schon von Verlusten in Milliardenhöhe für werbetreibende Unternehmen [Wohl14].

Zukünftige Untersuchungen sollten die Teilnehmergruppe erweitern (unterschiedliche Altersgruppen, nicht nur Studierende, auch weniger technikaffine Teilnehmer) und eine ausgewogenere Geschlechterverteilung anstreben. Darüber hinaus sollten weitere Nutzenargumente, insbesondere hinsichtlich der Störung durch Werbung und des Bandbreitenverlustes durch Werbung mit einbezogen werden.

Literaturverzeichnis

- [Anso16] Anso, K.: Kaum Platz für Werbung. In: Horizont 9/2016, S. 17.
- [AwKr06] Awad, N. F. und Krishnan, M. S.: The Personalization Privacy Paradox: An Empirical Evaluation of Information Transparency and the Willingness to Be Profiled Online for Personalization. In: MIS Quarterly, 30, 1 (2006), S. 13–28.
- [BrLH10] Brandtzæg, P. B., Lüders, M., Håvard Skjetne, J.: Too Many Facebook “Friends”? Content Sharing and Sociability Versus the Need for Privacy in Social Network Sites. In: International Journal of Human-Computer Interaction, 26 (2010), S. 11-12.
- [ChSh09] Chen, X. und S. Shi: A Literature Review of Privacy Research on Social Network Sites. In: Proceedings of the International Conference on Multimedia Information Networking and Security, 1, Hubei, 2009.
- [Davi86] Davis, F. D.: A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results. Dissertation. Massachusetts Institute of Technology, 1986.
- [Dete13] Detel, H. (2013): Das Ende der Kontrolle? Über die Zukunft der Reputation in der Ära von Smartphone und Internet. In: Das Archiv. Magazin für Kommunikationsgeschichte. 3 (2013), S. 54-61.
- [Erns15] Ernst, C. P.: Risk Hurts Fun: The Influence of Perceived Privacy Risk on Social Network Site Usage. AMCIS 2014 Proceedings, Savannah, 2014.
- [GoPS09] Gomez, J., Pinnick, T., Soltani, A.: KnowPrivacy. Projektbericht, UC Berkeley, School of Information, 2009, https://ashkansoltani.files.wordpress.com/2013/01/knowprivacy_final_report.pdf. Abruf am 2016-04-21.
- [Hart16] Hartmeier, B.: Das geblockte Web. In: Chip. 01/2016 S. 32-34.
- [Herb12] Herbold, A.: Tracking-Cookies: Die tägliche Verfolgungsjagd. Zeit Online, 2012, <http://www.zeit.de/digital/datenschutz/2012-04/cookies-tracking-gegenwehr#cookies-2>. Abruf am 2016-04-21.
- [Kirk10] Kirkpatrick, M.: Facebook’s Zuckerberg says the age of privacy is over. 2010, http://readwrite.com/2010/01/09/facebooks_zuckerberg_says_the_age_of_privacy_is_o_v/. Abruf am 2016-04-21.
- [Kuhl04] Kuhlen, R.: Informationsethik. UVK Verlagsgesellschaft mbH, Konstanz, 2004.
- [LaLS16] Laudon, K. C., Laudon, J. P., Schoder, D.: Wirtschaftsinformatik. Eine Einführung. Pearson Verlag, Hallbergmoos, 2016.
- [LiSt11] Linde, F. und Stock, W. G.: Informationsmarkt. Informationen im I-Commerce anbieten und nachfragen. Oldenbourg Verlag, München, 2011.
- [Maye11] Mayer, J.: Tracking the trackers: Self-help tools. Center for Internet and Society at Stanford Law School, 2011, <http://cyberlaw.stanford.edu/blog/2011/09/tracking-trackers-self-help-tools>. Abruf am 2016-04-21.
- [ohV16a] oV: Beleuchten Sie, wer Sie beobachtet. 2016a, <https://www.mozilla.org/de/lightbeam/>. Abruf am 2016-04-21.
- [ohV16b] oV: Programmatic Advertising Kompass 2015/16. Bundesverband Digitale Wirtschaft e.V., Düsseldorf, 2016b.

- [ohVeoj] oV: Adblock Plus – Funktionen. oJ, <https://adblockplus.org/de/features#adblocking>. Abruf am 2016-04-21.
- [Pape16] Paperlein, J.: Stop Ad Control. Ignoranz hilft nicht. In: Horizont 10/2016, S. 25.
- [QuasoJ] Quast, C.: Im Blickpunkt: Werbung im Internet. Medienkompetent NRW. oJ, http://www.grimme-institut.de/imblickpunkt/pdf/imblickpunkt_werbung.pdf. Abruf am 2016-04-21.
- [RRYJ14] Rauniar, R., Rawski, G., Yang, J., Johnson, B.: Technology acceptance model (TAM) and social media usage: An empirical study on Facebook. In: Journal of Enterprise Information Management, 27, 1 (2014), S. 6-30.
- [SaKo13] Sander, L., Kohn, A.: Das Geschäft mit der Nicht-Werbung. 2013, <http://www.taz.de/!5063893/>. Abruf am 2016-04-21.
- [SmDX11] Smith, H. J., Dinev, T., Xu, H.: Information Privacy Research: An Interdisciplinary Review. In: MIS Quarterly, 35, 4 (2011), S. 989-1015.
- [St++15] Steinebach, M., Winter, C., Halvani, O., Schäfer, M., Yannikos, Y.: Begleitpapier Bürgerdialog. Chancen durch Big Data und die Frage des Privatsphärenschutzes. Fraunhofer Institut für sichere Informationstechnologie, 2015, https://www.sit.fraunhofer.de/fileadmin/dokumente/studien_und_technical_reports/Big-Data-Studie2015_FraunhoferSIT.pdf. Abruf am 2016-04-21.
- [SWSZ15] Sun, Y., Wang, N., Shen, X.-L. Zhang, J. X.: Location information disclosure in location-based social network services: Privacy calculus, benefit structure, and gender differences. In: Computers in Human Behavior, 52 (2015), S. 278–292.
- [TQKH12] Tan, X., Qin, L., Kim, Y., Hsu, J.: Impact of privacy concern in social networking web sites. In: Internet Research, 22, 2 (2012), S. 211 – 233.
- [Thom01] Thompson, P. B.: Privacy, secrecy and security. In: Ethics and Information Technology, 3 (2001), S. 13–19.
- [Wohl14] Wohllebe, A.: Infografik: Wie AdBlocker das Internet zerstören werden. 2014, <http://onlinemarketing.de/news/infografik-wie-adblocker-das-internet-zerstoeren-werden>. Abruf am 2016-04-21.

Kontakt

Prof. Dr. Katharina Simbeck
 Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
 Treskowallee 8, 10318 Berlin
 T +49 30 5019-3756, Katharina.Simbeck@HTW-Berlin.de

Prof. Dr. Birte Malzahn
 Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
 Treskowallee 8, 10318 Berlin
 T +49 30 5019-2452, Birte.Malzahn@HTW-Berlin.de

Layer2-Security

Wolfgang Riggert

Zusammenfassung

Ein Grundgedanke des Internets ist seine Offenheit, die es allen Nutzern ermöglicht, Informationen und Daten auszutauschen. Gleichzeitig besitzt das Internet als umfassendes Netzwerk eine komplexe Struktur, die sich bis in den lokalen Bereich fortsetzt. Selbst bei einfachen Aktionen im Netzwerk sind zahlreiche Komponenten und Protokolle eingebunden. Diese technische Komplexität führt dazu, dass Netzwerke als Angriffsplattform missbraucht werden können.

Die Designentscheidungen der Vergangenheit zur Ausgestaltung von Netzwerken wurden weitgehend ohne Beachtung von Sicherheitsaspekten getroffen. Dieses Versäumnis ist nicht ohne weiteres rückgängig zu machen. Daher ist es notwendig, sich der Schwächen bewusst zu sein. Im lokalen Netz betrifft dies vor allem Switches und die auf ihnen installierten Protokolle. Welche Gefahren hier lauern und wie man ihnen begegnen kann, beleuchtet dieser Beitrag.

1 Einleitung

Der Begriff IT-Sicherheit ist heutzutage in aller Munde. Die Sicherheitsanforderungen und die Möglichkeiten, auf Sicherheitslücken und Bedenken zu reagieren, sind aber derart komplex, dass es schwerfällt, einen Überblick über die Vielfältigkeit zu bewahren. Jede Hard- oder Softwarekomponente, die an der Funktionsfähigkeit des Netzwerkes beteiligt ist, kann Ziel eines Angriffs sein. Aus der Breite der Angriffsfläche ragen Betriebssysteme oder Geräte wie etwa Smartphones heraus. Weniger im Licht der Öffentlichkeit stehen die „Arbeitspferde“ des Netzwerkes, zu denen im lokalen Bereich die Switches gehören. Vielen Anwendern oder auch Administratoren ist nicht bewusst, welche Gefahren hier lauern. Grund dafür ist sicherlich auf der einen Seite die technische Dimension, andererseits die verborgene Arbeitsweise von Switches als Infrastrukturkomponente.

2 Angriffspunkte von Switches

Switches arbeiten auf dem Layer 2 des OSI-Referenzmodells und werten demzufolge die physikalischen MAC-Adressen aus²³. Daneben müssen sie dafür sorgen, dass keine Schleifen in der Paketweiterleitung auftreten, wenn dem Gebot der Redundanz Folge geleistet wird und in großen Netzwerken Switches für alternative Pfade genutzt werden. Demzufolge stehen

- der Spanning-Tree-Mechanismus und
- die MAC-Adresstabelle

²³ Eine ausführliche Darstellung enthält das Grundlagenwerk [Kusose, Ross14].

im Zentrum der Aufmerksamkeit.

Der Spanning-Tree-Algorithmus ist ein vitaler Teil von Switch-Infrastrukturen²⁴. Allerdings muss die LAN-Technologie sicherstellen, dass zwischen zwei Rechnern jeweils nur ein Datenpfad existiert, um Pakete eindeutig weiterleiten zu können. Die Schwierigkeiten, die sonst entstehen können, zeigt folgendes Beispiel:

Ethernet-Frames als Transporteinheit des Layers 2 besitzen kein TTL-Feld, das die Lebensdauer eines Paketes steuert. Dies ist der Grund für das Entstehen von Broadcast-Schleifen. Wie sie erzeugt werden, lässt sich an der Topologie der Abbildung 1 verdeutlichen:

- PC 1 sendet eine Broadcast an den Switch 2.
- Sobald die Broadcast den Switch erreicht, wird die Quelladresse von PC 1 in die Adresstabelle eingetragen.
- Da es sich um eine Broadcast handelt, wird sie an Switch 1 und 3 weitergegeben.
- Switch 1 und 3 aktualisieren jeweils ihre Adresstabelle mit einem Eintrag für PC 1.
- Aufgrund der Broadcastnatur des erhaltenen Paketes wird es auf alle Ports außer dem Empfangenen weitergeleitet. Insbesondere sendet Switch 3 das Paket an Switch 1 und umgekehrt.
- Switch 1 und 3 erhalten die entsprechende Broadcast und aktualisieren ihre Adresstabelle mit der „falschen“ MAC-Adresse von PC1.
- Jeder Switch leitet die Broadcast weiter, insbesondere geben beide Switches das Paket an Switch 2 zurück.
- Als Reaktion aktualisiert Switch 2 die Adresstabelle mit dem letzten der beiden erhaltenen Einträge von Switch 1 und 3.
- Dieser Prozess setzt sich fort, bis die Schleife durch ein externes Ereignis unterbrochen wird.
- Sendet auch PC 2 eine Broadcast, kumuliert die Menge der Broadcasts im Netz, so dass ein Broadcast-Sturm entsteht.

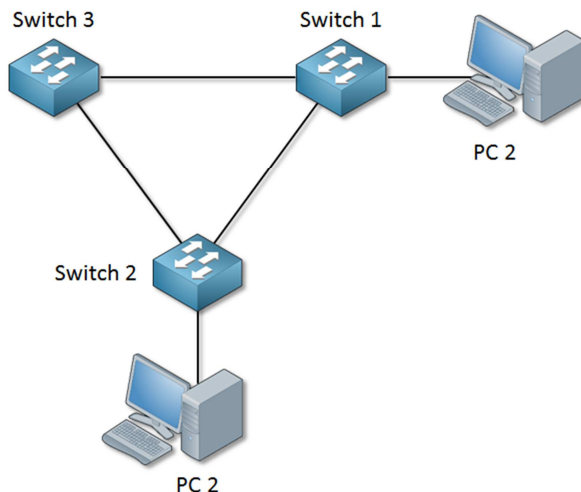


Abbildung 1: Szenario eines Broadcaststurmes

Ein Broadcast-Sturm ist nicht der einzige unerwünschte Effekt in einem Layer-2-Netz.

²⁴ Eine ausführliche Darstellung findet sich in dem Beitrag [IT-Bildungsnetz]

Problem	Beschreibung
Broadcast-Sturm	Wiederholtes Weiterleiten eines Frames über die gleiche Verbindung, was im Zeitablauf alle Netzkapazitäten ausschöpft und das Netz zum Erliegen bringen kann.
instabile MAC-Tabelle	Eine fortlaufende Aktualisierung der MAC-Adresstabelle mit den Adressen der kreisenden Pakete. Dies verursacht die Paketweiterleitung über falsche Interfaces
mehrfache Übertragung von Frames	Der Nebeneffekt kreisender Pakete besteht darin, dass mehrere Kopien des Frames beim Empfänger abgeliefert werden.

Tabelle 1: mögliche Probleme bei fehlendem STP

Der Spanning-Tree-Algorithmus wurde von Radia Perlman entworfen und 1990 als IEEE 802.1D standardisiert. Um Schleifenfreiheit zu erzeugen, versetzt STP die Ports, die den Spanning Tree bilden, in einen Weiterleitstatus, die verbleichenden Ports werden blockiert. Voraussetzung für die Funktionsfähigkeit dieses Konzeptes ist, dass der aufspannende Baum für den Nutzer vollkommen transparent erstellt werden kann. Als einzige Aktion muss der Spanning-Tree-Algorithmus auf den Switches aktiviert sein. Dies ist der Grund dafür, dass selbst viele Administratoren wenig Kenntnisse über das Verfahren besitzen. Eine einmalige Konfiguration bedarf oftmals keiner weiteren Anpassung.

Zum Austausch von Konfigurationsnachrichten wird eine *Bridge Protocol Data Unit* (BPDU) als Multicast-Paket genutzt, dass standardmäßig alle 2 Sekunden versendet wird und damit eine nicht unerhebliche Netzlast verursacht. Die BPDU enthält als ein wesentliches Element die Bridge-ID als eindeutige Kennung eines Switches. Sie setzt sich aus einem Prioritätswert (2 Bytes) und der MAC-Adresse (6 Bytes) zusammen. Der Standardprioritätswert beträgt 32 768, kann aber durch einen Konfigurationsbefehl verändert werden. Der Switch in einem lokalen Netz, der die kleinste Priorität besitzt, wird automatisch zur *Root-Bridge*, d.h. zur Wurzel des Baumes. Diese Funktion ist bedeutsam, da die verbleibenden Swiches als Knoten des Baumes sie als Referenzpunkt betrachten und die Baumstruktur an ihr ausrichten.

Der Ablauf des Verfahrens ist damit vorgezeichnet:

- Die Initialisierung beginnt mit der Wahl der Root-Bridge.
- Nach erfolgter Festlegung beginnt die Auswahl der Pfade, die von den Nonroot-Switches zur Root-Bridge führen. Dazu wird Ports eine bestimmte Funktion zugewiesen und sie gemäß dieser Funktion in einen entsprechenden Status versetzt. Grundlage der Pfadauswahl sind die Portkosten, die durch eine Zahl, abgeleitet aus der Geschwindigkeit, ausgedrückt werden.

Wie aus der Beschreibung abzulesen ist, steht für die Konzeption die Funktionstüchtigkeit des Verfahrens im Vordergrund. Sicherheitsmechanismen sind nicht vorgesehen. Folglich richten sich Angriffe auf zwei Aspekte:

- die Manipulation des Wahlprozesses der Root-Bridge
- die Nutzung von BPDUs, um die Topologie zu verändern.

Die zweite wesentliche Komponente von Switches stellt die MAC-Adresstabelle dar. Im Gegensatz zu einem Hub erfolgt bei einem Switch die Kommunikation zwischen zwei Stationen explizit zwischen diesen. Der Datenverkehr erreicht daher nicht die anderen Stationen des LAN-Segmentes. Zu diesem Zweck pflegt der Switch eine Tabelle, die die MAC-Adressen der beteiligten Stationen den verschiedenen Ports zuordnet. Datenpakete beziehungs-

weise Ethernet-Frames, die an eine bestimmte MAC-Adresse adressiert sind, werden nur an den Port weitergeleitet, an dem der betreffende Rechner angeschlossen ist.

3 Angriffsziel: Root-Bridge

Parameter zur Netzwerksteuerung werden unverschlüsselt übertragen, um die Performance nicht durch erhöhten Aufwand zu schmälern. Aus dieser Nachlässigkeit resultiert ein Sicherheitsrisiko im lokalen Umfeld. Nur für PPP auf Layer 2 im WAN-Bereich stehen mit PAP und CHAP Authentifizierungsverfahren zur Verfügung. STP kennt keinerlei Sicherheitsvorkehrungen.

Folgendes Szenario skizziert, auf welche Weise der Switch eines Angreifers in einem Netzwerk zu einer Root-Bridge wird:

- *Schritt 1:* Ein Angreifer platziert einen Switch in das Netzwerk über einen Port oder eine freie Netzwerkdose (z. B. in einem Hörsaal, Seminarraum).
- *Schritt 2:* Der Switch wird als Trunk konfiguriert und mit einer hohen Priorität (niedriger Wert der Bridge-ID, z. B. 0) versehen.
- *Schritt 3:* Wenn kein Schutz installiert ist und die Ports als Access-Ports konfiguriert sind, wird der „Rogue-Switch“ zur Root-Bridge

Die Folge ist: Der Datenverkehr läuft über die Root-Bridge und kann durch einen Netzwerk-Sniffer wie Wireshark leicht mitgeschnitten werden.

Um zu verhindern, dass der Rogue-Switch zur Root-Bridge wird, ist es notwendig, einen Schutzmechanismus auf den Trunk-Interfaces der Root-Bridge zu implementieren. Der Spanning-Tree-Algorithmus legt fest, dass aus Architekturgründen diese Ports niemals zu ROOT-Ports werden. Ein Mechanismus, der verhindert, dass die Ports ihren Status zu Designated wechseln, unterbindet diesen Angriff wirkungsvoll.

Root Guard ist ein von Cisco entwickelter Sicherheitsmechanismus für diese Form des Angriffs. Versucht ein Gerät hinter einem Port mit aktivem Root Guard (die aktuelle Root-Bridge) zur Root-Bridge zu werden, deaktiviert der Switch diesen Port. Es deaktiviert also das entsprechende Interface für den Empfang „besserer“ BPDUs [Free14].

4 Angriffsziel: STP-Parameter

Grundsätzlich sendet und empfängt jeder Switchport BPDUs (Bridge Protocol Data Units) als Verwaltungselemente des STP-Protokolls, sofern er sich im Status Forwarding/Learning oder Listening befindet. Da jeder Switch diese Pakete senden kann, ohne seine Berechtigung hierfür nachweisen zu müssen, bietet diese Eigenschaft Angreifern die Möglichkeit, die Topologie zu erkennen, auszulesen und sie mit gefälschten BPDUs gezielt zu verändern.

Die Reaktion auf dieses Designmerkmal, um ungewollte Eingriffe in die Netztopologie zu unterbinden, besteht darin, einen Verteidigungsmechanismus auf den Access-Ports zu installieren. BPDUs-Guard wird auf Access-Ports aktiviert, d.h. Geräte an einem Port, der für den Zugriff von Endgeräten vorgesehen ist, sollen nicht in der Lage sein, die STP-Topologie zu beeinflussen. Empfängt ein derartiger Port – auf dem BPDUs-Guard aktiviert ist – eine BPDU, wird dieser deaktiviert. Der Interface-Status kann erst nach einer Zeitspanne von 5 Minuten wieder verlassen werden [Odom14].

Beispiel

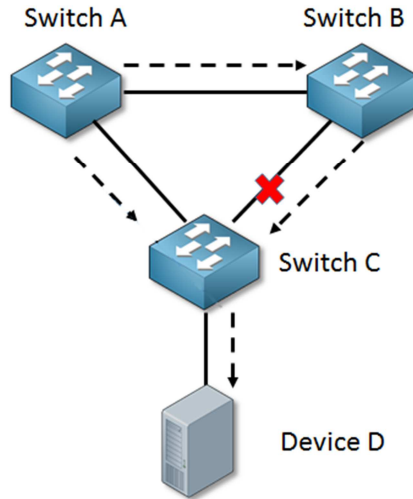


Abbildung 2: Ausgangstopologie

Switch A ist die Root-Bridge mit Priorität 8192, Switch B ist die Backup-Root mit Priorität 16384 und Switch C ist ein Access-Switch mit Verbindung über einen Access-Port zu Device D. Device D nimmt nicht an STP teil. Sind alle weiteren Parameter als Default vereinbart, befindet sich der Port zu Switch B im Blocking-Status.

Versucht D als softwarebasierte Bridge eine Teilnahme an STP mit einer Priorität von 0 zu erreichen, um Root-Bridge zu werden, würde dies die Topologie verändern. Der Link zwischen A und B ginge in den Blocking-Modus und der gesamte Datenverkehr würde über den Link D – C fließen, der im Gegensatz zu den anderen Verbindungen aber über eine wesentlich geringere Bandbreite verfügt und damit zum Engpass werden könnte.

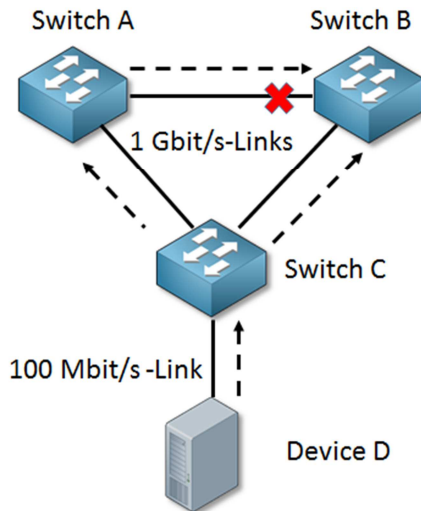


Abbildung 3: Topologie nach einem Angriff

5 Angriffsziel: Broadcaststurm

Broadcaststürme können leicht Netzwerke durch Überlastung zum Ausfall bringen. Das sich permanent wiederholende Weiterleiten eines Frames über dieselben Leitungen bindet erhebliche Verbindungskapazitäten. Betroffen ist die Broadcastdomäne, sodass ein Segment und nicht das Gesamtnetz zum Engpass wird. Dennoch können die Auswirkungen erheblich sein.

Die typische Ursache für einen Broadcaststurm ist üblicherweise nicht ein gezielter Angriff, sondern eine unbedachte Konfiguration durch einen zusätzlich temporär benötigten Switch im Büro oder auf dem Besprechungstisch. Dieser erzeugt versehentlich eine Schleife (Loop). Der Grund hierfür ist die redundante Verkabelung von zwei oder mehr Uplinks zwischen zwei Switches.

Um diese Form der Beeinträchtigung abzuwehren, bietet das Merkmal Storm-Control die Möglichkeit, Broadcast-, Multicast- und Unicast-Übertragungen einzuschränken. *Pro Trunk-Interface* können Schwellwerte für die Erkennung eines Storms in Bit pro Sekunde, Paketen pro Sekunde oder Prozent der Bandbreite angegeben werden. Diese Konfiguration behebt zwar nicht die Ursache des Storms, mildert aber dessen Folgen [Cisco].

6 Angriffsziel: MAC-Tabelle

Im Gegensatz zu einem Hub kann bei einem Switch grundsätzlich die Kommunikation zwischen zwei Stationen von keiner der anderen Stationen abgehört werden. Der Grund hierfür ist, dass der Switch eine Tabelle, die die MAC-Adressen der beteiligten Stationen den verschiedenen Ports zuordnet, pflegt. Ethernet-Frames, die an eine bestimmte MAC-Adresse gerichtet sind, werden nur an den Port weitergeleitet, an dem die betreffende Endstation angeschlossen ist.

Doch nicht nur der Switch pflegt eine Tabelle mit MAC-Adressen, sondern auch die beteiligten Rechner. ARP-Anfragen füllen diese Tabellen. Ziel des ARP-Spoofings ist es nun, die ARP-Tabellen derart zu manipulieren (ARP-Cache-Poisoning), dass Anfragen nicht an das Default-Gateway, sondern an den Angreifer weitergeleitet werden. Dazu sendet ein Angreifer eine ARP-Antwort an das Opfer, in der er seine eigene MAC-Adresse als die des Default-Routers ausgibt. Sendet das Opfer anschließend ein Paket an das Standard-Gateway, erreicht dieses den Angreifer und nicht das eigentliche Ziel. Auf dieselbe Weise lässt sich der ARP-Cache des Routers manipulieren. Ethernet-Frames, die eigentlich an das Opfer adressiert werden, landen dann beim Angreifer.

MAC-Flooding ist eine Angriffsmethode, die die Funktionsweise eines Switches beeinflusst. Switches erlernen angeschlossene MAC-Adressen dynamisch. Die MAC-Adressen werden in der Switching-Tabelle gespeichert. Der Switch weiß dadurch, an welchen Ports die entsprechenden MAC-Adressen angeschlossen sind.

Wenn nun eine angeschlossene Station mit Hilfe eines geeigneten Tools eine Vielzahl von Paketen mit unterschiedlichen Quell-MAC-Adressen sendet, speichert der Switch diese Quell-MAC-Adressen in seiner Switching-Tabelle. Da die MAC-Adresstabelle eine endliche Ressource ist, führt die Menge der Frames zu einem Tabellenüberlauf. In Folge dieses Überlaufs geht der Switch in einen „fail-open“ Modus über. Er handelt dann als HUB und flutet jeden neu empfangenen Frame auf alle Interfaces

Der Angreifer kann nun den „normalen“ Datenverkehr mitschneiden, da er alle Frames zwischen den Opfer-Hosts sieht. Diese Möglichkeit verschafft ihm Einblick in die Kommunikation der beteiligten Rechner und damit Einsichten über das Netz.

Abhilfe schafft das Port-Security-Konzept. Port-Security als Merkmal der Schicht 2 begrenzt die Zahl möglicher MAC-Adressen auf einem Port. Bei Überschreiten dieser Maximalzahl kann eine abgestufte Entscheidung bezüglich der Portverfügbarkeit getroffen werden. Beträgt z. B. die pro Port zugelassene Anzahl von MAC-Adressen 3, so löst ein vierter Frame mit unbekannter MAC-Adresse eine administrativ konfigurierbare Entscheidung aus.

Praktische Überlegungen vermuten einen hohen Aufwand in einer konsistenten, gesicherten Umgebung, in der alle freien Netzwerkdosen mit dem Port-Security-Merkmal konfiguriert sind. Gerade in Hochschulen mit einer Vielzahl von Seminarräumen und Hörsälen gestaltet sich eine durchgängige Berücksichtigung und Überwachung dieses Sicherheitsmerkmals sicherlich oftmals schwierig [Odom14].

7 Angriffsziel: DHCP

Das Ziel eines Angriffs auf den DHCP-Dienst besteht darin, dem anfragenden Endgerät eine IP-Adresse auszuhändigen, die auf den Rechner des Angreifers verweist. Auf diese Weise positioniert sich der Angreifer als „Man-in-the-Middle“.

Der Angreifer versucht Antworten eines zulässigen DHCP-Servers zu fälschen. Dazu wird ein falsches DHCP-Device benötigt, das schneller auf eine DHCP-Anfrage reagiert als der gültige DHCP-Server. Typischerweise antwortet der DHCP Server mit der Basiskonfiguration für den Anfrager, die aus: IP-Adresse, Subnetzmaske, Default-Gateway und DNS-Server besteht. In Falle eines Angriffs enthält die Antwort die IP-Adresse des Angreifers als Default-Gateway. Als Folge dieser Fehlkonfiguration werden die Daten des regulären Nutzers auf den Angreifer umgeleitet, sodass dieser den Datenverkehr mitlesen kann.

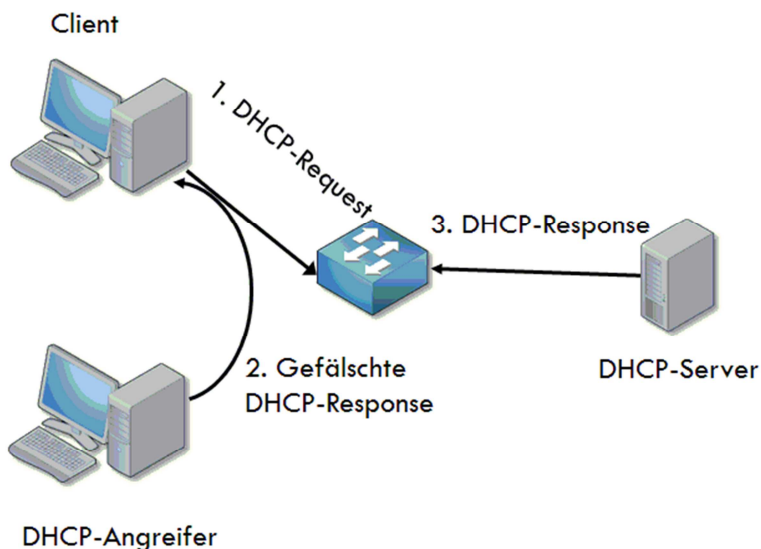


Abbildung 4: DHCP-Angriff

Zur Verhinderung dieser Angriffsform wird das DHCP-Snooping verwendet. Dieses beruht auf dem Prinzip vertrauenswürdiger Ports. Nur vertrauenswürdige Ports können die Quelle/der Erzeuger von DHCP-Nachrichten sein. Nicht vertrauenswürdige Ports können nur antworten.

DHCP-Server sind demzufolge mit einem vertrauenswürdigen Port ausgestattet. Versucht ein falscher DHCP-Server mit einem nicht vertrauenswürdigen Port eine DHCP-Nachricht zu senden, wird der Port deaktiviert. Als vertrauenswürdige Ports gelten alle diejenigen, die nicht explizit als vertrauenswürdige konfiguriert wurden [Lab12].

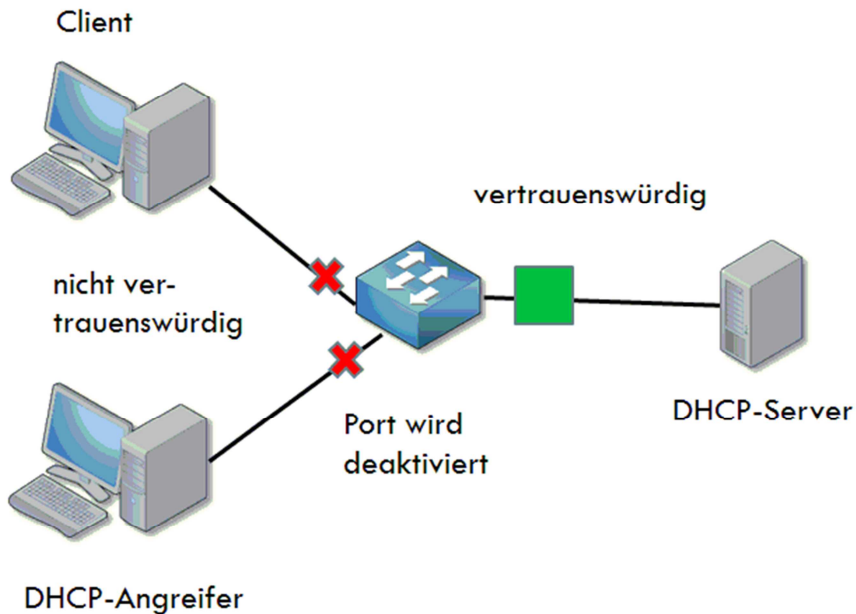


Abbildung 5: DHCP-Snooping

8 Résumé

Die Schlussfolgerung aus der Betrachtung des Gefährdungspotenzials ist, dass als Angriffsvektor nicht nur das Internet in Frage kommt, sondern auch im internen Netz Gefahren schlummern. Mangelndes Wissen und Unkenntnis über Gegenmaßnahmen bilden eine häufige Ursache dafür, dass entsprechende Sicherheitskonfigurationen unterbleiben. Der Aspekt der Sicherheit auf Layer 2 wird meistens gegenüber anderen öffentlichkeitswirksameren Angriffsformen als nicht gravierend eingestuft. Dabei zeigt der Beitrag die Vielfalt der Gefährdungen.

Literaturverzeichnis

- [Cisco] <https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst6500/ios/12-2SX/configuration/guide/book/storm.html>
- [Free14] Protecting the Root Bridge using STP Root Guard, <http://www.freecnaworkbook.com/workbooks/ccna-security/protecting-the-root-bridge-using-stp-root-guard.html>
- [IT-Bildungsnetz] https://www.it-bildungsnetz.de/fileadmin/media/1x1_Networking/PDFFiles/KI10.pdf
- [Kurose, Ross14] Computernetzwerke, Person, Halbergmoos, 2014
- [Lab12] <http://www.nwlab.net/know-how/Cisco/dhcp-snooping.html>
- [Odom14] Odom, Wendell: Cisco CCNA Routing und Switching ICND2, dpunktVerlag, Heidelberg, 2014.

Kontakt

Prof. Dr. Wolfgang Riggert
Hochschule Flensburg
Fachgebiet Wirtschaftsinformatik
Kanzleistr. 91-93, D-24943 Flensburg
T +49 461 805-1471, wolfgang.riggert@hs-flensburg.de
www.riggert.info und www.rechnernetze-interaktiv.de

Cache Synchronization in a Vertically Distributed Cloud Database Environment

Stefan Werner, Jens Kohler, Thomas Specht, Kiril Simov

Abstract

Cloud Computing appears to be an appealing technological foundation due to its dynamic scalability features and its cost-saving potential. However, data security and privacy challenges are still unsolved and that prevents enterprises as well as customers from using public cloud capabilities. With a focus on database data, vertical data partitioning and the distribution of the partitions to different cloud vendors is a promising approach to improve the level of security and privacy through the usage of different cloud and database vendors simultaneously and through the anonymization of the data. Unfortunately, vertical partitioning causes significant performance degrades because of the expensive join operation. Thus, caching becomes a viable approach (amongst others) to improve the data access performance due to its faster memory access. Yet, introducing a cache between the vertical partitions and the clients raises questions concerning the concrete cache location, i.e. client or server-based and concerning the cache coherence protocols, i.e. cache synchronization, invalidation, and replacement. With respect to these challenges, this work introduces a client-based cache that stores already joint rows from the vertical partitions. Moreover, cache coherence protocols with a strong focus on the cache synchronization between all caches and the vertical cloud partitions are discussed. Finally, the most appropriate protocol is implemented and evaluated based on a TPC-W benchmark scenario.

1 Introduction

With respect to current data security and privacy challenges in especially public cloud environments, SeDiCo is a framework which vertically divides data structures to various independent clouds. This approach ensures, in the case of an attack, that data from one cloud is worthless without the other parts. Only authorized client applications that have the knowledge about how the data structure is partitioned, are able to generate local working copies of the requested data by retrieving them from relevant clouds. However, creating these copies is done via expensive join operations and thus, in order to improve the create, read, update and delete (CRUD) performance, the copies are stored in a client-side In-Memory cache. Here, in this paper a client-side and not a server-side cache is used. Besides the advantages of a server-side implementation (i.e. scalability and performance), it would contradict the security-by-distribution principle of SeDiCo. This work sketches a mechanism that ensures if data in a local client copy are created, deleted or manipulated, that they are distributed automatically to all cloud partitions as well as to all other client copies.

2 Problem Formulation

The goal of this work is to develop and evaluate a procedure to synchronize all client caches and the corresponding cloud databases. The approach has to ensure that every client works with current and consistent data. Therefore, different concepts for the synchronization, the data transfer to the other clients, and techniques for conflict handling are described. Figure 1 illustrates the entire caching architecture in which the concepts elaborated in this work are applied.

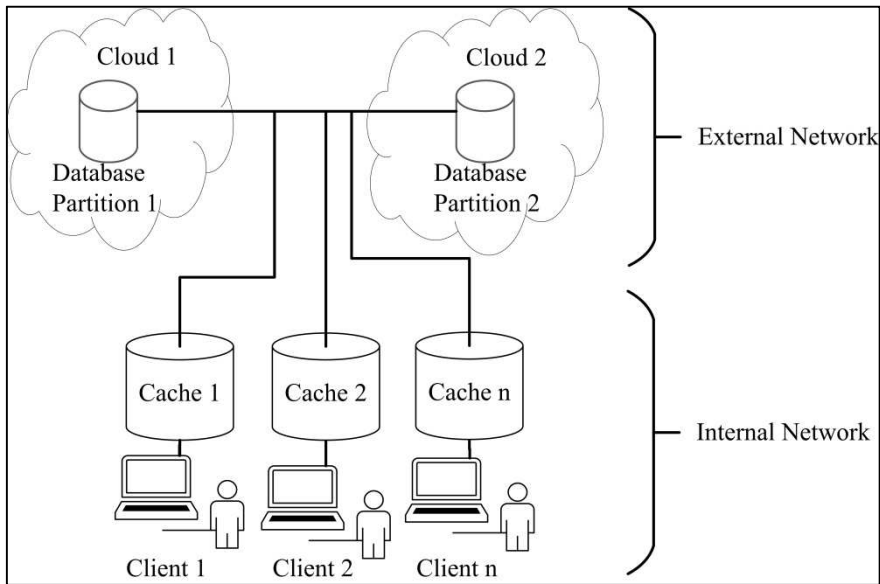


Figure 1: General Caching Architecture

Regarding data synchronization intervals, there are two common approaches: in the first approach, *Refresh on Read* (RoR), the client updates its data right before it executes a read or write operation. In contrast to this, in the second approach, *Refresh Notification* (RN), the modifying client sends a notification to all other clients and then each client is able to update its data at a convenient time. Concerning the data transfer between all client caches, there are also two approaches. Firstly, a client transmits changed data either directly to the server, which then spreads it to all other clients (*Primary Copy Replication*, PCR), or every data manipulating client manages the transfer by itself (*Update Everywhere Replication*, UER). Finally, there are two options for resolving conflicts if two clients modify the same data: they can either be resolved or avoided. In the first case, a conflict is resolved by the server via adding a timestamp (*Lazy Replication*, LR) to every row, which basically introduces a versioning of the data. In the latter case, the client sends a change request to all other clients before the actual modification to recognize and avoid conflicts. After evaluating this request, the clients give either a positive feedback and the changes are persisted to the partitioned cloud databases (*Eager Replication*, ER) or in the case of a negative answer, the change request has to be canceled. In order to find a viable and reasonable caching approach that fits into the current SeDiCo framework, this work analyzes the above-mentioned techniques. Concepts which are considered feasible are then implemented and evaluated with the TPC-W Benchmark.

3 Related Work

The approaches of this work are mainly inspired by [Plat14] where they are used in In-Memory architectures and where they are prototypically implemented in SanssouciDB [PIZe11]. SanssouciDB is a column-store aiming at combining transactional (OLTP) with analytical (OLAP) data stores in order to realize the vision of a *real-time enterprise*, where daunting extract, transform and load (ETL) procedures become obsolete. Interestingly, most of these concepts can be transferred to the SeDiCo approach to tackle the severe performance issues concerning the join of the vertically distributed data. Other related works that address security, privacy and trust challenges in Cloud Computing architectures can be found under the Trusted Cloud umbrella initiative [Bund16]. This is of particular interest for SeDiCo as great efforts towards developing cloud standards and certificates which facilitate the choice of a specific cloud vendor are taken. Above that, with MimoSecco [Cass16] a comparable approach to SeDiCo can also be found in this Trusted Cloud initiative. However, MimoSecco acts as a middleware for a file-based security-by-distribution approach and also focuses on heterogeneous infrastructures that also include mobile devices with its different operating systems.

4 Conceptualization and Implementation

This section now focuses on the above-mentioned problem formulation and draws the reader's attention to the analysis of cache synchronization, data transfer and conflict handling issues and elaborates solutions that are considered feasible for the integration into the SeDiCo framework. The approaches are based on patterns and principles, often applied in database replication scenarios [Losh09] [Plat14] [Wi++00] and in particular, in OLAP- and OLTP replication architectures.

4.1 Synchronization

Finding an adequate strategy how to determine proper synchronization intervals is not trivial, as it is heavily dependent on the respective use case and application scenario. Providing data consistency at any time throughout the entire system (involving all clients) means a performance loss because of the communication and data transmission overhead [Losh09]. Therefore, new database architectures (e.g. NoSQL) in the context of the *Basically Available, Soft State, Eventual Consistency* (BASE) model do not have to be in a consistent state immediately but eventually. In this model the synchronization can be performed either directly before a data access with a so-called *Refresh on Read* (RoR) or afterwards with a *Refresh Notification* (RN), as long as the system is informed about a data manipulation. With respect to the proposed caching approach, this BASE concept seems applicable for the client caches. Hence, strategies used in this concept are described in more detail in the following sections.

4.1.1 Refresh on Read

The term *Refresh on Read* (RoR) [Losh09], describes a synchronization protocol in a distributed application system with a central instance. This can easily be transferred to the SeDiCo approach, when a client reads data from the cloud databases before it manipulates data in its cache. Promising performance improvements are expected from the following

consideration: As only those data that the client wants to manipulate have to be transferred, not the entire rows of all involved tables have to be loaded. Rows are extended by a column which stores the timestamp of the last change in the cloud databases as well as in all clients. Newly created rows receive the timestamp of their creation time. So, before a data manipulation, the client requests all rows which have a higher timestamp as the client's latest. Thus, only necessary rows are transferred, instead of the total content of the cloud databases. After importing the data into the local cache, the manipulation operation is executed and finally persisted in the cloud databases. Hence, all client caches and all cloud databases have to be in a consistent state, section 4.3 outlines approaches to ensure this consistency even in case of conflicting manipulations.

4.1.2 Refresh Notification

[Losh09] describes *Refresh Notification* (RN) as a protocol, where all clients receive a notification as soon as data in the cloud databases have changed. Clients containing an older version of the data are marked as stale. The client is able to decide whether and when it will update its local copy. In SeDiCo, the cloud databases are pure data stores, therefore, this approach would need the integration of a mediator which manages the notifications to all other clients. The clients register themselves at this mediator and inform it about their manipulations and thus the mediator is able to notify every registered client. If it is not possible to reach every client, i.e. an acknowledgment is not received, the mediator either repeats the transmission of the notification or every client checks for notifications independently when they reconnect to the mediator. Finally, this mediator also manages the conflict handling and ensures data consistency throughout all involved clients and cloud databases.

With respect to RoR, there are inevitable delays while retrieving modified data from the cloud databases expected. First, the latest timestamp or version number has to be fetched from the databases and then compared with the local one. After storing the rows in the client cache, the actual manipulation can be performed eventually. On the contrary, RN promises performance improvements, as new rows reach the client before the actual manipulations (with mediator notifications). Ideally, a client is able to use data immediately without checking for and requesting updated data. However, at the cost of the improved performance, the consistency can only be guaranteed eventually (according to the BASE concept). Based on this analysis, RN will be implemented, as it promises greater performance improvements, especially with a growing number of clients and therefore, a potentially growing number of manipulations.

4.2 Data Transfer Topology

According to [Wi++00] there is a distinction between two concepts: *Primary Copy Replication* (PCR) manages manipulations at a central location and spreads the manipulations to all clients and the *Update Everywhere Replication* (UER) protocol that lets the manipulating client spread its modifications to all the other clients.

4.2.1 Primary Copy Replication

In the *Primary Copy Replication* (PCR) data are managed at a central point (i.e. in SeDiCo the partitioned cloud databases, the so-called *primary copy*) and are distributed from this central location to all other clients. Every manipulation is executed on the primary copy and then propagated to all clients, which is called *passive replication* [Wi++00]. Transferred to the SeDiCo framework, this would mean that a client executes the manipulation operation in

its local cache and propagates it afterwards to the cloud databases. Thus, the cloud databases' current state is considered as a reference for any other client.

4.2.2 *Update Everywhere Replication*

In the *Update Everywhere Replication (UER)*, manipulated data are distributed to all other clients starting from the client that issued the manipulation. Yet, these manipulations can be propagated sequentially, cascadingly, or in a parallel manner. The sequential synchronization transfers data manipulations along a chain, consisting of all clients. All clients have to know their respective predecessor and successor. In case of a failing client, it has to be guaranteed that the other clients are able to close this gap and therefore, it is important that every node has to know about every other node. This also requires a mediator which registers nodes and provides information about the current synchronization chain. Finally, this mediator is then able to bridge the gap in case of a failing client. Above this sequential approach, the cascading approach improves the performance by not distributing modifications along a predefined chain but along several clients in parallel. As soon as a client is updated, it distributes its data together with previously updated clients. Therefore, the number of updated clients grows exponentially. However, if not all clients can be reached, modifications might get lost or inconsistent rows might be created. Thus, this approach also requires a mediator which defines the sequence of updating the clients and it bears the responsibility of the data transfer and the synchronization.

On the one hand, the PCR strategy with its mediator includes a single point of failure. If one of the cloud partitions does not respond, the complete system is affected. Furthermore, this central approach might become a bottleneck because of the network communication overhead. If several clients update data at the same time, the load of the mediator might grow too fast, which then causes a slowdown of the synchronization and finally results in a high latency. On the other hand, the UER strategy prevents such threats by distributing the synchronization to all clients. However, implementing such a strategy is complex, especially the error handling. Hence, appropriate measures have to be taken to ensure smooth synchronization among all clients and to bridge the gap if a client is not reachable or does not respond. Considering the PCR strategy, with the described scalability issues, it can be stated that they can be avoided with an underlying cloud infrastructure. Putting the mediator in a cloud is a viable approach, as it only manages the synchronization but does not contain any data. Above that, the issue that the mediator is a single point of failure can be minimized with a high availability mechanism where another mediator is able to fill in if the actual mediator breaks down. Taking these cloud capabilities into consideration, the advantages of PCR outweigh the complex implementation effort of UER by far. Therefore, the PCR strategy is implemented and evaluated in this work.

4.3 *Conflict Handling*

If several applications in a distributed system, each with a local copy of the data, change the same row and at the same time, it is not clear which application has priority and thus there will be data conflicts. Modifications are lost or inconsistent rows are created which cannot be transferred to the cloud databases in a conflict-free manner.

4.3.1 *Lazy Replication*

The principle of *Lazy Replication (LR)* (asynchronous replication) allows distributed systems to alter data without immediately ensuring consistency. Only after a data manipulation, the manipulated rows are transferred to the other clients. If a client changes the same data set

in the meantime, a data conflict occurs. In this case, a defined process for resolving the conflict has to be followed, e.g. the client that modified data at last, has to roll back its manipulations, adopt all version of its counterparts and can then run its modification.

4.3.2 Eager Replication

With the technique of *Eager Replication* (ER) (synchronous replication) data conflicts are avoided. If a manipulation occurs, the relevant client sends it to all other ones. The manipulation will be propagated synchronously to all systems until every client has received and confirmed the manipulation. Afterwards, all clients are in a consistent state. If there is a client which modifies the same data as another one, the conflict is identified before the manipulation is propagated and one of the competing manipulations has to be canceled or re-performed later.

Both approaches require a mediator as central management instance as it cannot be ensured that the clients are able to avoid or resolve conflicts. The mediator propagates incoming manipulations to all registered clients and collects acknowledgments. After every client has confirmed the manipulation to the mediator, a signal to execute is sent to all of them. Thus, the manipulation is finally performed and data are synchronized throughout all clients. The ER approach demands a complex sequence of data transfers and acknowledgments. If a manipulation has started on a client, it is interrupted and immediately propagated to the mediator. After that, the mediator spreads out this manipulation to all other clients and waits until all acknowledgments have arrived. Then, the manipulations can actually be performed on all clients. Until this moment the client that initially invoked the manipulation is not able to persist it, as it has to wait for the mediator. In order to trace modifications, an *insert-only* approach (according to the LR concept) is applied. Data conflicts are handled with timestamps for the *SeDiCo* framework. This prevents the possibility to manipulate data in the cloud, as every manipulation leads to an insertion of a new row. Additionally, the old version of the row is marked invalid. Hence, conflicts are resolved automatically, by accepting the modification whose timestamp holds a later date. This analysis shows that the lazy replication is considered as more efficient (with respect to its performance) and will be used within the implementation of the cache synchronization.

5 Performance Evaluation

For the evaluation of the above-mentioned concepts, the TPC-W benchmark and its *CUSTOMER* relation, which was already used for earlier performance evaluations in the *SeDiCo* framework [KoSp14a] [KoSp15] [KoSp15a], was used. The *SeDiCo* framework uses the *Object Relational Mapping* (ORM) framework Hibernate [Hibe16] to abstract program logic from data management. This enables a unique data access API and encapsulates different database systems in its own unique data access layer. This abstraction layer enables client cache synchronization over various different database systems without the risk of incompatibilities. For the performance evaluation in this work, different databases are of minor importance as all data are cached and therefore the performance of the In-Memory cache and not the database performance is considered more important. The attention of the interested reader in the pure database performance is drawn to [KoSp15a]. The evaluation runs were performed with a Core 2 Quad Q9650 processor at 3 GHz, 6200 MB RAM, and a 160 GB SSD drive.

At the beginning of each evaluation run the stated number of rows, starting at 288.000 (~150 MB), is loaded into the cache. The distributed database is located on the same machine and is divided into two partitions, which both are configured as MySQL databases. The testing environment is set up locally to measure the cache performance without network and cloud virtualization overhead. The mediator is also run on this machine. The manipulation operations are executed with the respective number of rows depicted in the first column in Tab. 1 and Tab. 2. Finally, every run is performed 3 times and the average of the results is listed. The evaluation, except for the query performance, measures two time spans: The first time span measures the respective in the cache (see column *Cache*). The second timespan includes the manipulation operation at the cloud databases and the required time that the mediator needs to propagate information about a change. The results of this time span are listed in the column *Hibernate*. The sum of these times are listed in the column *Total*. The cache is emptied after every evaluation run and then warmed-up again in order to perform all operations with the same data set.

5.1 One-time check for new data

The first benchmark measures the run-time with only one initial check for notifications at the mediator. This measurement acts as basic performance metric that uses the extreme case when the mediator is contacted only once. Hence, these performance results can be considered as a lower bound. The operations are processed completely without any contact to the mediator, until the end of the respective operation. The mediator is informed about the changes only once after the end of the manipulation of all rows (depicted in the left-most column).

The results show, that the update operation takes ~2,5 times longer than the delete operation. This is due to the fact that the update method marks the old row as invalid and finally persists a new version, as sketched in the insert-only approach above. The right-most column depicts the update performance of the pure SeDiCo implementation, based on a vertically distributed MySQL TPC-W Customer relation without any performance tuning approaches.

# Rows	Run-time Query	Run-time Update			Run-time Delete			SeDiCo Update [KoSp14]
	Cache	Cache	Hibernate	Total	Cache	Hibernate	Total	Total
288K	13.595	33.412	6.221.127	6.254.539	185	1.854.608	1.854.793	6.601.618
88K	4.231	10.658	1.330.194	1.340.852	161	681.087	681.248	2.055.316
50K	2.848	6.429	759.199	765.628	147	387.304	387.451	1.164.968
25K	1.594	3.423	383.216	386.639	56	195.258	195.314	531.643
20K	1.442	2.925	305.585	308.510	54	156.735	156.789	423.795
15K	985	2.318	230.426	232.744	72	119.067	119.139	319.986
10K	948	1.896	156.230	158.126	45	81.632	81.677	231.790
5K	681	1.489	80.491	81.980	54	42.251	42.305	127.361
4K	454	1.382	65.914	67.296	51	34.366	34.417	102.985
3K	416	1.130	36.115	37.245	40	26.378	26.418	78.879
2K	324	895	35.150	36.045	35	19.221	19.256	50.561
1K	185	573	19.230	19.803	31	9.868	9.899	26.877
500	146	412	10.400	10.812	25	5.991	6.016	14.761
250	94	245	6.077	6.322	24	3.090	3.114	8.344
125	57	128	3.314	3.442	18	1.854	1.872	4.347
100	60	109	2.909	3.018	14	1.451	1.465	3.808
50	65	84	1.662	1.746	15	841	856	1.909
25	30	58	993	1.051	13	545	558	1.033
15	23	36	708	744	12	355	367	758
10	21	24	577	601	12	316	328	562
5	22	21	338	359	19	210	229	328
1	22	14	179	193	16	96	112	4
Avg.	1.284	3.076	438.638	441.713	50	164.660	164.710	534.165

Tab. 1: One-Time Check For New Data (in ms)

5.2 Multiple checks for new data

The second benchmark measures the run-time when the mediator is contacted before every manipulation. Also, the mediator is informed after every single data change. Hence, these performance results can be considered as an upper bound.

# Rows	Run-time Query	Run-time Update			Run-time Delete		
	Cache	Cache	Hibernate	Total	Cache	Hibernate	Total
288K	607.505	542.698	411.155.774	411.698.472	654.353	133.028.112	133.682.465
88K	197.515	249.583	42.522.604	42.772.187	214.449	15.536.920	15.751.369
50K	118.035	112.547	19.135.304	19.247.851	115.827	5.155.799	5.271.626
25K	63.396	67.014	3.818.798	3.885.812	51.694	1.162.606	1.214.300
20K	54.437	52.823	2.472.244	2.525.067	43.865	812.458	856.323
1K	42.829	40.539	1.420.573	1.461.112	31.642	492.743	524.385
10K	31.060	26.911	702.186	729.097	23.132	264.299	287.431
5K	17.642	14.578	237.839	252.417	12.634	104.507	117.141
4K	14.172	12.028	179.172	191.200	10.488	78.489	88.977
3K	11.810	9.612	116.739	126.351	8.327	56.374	64.701
2K	8.063	6.846	70.703	77.549	6.995	36.394	43.389
1K	4.842	3.985	32.752	36.737	3.956	19.378	23.334
500	2.496	2.107	16.727	18.834	2.174	10.053	12.227
250	1.469	1.200	8.665	9.865	1.130	5.330	6.460
125	845	760	4.925	5.685	671	2.993	3.664
100	756	607	4.003	4.610	540	2.574	3.114
50	647	359	2.258	2.617	342	1.427	1.769
25	262	264	1.593	1.857	234	964	1.198
15	171	165	1.024	1.189	148	541	689
10	123	103	699	802	119	461	580
5	58	66	462	528	66	254	320
1	14	16	188	204	13	70	83
Avg.	53.552	52.037	21.904.783	21.956.820	53.764	7.126.034	7.179.798

Tab. 2: Multiple Checks For New Data (in ms)

Similarly to the previous benchmark, the differences between the update and the delete method come from the fact that the delete method executes only one Hibernate transaction,

whereas the update method performs two transactions, to modify the old data set and to create a new one (*insert-only*). Hence, surprisingly, the bottleneck in this scenario is not the increasing number of Hibernate transactions, but the communication overhead to and from the mediator.

6 Conclusions

The results show that the run-times increase immensely, as rows have to be persisted in the cloud databases because of the required overall data consistency. The experiments further proved that the communication overhead for the mediator is responsible for the performance degrade. Yet, it has to be mentioned that the one-time check at the mediator (Tab. 1) is also able to maintain the consistency over all cloud databases: If there is a modification performed on one of the cloud databases while a local transaction with several data sets at once is performed simultaneously, the client gets informed and the local running operation is canceled and reverted by a rollback. Moreover, data which are already written into the cache are overwritten by the old version of the data. Hence, it is possible with the one-time check approach to have a cache coherence protocol that enables consistency. However, this work proved that the client-based caching approach is more feasible in read-only database scenarios. As soon as data are manipulated, the manipulation not only has to be persisted in the respective databases but also in all client caches and this overhead is not bearable in practical use cases with a lot of write operations. Interestingly, the update performance (Tab. 1) is almost equal to the initial SeDiCo update performance (right-most column in Tab. 1). Thus, the more checks before an operation are performed, the more the performance degrades as the figures in Tab. 2 show. Above that, this work shows, that the client-based cache synchronization within SeDiCo was implemented successfully. It further has to be mentioned that according to [Pla14] in real-world application scenarios (even in OLTP scenarios), there are also mainly reading operations performed ([Plat14] states about 80 % of all operations). Furthermore, 88 % of all rows are never updated in such scenarios [Plat14]. The benchmarks and their results finally lead to the conclusion, that contacting the mediator per row (Tab. 2) is not realistic. It is more efficient to perform manipulations in the form of batches that combine several operations. Thus, a trade-off between the two presented extreme cases (Tab. 1 and Tab. 2) has to be found. However, this is heavily use-case dependent and therefore, a generic recommendation cannot be given here. All in all, the query performance of this caching approach improves the initial SeDiCo implementation by factor ~200 (Tab. 1) and surprisingly by factor ~5 even if before every queried row the mediator is checked for new notifications (Tab. 2).

7 Outlook and Future Work

During the implementation of this work, several optimization possibilities have been recognized. First and foremost, an algorithm that calculates the best possible synchronization interval would be an advantageous extension. For example, it would be possible to evaluate the manipulation frequency of previous operations in order to estimate which data could be of particular interest in the near future. Hence, frequently used data could be updated more

often, whereas less frequently used data could be collected and updated in a single batch operation (or vice versa, dependent on the database workload). This would reduce network traffic as well as communication overhead between the mediator and the clients. A similar optimization technique concerning the number and the duration of network connections applies to the notifications of the mediator. Instead of signaling changes per single row, the mediator might register the exact modified columns and send this information to the clients. This would allow the clients to react faster to modifications and to avoid the request of unnecessary (non-modified) columns. However, in such a scenario it might become very likely that the mediator contradicts the security-by-distribution principle of SeDiCo, if it has knowledge about the actual data distribution and thus, strategies to avoid that have to be developed. Currently, SeDiCo uses a key-value store as a client-sided cache. Considering different requirements and structures of business applications and data, other NoSQL architectures might become interesting for further cache implementations. With respect to this, complex relations between data might be representable more efficiently (in terms of performance) with graph databases, document or column stores.

References

- [Bund16] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: Vertrauenswürdige Cloud Services für die Wirtschaft, 2016, <https://www.trusted-cloud.de/>, Retrieved at 2016-03-23
- [Cass16] CAS Software AG: MimoSecco - Middleware for Mobile and Secure Cloud Computing, 2016. <https://sites.google.com/site/mimoseccoproject/>, Retrieved at 2016-03-23
- [Hibe16] Hibernate: Hibernate ORM Website: Idiomatic Persistence for Java and Relational Databases, 2016, <http://hibernate.org/orm/>, Retrieved at 2016-03-24
- [Losh09] Loshin, David: Master Data Management. Morgan Kaufmann, Burlington, USA, 2009.
- [KoSp14] Kohler Jens; Specht Thomas: Vertical Update-Join Benchmark in a Cloud Database Environment. In: Proc. of WiWiTa 2014, Wismarer Wirtschaftsinformatiktage. June 2014.
- [KoSp14a] Kohler Jens; Specht Thomas: Vertical Query-Join Benchmark in a Cloud Database Environment. In: Proc. of The 2nd IEEE World Conference on Complex Systems, Agadir, Morocco, 2014.
- [KoSp15] Kohler Jens; Specht Thomas: A Performance Comparison Between Parallel And Lazy Fetching in Vertically Distributed Cloud Databases. In: Proc. of The International Conference on Cloud Computing Technologies and Applications - CloudTech 2015, Marrakesh, Morocco, 2015.
- [KoSp15a] Kohler Jens; Specht Thomas: Performance Analysis of Vertically Partitioned Data in Clouds Through a Client-Based In-Memory Key-Value Store Cache. In: Proc. of The 8th International Conference on Computational Intelligence in Security for Information Systems, Burgos, Spain, 2015.
- [Plat14] Plattner, Hasso: A Course in In-Memory Data Management. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2014.
- [PIZe11] Plattner, Hasso; Zeier Alexander: SanssouciDB - Blueprint for an In-Memory Enterprise Database System. In: In-Memory Data Management: An Inflection Point for Enterprise Applications, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, 2011.

[Wi++00] Wiesmann Matthias; Pedoney Fernando; Schiper André; Kemmez Bettina; Alonso Gustavo: Database Replication Techniques: a Three Parameter Classification. In: 19th IEEE Symposium on Reliable Distributed Systems, IEEE Computer Society, Nürnberg, Germany, 2000

Contact

Stefan Werner
Hochschule Mannheim, Fakultät für Informatik
Mannheimer Wirtschaftsinformatik Institut
Paul-Wittsack-Str. 10, 68163 Mannheim
T +49 621 292-6739, hello@stefanwer.de

Jens Kohler
Hochschule Mannheim, Fakultät für Informatik
Mannheimer Wirtschaftsinformatik Institut
Paul-Wittsack-Str. 10, 68163 Mannheim
T +49 621 292-6739, j.kohler@hs-mannheim.de

Prof. Dr. Thomas Specht
Hochschule Mannheim, Fakultät für Informatik
Mannheimer Wirtschaftsinformatik Institut
Paul-Wittsack-Str. 10, 68163 Mannheim
T +49 621 292-6765, t.specht@hs-mannheim.de

Kiril Simov
Bulgarian Academy of Sciences
Institute of Information and Communication Technologies
Linguistic Modeling Department Acad.
G. Bonchev St. 25A, 1113 Sofia, Bulgaria
T +359 888 473 413, kivs@bultreebank.org

Didaktik – Wissensmanagement

Gefährdet die „Digitalisierung der Hochschule“ die Kultur der Akademie? – zur Debatte studentischer Präsenzpflcht

Georg Rainer Hofmann

Zusammenfassung

Eines der klassischen und traditionellen Privilegien von Studierenden an Hochschulen ist die fehlende Anwesenheitspflicht bei Lehrveranstaltungen. Ausnahmen bestanden bislang bei Seminaren mit wechselseitigen Vorträgen der Studierenden, bei denen die Anwesenheitspflicht ein gegenseitiges Auditorium sichern soll. Der Einsatz elektronischer Medien in der Lehre lässt danach fragen, ob nicht zur Erhaltung einer akademischen Vorlesungskultur an der Hochschule eine Anwesenheitspflicht erforderlich ist? – Die akademische Wissensvermittlung des Professors gerät im Extremfall zur von allen Orten und jederzeit – ubiquitären! – im Internet abrufbaren Video-Konserve. Der Beitrag untersucht den Topos (gr. τοπος – „Ort, Thema, Gemeinplatz“) der Anwesenheit und gelangt in der Folge zur der liberalen Position, dass eine Forderung nach Anwesenheit nicht nur als Beschränkung individueller studentischer Freiheit zu verwerfen ist, sondern auch den untauglichen Versuch der Gestaltung eines „vernünftigen“ Hochschulbetriebs darstellt; eine Neubewertung der technischen Reproduzierbarkeit der Lehrinhalte scheint erforderlich.

1 Einleitung – vivat academia!

*Professoren schreiben Bücher.
Was sie geschrieben hatten, lasen sie uns vor oder malten es an die Tafel.
Und was sie vorlasen, schrieben wir mit der Hand in unsere Kolleghefte ein.
Und was wir eingeschrieben hatten, konnte man ebenso gut des Abends wieder in ihren
Büchern lesen.
Während vorn ein Kahlkopf mit grauem Kranz, Professor der Wärmelehre, über den
gedachten idealschwarzen Raum las, schrieb ich eine lange Stauraumliste für meine
Bootsfahrt in den kommenden Semesterferien.
(aus: Alexander Spoerl, Memoiren eines mittelmäßigen Schülers)*

Die vorstehende Sentenz beschreibt das subjektive Erleben des titelgebenden „mittelmäßigen Schülers“ in einer Berliner universitären Vorlesung in der Zeit vor dem Zweiten Weltkrieg; der Verfasser hat diese Erzählung in seiner eigenen Schulzeit mit dem größten Vergnügen und wiederholt gelesen.

Die anekdotische Schilderung von SPOERL [Spoe66] zeigt zweierlei, nämlich dass man den Sinn von studentischer Anwesenheit in Lehrveranstaltungen auch vor der Erfindung des *Electronic* und *Tele-* und *Blended Learning* hinterfragen konnte – und in der Tat schon immer hinterfragt hat. Seit GUTENBERGS Erfindung („Professoren schreiben Bücher“) ist das „Hören“ auf das, was der Professor sagt und liest, stark relativiert worden. Und weiter lernen wir bei SPOERL, dass die massive Unterminierung studentischer physischer Anwesenheit durch allerlei „Nebentätigkeiten“ ebenfalls ein traditionelles Phänomen ist.

2 Unmittelbare Folgen der zunehmenden Akzeptanz elektronischer Medien in der Hochschullehre

Die zunehmende Akzeptanz elektronischer Medien in der Hochschullehre und die Möglichkeit, mit diesen Instrumenten verstärkt auch Telelearning (früher: „Fernstudium“), und darüber hinaus die Autodidaktik zu befördern, hat zu neuen Komponenten des Diskurses geführt: Brauchen die Lehrveranstaltungen eine Anwesenheitspflicht?

Braucht man überhaupt noch eine Anwesenheitsmöglichkeit(!) für Studierende? Sind etwa gar keine Räumlichkeiten für Lehrveranstaltungen an der Hochschule mehr nötig? – Es böten sich doch neue und phantastische Einsparmöglichkeiten im hochschulspezifischen Länderhaushalt, wenn man das Vorhalten und Unterhalten der teuren Gebäude- und Campus-Infrastruktur reduzieren, oder gar zur Gänze darauf verzichten, könnte! In der Folge stellt sich natürlich die Frage, was aus den Begriffen des „Hochschulstandortes“ und der „Hochschulstadt“ werden wird? – Die letztere Frage, von nicht unerheblicher strukturpolitischer Relevanz und Brisanz, sei im Rahmen dieses Beitrags dahingestellt.

Es ist gute wissenschaftliche Übung, zu Beginn des Diskurses über eine „Anwesenheitspflicht“ diesen Gegenstand hinreichend genau abzugrenzen. Wir reden also zunächst von

- a) der Anwesenheit, und von
- b) der Pflicht.

3 Ad a) - was ist „Anwesenheit“?

Wir können uns einigermaßen sicher sein, dass „Anwesenheit“ die physische, räumliche und zeitliche Präsenz (lat. *praesentia*) eines Menschen an einer Szenerie bezeichnet.

Der Rest ist relativ – bereits drei allseits nachvollziehbare und bekannte Beispiele stützen diese Theorie sehr nachhaltig:

1. So kennt man die doch sehr hinterfragbare rein körperliche „Anwesenheit“ von Angeklagten in Strafgerichtsprozessen, wo das ebenfalls anwesende Publikum und die Presse nur noch konsterniert konstatieren können, dass „der Angeklagte der Verhandlung ohne jede erkennbare Regung folgte“. Immerhin richtet der Angeklagte damit keinen weiteren Schaden an – der über den Schaden der vermuteten Straftat wesentlich hinausginge.
2. Anwesenheit kann selbstverständlich auch dahingehend genutzt werden, der Aufmerksamkeit fordernden zentralen Szenerie ein massives Desinteresse, gar eine Verachtung, zu demonstrieren. Früher las man als Parlamentarier gerne demonstrativ die – ganz wichtige! – Tageszeitung, wenn der politische Gegner am Rednerpult stand, heute dient die unverholene und intensive Beschäftigung mit dem Smartphone dem nämlichen Zweck. Leider fehlt dem Smartphone die besonders intensive Signalwirkung einer der gängigen großbuchstabigen und bebilderten Tageszeitungen.
3. Sprichwörtlich auch der „Kirchenschlaf“, den vornehmlich solche Personen pflegen, denen man, aus welchen Gründen auch immer, einen Gottesdienstbesuch – quasi extrinsisch motiviert – nahegelegt hat. In ländlichen Gegenden galt dieser Kirchenschlaf als legitime, weil nach frühmorgendlicher Stallarbeit sehr nötige und erholsame Vorbereitung für den dem Gottesdienst notwendig nachfolgenden sonntäglichen Frühschoppen in der Gastwirtschaft – gar „Zum Engel“ beschildert – am Marktplatz, der Kirche gegenüber.

Was ist nun ein „anwesender Studierender“? Die reine physische Präsenz, auch die zusätzlich per Unterschrift in der Teilnehmerliste des Seminars abgefragte und dokumentierte, kann es nicht sein – siehe die Umstände bei Gericht, im Parlament, etc. Denn sollten etwa konsequenterweise schlafende Studierende durch den Dozenten geweckt werden, oder Smartphones und Laptops in der Vorlesung verboten werden, da sie doch die Konzentration der Studierenden sehr fordern, aber nicht die Lehrinhaltvermittlung fördern?

Wie äußert sich eine positiv besetzte psychologisch-emotionale Anwesenheit? Durch aktives Zuhören – das man gegebenenfalls mit entsprechender Übung heucheln kann? Durch Mitschreiben – was durch die zur Verfügung gestellten (elektronischen) Skripte extra-überflüssig ist? Durch aktive mündliche Mitarbeit – was sich am Ende des Semesters als bewertbare Leistung der Prüfungsordnung nicht wiederfinden lässt?

Diese einfachen Aspekte lassen erkennen, dass eine „Anwesenheitspflicht“ eigentlich nur Sinn macht, wenn sie durch entsprechende Qualitätsforderungen begleitet wird, wie einer gewissen „Grundaufmerksamkeit“ und „aktive Mitarbeit“ der Studierenden. Aber, sollen Hochschulen grundschul-typische Urteile abgeben? Früher waren das die „Kopfnoten“ im Schulzeugnis – deren Einführung für den Hochschulunterricht auch beim besten Willen als völlig abwegig bezeichnet werden muss.

Es bleiben – *a prima vista* – mithin die Erkenntnisse, dass die „Anwesenheit“ von Studierenden eine sehr hinterfragbare, gar manipulierbare Sache ist – und dass die „Echte Anwesenheit“ im Unterricht nichts mit der Akzeptanz des Lehrinhaltes als solchem, sehr wohl aber etwas mit der Akzeptanz der lehrenden Personen zu tun hat.

Wie kann von daher die „Anwesenheit“ Gegenstand einer studentischen „Pflicht“ sein?

4 Exkurs, eine seitens des Verfassers vertretene Mindermeinung betreffend

Der Verfasser vertritt die Meinung, dass seinerseits von ihm persönlich gemachte Erfahrungen für den hier behandelten Gegenstand eine gewisse Relevanz haben könnten. Er berichtet daher, vor über 30 Jahren als Student in einigen Vorlesungen ausschließlich darauf geachtet zu haben, ob der Professor in seiner Live-Performance von seinem hinreichend bekannten Lehrbuch (konnte man im Buchhandel kaufen, mit Hörschein) oder vom Skript (Kopieren ging über Studieren) wohl abweicht?

War dies nicht der Fall, widmete sich der Student Hofmann, klassisch nach MARX vom Lehrgegenstand des agierenden Lehrenden offenbar entfremdet, in der letzten Reihe des Auditoriums sitzend, der Lektüre von diversen zweiwöchentlich erscheinenden Fachblättern über das Wesen und den Gebrauch motorisierter Zweiräder. Weiter bekennt der Verfasser, dass ihn vor circa 40 Jahren die didaktischen Ansätze der damaligen Lehrer am Gymnasium echt genervt haben. Damals fingen die Lehrer so langsam an, „sich engagiert in den Unterricht einzubringen“. Wir als Schüler sollten „echt motiviert“ werden, uns mit dem „Lehrgegenstand intensiv und aktiv auseinanderzusetzen“.

Wir, als die „Freunde der formalen Systeme“, fanden den Unterricht – so etwa in der Physik – dann unterhaltend, wenn der Lehrer irgendwelche tollen Experimente mit komplexen Apparaten (Laser! VAN-DE-GRAAFF-Generator! Festigkeit und Bruchgrenze von Schrauben!) vorgeführt hat. Der restliche Deal war klar: Der Lehrer stellt irgendwann Aufgaben in der Klausur, wir rechnen die gewünschte Lösung ordentlich aus – und gehen nach Hause. Das war eine brauchbare Geschäftsgrundlage.

In einigen anderen Fächern, so Englisch und Deutsch, waren solche Schüler wie der Verfasser von der Subjektivität der Notengebung der Lehrer hochgradig abgeschreckt. Erst nach dem Studium war Englisch wieder wichtig, wegen der Publikationstätigkeit; das Interesse für Deutsche Lyrik hingegen war für über 25 Jahre völlig neutralisiert – dem „engagierten“ Schulunterricht müssen diese bedauerlichen Umstände klar zugerechnet werden. Und eine 1/15 im Physikabitur ist für immer, das ist so wie Fußballweltmeister. Auch wenn man später im Metier nicht mehr sooo fit ist.

5 Ad b) - was heißt „Pflicht“ im Hochschulwesen?

Das Kennzeichen einer Pflicht ist gemeinhin ihre Durchsetzbarkeit – gegebenenfalls mit Zwangsmaßnahmen – und die Sanktionierung ihrer Verletzung. Fehlt Letzteres, verbleibt die Pflicht auf der Ebene einer bloßen Empfehlung.

Die akademische Pflicht der Hochschulen besteht nicht zuletzt darin, für das Geld der Steuerzahler eine gute Ausbildung für die Studierenden zu bieten. Die Absolventen sollen Qualifikationen erwerben können, die es ihnen ermöglichen, in ihrem Beruf erfolgreich zu sein. Die Professoren sollen – eine Pflicht aus alten Tagen – rein formal ein Lehrdeputat erfüllen. Und, etwas neuere Forderung populärer Hochschulpolitik, die Professoren sollen nach Leistung bezahlt werden.

Was ist die „Leistung“ speziell der Hochschullehrer? Es ist ein geradezu absurder Ansatz, sich gleichwohl schleichend etabliert, die professoralen Leistungen nach frei manipulierbaren Kriterien und „Studienleistungen“, wie den Abschlussnoten der Studierenden, der Studiendauer, der Studienabbruchquote oder Prüfungsdurchfallquote zu bemessen. Jeder Professor, dessen Gehalt von diesen Parametern abhängig gemacht werden würde fände (und findet) sicher Mittel und Wege, diese Parameter entsprechend zu manipulieren. Die Leistung der Hochschule könnte auch am späteren wirtschaftlichen Erfolg und Einkommen ihrer Absolventen, auch der Praxisnähe der Ausbildung, der gewerblichen „Verwertbarkeit“ der Absolventen gemessen werden – aber, besteht überhaupt ein kausaler Zusammenhang zwischen der Qualität des Unterrichts und dem Erfolg der Unterrichteten?

Wir könnten jetzt weiter fragen, wie das Lehrdeputat und die Lehrleistung im Tele-E-Learning-Kontext bemessen werden sollen? Messen wir das zeitliche Volumen der abgelieferten, im Internet einsehbaren, Video-Lektionen? Die Zahl der zu diesen Video-Dateien gehörenden „like it clicks“, die 5-Sternchen-Ratings dieser Video-Dateien? Auch diese Ansätze führen offenbar auf Abwege.

6 Das soziale Erfolgsmodell – *vivant professores!*

Ein Student ist dem Wortsinn – *studens* – nach ein „eifrig Bemühter“, für den ein „Ich studiere“, und nicht ein „Ich werde studiert“ zu gelten hat. Diese aktive Rolle des „Hineinarbeitens“ in das akademische System – fachlich und(!) sozial – ist die unmittelbare und einzige Pflicht des Studierenden. In der Tat hat das, was die fachliche Seite angeht, mit einer physischen „Anwesenheit“ am Lernort herzlich wenig tun.

Ein Professor ist im Wortsinn – *profiteri* – hingegen ein „öffentlich Bekennender“, für den das Motto „Ich vertrete ein Lehrgebiet, eine Lehrmeinung“ zu gelten hat. Er möge bitte, nach

Maßgabe publizierter Arbeiten (*vulgo*: „Forschung“ – Drittmittelprojektergebnisse) zu seiner und der Hochschule Reputation in der (überregionalen und internationalen) Community beitragen.

Irgendwelche „demokratische“ Majorität und bloßer Konsens studentischer Lehrevaluation können hier nicht den letztgültigen Maßstab liefern. Wo wären Professoren wie SCHOPENHAUER, BEUYS oder auch HINDEMITH geblieben, hätte man ihren Erfolg nach der Meinung ihrer Studierenden gemessen oder hätten sie sich auf die statistisch-empirische Marktforschung bezüglich der Akzeptanz ihrer Arbeitsergebnisse verlassen müssen?

Die Akzeptanz der vertretenen Lehrmeinung und der Lehrpersonen durch die Studierenden, und erst recht durch die restliche *Scientific Community*, ist von äußerster Komplexität. Es ist – *nota bene* – schon nicht-trivial, diese „Akzeptanz“ überhaupt zu messen und zu bestimmen. Sind's die Hörerzahlen? Die Auflagenzahlen der Publikationen? *Citation Quotes*? *Impact Factors*? Intensität des Beifalls der Hörer nach einem Vortrag? Diese Diskussion wird zu Recht fortwährend geführt – und kann und darf an dieser Stelle nicht in augenscheinlicher Vermessenheit abgeschlossen werden.

Was auch immer, nicht zu leugnen ist wenigstens die Wichtigkeit der fachlichen Pluralität und der fachliche „Horizont“ der im akademischen Leben durch die Professoren vertretenen Gegenstände für deren Akzeptanz.

Aber den Hochschullehrern kommt auch eine soziale Rolle zu. Es ist für Studierende in der Tat sehr spannend zu erfahren, inwieweit die Lehrperson ein „soziales Erfolgsmodell“ darstellt. Das Vermitteln von praktischer Erfahrung seitens der Professoren, welche Aufgaben und Lösungen ihnen in ihren (Neben-) Tätigkeiten als Beirat, Aufsichtsrat, Unternehmer etc. begegnet sind, wie sie mit welchen Leuten, in welchen Krisen und Herausforderungen umgegangen sind – das(!) ist auch interessant zu erfahren und das(!) erfordert die (mehr als nur physische!) Anwesenheit in den Lehrveranstaltungen.

BENJAMIN [Benj11] vertritt in seinem Aufsatz *Das Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit* bekanntermaßen die These, dass sich die psychosoziale Rolle der Kunst durch die technischen Entwicklungen von Photographie, Tonmedien und Film massiv wandelt. Die massenhafte Reproduzierbarkeit, die damit verbundene veränderte Abbildung der Wirklichkeit und veränderte kollektive Wahrnehmung sind nach BENJAMIN kapitalismuskritisch zu sehen. In den profanen – kommerziellen – Reproduktionsprozessen verliert das Kunstwerk seine Aura, die an Ort und Zeit – also an seine physische Präsenz – gebunden sei. Hingegen vermerkt MCGREGOR [McGr14], dass der kommerzielle Erfolg und die Marktposition von DÜRER („*an Artist for all Germans*“ – MCGREGOR) exakt auf der konsequenten Nutzung der – damals verfügbaren – Prozesse der technischen Reproduktion seiner Werke beruht. Mehr noch, DÜRER [Hofm90] hat sich der algorithmischen „Herstellbarkeit“ der Kunst gewidmet, also der Loslösung des „Produkts Kunst“ von der Person des Künstlers.

Eine Darstellung von Elementen der „Aura“ (BENJAMIN) des sozioökonomischen Erfolgs (MCGREGOR) und der sozialen Kompetenz von Hochschullehrern ist gut und gern auch unterhaltsam. Die aufmerksamen Studierenden merken sich diese Dinge, im Sinne verwertbarer Vorbildelemente.

Allerdings, die Dummköpfe unter den Studierenden schreiben dem Professor in die Lehrevaluation, er „weiche zu oft vom Skript ab“. *And – so what?*

Natürlich hat es der Professor als darstellender Künstler gerne, wenn die Vorlesung oder das Seminar „ausverkauft“ sind. Vorträge vor leeren Rängen sind dem Dozenten weniger angenehm, aber, bitte sehr, manchmal unvermeidlich. Der gestandene Hochschullehrer „muss da durch“, wenn Studierende „wegbleiben“.

Die – sowieso hinterfragbare – Popularität von Lehrveranstaltungen aber durch eine Anwesenheitspflicht von Publikum quasi künstlich herstellen zu wollen – das geht nicht. Es ist sowohl organisatorisch, juristisch als auch fachlich gänzlich unmöglich.

7 Ad c) – da ist noch das „Anwesenheitsrecht“ der Studierenden

Der Komplementär zur Pflicht ist das Recht. Dieses Recht zur Anwesenheit von Publikum ist ein hohes akademisches Gut; eine Lehrveranstaltung hat in der Regel öffentlich zu sein. Von ganz erheblicher Schädlichkeit ist die Anwesenheit störender Studierender in der Vorlesung oder im Seminar. Die Studierenden haben den Professor gefälligst ungestört lehren und reden zu lassen. Es ist eine lästige und unerhörte Sache, wenn Studierende in der Vorlesung – sich laut unterhaltend – die Erlebnisse des vorigen Abends oder Wochenendes evaluieren. Wenn dies geschieht, kann die Lehrperson gut und gerne davon ausgehen, dass der von ihr gebotene Lehrvortrag eben nicht(!) den Fokus des Interesses darstellt. Da hilft auch die seit den 1970er Jahren übliche – unsägliche – Aufrüstung des Hörsaals mit Lautsprecheranlagen nichts. Vielmehr führt diese technische Erhöhung der Stimmenlautstärke zu einer ganz eigenartigen Form des Telelearning.

Wahrhaft skandalös sind brachiale Störungen durch Pfeifen und Niederbrüllen – gar durch Minderheiten – im Auditorium: Die Störung durch Trommeln und Trillerpfeifen und der Abbruch von Vorlesungen sind ein akademischer Skandal sondergleichen (so bei der Abschiedsvorlesung von RÜRUP, TU Darmstadt, Juli 2009 – [Rüru09]). Dieser Skandal wird gar noch größer, wenn dies von der Hochschulleitung mit der fast sarkastischen Begründung „die Hochschule sei ein Offener Ort“ nachträglich zugelassen wird.

Für das Tele-E-Learning lernen wir daraus, dass auch elektronische Skripte in besonderem Maße von Sabotage und Manipulation seitens unberufener Dritter zu schützen sind.

8 Zusammenfassend bleibt zu bedenken

Wir dürfen davon ausgehen, dass für akademische Lehrveranstaltungen das „Zeitalter ihrer technischen Reproduzierbarkeit“ (BENJAMIN) endgültig angebrochen ist. Der Verfasser, als bekennender Sophist, würde sogar sagen, man konnte das förmlich kommen sehen – diese Entwicklung hat sich mit GUTENBERGS ersten gedruckten Massenmedien seit vielen Jahren förmlich abgezeichnet.

Auslösend für eine Debatte der Gefährdung der akademischen Lehrkultur, die klassischerweise auf der persönlichen Vermittlung der Lerninhalte durch eine dozierende Person und auf der Präsenz der Studierenden basiert, ist die um sich greifende Produktion, das maschinelle Präsentieren und Verteilen und also die damit massenweise Verfügbarkeit elektronischer, multimedialer – auch interaktiver – Lernmaterialien, *volgo* das *Electronic Learning*.

Mithilfe internetbasierter Dienste wird aus *Electronic Learning* ein *Online Learning*. Die Online-Verfügbarkeit gestaltet das multimediale Lernen erheblich prozesseffizienter und beschleunigt es damit enorm. Die Aktualität des Stoffes gewinnt durch die Verbreitungsgeschwindigkeit; die „Auflagenzahl“ gewinnt durch die Unabhängigkeit vom Medium Papier und die damit zu vernachlässigenden Grenzkosten der Vervielfältigung ganz entscheidend.

Es wird zudem – durch das Internet verursacht – die „Markttransparenz“ des akademischen Lebens steigen: Die Inhalte der Lehrveranstaltungen (speziell die Exzellenten!) gewinnen eine ganz andere und größere, gar globale, Reichweite.

Nicht zuletzt unterstützt durch zwischenstudentische Kommunikation werden alle Vorlesungsinhalte aller Dozierenden an allen Orten, zu allen Zeiten ubiquitär verfügbar sein. Es entsteht ein globaler akademischer Wettbewerb. Es wird vielleicht zu Anbieter-Oligopolen kommen, wie sie aus dem E-Commerce bekannt sind: Nur sehr wenige(!) Dozierende vertreten dann ein(!) Thema dergestalt hinreichend, das von den globalen Studierenden akzeptiert wird.

Das kann die physische Abwesenheit der Studierenden vom Hochschulort weiter befördern, im Extremfall schafft sich der Hochschulort selbst ab. Das hätten aber andere, in diesem Kontext zu nennende, Lehrformen wie das briefpostbasierte Fernstudium und das Telelernen (und dergleichen mehr) auch schon vermocht.

Nach Maßgabe einer *Case-based Evidence* [SchO16] kann man aber konstatieren: Das haben sie aber nicht! Die Studierenden suchen nach wie vor die Aura der Akademie und der Hochschule, nicht zuletzt die *Live Performance* vorbildtauglicher Hochschullehrer(innen), die die Anwesenheit rentierlich macht.

9 *ultima ratio*

*Die Kunst ist eine Tochter der Freiheit.
(Friedrich Schiller, Brief an von Augustenburg, 13. Juli 1793)*

Literaturverzeichnis

- [Benj11] Benjamin, W.: Das Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit: Mit Ergänzungen aus der Ersten und Zweiten Fassung, Reclam-Verlag, Stuttgart, 2011
- [Hofm90] Hofmann, G. R.: Who invented ray tracing? – an historical remark, *The Visual Computer* (6), 120-124, Springer-Verlag, Berlin et al., 1990
- [Hofm12] Hofmann, G. R.: Was heißt und zu welchem Ende studiert man „praxisnah“? – einige Phänomene und Erläuterungen, Vortrag, Corps Hannovera, Hannover, 20. Januar 2012
- [McGr14] MacGregor, N.: *Germany: Memories of a Nation*, Allen Lane, London, 2014
- [Schi04] Schiller, F.: *Sämtliche Werke in fünf Bänden*, dtv, München, 2004
- [SchO16] Schumacher, M.; Hofmann, G. R.: *Case-based Evidence – Grundlagen und Anwendung*, Springer-Verlag, Berlin et al., 2016
- [Spoe66] Spoerl, A.: *Memoiren eines mittelmäßigen Schülers*, dtv, München, 1966
- [Rüru09] *Polizisten in Zivil im Hörsaal – Störung der Vorlesung von Bert Rürup hat Nachspiel*, Frankfurter Rundschau vom 7. Juli 2009

Kontakt

Prof. Dr. Georg Rainer Hofmann
Information Management Institut IMI
Hochschule Aschaffenburg
Würzburger Straße 45, 63743 Aschaffenburg
T +49 6021 4206 700, georg-rainer.hofmann@h-ab.de

Wie arbeiten „Digital Natives“ zusammen? – Eine vergleichende Analyse

Kathrin Kirchner, Liana Razmerita

Zusammenfassung

Teamwork ist eine der Schlüsselkompetenzen in der heutigen Arbeitswelt. Auch an Hochschulen werden studentische Gruppenarbeiten zunehmend als Form des Lernens und der Entwicklung von Teamfähigkeiten genutzt. Heutige Studierende, auch als „Digital Natives“ bezeichnet, wachsen mit Social Media auf und nutzen diese zum Beispiel, um sich zu informieren und zu vernetzen.

In dieser Studie wird untersucht, wie diese „Digital Natives“ kollaboratives Lernen im Rahmen von Lehrveranstaltungen empfinden, und inwieweit sie dazu Social Media nutzen. Dabei werden folgende Fragen untersucht: Welche Faktoren beeinflussen die Zufriedenheit mit der Gruppenarbeit? Inwiefern unterscheiden sich diese Faktoren in verschiedenen Szenarien? Zur Beantwortung dieser Forschungsfragen wurden Daten von 128 Studierenden mit einem Fragebogen in drei Hochschulen in drei Ländern erhoben und analysiert. Unabhängig von der Hochschule und der spezifischen Gruppenaufgabe stellte sich heraus, dass Studierende gern mit anderen im Team zusammenarbeiten. Social Media werden für Gruppenarbeit genutzt, wenngleich fehlendes Vertrauen oder soziales Faulenzen die Zufriedenheit mit der Gruppenarbeit negativ beeinflussen können.

1 Motivation

Die Arbeitswelt und damit auch das Lernen in heutigen Unternehmen verändern sich dynamisch. Zunehmend werden Social Media wie Wikis, Blogs oder Soziale Netzwerke für die Kommunikation innerhalb des Unternehmens, aber auch mit Kunden und Partnern genutzt. Social Media basieren auf dem World Wide Web und Cloud-Technologien und erlaubt Nutzern eine einfache Erstellung und Änderung sowie das Verlinken von Inhalten und die Verbindung mit anderen Nutzern [KaHa10].

Eine kollaborative Arbeitsweise, bei der Mitarbeiter gemeinsam (direkt oder virtuell) an der Lösung eines Problems arbeiten, gehört in den Unternehmen heute zum Alltag. Studierende sollten schon an der Hochschule darauf vorbereitet werden. Beim kollaborativen Lernen findet das Lernen in der Gruppe statt, in der an einer gemeinsamen Aufgabenstellung gearbeitet wird. Die Gruppenmitglieder können auch zeitweise individuell arbeiten, tauschen sich aber immer wieder aus, indem sie individuelle Ergebnisse besprechen, diese integrieren und gemeinsam weiterentwickeln [Dill99].

Kollaboratives Lernen ist heute auch ein wichtiges pädagogisches Werkzeug in der Hochschullehre. Das gemeinsame Erarbeiten von Inhalten kann dabei sowohl direkt von Angesicht zu Angesicht, oder auch in Onlineszenarien mittels Social Media erfolgen. Social Media haben ein großes Potential, kollaborative Lernprozesse in vielfältiger Art und Weise zu unterstützen [Ca++11], [HW++13]. Social Media ermöglichen:

- Kollaboratives Schreiben z.B. durch Nutzung von Wikis (z.B. Wikipedia, Wikiversity, Wikimedia), GoogleDocs oder auch das gemeinsame gleichzeitige Editieren mit Tools wie TitanPad oder SimplePad

- Kommunizieren, Teilen und Interagieren mittels sozialer Netzwerke (z.B. Twitter, FaceBook, Podio) oder mobiler Instant-Messaging-Dienste (z.B. WhatsApp, Viber)
- Filesharing oder Dokumentenaustausch (z.B. Dropbox, GoogleDrive)
- Brainstorming und Strukturieren von Ideen z.B. durch Mindmaps (z.B. Mindmeister, Freemind)
- Teilen von Links und Bookmarks mittels Social-Bookmarking-Werkzeugen wie Digg,
- Delicious
- Teilen von Medien wie Videos oder Präsentationen mittels Content Communities (z.B. SlideShare, YouTube)
- E-Learning-Services wie Massive Open Online Courses (MOOCs), virtuelle Welten, Simulationen

Solche kollaborativen Dienste haben ein hohes Potential, um gemeinsame Lernaufgaben bewältigen zu können [HW++13]. Heutige Studierende sind als „Digital Natives“ mit der Technik des digitalen Zeitalters aufgewachsen und nutzen regelmäßig mobile Technologien und Social Media [Pren01]. Daher erscheint es logisch, diese Werkzeuge auch bei gemeinsamen Lernaufgaben einzusetzen.

Ziel dieser Studie ist es daher zu untersuchen, wie kollaboratives Lernen und kollaborative Technologien durch Studierende genutzt werden, um die Gruppenarbeit zu unterstützen. Insbesondere sollen zwei Forschungsfragen beantwortet werden: Welche Faktoren beeinflussen die Zufriedenheit mit der Gruppenarbeit? Wie unterscheiden sich diese Faktoren in verschiedenen Umgebungen?

Der Artikel ist wie folgt aufgebaut: In Abschnitt 2 wird kurz auf verwandte Arbeiten eingegangen. Abschnitt 3 stellt die verwendete Forschungsmethodik und die gesammelten Daten vor. Die Ergebnisse der Datenanalyse beschreibt Abschnitt 4. Die Arbeit schließt mit einer kurzen Zusammenfassung in Abschnitt 5.

2 Kurze Diskussion verwandter Arbeiten

In der Literatur wird eine Vielzahl von Ansätzen für kollaboratives Lernen [Dill99] diskutiert, z.B. Onlinezusammenarbeit [XuDF15], interkulturelle virtuelle Teams [PSSM04] oder fallbasiertes Lernen [MoRa14]. Die Studien berichten übereinstimmend über die Vorteile der Zusammenarbeit in Teams, die die Generierung gemeinsamen Wissens fördert [Dill99], [OITP11], [McCo06]. Gruppenarbeit hat viele Faktoren, die sich auf das Ergebnis der Arbeit [RaBr11], [RaKi15] oder die Zufriedenheit mit der Gruppenarbeit [RaKi14] auswirken. Insbesondere die Lernqualität hängt von der Gruppencharakteristik ab [RaBr11], [KuTA13].

Die Literatur über Motivation und kollaboratives Lernen zeigt, dass studentisches Lernen und Lernerfolge nicht nur vom Interesse am Thema, sondern auch vom Verhältnis zu Mitstudenten, individuellen Unterschieden und persönlichen Eigenschaften, kulturellen Hintergründen, geschlechtsspezifischen Unterschieden oder unterschiedlichen Lernumgebungen beeinflusst werden [PSSM04], [RaBr11], [RaKi15], [KuTA13]. Die Vorteile von Social Media und Cloud-Services für das Lernen sind: hohe Verfügbarkeit der Anwendungen, flexible Erstellung von Lernumgebungen, Unterstützung für mobiles Lernen, Skalierbarkeit und Kosteneinsparungen bei Hard- und Software [GBGC15].

3 Forschungsmethodik und Daten

Basierend auf der Literatur und Gesprächen mit Studierenden an der Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin (HWR) und der Copenhagen Business School (CBS) zur Zufriedenheit mit der Gruppenarbeit und der Nutzung von Social Media wurde ein Fragebogen entwickelt [RaKi15] und später weiterentwickelt [KiRa15]. Der Fragebogen enthielt 22 Fragen zur studentischen Gruppenarbeit. Themen waren die Zusammenarbeit in der Gruppe, die Unterstützung von Wissensprozessen sowie die Herausforderungen bei der Gruppenarbeit und die Nutzung von Onlinetools (Tabelle 1). Für die Fragen wurde eine 5-Punkt-Likert-Skala (1 – stimme stark zu, 5 – stimme gar nicht zu) verwendet. Einige offene Fragen gaben die Möglichkeit für zusätzliche Kommentare.

Die Daten wurden am Ende des Semesters mittels eines Onlinefragebogens in drei verschiedenen Veranstaltungen für Bachelorstudenten in Wirtschaftsinformatik-Studiengängen gesammelt. Die Veranstaltungen fanden 2014/15 an drei verschiedenen Hochschulen statt – an der Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin (HWR), an der Copenhagen Business School (CBS) und an der Universität Belgrad (UB).

An der HWR wurden Daten in der Pflichtvorlesung „Management komplexer Anwendungssysteme“ im Frühjahr 2015 erhoben. Die Studierenden absolvierten ein duales Studium in Wirtschaftsinformatik. In Teamarbeit wurde eine Fallstudie über das gesamte Semester bearbeitet. Obwohl die Fragen zur Fallstudie vorgegeben waren, gab es einige Freiheitsgrade bei der Bearbeitung. Am Ende wurden die Ergebnisse der Gruppenarbeit vorgestellt und bewertet.

Die Vorlesung „Web Interaction Design and Communication: New Forms of Knowledge Sharing and Interaction“ war ein Wahlfach an der CBS im Frühjahr und Herbst 2014. Die teilnehmenden Studierenden kamen aus verschiedenen Studiengängen. Der Kurs wurde von dänischen und von Austauschstudierenden besucht. Im Rahmen der Vorlesung wählten die Studierenden sich selbständig ein Thema, entwickelten im Team Ideen dazu und sammelten gemeinsam Daten. Am Ende des Semesters stellten die Teams ihre Ergebnisse vor und bekamen ein Feedback. Diese Gruppenarbeit war die Grundlage für individuelle Projekte, die benotet wurden. Die Gruppenarbeiten selbst wurden nicht bewertet.

An der UB wurden Daten im Kurs „Business Process Modeling“ im Frühjahr 2015 gesammelt. 350 Studierende nahmen an dieser Pflichtvorlesung teil. Etwa die Hälfte von ihnen entschied sich, eine Teamaufgabe zu lösen, um zusätzliche Punkte für die Prüfung am Ende des Semesters zu bekommen. Die Aufgabenstellung war vorgegeben, die Studierendengruppen sollten sich jedoch selbständig ein Anwendungsszenario auswählen. Die Ergebnisse wurden präsentiert und bewertet.

4 Datenanalyse und Diskussion

Insgesamt wurden Daten von 128 Studierenden gesammelt: von 40 Studierenden an der HWR (von insgesamt 50 Teilnehmern), von 35 Studierenden von der CBS (von 92) und 53 Studierenden an der UB (von 192 Studierenden, die an der Gruppenarbeit teilnahmen). Darunter waren 64 männlich (50%) und 64 weiblich (50%). Unter den CBS Studierenden waren 34% Dänen und 66% andere Nationalitäten, während an der HWR nur deutsche und an der UB nur serbische Studierende teilnahmen.

In allen drei Fällen konnten die Studierenden selbständig entscheiden, wie sie in den Teams zusammenarbeiten. Abbildung 1 zeigt die Nutzung der verschiedenen Werkzeuge, die für die Gruppenarbeit gewählt wurden. Podio (an der CBS) und Moodle (an der HWR) waren die Plattformen, die über das Semester zum Bereitstellen von Vorlesungsinhalten und Nachrichten verwendet wurden. An der UB gab es eine solche Plattform nicht. Facebook und Dropbox wurden am häufigsten eingesetzt. GoogleDocs und GoogleDrive wurden von mehr als der Hälfte der Studierenden an der CBS und UB eingesetzt. Zusätzlich verwendeten einige Studierende E-Mails oder mobile Dienste wie WhatsApp und Viber.

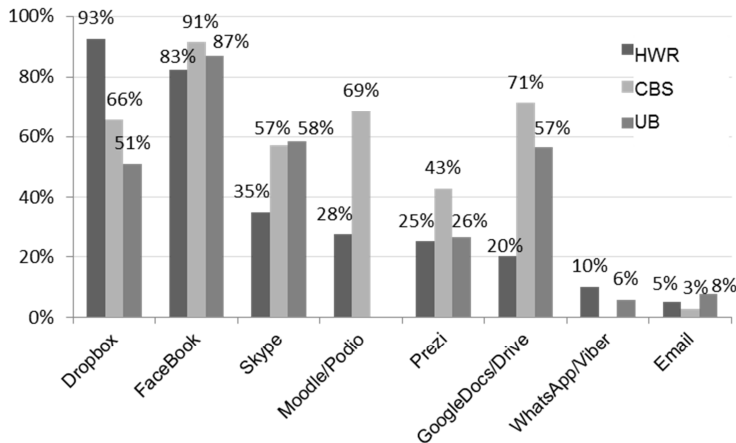


Abbildung 1: Nutzung von Tools zur Zusammenarbeit im Team

Bei der Zusammenarbeit im Team waren die HWR-Studierenden am zufriedensten (Mittelwert 1,68). Aus den offenen Antworten ergab sich, dass die Studierenden sich gern vertieft mit einem Thema über das gesamte Semester auseinandersetzen, und so der Lerneffekt höher war als beim Lernen für eine Klausur. Die höhere Unzufriedenheit bei den CBS-Studierenden (Mittelwert 2,31) kann damit erklärt werden, dass die Studierenden im Fall der CBS keine Note auf die Teamarbeit bekamen. Nicht alle Studierenden engagierten sich daher in den Gruppen, es kam zu Konflikten und manche Gruppen lösten sich schon während des Semesters auf.

Im Fall UB konnten mit der Gruppenarbeit zusätzliche Punkte (12% der Endnote) gesammelt werden. Obwohl die Studierenden freiwillig an der Gruppenarbeit teilnahmen, war die Zufriedenheit am geringsten (Mittelwert 2,57).

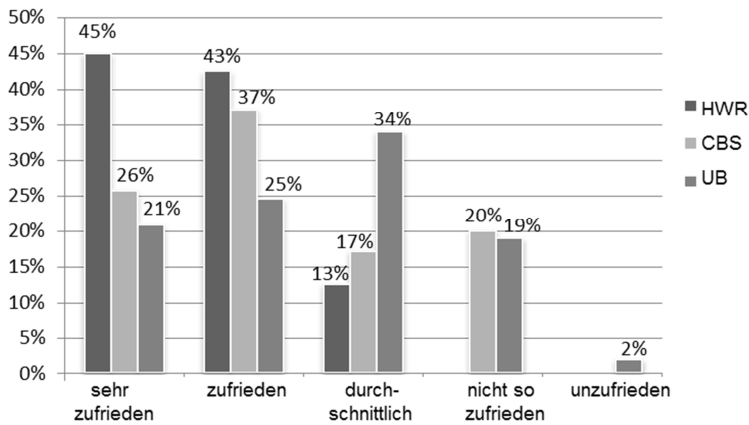


Abbildung 2: Zufriedenheit mit der Gruppenarbeit

Tabelle 1 zeigt einen Überblick über die Variablen aus dem Fragebogen. Alle diese 37 Variablen wurden auf einer Skala von 1 bis 5 gemessen. Diese Variablen wurden in sechs verschiedene Gruppen geclustert, z. B. „Allgemeine Zusammenarbeit“ oder „Unterstützung von Wissensprozessen“. Cronbach's Alpha [BIAI97] zeigt, dass diese Variablengruppen eine akzeptable interne Konsistenz aufweisen ($\text{Alpha} > 0.7$).

Gruppe	Variable	Cronbach's Alpha
Allgemeine Zusammenarbeit	Spaß mit anderen zusammenzuarbeiten	0.706
	Einfluss auf Lernen und Inspiration	
	Teammitglieder in gleicher Weise beteiligt	
	Teamarbeit hilft, Projektideen auszubauen	
Unterstützung von Wissensprozessen	Präsentationen erstellen	0.868
	Neue Perspektiven kennenlernen	
	Durch neue Ideen inspiriert werden	
	Sozialen Austausch fördern	
	Individuelle Projektarbeit voranbringen	
	Hilfreich bei der Datensammlung	
Herausforderungen bei der Teamarbeit	Soziales Faulenzen	0.780
	Koordinationsprobleme	
	Fehlendes Vertrauen	
	Konflikte	
	Unterschiedliche Hintergründe im Team	
	Interkulturelle Differenzen im Team	
Allgemeine Onlinezusammenarbeit	Wichtig für Gruppenarbeit	0.743
	Bevorzuge sozialen Austausch	
	Einfach zu verwenden	
	Macht Spaß	
	Hat Vorteile	
	Ist einfach nötig	

Gruppe	Variable	Cronbach's Alpha
Nutzung von Onlinetools	Zur Koordination und für Treffen	0.814
	Zum Ideenaustausch	
	Zur Aufgabenverteilung	
	Zum Brainstorming	
	Zum Austausch von Wissen	
	Um Dokumente zu erstellen und zu ändern	
	Um Artikel und Ideen zu teilen	
Zur virtuellen sozialen Interaktion		
Vorteile von Social Media	Spart Zeit	0.826
	Unterstützt Gruppenarbeit	
	Verbessert Wissensteilung und Qualität der Ergebnisse	
	Nützlich um Gruppenarbeit zu beenden	
	Um verschiedene Ideen zu integrieren	

Tab. 1: Überblick über Variablen, deren Gruppierung und Cronbach's Alpha

Um den signifikanten Einfluss der 37 Faktoren auf die Zufriedenheit mit der Gruppenarbeit beantworten zu können, wurde Spearman's Rho [Dani90] verwendet.

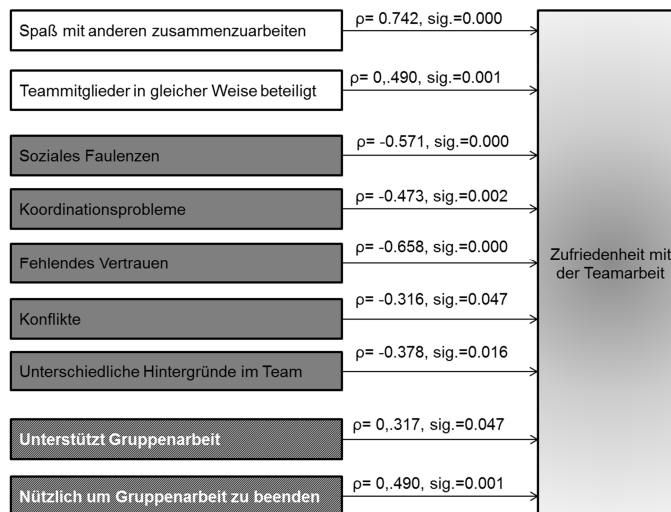


Abbildung 3: Einflussfaktoren auf die Zufriedenheit mit der Teamarbeit im HWR-Fall (n=40)

Für die HWR-Studierenden hatte der Faktor „Spaß mit anderen zusammenzuarbeiten“ den höchsten Einfluss auf die Zufriedenheit mit der Teamarbeit ($Rho=0.742$, Abbildung 3). Neun Faktoren waren signifikant. Fehlendes Vertrauen und soziales Faulenzen hatten den höchsten negativen Einfluss auf die Zufriedenheit. Soziales Faulenzen bezeichnet das Verhalten von Gruppenmitgliedern, die auf ein gemeinsames Ziel hinarbeiten, wobei aber nur die Gruppenleistung, nicht aber die Einzelleistung bewertet wird. Das kann dazu führen, dass einzelne Gruppenmitglieder sich auf Kosten anderer Mitglieder ausruhen und weniger mitarbeiten.

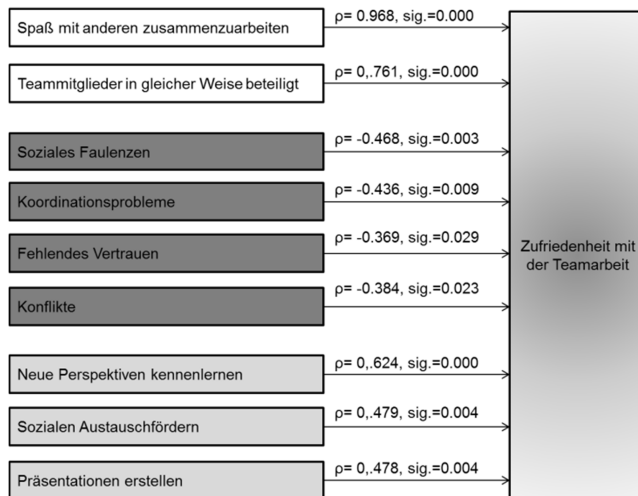


Abbildung 4: Einflussfaktoren auf die Zufriedenheit mit der Teamarbeit im CBS-Fall (n=35)

Für die CBS-Studierenden waren ebenfalls 9 Faktoren signifikant (Abbildung 4). Der Faktor mit dem höchsten Wert für Spearman's Rho war „Spaß mit anderen zusammenzuarbeiten“ (0.968). Soziales Faulenzen (Rho=-0.468) und Fehlendes Vertrauen (Rho=-0.369) waren ebenfalls große Herausforderungen.

Die meisten signifikanten Einflussfaktoren (14) gab es bei den UB-Studierenden (Abbildung 5). Auch hier hatte die Variable „Spaß mit anderen zusammenzuarbeiten“ den höchsten Einfluss auf die Zufriedenheit (Rho=0.765). Interessanterweise gab es keine signifikanten negativen Einflussfaktoren wie in den anderen beiden Fällen. Trotzdem die UB-Studierenden am unzufriedensten mit der Gruppenarbeit waren (Abb. 2), berichteten sie dennoch nicht über Probleme. Das könnte daran liegen, dass die Studierenden unzufrieden mit anderen Faktoren waren, zum Beispiel Schwierigkeiten bei der Wahl des Anwendungsszenarios oder dem Feedback der Dozenten während der Gruppenarbeitsphase, das bedingt durch die Vielzahl der Gruppen (bei 182 Studierenden) nur kurz ausfallen konnte.

Obwohl die Szenarien für die Gruppenarbeiten an den Hochschulen unterschiedlich waren, sind nur die zwei Faktoren „Spaß mit anderen zusammenzuarbeiten“ und „Teammitglieder in gleicher Weise beteiligt“ aus der Gruppe „Allgemeine Zusammenarbeit“ in allen drei Szenarien signifikant. Die Variable „Spaß mit anderen zusammenzuarbeiten“ hatte dabei die höchsten Werte für Spearman's Rho. Bei den CBS-Studierenden war der Wert am höchsten (0,968), während er im HWR-Fall bei 0,743 und im UB-Fall bei 0,765 lag.

Faktoren aus der Gruppe „Herausforderungen bei der Teamarbeit“ hatten keinen signifikanten Einfluss bei den UB-Studierenden, während Soziales Faulenzen, Koordinationsprobleme, fehlendes Vertrauen und Konflikte die Gruppenarbeit bei den HWR- und CBS-Studierenden negativ beeinflussten.

Variablen aus dem Cluster „Unterstützung von Wissensprozessen“ waren bei der CBS und der UB signifikant, aber nicht bei der HWR. Das könnte daran liegen, dass im Fall des HWR-Kurses die Fallstudie und die Aufgaben vorgegeben waren, während es bei der CBS und der UB Freiheiten bei der Wahl des Themas gab und so auch mehr eigene Ideen gefragt waren.

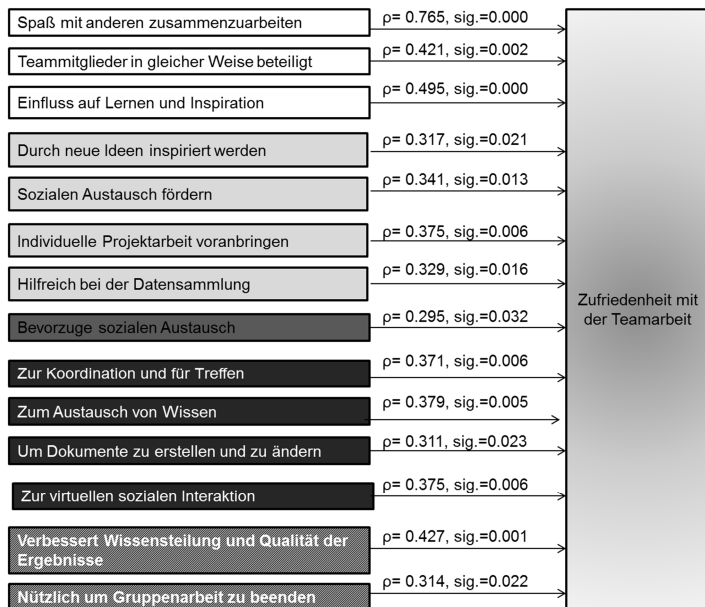


Abbildung 5: Einflussfaktoren auf die Zufriedenheit mit der Teamarbeit im UB-Fall, n=54

Faktoren aus der Gruppe „Nutzen von Onlinetools“ waren nur im Fall der UB signifikant. Hier waren die Onlinetools wichtige Werkzeuge, um sich zu verabreden, Dokumente zu erstellen und Wissen auszutauschen. Dabei wurden Social-Media-Werkzeuge vor der klassischen E-Mail bevorzugt.

Faktoren aus der Gruppe „Vorteile von Social Media“ waren signifikant nur für HWR- und UB-Studierende. Hier stellte sich heraus, dass die Studierenden in beiden Fällen die Aufgaben im Team verteilten, um später alle Ergebnisse zu einem Dokument zu verbinden und sich abzustimmen. Dafür waren Social Media nützlich. Trotzdem fanden auch CBS-Studierende Social Media nützlich. Ein Teammitglied berichtete, dass es seine Teammitglieder im Vorfeld nicht kannte und daher Facebook nutzte, um genauere Informationen über die anderen zu bekommen.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Onlinewerkzeuge können kollaboratives Lernen an der Hochschule unterstützen. Dieser Artikel zeigt, mit welchen Tools Studierende während einer Gruppenarbeit zusammenarbeiten und wie zufrieden sie dann mit der Gruppenarbeit sind. Faktoren, die einen signifikanten Einfluss auf die Zufriedenheit mit der Gruppenarbeit haben, wurden an drei verschiedenen Hochschulen in drei verschiedenen Ländern mit verschiedenen Gruppenaufgaben untersucht. Dabei ergaben sich drei Modelle für die Zufriedenheit mit der Gruppenarbeit. Es zeigte sich, dass Studierende über alle untersuchten Szenarien hinweg Spaß daran haben, mit anderen zusammenzuarbeiten und es schätzen, wenn alle Teammitglieder einen Beitrag leisten.

Damit trägt diese Arbeit dazu bei, zu verstehen, wie eine erfolgreiche Zusammenarbeit gefördert werden kann und welche Herausforderungen es hierbei gibt. So kann zum Beispiel

soziales Faulenzen verhindert werden, wenn die Gruppenmitglieder einzeln bewertet werden und nicht nur die Teamleistung zählt. Weiterhin führte die freiwillige Teilnahme an Gruppenarbeit eventuell dazu, dass Studierende unzufriedener mit der Gruppenarbeit waren. Das Verlassen eines Teams im Konfliktfall wird einfacher, weil daraus keine Konsequenzen für das erfolgreiche Abschließen einer Veranstaltung folgen. Damit wird es aber u. U. für verbleibende Teammitglieder schwer, die gemeinsame Aufgabe erfolgreich zu bearbeiten.

Teamfähigkeit ist wichtig für Wirtschaftsinformatik-Studierende, da Unternehmen heutzutage eine gute Teamfähigkeit von ihren Mitarbeitern erwarten. Diese Fähigkeit ist insbesondere vor dem Hintergrund einer komplexer werdenden Arbeitswelt mit sich ständig ändernden Anforderungen und internationalen Umgebungen essentiell. In kollaborativen Lernszenarien an der Hochschule kann Teamfähigkeit gut trainiert werden.

In Zukunft ist geplant, mehr Daten aus weiteren Kursen zu erheben und zu analysieren, um ein gemeinsames Modell für Einflussfaktoren auf die Gruppenarbeit mit Onlinewerkzeugen abzuleiten. Dies erlaubt auch, landeskulturelle Unterschiede festzustellen oder Unterschiede bei männlichen und weiblichen Teammitgliedern zu untersuchen.

Literaturverzeichnis

- [BIAI97] Bland, J. M.; Altman, D. G.: Statistics Notes: Cronbach's Alpha. In *BMJ*, 1997, 314; S. 572.
- [Ca++11] Calvo, R.A.; O'Rourke, S.T.; Jones, J.; Yacef, K.; Reimann, P.: Collaborative writing support tools on the cloud. In *Learning Technologies, IEEE Transactions on*, 2011, 4; S. 88–97.
- [Dani90] Daniel, W. W.: *Applied nonparametric statistics*. PWS-Kent Publ, 1990.
- [Dill99] Dillenbourg, P.: What do you mean by collaborative learning?: *Collaborative Learning: Cognitive and Cooperative Approaches*; S. 1–19.
- [GBGC15] González-Martínez, J. A.; Bote-Lorenzo, M.L.; Gómez-Sánchez, E.; Cano-Parra, R.: Cloud computing and education: A state-of-the-art survey. In *Computers & Education*, 2015, 80; S. 132–151.
- [HW++13] Huang, Y.-M.; Wang, C.-S.; Guo, J.-Z.; Shih, Huan-Yu; Chen, Y.-S.: *Advancing collaborative learning with cloud service: Information Technology Convergence*. Springer, 2013; S. 717–722.
- [KaHa10] Kaplan, A. M.; Haenlein, M.: Users of the world, unite! The challenges and opportunities of Social Media. In *Business horizons*, 2010, 53; S. 59–68.
- [KiRa15] Kirchner, K.; Razmerita, L.: Collaborative Learning in the Cloud: A Cross-Cultural Perspective of Collaboration: *Proceedings of the 26th ACM Conference on Hypertext & Social Media*; S. 333–336.
- [KuTA13] Ku, H.-Y.; Tseng, H. W.; Akarasriworn, C.: Collaboration factors, teamwork satisfaction, and student attitudes toward online collaborative learning. In *Computers in Human Behavior*, 2013, 29; S. 922–929.
- [McCo06] McConnell, D.: *E-learning groups and communities*. McGraw-Hill Education (UK), 2006.

- [MoRa14] Mondahl, M.; Razmerita, L.: Social Media, Collaboration and Social Learning—A Case-Study of Foreign Language Learning. In *Electronic Journal of e-Learning*, 2014, 12; S. 339–352.
- [OITP11] Oliveira, I.; Tinoca, L.; Pereira, A.: Online group work patterns: How to promote a successful collaboration. In *Computers & Education*, 2011, 57; S. 1348–1357.
- [PSSM04] Paul, S.; Seetharaman, P.; Samarah, I.; Mykytyn, P.P.: Impact of heterogeneity and collaborative conflict management style on the performance of synchronous global virtual teams. In *Information & Management*, 2004, 41; S. 303–321.
- [Pren01] Prensky, M.: Digital natives, digital immigrants part 1. In *On the horizon*, 2001, 9; S. 1–6.
- [RaBr11] Razmerita, L.; Brun, A.: Collaborative learning in heterogeneous classes: Towards a group formation methodology: The 3rd International Conference on Computer Supported Education (CSEDU 2011); S. 189–194.
- [RaKi14] Razmerita, L.; Kirchner, K.: Social media collaboration in the classroom: A study of group collaboration: 20th International Conference on Collaboration and Technology (CRIWG) 2014; S. 279–286.
- [RaKi15] Razmerita, L.; Kirchner, K.: Collaboration and e-collaboration: A study of factors that influence perceived students' group performance: 48th IEEE Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), 2015; S. 1530–1605.
- [XuDF15] Xu, J.; Du, J.; Fan, X.: Students' Groupwork Management in Online Collaborative Learning Environments. In *Educational Technology & Society*, 2015, 18; S. 195–205.

Kontakt

Prof. Dr. Kathrin Kirchner
 Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin
 Alt-Friedrichsfelde 60, 10315 Berlin
 Tel.: +49 30 30877 2411, kathrin.kirchner@hwr-berlin.de

Assoc. Prof. Liana Razmerita, PhD.
 Copenhagen Business School
 Dalgas Have 15, 2000 Frederiksberg, Dänemark
 Tel.: +45 3815 2182, lr.ibr@cbs.dk

Gefangenendilemma in der WI-Lehre: Planung, Framework, Durchführung und Auswertung

Manuel Raddatz, Michael Höding

Zusammenfassung

Die praktische Umsetzung des Gefangenendilemmas im Rahmen eines Computerturniers macht ein Beispiel aus der Spieltheorie erlebbar. Die Teilnehmer können bei der Entwicklung und Implementierung eigener Strategien die Anwendung von Theorien selbstmotiviert erfahren. Der Beitrag stellt hierzu kurz Grundlagen mit Bezug auf die konkrete Veranstaltung vor. Ausführlich wird das in Java implementierte Framework beschrieben.

1 Motivation

Im Rahmen der Lehrveranstaltung „Theorien der Informatik“ im Studiengang Wirtschaftsinformatik M. Sc. wird neben Wissenschaftstheorie und klassischer theoretischer Informatik auch das Gebiet Spieltheorie behandelt. Die Spieltheorie ist dabei für den Wirtschaftsinformatiker aus mehreren Gründen interessant:

- Zunächst erfüllt sie als Theorie die Aufgabe als Erklärungsansatz für das Verhalten von Personen oder Organisationen.
- Damit verbunden dienen die Modelle der Spieltheorie zur Voraussage von Verhalten und damit zur strategischen Entscheidungsfindung.

Spieltheorie kann auch als Teil der Verhaltensforschung betrachtet werden [Bas2008]. Eine Quelle der Spieltheorie liegt aber in der angewandten Mathematik, die Modellierungs- und Quantifizierungsansätze liefert. Die Verbindung zur Informatik findet sich in der Umsetzung der Modelle im Rahmen von Simulationen wieder. Ebenfalls wichtig für die Lehre sind anschauliche Beispiele und „Coverstories“, die das Mitdenken und Verstehen unterstützen.

2 Gefangenendilemma, Axelrod-Turnier

Eines der klassischen Spiele ist das Gefangenendilemma, über das schon zahlreiche Publikationen erschienen sind [Ri2015]. Als erste formale Beschreibung gilt die Arbeit von M.M. Flood [Flo1952]. Das Gefangenendilemma gehört zur rationalen Spieltheorie, die Spiele beschreibt, bei der rationale Entscheider aktiv sind und jeder Nutzen in einer Auszahlungsfunktion dargestellt ist. Spielen solche Dinge wie persönliche Reputation oder Freundschaft eine Rolle, so werden auch sie in der Auszahlungsfunktion kodiert.

Die Coverstory des Gefangenendilemmas beschreibt die Situation, dass zwei Gefangene unabhängig voneinander verhört werden und zwischen den Strategien „Verraten“ und „Schweigen“ wählen können. Das Spiel wird in Bimatrix-Form dargestellt:

		Spieler B	
		Schweigen	Verraten
Spieler A	Schweigen	R = 3	T = 1
	Verraten	T = 1	P = 5

Tabelle 1: Auszahlungsmatrix

Die Tabelle verdeutlicht die Alternativen der Spieler und die entsprechenden Auszahlungen. Die Punktwerte der Matrix, welche die Strafe repräsentieren, werden in der Lehrveranstaltung als „Monate Gefängnis“ interpretiert, da sich so bei dem vielfach wiederholten Spiel eher plausible Ergebnisse ergeben. Ein Spieler kann für seine Aussage vier verschiedene Strafen erhalten. Dabei ist die Höhe der Strafe nicht nur an die eigene Aussage gebunden, sondern auch an die des Gegenspielers.

Ziel des Spiels ist es, so wenig wie möglich Zeit im Gefängnis zu verbringen. Das bedeutet, schweigen beide Spieler, das heißt kooperieren sie, müssen sie nur für jeweils drei Monate in Haft. Verraten sie sich, sind es bereits fünf Monate. Der Anreiz für einen Spieler, den anderen zu verraten, ist die Option nur einen Monat in Haft zu müssen, wenn der Gegner weiter schweigt.

Die Lösung ist ein Nash-Gleichgewicht [Nas1950], das besagt, dass die Strategie „Schweigen“ von der Strategie „Verraten“ dominiert wird. Unabhängig von der Entscheidung des Gegenspielers steht man mit „Verraten“ immer besser da als mit „Schweigen“. Diese rationale Strategie steht im Widerspruch zum eigentlich optimalen beidseitigen Schweigen. Darin besteht das Dilemma. Rieck betont in diesem Zusammenhang, dass aus gesellschaftlicher Sicht das Verhindern von Kooperation zwischen Straftätern etwas Positives ist.

Eine Darstellung der Auszahlungsmatrix kann auch invers erfolgen. Beim Beispiel Gefängnismonate sind das dann zusätzlich in Freiheit verbrachte Monate. Andere Coverstories, z. B. in der Wirtschaft, können hier direkte Auszahlungen in Geldeinheiten einsetzen. Sehr anschaulich erklärt ein Video das Dilemma für das Beispiel Werbung und Zigarettenindustrie [TP2014], bei der der konstant große Zigarettenmarkt betrachtet wird. Andere Beispiele finden sich in der Politik oder der Biologie.

Wichtige Eigenschaften des Gefangenendilemmas sind vollständige Information und Symmetrie. Die Gegenspieler kennen die vollständig explizit formulierten Regeln und beim wiederholten Spiel alle Züge des Gegenspielers. Es gibt keine Möglichkeit, verbindlich Informationen außerhalb des Duells auszutauschen. Symmetrie bedeutet, dass die Auszahlungsmatrix symmetrisch ist. Beide Eigenschaften sind in der Praxis nicht immer gegeben.

Die oben dargestellten Zahlen der Auszahlungsmatrix sind Beispiele. Unabhängig von den genauen Werten müssen folgende Ungleichungen gelten:

1. $T < R < P < S$ = $1 < 3 < 5 < 7$
2. $2 * R < T + S$ = $2 * 3 < 7 + 1$

Die erste Ungleichung besagt, dass der Anreiz zum Schweigen und damit gleichzeitig zur Kooperation untereinander größer sein muss als der Verrat. Weiterhin besagt sie, dass ein Verrat dem „Ausgenutztwerden“ vorzuziehen ist. Das soll den Anreiz schaffen, dass nicht nur Schweigen als Strategie genutzt werden sollte. Die zweite Ungleichung besagt, dass eine fortgesetzte Kooperation der Spieler untereinander besser ist als ein wechselseitiges

Verraten [KBBKMS2015]. Diese ist zu beachten, wenn sich ein Duell zwischen zwei Spielern über mehrere Runden erstreckt.

Eine Erweiterung des Gefangendilemmas, ist wie bereits erwähnt, das wiederholte Spiel. Hier kann ein Spieler die eigene Strategie in Abhängigkeit des vorausgegangenen Verhaltens seines Gegenübers anpassen. Das kooperative Verhalten der Spieler verspricht eine geringe Haftstrafe. Bei einer definierten Zahl von Runden ist es allerdings im Sinne des einmaligen Spiels rational, in der letzten Runde zu betrügen. Aufgrund des Wissens um die letzte Runde, wird die vorletzte Runde zur letzten freien Runde. Die Kontrahenten sehen sich gezwungen, auch in der vorletzten Runde zu betrügen. Damit ist bei bekannter Rundenzahl auch hier keine Kooperation möglich.

Die Untersuchung von Strategien, die als Computerprogramme gegeneinander antreten, hat Axelrod in Computerturnieren durchgeführt [Axe1988]. Alle Strategien traten paarweise gegeneinander an. Gewinner im ersten Turnier war die einfache Strategie „Tit for Tat“, die das vorausgegangene Verhalten des jeweiligen Gegenspielers kopiert. So wurde Betrug sofort bestraft und Kooperation sofort belohnt. Auch in einem zweiten Turnier war „Tit for Tat“ erfolgreich. Zahlreiche weitere Strategien wurden entwickelt und in der Literatur beschrieben. Axelrod nutzte in seiner weiteren Arbeit die Strategien um Populationen zu untersuchen. Erfolgreiche Strategien vermehrten sich, während weniger erfolgreiche verschwanden. Ergebnis dieser Untersuchungen war u. a. die Beobachtung, dass kooperative Strategien sich langfristig durchsetzen, wohingegen aggressive Strategien nach kurzen Anfangserfolgen, in denen sie zu gutwillige Strategien verdrängen, „verhungern“ [Axe1988].

3 Aufgabenstellung und Beobachtungen

Ziel des Projektes war die Entwicklung und Implementierung einer eigenen Strategie durch jeden Teilnehmer. Die Strategien traten dann im Rahmen eines Axelrod-Turniers gegeneinander an.

Nach einer ersten Einführung wurde das wiederholte Gefangenendilemma in kleinen Gruppen direkt gespielt und auf Papier protokolliert. Dabei war zu beobachten, dass Spieler ihre Strategie während des Spiels unter nicht rationalen und rationalen Gesichtspunkten veränderten.

- Nicht rational waren emotionale Reaktionen auf Verlieren oder persönliche Vorlieben, die den eigentlich rationalen Rahmen verlassen.
- Rationale Veränderungen lagen in der Bewertung der eigenen Strategie und der Veränderung, falls sie sich als erfolglos herausstellte.

Zu beobachten waren auch Teilnehmer, die auf Basis von Vorkenntnissen agierten und z. B. „Tit for Tat“ spielten. Die Einzelsummen und Gesamtsummen wurden verglichen und die einzelnen Strategien besprochen. Dabei gab es erfolgreiche Gruppen, in denen Kooperation vorherrschte, zumeist aus nicht rationalen Gründen, insbesondere gegenseitigem Vertrauen durch die gemeinsame Studiensituation.

Hauptaufgabe war die Programmierung einer eigenen Strategie. Hierzu wurde ein Framework entwickelt und bereitgestellt. Das Framework und die Entwicklung wird in Abschnitt 4 näher beschrieben. Eine Dokumentation und Beispielcode erklärten die Nutzung des Frameworks.

Es wurde festgelegt, 100 Runden zu spielen. Für die Entwicklung des Frameworks und der dazugehörigen Bibliothek wurde Java als Programmiersprache genutzt, u. a. um den Teilnehmern die Möglichkeit zu geben, die vorhandenen Kenntnisse zu vertiefen.

In selbständiger Arbeit musste eine Strategie entwickelt und implementiert werden. Ein wesentlicher Schritt ist dazu die Literaturarbeit. In der Literatur sind zahlreiche Strategien beschrieben, sodass eine begründete Auswahl möglich ist. Weiterhin lädt die Aufgabe zum selbstständigen Denken ein. Im weiteren Sinne muss auch die Gruppendynamik einbezogen werden, die selbst wieder ein Gefangendilemma darstellt: Dass jemand darüber redet oder es sogar verspricht, eine bestimmte Strategie zu nutzen, erlaubt keine zuverlässigen Rückschlüsse, denn im Sinne des Dilemmas ist er in der tatsächlichen Strategie völlig frei.

Zudem ist es bei der großen Zahl an Gegenspielern nicht trivial einen bestimmten Spieler zu erkennen. Signale können nur über Spielzüge gegeben werden. Sie kosten damit einerseits mögliche Punkte, was bei nur 100 Runden durchaus kritisch sein kann. Andererseits können sie beträchtlichen Schaden anrichten. Beispiel: Bietet der Gegenspieler im ersten Zug Kooperation an, so könnte er ein „Tit for Tat“-Spieler sein, mit dem man kooperieren sollte oder ein „immer gutwilliger“ (dummer) Spieler, den man ausbeuten sollte.

Beachtet werden muss, dass die Population von Strategien für jedes neue Axelrod-Turnier wahrscheinlich anders sein wird. Insbesondere nicht rationale Strategien können im Rahmen eines studentischen Turniers nicht ausgeschlossen werden und müssen bei der Strategiegestaltung abgefangen werden.

Von den Studierenden als wichtiges Motivationsmoment wurde die Platzierung im Turnier gewünscht. Es wurde vereinbart, den im ersten Drittel Platzierten zusätzliche Punkte für die Modulbenotung zu geben.

4 Entwicklung PrisonDilemma-Framework

Der nachfolgende Abschnitt behandelt die Entwicklung des Frameworks für die Durchführung eines Gefangenendilemma-Turnieres. Infolgedessen wird auf die eingesetzten Technologien, Konzepte und Entwurfsmuster eingegangen.

Die Entwicklung des Frameworks für das Turnier ist in mehrere Etappen gegliedert. Die einzelnen Etappen beschreiben Lösungen für Probleme der vorausgegangenen Anforderungsanalyse an das Spiel.

Ein erstes Problem, das sich in der Analyse herausgestellt hat, ist die Entwicklung separater Strategien durch die Teilnehmer und die spätere Zusammenführung im Programm. Ein weiteres Problem, welches durch die hohe Anzahl an Teilnehmern auftritt, ist die große Anzahl an Strategien, die im Spiel gegeneinander antreten. Innerhalb der Architektur der Anwendung werden die einzelnen Strategien als Komponenten identifiziert. Je größer eine Anwendung wird, umso größer wird die Abhängigkeit der einzelnen Komponenten untereinander. Um beiden Problemen beizukommen ist das PrisonDilemma-Framework modular aufgebaut. Die einzelnen Elemente der Anwendung werden als Module entwickelt. Ein Ziel der modularen Softwareentwicklung ist Reduzierung der Modulkopplung. Dadurch bleibt die Architektur des Frameworks flexibel gegenüber sich ändernden Anforderungen. Was aber ist ein Modul? Nach Pomberger und Pree ist es ein Stück Software mit einer Programmierschnittstelle [PoPr2004].

Der erste Schritt in der Entwicklung des Frameworks ist die Beseitigung der zuvor beschriebenen Probleme. Das wird dadurch erreicht, dass eine Programmierschnittstelle entworfen

wird, welche die einzelnen Strategien der Teilnehmer realisiert. Die Abbildung 1 zeigt den Ausschnitt aus dem UML-Klassendiagramm, der die Programmierschnittstelle für die einzelnen Strategien der Teilnehmer enthält. Exemplarisch sind bereits drei Implementierungen realisiert.

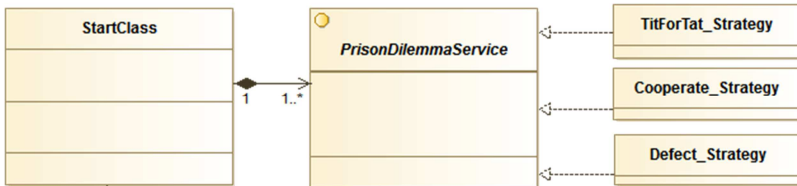


Abbildung 1: Strategy-Pattern

Als Entwurfsmuster für die Implementierung in die Gesamtarchitektur kommt das Strategy-Pattern zum Einsatz. Dieses Muster erlaubt es, dass eine Strategie, die in Form eines separaten Algorithmus vorliegt, ausgetauscht werden kann [DaGo2013].

Gemäß Ullmann kann durch das viel gelobte Programmieren gegen eine Schnittstelle erreicht werden, dass die Abhängigkeiten der Module reduziert werden [UI14]. Die Schnittstelle beschreibt in diesem Fall einen Service, den die Implementierungen realisieren. Diese Implementierungen werden auch als Serviceprovider bezeichnet. Im Fall des PrisonDilemma-Frameworks stellen die einzelnen Strategien die Serviceprovider dar. Wie aber finden die verschiedenen Services und die einzelnen Implementierungen in der Anwendung zusammen? Innerhalb der Java-Standard-Edition existiert die Service-Factory ServiceLoader.

Diese Servicefabrik bietet eine zentrale Stelle, an die sich Interessenten wenden, wenn sie einen bestimmten Service nutzen wollen. Die Fabrik liefert dann das jeweils passende Objekt, welches die Serviceschnittstelle implementiert. Der ServiceLoader bietet eine simple API für das Finden der passenden Services an, jedoch sind für eine fehlerfreie Nutzung. Eingriffe in das Wurzelverzeichnis der Anwendung notwendig. Hier müssen zusätzlich die Realisierungen des Services von Hand eingetragen werden. Dieses Vorgehen ist sehr fehleranfällig und nur bei Anwendungen zu empfehlen, in denen die Anzahl der Module überschaubar ist, und um die Nutzung von externen Programmierbibliotheken zu vermeiden. Die Netbeans-Plattform selbst ist modular aufgebaut. Aus diesem Grund verfügt Netbeans über eine Reihe von Modulen mit eigenen APIs [Bö2011]. Das Paket `org.openide.util.lookup` stellt die zuvor beschriebenen Funktionen des ServicesLoaders bereit ohne die manuellen Eingriffe in das Wurzelverzeichnis des Klassenpfads durchzuführen. Die einzige Bedingung ist, dass alle Realisierungen der Schnittstelle und die Schnittstelle selbst das Paket im Klassenpfad haben.

```
public interface PrisonDilemmaService {
    String getName();
    void setMyLastEvidence(char c);
    void setOpponentLastEvidence(char c);
    char getMyLastEvidence();
    char getOpponentLastEvidence();
    char nextEvidence();
}
```

Der dargestellte Quellcode zeigt die Entwicklung der Schnittstelle für die Strategien im Spiel. Diese und das Paket org.openide.util.lookup müssen als separate Bibliothek den Teilnehmern für die Entwicklung der Serviceprovider zur Verfügung gestellt werden.

Nach Rieck benötigt ein Spiel, um überhaupt ein Spiel zu sein, Regeln [Ri2006]. Ein Teil der Regeln ist bereits in der Schnittstelle definiert. Hieraus wird ersichtlich, welche Informationen den Spielern im Duell zur Verfügung stehen. Jeder Spieler kann in der aktuellen Runde auf die vorausgegangene Aussage seines Gegenübers zugreifen. Die Festlegung aller weiteren Regeln, die benötigt werden, um das Turnier zu spielen, ist in einer separaten Klasse definiert. Abbildung 2 zeigt die zwei Klassen „Duel“ und „PrisonDilemma“, die maßgeblich für die Durchführung eines Duells während des Turniers verantwortlich sind. Die Klasse PrisonDilemma kann als der Verhörraum in der Polizeiwache angesehen werden.

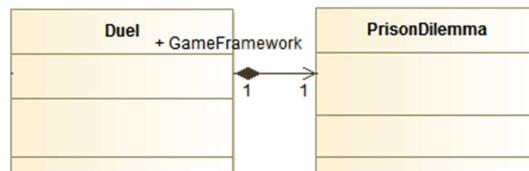


Abbildung 2: Regeldefinition

Hier werden die Aussagen durchgeführt, ausgetauscht und analysiert. Entsprechend der Analyse werden Punkte vergeben. Die zuvor festgelegten Strafen für die Aussage sind in dafür eingesetzten Variablen deklariert.

Variable	Bezeichnung	Bedeutung	Punkte /Strafe
S	Suckers Payoff (Ertrag des Gimpels)	Schweigen, wenn der Gegner Verrat spielt	7
R	Punishment (Sühne)	Beide Spieler verraten sich gegenseitig	3
P	Reward (Belohnung)	Beide Spieler schweigen	5
T	Temptation (Versuchung)	Verraten während der Gegner schweigt	1

Tabelle 2: Strafe-Variablen-Zuordnung

Die Tabelle 2 zeigt die Strafe und die dazugehörigen Variablen gemäß den Ungleichungen aus Abschnitt 2. Entsprechend der Analyse der Aussagen werden die Punkte gemäß der Auszahlungsmatrix aus dem Abschnitt 2 verteilt.

Die einzelnen Duelle werden durch die Klasse „Duel“ abgebildet. Für ein Duell für die Methode play() der Klasse „PrisonDilemma“ werden 100 Runden gespielt. Die Anzahl der Runden ist dabei variabel und kann anforderungsgerecht und spielbezogen angepasst werden. Die einzelnen Methoden der Klasse „Duel“ dienen der Protokollierung. Die ermittelten Daten der einzelnen Duelle können im weiteren Verlauf der Anwendungen ausgegeben, grafisch analysiert und persistiert werden.

Die nächste Aggregationsstufe der Anwendung stellt die Klasse „Tournament“ dar. Diese Klasse bildet die Gesamtheit aller Duelle des Turniers ab. Sie ist zugleich der Einstiegspunkt in das Spiel. Das betreffende Objekt der Klasse erhält als Übergabe eine Liste aller Strategien, die zuvor eine Validierung durchlaufen haben.

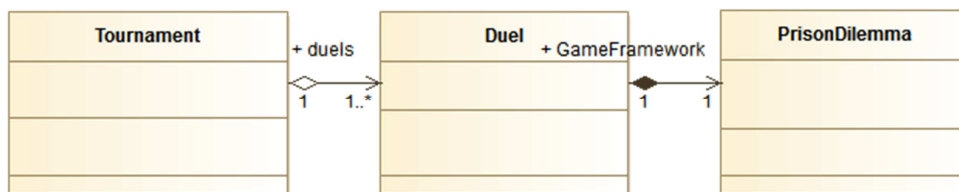


Abbildung 3: Spielaggregation

Die Abbildung 3 zeigt die Klasse „Tournament“ und ihre Beziehung zur Klasse „Duel“. In der aktuellen Version des Frameworks ist die Klasse mit den Annotationen:

- `@XmlElement(name = "tournament")` für die Klasse und
- `@XmlElement(name = "duel")` für das Attribut `duels: List<Duel>`

markiert. Infolge der Annotation ist es möglich, die Ergebnisse des Turniers in einer separaten Datei abzuspeichern und auszuwerten.

5 Auswertung, Fazit, Ausblick

Die Implementierung der individuellen Strategien erfolgte etwa in einem Zeitraum von einem Monat. Das Framework mit einigen Basisstrategien stand jedem Teilnehmer für die Entwicklung und zum Test zur Verfügung. Zu den Basisstrategien gehörte neben „Immer Schweigen“ und „Immer Verraten“ auch eine Zufallsstrategie. Diese wurde im finalen Lauf mit einer konstanten Zufallsfolge kodiert, um reproduzierbare Ergebnisse zu erreichen. Die eingereichten Strategien konnten bis auf zwei Ausnahmen ohne Nacharbeit integriert werden.

Die im finalen Spiel erzeugte Ergebnisdatei wurde als HTML-Dokument veranschaulicht. Zwei der eingereichten Strategien enthielten echte Zufallselemente, wodurch die Ergebnisse nicht vollständig reproduziert werden konnten.

Der paarweise Vergleich (siehe Abbildung 4) macht einige Vorüberlegungen plastisch. Aufgrund des Wissens um die letzte Runde, wird die vorletzte Runde zur letzten freien Runde. Die Kontrahenten sehen sich gezwungen auch in der vorletzten Runde zu betrügen. Der Blick auf die Zeile „Schweigen“ zeigt aber auch, dass diese Strategie in der Summe und im Kontext aller eingereichten Strategien erfolgreicher ist als „Verrat“. Das spiegelt sich auch in der Rangliste wieder, bei der „Verrat“ fast am Ende des Feldes ist, während „Schweigen“ im Mittelfeld steht.

Dies ist das Ergebnis der studentischen Arbeiten, die ein recht weites Spektrum an Kenntnissen und Engagement abbildeten. Grob können folgende Cluster identifiziert werden:

- Literaturarbeit mit Entscheidung für Tit-for-Tat-ähnlicher Strategie, teilweise mit Verrat in einer definierten Endphase
- Literaturarbeit, Auswahl und Implementierung einer intelligenten und aufwendigen Strategie
- Eigene Überlegungen, teilweise ohne theoretischen Bezug und teilweise mit „skurrilen“ (irrationalen) Ideen

	Alex	Simon	Kay	Jerome	Patrick	Strategie Verrat	Alexander
Andrea	406 : 400	430 : 418	334 : 340	330 : 342	382 : 406	510 : 480	338 : 338
M	500 : 500	496 : 502	412 : 418	494 : 500	458 : 464	500 : 500	500 : 500
Manuel	318 : 312	348 : 324	318 : 312	502 : 478	464 : 464	508 : 484	314 : 314
Strategie TitForTat	502 : 496	432 : 426	308 : 302	304 : 298	392 : 386	502 : 496	404 : 398
Christian	502 : 496	424 : 418	394 : 400	390 : 402	400 : 400	502 : 496	308 : 308
Felix	314 : 308	330 : 300	306 : 312	302 : 314	346 : 292	520 : 460	310 : 310
Ted	482 : 476	474 : 480	468 : 480	470 : 482	446 : 488	520 : 460	478 : 478
Strategie Schweigen	308 : 296	340 : 280	312 : 294	304 : 298	356 : 272	700 : 100	308 : 296
Sebastian	436 : 430	500 : 332	310 : 298	304 : 298	416 : 398	600 : 300	436 : 430
Viktorija	378 : 378	460 : 418	350 : 344	514 : 460	466 : 448	512 : 476	348 : 348

Abbildung 4: Ausschnitt aus der Ergebnismatrix des Turniers im WS 2015/16

Insgesamt wurde durch die Vorüberlegungen bereits der Wert der Kooperation erkannt, sodass ein zu beachtlichen Teilen kooperatives Feld von Strategien sich gegenseitig unterstützte. Die Dokumentationen zu den einzelnen Strategien zeigen ein heterogenes Bild. Bei etwa einem Drittel der Studierenden konnte eine sehr hohe Motivation beobachtet werden, die zu einer sehr intensiven Auseinandersetzung mit dem Thema führte. Auch in diesem Sinne stellen die Spieltheorie und die praktische Umsetzung mit dem Gefangendilemma einen Ansatz dar, um verschiedene Kompetenzen auszuprägen und anzuwenden. Der Einsatz des Frameworks ist auch für das kommende Wintersemester geplant.

Literaturverzeichnis

- [Axe1988] Axelrod, R., Die Evolution der Kooperation, München: Oldenbourg verlag, 1988.
- [Bas2008] Basieux, P., Die Welt als Spiel: Spieltheorie in Gesellschaft, Wirtschaft und Natur, Rowohlt Taschenbuch Verlag, 2008.
- [Bö2011] Böck, H.: Netbeans Plattform 7 – Das umfassende Handbuch. 2. Auflage, Galileo Press, Bonn, 2011.
- [DaGo2013] Dausmann, M.; Goll, J.: Architektur- und Entwurfsmuster in der Softwaretechnik. 1. Auflage, Springer Vieweg, Wiesbaden, 2013.
- [KBBKMS2015] Kruse, R. ; Borgelt, Ch. ; Braune, Ch. ; Klawonn, F. ; Moewes, Ch. ; Steinbrecher, M.: Computational Intelligence : Eine methodische Einführung in Künstliche Neuronale Netze, Evolutionäre Algorithmen, Fuzzy-Systeme und Bayes-Netze. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2015.
- [PoPr2004] Pomberger, G.; Pree, W.: Software-Engineering.Architektur-Design und Prozessorientierung. 3. Auflage, Hanser, Wien München, 2004.
- [Nas1950] Nash J. F.: Non-cooperative games, Dissertation, Princeton University 1950.
- [Ri2006] Riek, Ch.: Was ist Spieltheorie: <http://www.spieltheorie.de/spieltheorie-grundlagen/was-ist-spieltheorie/>, Stand: 20.09.2006
- [Ri2015] Riek, Ch., Spieltheorie – Eine Einführung, 14. Auflage, Verlag Riek, Eschorn, 2015.
- [TP2014] This Place: The Prisoner's Dilemma, YouTube.com: <https://www.youtube.com/watch?v=t9Lo2fgxWHw>, Stand: 04.10.2014.
- [Ui2014] Ullenboom, Ch.: Java SE 8 Standard-Bibliothek. 2. Auflage, Galileo Press, Bonn, 2014.

Kontakt

Manuel Raddatz, Prof. Dr. Michael Höding
Technische Hochschule Brandenburg
PF 2132, 14737 Brandenburg an der Havel
manuel.raddatz@th-brandenburg.de
Michael.Hoeding@th-brandenburg.de

Mit "Think Aloud" zur Schaffung von Wissens-"Mehrwerten": Erfahrungsberichte aus Praxisprojekten mit Industriepartnern

Thorsten Gehrke, Kristof Winkelmann, Doris Weißels

Zusammenfassung

Die Wissenssicherung stellt hohe Anforderungen an Organisation, Mitarbeiter und Technik. Dieser Herausforderung müssen sich Unternehmen zur Sicherung ihrer Wettbewerbsfähigkeit im kommenden Jahrzehnt stellen. Der in diesem Beitrag vorgestellte Lösungsansatz, bestehend aus dem Think-Aloud-Outfit, den darin enthaltenen Komponenten und dem Ansatz zur Anpassung der vorhandenen Rahmenbedingungen, bietet Unternehmen bereits heute die nötigen Werkzeuge, um die Bewältigung dieser Herausforderung anzugehen. Dieser mit Praxispartnern pilotierte Lösungsansatz zur Wissenssicherung in produzierenden Unternehmen erhebt nicht den Anspruch, eine allgemeingültige Ideallösung zu präsentieren, sondern dient vielmehr als Richtlinie für die Umsetzung einer Wissenssicherung, welche auf die Bedürfnisse des jeweiligen Unternehmens anzupassen ist.

1 Einleitung: Wissen halten

Der demografische Wandel und der damit in den nächsten 10 bis 15 Jahren bevorstehende Ruhestand der Baby-Boomer-Generation stellen Unternehmen vor große Herausforderungen. Diese betreffen insbesondere die Bereiche Personalmanagement und Wissensmanagement. Die Darstellung der Altersstruktur der deutschen Bevölkerung (s. Abb. 1) verdeutlicht das Problem: Die Gruppe der heute 50-Jährigen wechselt in wenigen Jahren als größte Bevölkerungskohorte in den Ruhestand.

Laut Verein Deutscher Ingenieure (VDI) werden die Auswirkungen der demografischen Entwicklung für den Ingenieursarbeitsmarkt immens sein: Im Vergleich aller europäischer Staaten sind die deutschen Ingenieure die ältesten. In den kommenden Jahren werden jährlich ca. 40.000 bis 50.000 Technikexperten altersbedingt aus den Unternehmen ausscheiden [MaLa] (s. S. 17). Diese Stellungnahme aus dem Jahr 2015 wirkt besorgniserregend für die Zukunft des Technologie- und Innovationsstandortes Deutschland - insbesondere mit Blick auf den Sektor der produzierenden Unternehmen.

Welche Auswirkungen ergeben sich für Unternehmen? Mit dem Ausscheiden von langgedienten, erfahrenen Mitarbeitern geht zum einen die Arbeitskraft verloren – zum anderen verliert das Unternehmen aber auch das Fachwissen und die über viele Jahre gewonnene Erfahrung des ausscheidenden Mitarbeiters [Brey13].

Dieser Artikel stellt ein an der Fachhochschule Kiel entwickeltes Wissenstransferkonzept und dessen Erprobung in der Praxis vor. Dazu werden im Folgenden zunächst die grundlegenden Begriffe und Zusammenhänge erklärt. Daraufhin erfolgen die Darstellung des Wissenstransferkonzeptes sowie der Praxiserprobung mit Partnern aus der Industrie. Abschließend werden Erkenntnisse und Lösungsansätze präsentiert.

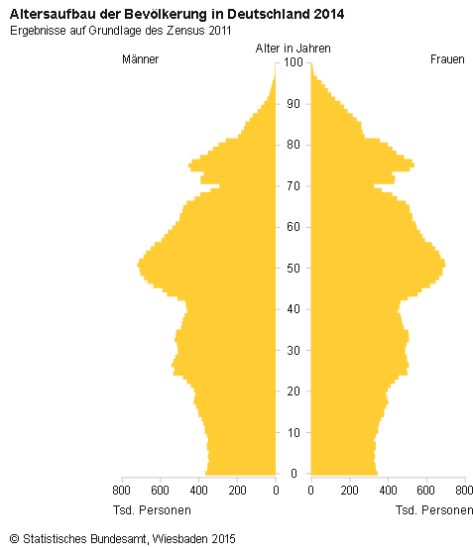


Abbildung 1: Altersstruktur in Deutschland im Jahr 2014

2 Grundlagen: Leaving Experts, implizites und explizites Wissen, Think-Aloud-Methode

Bereits heute stellen sich neue Anforderungen an die Sicherung des Wissens der sogenannten „Leaving Experts“ – nicht vor dem Hintergrund der rasanten Transformation von einer Industriegesellschaft zu einer Informationsgesellschaft, bei der Wissen und Information als essentielle Erfolgsfaktoren für nachhaltige und wettbewerbsfähige Unternehmen gelten. Besonders von dieser Entwicklung betroffen sind produzierende Unternehmen mit hoher technischer Expertise.

Um das Wissen ausscheidender Mitarbeiter zu sichern, wurde an der Fachhochschule Kiel ein Wissenstransferkonzept [Giwo15] entwickelt, das auf der Think-Aloud-Methode beruht. Als Grundlage für die weitere Betrachtung werden in diesem Kapitel die Begriffe Leaving Experts, explizites und implizites Wissen sowie die Think-Aloud-Methode erläutert.

2.1 Leaving Expert

Als Leaving Experts bezeichnet man Mitarbeiter, die kurz vor der Rente oder Pensionierung stehen und über 30 bis 40 Jahre Berufserfahrung und somit über ein hohes Maß an Expertenwissen verfügen. Im produzierenden oder handwerklichen Umfeld sind diese Leaving Experts die Spezialisten auf ihren Fachgebieten. Sie lösen Problemfälle meist auf Anhieb. Gemäß dem MBTI (Myers Briggs Type Indicator) gelten für „Handwerker“ und für „Macher“ die in Tabelle 1 dargestellten Charakteristika [Lorb15].

Handwerker (IPHS)	introvertiert, praktisch orientiert, hart im Umgang und spontan handelnd
Macher (EPHS)	extrovertiert, praktisch orientiert, hart im Umgang und spontan handelnd

Tabelle 1: Handwerker vs. Macher

Diesen Charakteristika entsprechend verfügen beide Expertentypen in der Regel über eine geringe Affinität für schriftliche Dokumentationen und planbasierte „Schulungsmaßnahmen“ für Kollegen. Oftmals kann auch bei einer jahrelangen Begleitung durch Mitarbeiter das Wissen des Leaving Experts nicht vollständig übernommen werden. Die Folge: Das Ausscheiden dieser Leaving Experts bedeutet für das Unternehmen einen großen Know-How-Verlust.

2.2 Implizites versus explizites Wissen

„Maßstäbe, Definitionen und Indikatoren dafür, was eine Informationsgesellschaft und erst recht eine Wissensgesellschaft ausmachen, sind nach wie vor uneinheitlich, auch umstritten und wechseln unentwegt“, erläutert Kübler [Kübl02] (s. S. 22). Die bekanntesten Definitionen stammen von Wittmann [Witt59] (s. S.14 ff.), Probst et. al [PrRR13] (s. S. 23), Krogh & Köhne [KrKö98] (s. S. 236) und Willke [Will98] (s. S. 11). Einig sind sich die Autoren darüber, dass Wissen einem Individuum zugehörig ist und es das Individuum zum Handeln befähigt. Polanyi unterscheidet implizites und explizites Wissen [Pola66] (s. S.4 ff.). Nonaka, Takeuchi gehen in ihrem SECI-Modell davon aus, dass implizites Wissen durch eine Phase der Externalisierung expliziert werden kann, beispielsweise durch einen Dialog der Mitarbeiter, kollektives Nachdenken und das Bewusstmachen von Wissen [Nort14] (s. S. 47f.). Zwischen diesen beiden Wissensformen (s. Tabelle 2) liegt das narrative Wissen nach Lyotard [ScGe01] (s. S. 14).

Implizites Wissen	verkörperlichtes Wissen, Können eines Menschen, liegt dem Handeln unbewusst zu Grunde, vergleichbar mit Erfahrungsschatz oder Intuition, nicht vollständig verbalisierbar [ScGe01] (s. S. 10); [ScGe03] (s. S.14); [Schn07] (s. S. 47).
Explizites Wissen	entkörperptes Wissen, dokumentierte Erfahrungen, liegt dem Handeln bewusst zu Grunde, vergleichbar mit Fakten, Regeln oder dokumentierten Erfahrungen, artikulierbar, transferierbar [ScGe01] (s. S. 10); [ScGe03] (s. S. 14); [Schn07] (s. S. 47)
Narratives Wissen	als implizit verstandenes Wissen, das als explizites Wissen bewertet wird bzw. reflektiert werden kann. Wird als verborgenes/latentes Wissen verstanden. [ScGe01] (s. S. 10); [ScGe03] (s. S.14); [Schn07] (s. S. 47)

Tabelle 2: implizites vs. explizites vs. narratives Wissen

2.3 Think-Aloud-Methode

Die Think-Aloud-Methode (engl. für lautes Denken) bietet die Möglichkeit, „Einblicke in die Gedanken, Gefühle und Absichten einer lernenden und/oder denkenden Person zu erhalten. Durch Lautes Denken soll der (Verarbeitungs-)Prozess untersucht werden, der zu mentalen Repräsentationen führt“ [Konr10] (s. S. 476). In der Literatur findet man auch andere Formen und Begrifflichkeiten im Kontext des lauten Denkens, wie z.B. Denke-Laut-Methode, Gedankenprotokoll, Think-Aloud-Protocol, Thinking-Aloud-Protocol, Talk-Aloud-Interview oder Verbal Protocol. Diese Formen unterscheiden sich inhaltlich allerdings nur geringfügig [Konr10] (s. S. 476).

Als Begründer der Think-Aloud-Methode gelten Newell, Simon. Sie haben die Methode zur Erhebung von Daten für den menschlichen Problemlösungsprozess verwendet. In ihrer Arbeit analysieren sie den Lösungsprozess bei komplexen Problemen und erkennen u.a. durch den Einsatz der Think-Aloud-Methode im menschlichen, verschachtelten Denken eine Einfachheit im Informationsprozess und in der kognitiven Organisation von Schemata [SiNe71] (s. S. 159).

Häder unterteilt die Methode in zwei unterschiedliche Verwendungsstrategien [Häde15] (s. S. 403):

- Concurrent-Think-Aloud (engl. für gleichzeitig, simultan): lautes Denken während der Tätigkeit
- Retrospective-Think-Aloud (engl. für zurückblicken, zurückschauend): Rekapitulieren der eigenen Gedankengänge nach der Tätigkeit

Konrad benennt allgemein drei Kriterien zur Unterscheidung des lauten Denkens [Konr10] (s. S. 481f.):

1. Grad der Strukturierung: spezifische Aufforderung oder keine spezifische Aufforderung, bei einem Arbeitsvorgang laut zu denken
2. Zeitpunkt: lautes Denken während oder nach der Tätigkeit (siehe concurrent/retrospective think aloud)
3. Austausch und Dialog: lautes Denken für sich selbst oder für andere

Die Think-Aloud-Methode findet derzeit in den unterschiedlichsten Forschungsfeldern Anwendung, z. B. in der Problemlösungs-, Entscheidungs- und Mensch-Maschine-Interaktions-Forschung sowie beim Einsatz als Usability-Testmethode [Giwo15] (s. S. 23).

3 Wissenstransferkonzept

Das an der Fachhochschule Kiel entwickelte Wissenstransferkonzept [Giwo15] soll ermöglichen, das Wissen von „Leaving Experts“ für Unternehmen zu sichern, semantisch zu analysieren und zugänglich zu machen.

Dieser Prozess lässt sich in einzelne Phasen (siehe Abb. 2) unterteilen, die im Folgenden erläutert werden:

1. *Erhebung*: Der Leaving Expert fertigt unter Zuhilfenahme von Aufzeichnungstechnik und der Think-Aloud-Methode Gedankenprotokolle an.
2. *Vertextung*: Die Gedankenprotokolle werden mit Hilfe einer Spracherkennungssoftware in digitalen Text umgewandelt.
3. *Semantische Analyse und Verknüpfung*: Die digitalisierten Gedankenprotokolle werden mit Hilfe von einer semantischen Textanalysesoftware klassifiziert und mit bestehenden Daten verknüpft.
4. *Sicherung*: Die analysierten Daten werden in einem Wissensmanagementsystem gespeichert und sind somit für das Unternehmen zugänglich.
5. *Abruf*: Mitarbeiter können während ihrer Tätigkeit mit Hilfe von Augmented-Reality-Brillen auf das Wissensmanagementsystem (WMS) zugreifen und das zuvor gesicherte Wissen der Leaving Experts abrufen.

4 Erprobung der Anwendbarkeit

Im nächsten Schritt sollte die Anwendbarkeit von Think Aloud als Konzept zur Wissenssicherung getestet werden. Dazu wurde ein Experiment durchgeführt: Von den Unternehmen ausgewählte und hoch qualifizierte Fachkräfte sollten mit Hilfe audiovisueller Aufzeichnungstechnik ihre Arbeitsschritte und verbalisierten Gedanken in Bild und Ton aufzeichnen. Anhand der gewonnenen Erkenntnisse wurde untersucht, ob diese Form der

Wissensspeicherung praktikabel ist, welche Rahmenbedingungen restriktiv wirken und welche Anforderungen an die technische Umsetzung gestellt werden.

Kooperationspartner für die Durchführung des Experiments waren die *ThyssenKrupp Marine Systems GmbH*, die *Walterwerk Kiel GmbH* und die *IBAK Helmut Hunger GmbH & Co. KG*.

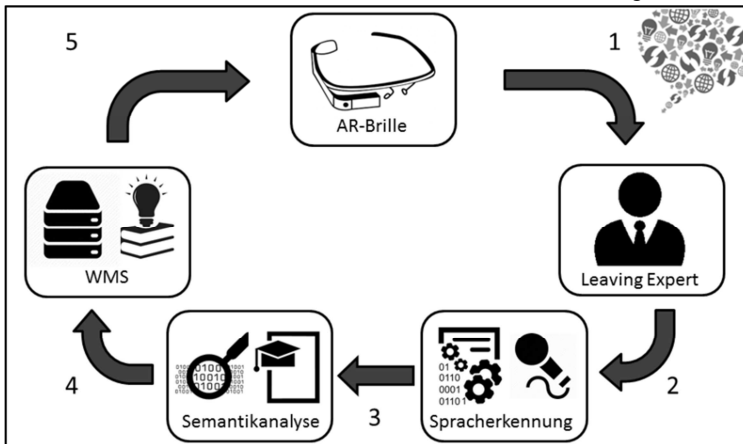


Abbildung 2: Wissenstransferkonzept nach Dennis Giwoleit

4.1 Versuchsaufbau des Experiments

Zunächst wurde ein relevanter und für den Untersuchungszweck als geeignet bewerteter Arbeitsprozess in enger Abstimmung mit allen relevanten Stakeholdern ausgewählt. Der Experte wurde vor Beginn in die Think-Aloud-Methode eingewiesen und mit der audiovisuellen Aufzeichnungstechnik ausgerüstet. Die Aufzeichnung des Arbeitsprozesses durch den Experten wurde vom Projektteam beobachtet und unterstützend begleitet. Anschließend wurden die erhobenen Aufzeichnungen gesichtet, aufbereitet und dem Kooperationspartner zur Verfügung gestellt.

4.2 Technische Umsetzung

Im Rahmen des Experiments zeigte sich, dass bei der durch Videoaufzeichnung erweiterten Think-Aloud-Methode die Aufzeichnungsausrüstung eine Schlüsselkomponente ist. Mit dem Fortschreiten des Experiments und der Aufzeichnung unterschiedlicher Arbeitsprozesse war es dem Projektteam möglich, Stärken und Schwächen der verwendeten Aufzeichnungstechnik zu erkennen und Anforderungen zu definieren. In Tabelle 3 wird die verwendete Technik mit ihren Vor- und Nachteilen dargestellt.

Sowohl die Videobrille als auch die Kompaktkamera erwiesen sich als geeignet für die technische Umsetzung der Wissenssicherung. Die Eyetracking-Brille kann aufgrund des Missverhältnisses zwischen dem sehr hohen Investitionsaufwand und dem geringem Mehrwert der Eye-Tracking-Technologie als nur bedingt zweckdienlich für die betrachteten Einsatzbereiche bezeichnet werden.

5 Erkenntnisse und Lösungsansätze

Im Folgenden werden die Einflussfaktoren, die damit verbundenen Restriktionen und Lösungsansätze vorgestellt. Darauf basierend wird ein komponentenbasiertes „Think-Aloud-

Framework“ entwickelt, basierend auf den Erfahrungen aus den Experimenten mit den Praxispartnern.

	Videobrille	Kompaktkamera	Eye-Tracking-Brille
Kurzbeschreibung	Sportsonnenbrille mit eingebautem Mikrofon im Rahmen der Brille und Videokamera zwischen den Brillengläsern	kompakte Videokamera, die mit Hilfe einer Kopfbefestigung über der Stirn angebracht ist	Bauform wie Videobrille, zusätzliche Erfassung der Blickführung des Trägers
Stärken	<ul style="list-style-type: none"> detaillierte Aufnahmen hoher Tragekomfort 	<ul style="list-style-type: none"> großer Aufnahme-winkel hohe Bildstabilität 	<ul style="list-style-type: none"> Echtzeitbetrachtung der Aufzeichnung Aufzeichnung der Blickführung eines Experten
Schwächen	<ul style="list-style-type: none"> begrenzter Aufnahmebereich nicht geeignet für Brillenträger 	<ul style="list-style-type: none"> Detailverlust geringer Tragekomfort beeinträchtigte Tonaufzeichnung 	<ul style="list-style-type: none"> u. U. Eingriff in die Privatsphäre hohe Anschaffungskosten komplexe Bedienung
geeigneter Einsatzbereich	detaillierte Arbeitsprozesse mit konstanter Arbeitshaltung	Arbeitsprozesse, die an großen Werkstücken ausgeführt werden	höchstdetaillierte Arbeitsschritte, Fernschulung in Echtzeit möglich.
verfügbare Geräte	<ul style="list-style-type: none"> Technaxx TX-25 Video CAM SPORTS Kamera-Brille 	<ul style="list-style-type: none"> GoPro HERO Sony HDR-AZ1 	<ul style="list-style-type: none"> Tobii Pro Glasses 2 SMI ETG
Kosten	150 - 400 €	200 - 600 €	20.000+ €

Tabelle 3: Erprobte Aufzeichnungstechnik

5.1 Einflussfaktoren, Reglementierungen und deren Lösungen

Es konnten sieben Einflussfaktoren und deren Reglementierungswirkungen identifiziert werden: [Gehr15] (s. S. 72ff.)

1. *der Mensch*: Einerseits beeinflusst der Experte die Aufzeichnung durch Fehler bei der Bedienung der Aufnahmetechnik oder bei der Durchführung der Arbeitstätigkeit; andererseits beeinflusst die Aufzeichnung den Experten bei den auszuführenden Arbeitsschritten und bei der Verbalisierung seiner Gedanken. Menschen aus dem Arbeitsumfeld nehmen Einfluss, wenn sie den Experten ablenken.
2. *die Aufnahmetechnik*: Die Aufnahmetechnik wirkt sich hinsichtlich der technischen Aspekte Aufnahmewinkel, Aufnahme- und Akkulaufzeit, Bildqualität bei Bewegungen, Aufnahmequalität bei Störgeräuschen und Verkabelung des Experten aus.
3. *der Aufnahmeort*: Die Wahl des Aufnahmeortes muss überprüft werden auf: unausgewogene Lichtverhältnisse, unzureichenden Platzbedarf, lange Laufwege, laute Umgebungsgeräusche und sonstige Restriktionen.
4. *die Auswahl des Arbeitsprozesses*: Bei der Auswahl des Arbeitsprozesses müssen folgende Punkte berücksichtigt werden: die Notwendigkeit zur Aufnahme, der Bedarf zur Aufnahme der Gesamttätigkeit oder der Teilschritte, die Gesamtdauer des Prozesses, die Aufnahmeeignung der Arbeitsschritte, die Unerlässlichkeit einer Aufnahmeerlaubnis, die Beteiligung anderer Mitarbeiter und der Platzbedarf für alle Bauteile.

5. *die Unternehmensorganisation*: In der Unternehmensorganisation sind betriebsinterne Aufzeichnungsverbote oder die Verwendung eines Qualitätsmanagementsystems zu beachten.
6. *die Unternehmenskultur*: Die nicht wissensorientierte Unternehmenskultur könnte eine erfolgreiche Wissenserhebung beeinträchtigen oder sogar verhindern.
7. *die gesetzlichen Regelungen*: Unter die gesetzlichen Regelungen fallen das Betriebsverfassungsgesetz zur Einbindung des Betriebsrates und das Bundesdatenschutzgesetz zum Schutz personenbezogener Daten.

Diese Übersicht verdeutlicht, dass die Vielzahl der Rahmenbedingungen und die Unterschiedlichkeit der Reglementierungen einen großen Einfluss auf die Erhebung nehmen. Allerdings konnten in dem Experiment auch mögliche Lösungsansätze gefunden werden.

Im Folgenden wird ein Lösungsansatz auf Basis einer wissensorientierten Unternehmenskultur [Nort14] (s. S. 40ff.) vorgestellt, der die Reglementierungen weitestgehend auflöst und eine Erhebung von Wissen in der o.g. Erhebungsmethode ermöglicht: [Gehr15] (s. S. 68ff.)

- Planung des Konzeptes unter Einbeziehung des Betriebsrates, ggf. der Geheimhaltungsabteilung und des Qualitätsmanagements
- Implementierung des geplanten Wissensmanagementsystems
- Einführung eines Managements für Leaving Experts bzw. für Wissenssicherung
- Ausbildung von Knowledge Workern
- Beschaffung optimaler Aufnahmetechnik in Abhängigkeit von den betrieblichen Gegebenheiten
- Ausgestaltung einer rechtskräftigen Einverständniserklärung
- Entwicklung des Prozesses zur Wissenserhebung (Think-Aloud-Framework), inklusive einer Unterzeichnung der Einverständniserklärung und einer detaillierten Vorbereitungsphase durch den Experten

Dieser Ansatz fordert eine frühzeitige Auseinandersetzung mit dem Wissensmanagement, eine detaillierte Planung zur Einführung des Erhebungskonzeptes, eine an die betrieblichen Gegebenheiten angepasste Aufnahmetechnik, einige vorbereitende organisatorische Maßnahmen und die Entwicklung des Erhebungsprozesses mit einer detaillierten Vorbereitung des Experten für die Aufzeichnung.

5.2 Das Think-Aloud-Framework

Basierend auf den Ergebnissen wurde ein ganzheitlicher Lösungsansatz zur technischen Umsetzung der Erhebungsphase entwickelt. Dieser Ansatz (s. Abb. 4) basiert auf einzelnen, abgrenzbaren Komponenten, die im Folgenden anhand des Modells von Giwoleit erläutert werden.

Nachfolgend werden die einzelnen Komponenten des in Abbildung 4 dargestellten Lösungsansatzes erläutert [Wink16] (s. S. 9 ff.):

- Das *Think-Aloud-Outfit* (TAO) bezeichnet die vollständige Organisation des Lösungsansatzes zur Wissenssicherung im Sinne der Think-Aloud-Methode. Das TAO beinhaltet sowohl die notwendigen Prozesse zur Erhebung und Aufbereitung audiovisueller Daten, als auch die erforderliche technische Ausrüstung. Ebenfalls umschließt das TAO die mit der Durchführung von Wissenssicherung betraute Fachkraft.
- Der *Think-Aloud-Manager* (TAM) ist der Kompetenzträger innerhalb des TAO, der für die technische Umsetzung der Wissenssicherung zuständig ist. Dies umfasst die War-

tung, Vorbereitung und Auswahl der Aufzeichnungstechnik. Ebenfalls ist der TAM dafür zuständig, den Experten mit der für den spezifischen Arbeitsprozess geeigneten Aufzeichnungstechnik auszustatten und diesen während der Aufnahme zu unterstützen. Nach einer erfolgreichen Erhebung von Video- und Tonaufzeichnungen liegt es in der Verantwortung des TAM, die Rohdaten mit Hilfe von Videobearbeitungssoftware aufzubereiten und das fertige Wissensartefakt für eine weitere Verwendung zu sichern.

- Für die Erhebung von visuellen Gedankenprotokollen und eine anschließende Aufbereitung ist eine spezielle technische Ausrüstung notwendig. Diese Ausrüstung besteht aus audiovisuellen Aufzeichnungsgeräten und Videobearbeitungsprogrammen. Diese Kombination aus Hard- und Software wird als *Think-Aloud-Toolbox* (TAT) bezeichnet.
- Die Rohdaten aus Sprach- und Bildaufzeichnung, die bei der Erhebung von Gedankenprotokollen entstehen, werden als *Think-Aloud-Daten* (TAD) bezeichnet. Es ist davon auszugehen, dass diese unbearbeiteten Aufzeichnungen Bild- und Tonmaterial enthalten, das aufgrund des Datenschutzes nicht verarbeitet werden darf oder für die Sicherung von Wissen irrelevant ist. Zusätzlich ist es wahrscheinlich, dass die Aufnahme eines Arbeitsprozesses aufgrund von Unterbrechungen aus mehreren Teilaufnahmen besteht. Somit ist eine Unterscheidung zwischen den Think-Aloud-Daten und dem im Folgenden erläuterten Think-Aloud-Protokollen sinnvoll.
- Als *Think-Aloud-Protokoll* (TAP) wird der fertige Expertenbericht bezeichnet. Das TAP ist das Ergebnis der nachträglichen Aufbereitung der TAD unter Verwendung von Videobearbeitungssoftware. Dieses Wissensartefakt beinhaltet das gesicherte Wissen, welches mit Hilfe der Think-Aloud-Methode und Videoaufzeichnung gesichert wurde. Das TAP kann den Stakeholdern in dieser Form zur Verfügung gestellt werden.

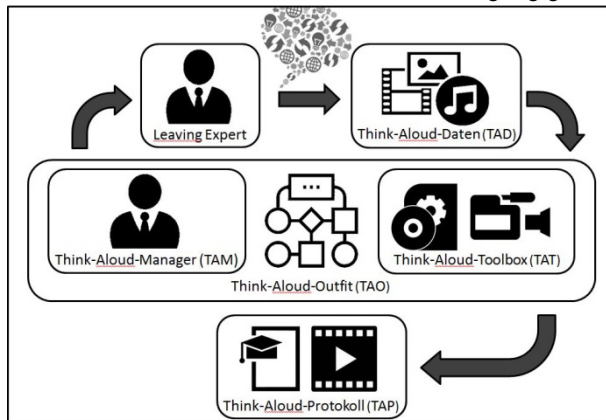


Abbildung 4: Darstellung der Komponenten und Funktionsweise des Think-Aloud-Outfits

Grundlage für die Durchführung der Aufzeichnung und Auswertung sind fundierte Kenntnisse in Bezug auf Videoaufzeichnung und -bearbeitung. Insbesondere in Unternehmen, die eine Vielzahl von hochqualifizierten Experten beschäftigen, bei denen eine Wissenssicherung von großem Wert wäre, erscheint es nicht praktikabel, jeden dieser Experten entsprechend zu schulen. Vielmehr ist es sinnvoll, neue Kompetenzträger in das Unternehmen zu integrieren, welche die Experten mit geeigneten Wissenssicherungsprozessen und Aufzeichnungstechnik bei der Sicherung ihres Wissens unterstützen.

Literaturverzeichnis

- [Brey13] Brey, D. H.-M.: Wenn Erfahrung und Wissen ausscheiden: Wissensverlust durch Mitarbeiterverrentung. 2013, https://www.haufe.de/immobilien/wohnungswirtschaft/zukunftsaufgabe-personalentwicklung/wissensverlust-durch-mitarbeiterverrentung_260_167510.html. Abruf am 2016-02-08.
- [Häde15] Häder, M.: Empirische Sozialforschung. Eine Einführung. 3. Auflage, 2015. Wiesbaden: Springer.
- [Konr10] Konrad, K.: Lautes Denken. In Mey, G., Mruck, K.: Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie. 1. Auflage, 2010. S. 476 – 491. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.
- [KrKö98] Krogh, G., Köhne, M.: Der Wissenstransfer in Unternehmen: Phasen des Wissenstransfers und wichtige Einflussfaktoren. In: Die Unternehmung, Heft 5/6, 52. Jahrgang, 1998. S. 235 – 252.
- [Kübl02] Kübler, H.D.: Modalität von Medienkompetenzen. Von der Medienerziehung zum Wissensmanagement?, in Koziol, K., Hunold, G.: Forum Medienethik Medienkompetenz – Kritik einer populären Universalkonzeption. 1. Band, 2002. München: kopaed. S. 18 - 28.
- [Lorb15] Lorber, L.: Menschenkenntnis. Der große Typentest: So entschlüsseln Sie die Stärken und Schwächen, 2015, http://www.typentest.de/typentest_de_-_erklarung/mbti.htm, Abruf am 2016-03-25.
- [MaLa15] Manske, D., Lander, A.: thinkING generations – Innovationen für Deutschland, Stellungnahme Mai 2015, VDI (Hrsg.). 2015, https://www.vdi.de/fileadmin/user_upload/Publikation_Stellungnahme_DIT_2015.pdf. Abruf am 2016-04-01.
- [Nort14] North, K.: Wissensorientierte Unternehmensführung. Wertschöpfung durch Wissen. 5. Auflage, 2014. Wiesbaden: Gabler Springer.
- [Pola66] Polanyi, M.: The tacit dimension. 1966. London: University of Chicago Press.
- [PrRR13] Probst, G., Raub, S., Romhardt, K.: Wissen managen. Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen. 7. Auflage, 2013. Wiesbaden: Springer Gabler.
- [ScGe01] Schreyögg, G., Geiger, D.: Kann implizites Wissen Wissen sein? Vorschläge zur Neuorientierung des Wissensmanagements. Vortrag anlässlich des Workshops der Wissenschaftlichen Kommission „Wissenschaftstheorie“ im Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft e.V., Augsburg, 29.-30. Juni 2001. In Bresser, R., Krell, G., Schreyögg, G.: Diskussionsbeiträge des Instituts für Management. Band 14. 2002. Berlin: Institut für Management.
- [ScGe03] Schreyögg, G., Geiger, D.: Wenn alles Wissen ist, ist Wissen am Ende nichts?! Vorschläge zur Neuorientierung des Wissensmanagements. In Die Betriebswirtschaft: DBW. Band 63 2003, Nr. 1. Stuttgart: Schäffer-Poeschel. S. 7 – 22.
- [Schn07] Schneider, S.: Konstruktion Generischer Datenmodelle auf Fachkonzeptioneller Ebene im Betrieblichen Anwendungskontext. Methode und Studie. Regensburg: European Business School.

- [SiNe71] Simon, H. A., Newell, A.: Human Problem Solving: The State of the Theory in 1970. In American Psychologist. 1971. Pennsylvania, Pittsburgh: Carnegie-Mellon University. S. 145 – 159.
- [Will98] Willke, H.: Systemisches Wissensmanagement. 1998. Stuttgart: Lucius & Lucius.
- [Witt59] Wittmann, W.: Unternehmung und unvollkommene Informationen. 1959. Köln: Opladen.

Zugrundeliegende Arbeiten der Forschungsgruppe:

- [Gehr15] Gehr, T.: Das „Think Aloud Experiment“: Innovative Lösungsansätze und Rahmenbedingungen zur Explikation von implizitem Wissen in produzierenden Organisationen. 2015, https://www.fh-kiel.de/fileadmin/data/wirtschaft/Think_Aloud/Masterthesis_TGehr._01.pdf. Abruf am 2016-05-07.
- [Giwo15] Giwoleit, D.: Bridging The Gap: Der Weg vom impliziten zum expliziten Wissen durch semantische Spracherkennung auf Basis eines ontologischen Wissensmanagementsystems. 2015, https://www.fh-kiel.de/fileadmin/data/wirtschaft/Think_Aloud/Thesis_DennisGiwoleit.pdf. Abruf am 2016-05-07.
- [Wink16] Winkelmann, K.: „Start Think Aloud“! Ganzheitlicher Lösungsansatz zur Wissenssicherung in produzierenden Organisationen. 2016, https://www.fh-kiel.de/fileadmin/data/wirtschaft/Think_Aloud/Bachelor-Thesis_KWinkelmann.pdf. Abruf am 2016-05-07.

Kontakt

Thorsten Gehr
Schweffelstraße 19, 24118 Kiel
Thorsten.gehrk@gmx.net

Kristof Winkelmann
Projensdorferstr. 13, 24106 Kiel
Mobil: +40 160 970 285 33, Kristof.winkelmann@googlemail.com

Prof. Dr. Doris Weßels
Fachhochschule Kiel - University of Applied Sciences
Institut für Wirtschaftsinformatik
Sokratesplatz 2, D-24149 Kiel
T +49 431 210 3519, doris.wessels@fh-kiel.de

Mit nutzerzentriertem Design und Metaphorik zu neuen Produkten – Am Beispiel der Neugestaltung von Prüfungsformaten an Hochschulen

Hendrik Klatt

Zusammenfassung

Geeignete Prüfungen und Prüfungsformen stellen aus Sicht der Hochschuldidaktik sensible und zugleich erfolgsrelevante Bausteine dar. Die derzeitige Prüfungskultur weist aber aus Sicht vieler Stakeholder diverse Mängel in Bezug auf Prüfungsquantität und -qualität auf. Es besteht somit Handlungsbedarf, um die Anforderungen von Lehrenden und Studierenden adäquater berücksichtigen zu können. Im Folgenden wird eine innovative Erhebungsmethodik vorgestellt, welche durch die Verknüpfung zweier Designansätze mit einer metaphorischen Ergänzung die Nutzenden eines künftigen Systems mit ihren jeweiligen Bedürfnissen – im Sinne von nutzerzentrierten Anforderungen – bedarfsgerechter erfasst. Am Beispiel der Neugestaltung von Prüfungsformaten an Hochschulen werden die Anwendung und Analyse der Methodik inklusive eines beispielhaften Lösungsansatzes erläutert.

1 Einleitung

Als zentrales Element des Bologna-Prozesses fordert die Kompetenzorientierung nicht nur die Lehre neu zu gestalten, sondern auch die damit assoziierten Prüfungsformen (s. [Bolo99]). Derzeit bemängeln Lehrende sowie Studierende den gestiegenen Prüfungsumfang und -aufwand sowie eine unzureichende Prüfungsqualität (s. [Will15; Wann09]). Lehrende fühlen sich bspw. durch Rahmenbedingungen wie Verordnungen eingeschränkt bzw. belastet während Studierende die Einseitigkeit von Formaten und die Prüfungsvorbereitung negativ wahrnehmen. Zur Entwicklung neuer Prüfungsformate, die diesen Mängeln entgegenwirken, ist es notwendig, die Interessen aller Beteiligten zu erkennen und einzubeziehen (s. [HaSc11]). Darunter fallen Bedürfnisse, Ziele, Probleme, Gewinnbringer und Ideen im Prüfungsgeschehen. Folglich ist es das Ziel, neue Prüfungsformate zu gestalten, die im Einklang mit den Anforderungen von Studierenden als auch Lehrenden stehen sowie einem kompetenzorientierten Anspruch gerecht werden. Um dies zu erreichen, wurde eine nutzerzentrierte Anforderungserhebungsmethodik entworfen, die aus einer Synthese verschiedener Designansätze sowie Metaphorik besteht. Einerseits kommt das Human Centered Design (HCD) (s. [Ideo15]) zum Einsatz, das die Erzeugung sowie Analyse von Empathie fokussiert, und andererseits das Value Proposition Design (VPD) (s. [OPBS15]), welches die Wertschöpfung von Leistungen in den Vordergrund stellt (s. Tabelle 1).

Da beide Designansätze den künftigen Nutzer in den Mittelpunkt ihrer Ideologie stellen, eignet sich die Kombination beider Ansätze für eine nutzerzentrierte Anforderungserhebung. Dabei überwiegt aber je nach Designansatz ein anderer Schwerpunkt. Folglich werden aus dem VPD wertschöpfende Instrumente und aus dem HCD empathieschöpfende Instrumente extrahiert und verknüpft. Um die designbasierten Ergebnisse weiter zu verdichten, kommt eine Metaphorisierung zum Einsatz, die zu einer Typisierung der Nutzer führt. Dieser Artikel

erläutert vorrangig die Erhebungsmethodik und zeigt deren Einsatzmöglichkeit am Beispiel der Neugestaltung von Prüfungsformaten.

Charakteristika	Human Centered Design	Value Proposition Design
Methodik	kreativer Problemlösungsansatz	Generierung/Verbesserung von Geschäftsmodellen
Prozess	heuristischer Prozess	infiniter iterativer Prozess
Prozessstruktur	menschenzentriert, empathieorientiert	kundenzentriert, wertschöpfungsorientiert
Tooleinsatz	unterstützt durch Instrumente zur Inspiration, Ideation und Implementierung von Lösungen	unterstützt durch Instrumente zur Recherche und Überprüfung von Wertangeboten
Ziel	Entwicklung einer Lösung die attraktiv für Menschen ist, deren Machbarkeit gegeben und auch rentabel ist.	Entwicklung bzw. Verbesserung von Produkten oder Dienstleistungen, die Kunden wirklich wollen.

Tabelle 1: Charakteristika HCD und VPD

2 Anforderungsmethodik

2.1 Synthetischer Ansatz

Die Ansätze Human Centered Design und Value Proposition Design verfolgen in ihrem Kern den Grundsatz, auf Basis von Empathie wertschöpfende Lösungen zu erzeugen. Das HCD versteht sich darin, das Leben von Menschen nachhaltig zu verbessern und stellt das Menschenverständnis in den Vordergrund (s. [Ideo15]). Das VPD hingegen konzentriert sich darauf, einen bestimmten Wert für einen bestimmten Kunden zu schöpfen und letztendlich ein funktionierendes Geschäftsmodell zu entwickeln sowie zu validieren (s. [OPBS15]). Dessen Instrumente zielen mehr darauf ab, ein Produkt zu testen, zu messen und weiterzuentwickeln, als die Instrumente des HCD. Diese wiederum bieten mehr Vielfalt in Bezug auf Inspiration, Ideenfindung und Menschenverständnis. Da als Ergebnis der Anforderungserhebung ein valider Wert, im Sinne eines Prüfungsformates, auf Basis des Nutzerverständnisses entstehen muss, kommen Bestandteile beider Ansätze zum Einsatz. Durch die richtige Wahl der unterschiedlichen Designinstrumente entstehen potenzielle Synergien, die durch metaphorische Elemente angereichert werden, um ein noch besseres Verständnis der beiden Sichtweisen zu erlangen (Abbildung 1).

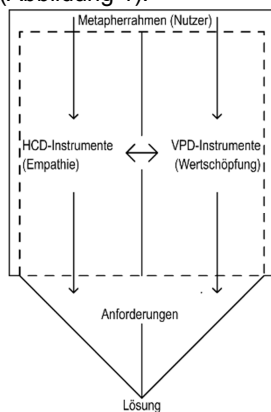


Abbildung 1:Methodischer Rahmen

Menschen verwenden Metaphern in ihrem Alltag, um Gefühle auszudrücken, Dinge verbal oder nonverbal zu beschreiben oder um ihrer selbst Ausdruck zu verleihen (s. [Lajo03]; [Morg06]). In der Anforderungserhebung helfen Metaphern dabei, ein differenziertes Bild der beteiligten Nutzer zu erstellen. Dazu erfolgt ihre Typisierung auf Basis eines Metapherrahmens, der an die jeweilige Nutzerstruktur angepasst ist. Da das letztendliche Ziel die Generierung von Anforderungen ist, folgt die Erhebung dem Anforderungsverständnis des Requirements Engineering (RE) (s. [Somm11]) und dessen Kernaktivitäten (s. [PoRu15]).

HCD-Instrumente tragen primär zur Informationsgewinnung bei, während die Instrumente des VPD vor allem eine Struktur bieten, um die Informationen aufzubereiten. Ein essenzielles Instrument ist dabei die Value Proposition Canvas (VPC) (Abbildung 2). Diese besteht aus dem Element Kundenprofil und dem Element Value Map (s. [OPBS15]). Ersteres hilft beim Kundenverständnis und Letzteres beschreibt, wie ein Wert für den identifizierten Kunden zu schaffen ist. Das Ziel ist eine Übereinstimmung beider Elemente, wenn diese aufeinandertreffen. Die Value Map verkörpert das Wertangebot und besteht aus drei Teilen. Produkte und Dienstleistungen beinhalten jegliche Angebote eines Unternehmens auf denen das Wertangebot aufbaut. Der Teil Problemlöser legt dar, wie Produkte und Dienstleistungen spezifische Kundenprobleme bereinigen. Der dritte Teil der Value Map sind Gewinnerzeuger. Diese verdeutlichen, wie Produkte und Dienstleistungen einen Gewinn für Kunden darstellen. Das Kundenprofil besteht ebenfalls aus drei Teilen. Der Teil Kundenaufgaben umfasst die Aktivitäten, die ein Kunde in seinem Alltagsleben zu bewältigen hat. Der Teil Probleme beschreibt, welche Schwierigkeiten ein Kunde im oder nach dem Durchleben einer Aufgabe hat bzw. was ihn daran hindert, Aufgaben durchzuführen. Kundengewinne benennen die Ergebnisse und Vorteile, die Kunden sich wünschen.

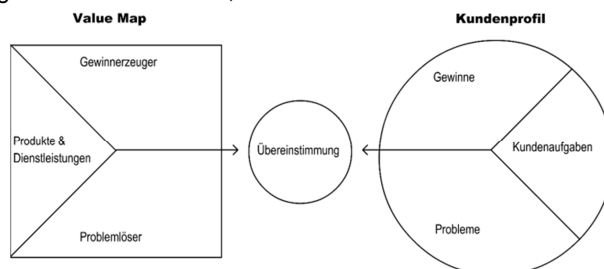


Abbildung 2: Value Proposition Canvas [OPBS15] (s. S 8-9.)

Die VPC dient somit als Container für Informationen, die während der Erhebung gesammelt werden. Im Rahmen der Erhebung dieses Artikels hilft sie dabei, die Gewinne, Probleme, Aufgaben, Bedürfnisse sowie Ideen von Studierenden und Lehrenden zu strukturieren und aufzubereiten.

Anhand der dargelegten Synthese wurde eine Methodik entworfen, welche aus drei aufeinanderfolgenden Phasen besteht und durch ein Review ergänzt ist (Abbildung 3). Das Verfahren wurde für eine Gruppenerhebung konzipiert, bei der kleine Teams den Prozess gemeinsam durchlaufen.

Die erste Phase „Fumble“ hat zum Ziel, das Verständnis für die situative Problematik zu fördern. Dazu gilt es, die Gewinne und Probleme einer Person, bezogen auf die grundlegende Problematik, zu ermitteln und zu ergründen. Dies ist angelehnt an das Kundenprofil des VPC.



Abbildung 3: Methodik zur Anforderungserhebung

Zur Verständnisermittlung dient ein klassisches Interview auf Basis von Storytelling. Personen werden durch dieses aufgefordert, von ihren Erlebnissen zu berichten. Nach Abschluss des Interviews sind die entstandenen Resultate zu erfassen und die interviewte Person wird nach einer metaphorischen Selbsteinschätzung ihrer Situation gefragt. Die Metaphorisierung der Ist-Situation dient einerseits zur Verifikation der bisherigen Erkenntnisse, aber auch zur Selbstreflexion. Durch die bewusste Suche nach einer Metapher ist die Person aufgefordert, nach weiteren Anhaltspunkten zu suchen und kann diese durch die Metapher ausdrücken. Die Fumble-Phase dient primär zur Bestückung des Kundenprofils des VPC. Durch sie wird sichtbar, welche Aufgaben eine Person hat, welche Hindernisse ihr dabei begegnen und welche Bedürfnisse und Ziele sie verfolgt. Diesem Teil sind die RE-Kernaktivitäten Gewinnung und Dokumentation zugeordnet.

Die nächste Phase „Bundle“ beinhaltet im Kern die Generierung von Ideen, um ein Lösungssset zur Beseitigung der Problematik zu kreieren. In diesem Schritt vereinen sich Instrumente und Methoden aus HCD und VPD. Zu Beginn der Phase gilt es, mehrere Ideen auf Basis der Erkenntnisse der Fumble-Phase zu entwickeln. Sind Ideen zur Problemlösung gefunden, folgt als nächstes ein Ideenhandel bzw. das Mischen der Ideen unter allen Beteiligten. Dazu kommt zum einen das Instrument des Card Sorts (s. [Ideo15]) aus dem HCD und das Instrument Funktionen kaufen (s. [OPBS15]) aus dem VPD zum Einsatz. Beide Instrumente verfolgen das Ziel, wichtige Merkmale eines Produktes zu erkennen. Beteiligte Personen kaufen, verkaufen und sortieren bzw. gewichten ihre Ideen mit dem Ziel, ein finalisiertes Lösungssset für die erkannte Problematik zu generieren. Durch die Bundle-Phase füllt sich die Value Map des VPC und zeigt Werte auf, die Problemlösungspotenzial besitzen. Der Handel macht sichtbar, welche Ideen einen besonderen Wert erzeugen und welche vernachlässigt werden können. Auch diesem Teil sind die RE-Kernaktivitäten Gewinnung und Dokumentation zugeordnet.

Die dritte Phase „Grumble“ dient der Reflexion des gefundenen Lösungsssets. In dieser geht es darum, das Lösungssset vorzustellen und Feedback zu erhalten. Wie bereits in der ersten Phase kommt eine Metaphorisierung zum Einsatz. Nachdem das Set erläutert ist, gilt es für die zuvor gewählte Metapher aus der Fumble-Phase mögliche Veränderungen festzuhalten, welche die theoretische Soll-Situation beschreibt. Dies dient wiederum dazu, eine reflektierte Haltung einzunehmen und einer detaillierteren Informationsgewinnung der jeweiligen Personen. Diese müssen sich in die Situation versetzen, in denen das Lösungssset wirklich existiert und bewerten, ob die vorherigen Probleme noch bestehen bzw. die Dinge, die sich bisher positiv verhalten haben, auch noch diesem Zustand entsprechen. Durch die Veränderung der Metaphorisierung von Ist zu Soll ist es ebenfalls möglich, Probleme, Gewinne und gefundene Ideen zu verifizieren. Das Ziel der Grumble-Phase besteht darin, die Überein-

stimmung zwischen Kundenprofil und Value Map zu prüfen. Diese Phase der Validierung orientiert sich an der RE-Kernaktivität Übereinstimmung.

Das Ergebnis der drei Phasen ist ein finalisiertes Lösungsset für eine bestimmte Problematik. Die Fumble-Phase dient dazu, einen ersten Eindruck der Problematik zu erhalten und diese zu durchdringen. Die zweite Phase Bundle verkörpert die Ideenfindung zur Behebung der Problematik und die letzte Phase Grumble verfolgt die Reflexion der generierten Ideen sowie die Überprüfung des möglichen Wertes, der durch die Ideen entsteht. Die generierten Daten gilt es, im nächsten Schritt zu analysieren und in konkrete Anforderungen umzuwandeln. Auf dieser Basis folgt die Entwicklung von vollständigen Lösungen, die im nächsten Schritt einem Experten-Review zur Qualitätssicherung übergeben werden. Folglich ist die RE-Kernaktivität Übereinstimmung auch hier wiederzufinden. Das Review ist im Rahmen dieser speziellen Erhebung notwendig, da das zu entwickelnde Produkt – ein Prüfungsformat – auch den Ansprüchen der Kompetenzorientierung bzw. der Hochschuldidaktik entsprechen sollte. Die Verwendung eines externen Reviews ist nicht zwangsläufig notwendig. Es ist auch möglich, das Review mit den bereits beteiligten Nutzenden durchzuführen. Das Review setzt sich dabei aus zwei Instrumenten des VPD zusammen: De Bonos Denkhüte (s. [OPBS15]) und Speedboat (s. [Hohm07]). Ersteres dient dazu, effizientes Feedback zu fördern und eine erste Auswahl zu generieren, während Letzteres für ein besseres Verständnis der ausgewählten Elemente sorgt und dabei hilft, das Feedback zu klassifizieren sowie mögliche Risiken, Probleme und Gewinne zu gewichten. Das Review hat das Ziel, aus der Gesamtheit der vollständigen Lösungen besonders geeignete auszuwählen und die Sicht der Hochschuldidaktik zu berücksichtigen. Eine Übersicht des gesamten Methodeneinsatzes ist in Abbildung 4 verdeutlicht.

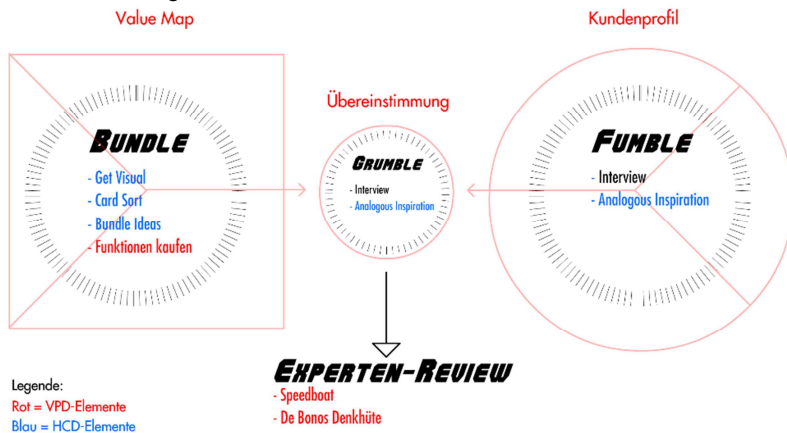


Abbildung 4: Methodenübersicht des Erhebungsansatzes

Als Fundament der Erhebung dient die VPC. Sie durchdringt den Erhebungsprozess in allen Phasen. Um ihre drei Komponenten im Einzelnen auszufüllen, kommen die drei beschriebenen Phasen zum Einsatz. Die Fumble-Phase bestückt das Kundenprofil durch ein Interview und Analogous Inspiration aus dem HCD bzw. der Metaphorisierung der Ist-Situation. Die Bundle Phase kreiert die Value Map durch das Get-Visual-Prinzip, Card Sort sowie Bundle Ideas aus dem HCD und dem Funktionen kaufen aus dem VPD. Die abschließende dritte Phase Grumble untersucht die Übereinstimmung wiederum mit einem Interview und dem Einsatz von Analogous Inspiration bzw. der Metaphorisierung der Soll-Situation. Die Essenz der drei Phasen sind Lösungssets, welche durch die Analyse in Anforderungen und aus

diesen in Lösungen gewandelt werden. Durch das Experten-Review erhalten sie eine Bewertung und werden somit um eine weitere Perspektive bereichert. Das Review beinhaltet die Instrumente Speedboat und De Bonos Denkhüte aus dem VPD und dient der Selektion. Folglich ist das Endprodukt des Erhebungsprozesses inklusive Review ein Lösungsansatz, welcher die Perspektiven aller Nutzer berücksichtigt.

2.2 Erhebungsdurchführung

Die Anwendung der Methodik erfolgte erstmals an der FH Kiel, um die Perspektiven von Lehrenden als auch Studierenden in Bezug auf Prüfungsformate zu erfassen mit dem Ziel, neue Formate zu gestalten. Daher fand jeweils eine Erhebung mit Studierenden (n=35) und mit Lehrenden (n=11) statt. Die Erhebung erfolgte durch ein interaktives, zeitgesteuertes Gruppeninterview. Dazu wurden die Probanden in Zweiergruppen eingeteilt und erhielten die Aufgabe, sich ein Prüfungserlebnis ihrer Partnerin bzw. ihres Partners näher beschreiben zu lassen und dies neu zu gestalten. Zur Aufgabenbewältigung erhielten sie einen Leitfaden, der Designinstrumente sowie Anweisungen enthielt.

Die Erhebung startet mit der Fumble-Phase, in der es zunächst gilt, Empathie für die Situation des Partners zu entwickeln. Dazu interviewen sich die Gruppenpartner abwechselnd gegenseitig, um Einsichten in die Wahrnehmung des jeweils anderen zu erhalten, diese zu erfassen, zu reflektieren sowie zu vertiefen. Am Ende dieser Phase folgt die Metaphorsierung der Ist-Situation. Dazu wurden die Gruppenmitglieder aufgefordert, jeweils eine Metapher mit Bezug zu einer Sportart zu nennen, die die derzeitige Prüfungssituation ihres Partners und ihre eigene widerspiegelt. Die metaphorische Beschreibung der Ist-Situation aus zwei Perspektiven dient dazu, den Wahrheitsgehalt zu fördern bzw. die Interpretationsfreudigkeit für die spätere Analyse zu senken. Als nächstes folgt die Bundle-Phase, in der die Probanden bis zu vier Lösungen entwickeln können, welche die Bedürfnisse ihres Partners decken. Danach erhalten alle Probanden ein Budget in Form von 20 Geldeinheiten, das für den Ideenhandel genutzt wird. Die Probanden sind angewiesen, ihre Ideen einerseits den anderen Probanden anzubieten und andererseits ihre bestehenden Lösungen mit anderen Ideen anzureichern. Für spätere Analysen der Ideenrelevanz sind sie aufgefordert, ihren Handelsverlauf zu dokumentieren. Für die letzte Phase Grumble finden sich die Gruppen wieder zusammen und stellen sich gegenseitig ihre Lösungssets vor. Der abschließende Schritt besteht in der Metaphorisierung des entwickelten Lösungssets. Dies basiert auf der in der Fumble-Phase gewählten Sportartenmetapher. Die Probanden haben die Aufgaben, drei Regeln oder Einschränkungen der Sportart zu entfernen bzw. drei Erleichterungen der Sportart hinzuzufügen und sie dann ihrem Partner vorzustellen.

Zur Erfüllung jedes Prozessteils erhalten die Probanden nur einen geringen zeitlichen Rahmen. Dies fördert sowohl eine aktive Teilnahme, richtet die Konzentration auf das Wesentliche und begünstigt ein intuitives Denken. Generell verfolgt die Erhebung das Ziel, möglichst viele Prüfungserfahrungen und -erlebnisse zu sammeln und aus der Menge von Problemen aber auch Lösungen, schließlich Erkenntnisse zu schöpfen. Sowohl HCD als auch VPD begrüßen eine quantitative Sammlung von Ideen und Problemfeldern, die solange verfeinert werden, bis qualitative Aspekte sichtbar werden. Da die Erhebung durch die Zielgruppe selbst erfolgt und nicht durch eine extern-zu-intern verfremdete Situation beeinflusst wird, ist mit einem größeren Vertrauen und daraus resultierendem Wahrheitsgehalt zu rechnen. Das HCD nennt ein solches Vorgehen auch Community Driven Discovery, bei der durch die Einbindung von Gemeinschaftsmitgliedern in das Designteam und in die Lösungsentwicklung die Chance besteht, ein besseres Problemverständnis zu erlangen (s. [Ideo11]). Daher

ist anzunehmen, dass die Probanden durch ihre Zusammengehörigkeit eine höhere Vertrauensebene zueinander haben und somit ehrlichere und offenere Aussagen als durch fremdgesteuerte Einzelbefragungen tätigen. Durch die explizite Erhebung der Metaphern der Fumble- und Grumble-Phasen ist es möglich, den Wandel von Ist zu Soll und die Übereinstimmung zwischen Gewinnen, Problemen sowie Ideen auf einer weiteren Ebene festzuhalten.

3 Analyse der Erhebungsergebnisse

Die Analyse der Erhebungsergebnisse beinhaltet die Generierung eines vollständigen VPC, die Verknüpfung der Erkenntnisse mit Metaphern und endet mit der Anforderungsspezifikation (Abbildung 5). Im Folgenden ist ein Auszug der Erhebungsergebnisse der Studierenden und der Lehrenden dargestellt.

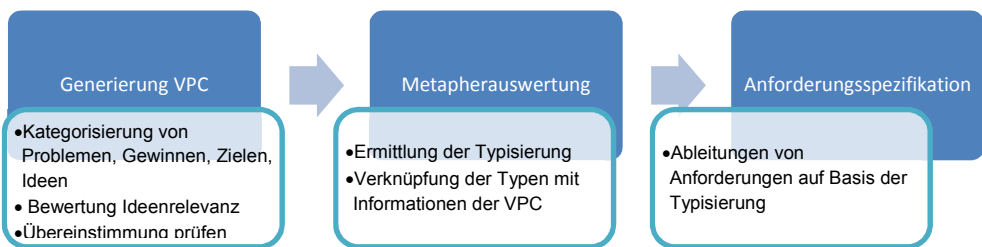


Abbildung 5: Analyseprozess

Die Evaluation des Kundenprofils der Studierenden zeigt, dass sie das Bestehen einer Prüfung als ihr primäres Ziel wahrnehmen. Erst nachrangig versuchen sie, die Prüfung mit weiteren Aspekten wie bspw. der Erfüllung von intrinsisch motivierten Zielen zu verbinden. Sie empfinden eine strukturierte Prüfungsvorbereitung als Erfolgsmittel und nennen Einstellungsdefizite und mangelhaftes Zeitmanagement als Problemfaktoren. Die Value Map offenbart, dass Studierende auch für diese Bereiche die meisten Ideen entwickelten. Allerdings zeigt sich, dass Lösungen, die die Prüfungsquantität und -qualität im Sinne von Prüfungsaufgaben, Formulierungen, Struktur sowie Organisation fokussieren, eine höhere Wertschätzung erhalten. Dies ist durch die Verwendung eines Relevanzverhältnisses sichtbar. Probanden konnten während der Bundle-Phase mit Hilfe eines Budgets Ideen handeln und so ihr Lösungsset vervollständigen. Durch die gewählten Handelspreise ist es möglich ein Kaufwertvolumen pro Idee zu ermitteln. Es zeigt sich, dass die meisten Ideen im Bereich der Prüfungsvorbereitung gefunden wurden und auch dort das Kaufwertvolumen am höchsten ist. Generell lässt sich allerdings kein Trend festlegen, dass eine hohe Ideenmenge ausschlaggebend für ein hohes Kaufwertvolumen ist. Zur Bestimmung der Bedeutsamkeit der Ideen wurde ein Relevanzverhältnis gebildet. Dazu wurden Ideen in Kategorien mit Subkategorien eingeordnet. Das Verhältnis errechnet sich aus dem Quotient des Kaufwertvolumens zum Ideenvolumen einer Subkategorie in Relation zur der Anzahl von Subkategorien einer Kategorie. Es verdeutlicht, dass die Ideenkategorien Prüfungsvorbereitung und Prüfungsqualität eine besondere Wertschätzung erhalten. Für sie existieren zwar die wenigsten Ideen, allerdings erzeugen sie die höchste Relevanz.

Prüfende verstehen als ihr oberstes Ziel die Messung des Kompetenzerwerbs. Zudem möchten sie Verständnis für ihre jeweiligen Fachgebiete vermitteln. Sie profitieren von einer

adäquaten Prüfungsgestaltung, die eine ausreichende Aufgabenvielfalt und Aufgabenformulierung bietet. Probleme empfinden Prüfende in den Bereichen der Prüfungsquantität und -qualität. Sie entwickelten vorrangig Ideen für die Prüfungsqualität. Lösungen, welche die Prüfungsquantität beeinflussen, weisen für sie allerdings eine höhere Relevanz auf. Zusammengefasst ist deutlich, dass Lösungen in den Bereichen der Prüfungsqualität und der Prüfungsquantität eine überdurchschnittliche Relevanz für sowohl Studierende als auch Lehrende aufweisen.

Die Erkenntnisse des VPC wurden im nächsten Schritt mit der Metaphorisierung der Erhebung verbunden. Dazu wurden die genannten Sportartenmetaphern unterschiedlichen Kategorien zugeordnet, die verschiedene Belastungszustände differenzieren. So konnten Prüflingstypen und Prüfertypen gebildet werden. Für beide Gruppen entstanden: Ausdauersportler, Konzentrationssportler und Ausdauerkonzentrationssportler (AKS) sowie für die Prüflingstypen der Sondertyp Multisportler und für die Prüfertypen der Sondertyp Trainer. Um mögliche Unschärfen der Typisierung zu identifizieren sowie zu berücksichtigen, wurde die Selbstwahrnehmung und Fremdwahrnehmung der Probanden untersucht. Für Studierende als auch Lehrende wurde ein hohes Maß der Übereinstimmung festgestellt. Dabei sticht der AKS mit einer hohen Kongruenz hervor. Dieser ist auch der am häufigsten vertretene Typus beider Gruppen. Die Typen sind durch die zuvor erhobenen Daten der VPC charakterisiert. Der Typ des studentischen Ausdauersportlers zeichnet sich bspw. dadurch aus, dass er eine permanente Belastung verspürt. Probanden dieses Typen nannten Sportarten wie Marathon, Walken oder auch Schwimmen. Ausdauersportler haben als klares Ziel das Bestehen. Sie wollen dabei ihre intrinsische Zielsetzung verwirklichen und das Bestehen, wenn möglich, auch mit einer guten Note untermauern. Sie straukeln im Zug dessen über ihre eignen psychischen Einstellungen und haben Probleme ihre Zeit beim Lernen als auch während der Prüfung zu managen. Des Weiteren empfinden sie die inhaltliche Gestaltung von Prüfungen als Schwierigkeit. Die gewählten Verfeinerungen der Metaphern in der Grumble-Phase vervollständigen die Typen. Ausdauersportler begrüßen hauptsächlich Verbesserungen bezüglich des Zeitmanagements. Darunter fallen beispielsweise kürzere Strecken oder auch der Einsatz von Hilfsmitteln wie Rollschuhe oder Fahrräder. Die Typisierung hilft dabei, die unterschiedlichen Perspektiven der Studierenden und Prüfenden auf das Prüfungsgeschehen zu verstehen und liefert Hinweise, wie es verbessert werden kann. Den grundlegenden Wunsch nach der Optimierung der Prüfungsbelastung sowie -qualität spiegelt sich in den Typen wieder.

Auf Basis der Erkenntnisse der VPC und der Typisierung sind Anforderungen an Prüfungsformate spezifiziert worden. Aufgrund seiner Charakteristika und seiner Häufigkeit richten sich die Anforderungen primär an den AKS. Bspw. sollte ein Format Studierenden die Möglichkeit bieten, mehr Transferaufgaben zu lösen, ihren Aufwand zu reduzieren und extrinsische Motivation zu fördern. Für Lehrende sollte es gewährleisten, dass eine individuelle anpassbare Prüfung möglich ist, ein kontinuierliches Prüfen durchgeführt werden kann und eine ansprechende Aufgabenvielfalt sowie Transparenz umzusetzen ist.

4 Beispielhaftes Prüfungsformat

Als beispielhaften Lösungsansatz wurde ein Format konzeptioniert, das einer mündlichen Gruppenpuzzleprüfung gleicht, bei der Studierende selbst eine Prüferrolle übernehmen. Studierende erhalten die Aufgabe, während eines Semesters zu Experten eines spezifi-

schen Themengebieten zu werden. Für die eigentliche Prüfung wandelt sich der Experte in einen Mentor. Ihm werden zwei Schützlinge, Kommilitonen, die nicht Experten seines geeigneten Fachgebietes sind, zugeteilt. Der Experte erhält Anwendungsorientierte Aufgaben, die er gemeinsam mit seinen Schützlingen lösen muss. Das Aufgabenniveau ist dabei an den jeweiligen Studierenden angepasst. Die Schützlinge lösen Wissens- sowie Verständnisaufgaben, die der Experte für den Teil seiner Aufgaben, bspw. einer Case-Study, benötigt. Folglich muss der Experte seine Schützlinge anleiten, um die Aufgaben zu erfüllen. Nach Bearbeitung der Aufgaben folgt eine Ergebnispräsentation, bei der die Bewertung durch den Lehrenden des Moduls, aber auch durch einen weiteren Experten des Fachgebietes erfolgt. Die Schützlinge haben ebenfalls die Möglichkeit, ihren Mentor zu beurteilen. Während Lehrender und Experte ihre Bewertung ergebnisorientiert betrachten bzw. diese auf harten Faktoren beruht, erfolgt die Bewertung durch die Schützlinge eher an weichen Faktoren. Dies umfasst die Güte seiner Fähigkeiten als Mentor, wie Verhalten, Vorgehensweise oder auch Verständnis und Motivation für Schützlinge. Das Format kann als eine finale oder verteilte Prüfung fungieren. Die verteilte Variante ermöglicht es, den Lernzuwachs des Experten aber auch der Schützlinge festzuhalten.

Das beschriebene Format erfüllt im Besonderen die Anforderungen der Lehrenden bezüglich der Kompetenzmessung und der Prüfungsqualität. Es hilft dabei, Fach-, Methoden-, Sozial- und Selbstkompetenz sichtbar zu machen. Weiterhin fördert es den Wunsch nach der individuellen Anpassung an Studierende, wobei zugleich auch eine kollektive Gestaltung berücksichtigt ist. In der verteilten Variante unterstützt es ebenfalls die Anforderung an ein kontinuierliches Prüfen und die Reduzierung einer finalen Prüfung. Auch bietet es die Möglichkeit, die Zusammenarbeit von sowie mit Studierenden zu fördern. Aus studentischer Perspektive fördert es Gruppenprüfungen und den Einsatz von Transferaufgaben. Ebenfalls kann es zur Prüfungsaufwandsreduzierung für Studierende führen. Des Weiteren herrschen gewisse Motivationsanreize durch die gemeinsame Bearbeitung und Benotung von Experte und Schützling.

Das entworfene Prüfungsformat wurde im letzten Schritt durch das Experten-Review von Hochschuldidaktikern bewertet. Durch die Hinzunahme der hochschuldidaktischen Perspektive wurden weitere Potenziale offengelegt und sichergestellt, welche Chancen sowie Risiken das Format beinhaltet. So wurde der Aufwand zur Organisation und Aufgabenentwicklung als hoch eingestuft und die Rechtssicherheit als kritisch betrachtet. Andererseits wurden die Förderung von kontinuierlichem Lernen, kontextbezogenen Aufgaben und die Abhängigkeit zwischen Studierenden als positiv bewertet.

5 Fazit

Die beschriebene nutzerzentrierte Methodik verdeutlicht, wie aus einer Verknüpfung zweier Designansätze auf metaphorischer Ebene Bedürfnisse von potenziellen Anwendern eines Systems erkannt und zu Anforderungen abgeleitet werden können. Durch die Verwendung von HCD-Instrumenten ist es möglich, Bedürfnisse, Probleme, Gewinnbringer und Ziele zu erfassen und in eine VPC als strukturelles Fundament zu übertragen. Die metaphorische Ergänzung hilft dabei, aus den Fakten eine charakteristische Typisierung abzuleiten, um letztendlich Anforderungen an ein mögliches System zu spezifizieren. Am Beispiel der Erhebung zur Neugestaltung von Prüfungsformaten ist eine Anwendung sowie Analyse der Methodik demonstriert. Die Typisierung von Prüflingen und Prüfenden half bei der weiteren

Differenzierung. Folglich konnten Anforderungen spezifiziert und in konzeptionelle Prüfungsformate umgewandelt werden. Das zusätzliche Experten-Review gewährleistet eine Formatentwicklung im hochschuldidaktischen Sinne.

Die Methodik eignet sich vor allem bei Projekten, die einen neugestalterischen Charakter aufweisen. Es fokussiert die Nutzenden eines künftigen Produktes und extrahiert deren Bedürfnisse. Durch die Partizipation der Nutzenden wird sichergestellt, dass deren Sichtweisen berücksichtigt werden und diese selbst zu Entwicklungsbeteiligten ihres eigenen Produktes werden.

Literaturverzeichnis

- [Bolo99] Bologna Declaration. 1999.
http://www.ehea.info/Uploads/Documents/1999_Bologna_Declaration_German.pdf. Abruf am 23.04.2016.
- [HaSc11] Haertel, T., Schürmann, R.: Prüfungen – endlich auf der Agenda. Aber auch richtig? In: Zeitschrift für Hochschulentwicklung, 3 (Oktober 2011), S. 288-292.
- [Hohm07] Hohmann, L.: Innovation games: creating breakthrough products through collaborative play. Addison-Wesley, Upper Saddle River, NJ, 2007.
- [Ideo11] IDEO: Human Centered Design. Toolkit. IDEO, Palo Alto, Kalif., 2011.
- [Ideo15] IDEO: The Field Guide to Human-Centered Design: Design Kit. IDEO, San Francisco, 2015.
- [LaJo03] Lakoff, G., Johnson, M.: Metaphors we live by. University of Chicago Press, Chicago, 2003.
- [Morg06] Morgan, G.: Images of organization. Aktualisierte Auflage. SAGE publications, Thousand Oaks, 2006.
- [OPBS15] Osterwalder, A., Pigneur, Y., Bernarda, G, Smith, A.: Value Proposition Design: entwickeln Sie Produkte und Services, die Ihre Kunden wirklich wollen. Campus, Frankfurt am Main, 2015.
- [PoRu15] Pohl, K., Rupp, C.: Requirements engineering fundamentals: a study guide for the certified professional for requirements engineering exam, foundation level, IREB compliant. Rocky Nook, Santa Barbara, CA, 2015.
- [Somm11] Sommerville, I.: Software Engineering. Pearson, Boston, 2011.
- [Wann09] Wannemacher, K.: Studienbegleitende Modulprüfungen – Möglichkeiten und Grenzen der Assessmentpraxis in Bachelor- und Masterstudiengängen. In: Zeitschrift für Hochschulentwicklung, 1 (2009), S. 72–90.
- [Will15] Willige, J.: Studienqualitätsmonitor 2014. Studienqualität und Studienbedingungen an deutschen Hochschulen. 2015. (DZHW: Projektbericht Dezember 2015). Hannover: DZHW. http://www.dzhw.eu/pdf/24/sqm_2014_jahresbericht.pdf. Abruf am 23.04.2016.

Kontakt

Hendrik Klatt
Hasselmanstr. 25, 24114 Kiel
T +49 431 26096730, hen.klatt@googlemail.com

Videovorlesungen in der Wirtschaftsinformatik – Systemanalyse und Reflexionen

Vera G. Meister, Wenxin Hu

Zusammenfassung

E-Learning an Hochschulen wird aus verschiedenen Richtungen getrieben. Die vor allem an großen Hochschulen eingerichteten E-Learning-Zentren schaffen systematisch die personellen und technischen Rahmenbedingungen, um die Kompetenzentwicklung des Lehrkörpers voranzutreiben. Im Fokus stehen dabei die besonderen Herausforderungen der Didaktik des E-Learning oder auch spezielle Angebote, wie z. B. MOOCs (Massive Open Online Courses), die nicht nur den eigenen Studierenden, sondern auch der breiten Öffentlichkeit angeboten werden. Kleineren Hochschulen ist eine so strategisch getragene Herangehensweise aus Gründen mangelnder Ressourcen verwehrt. Dennoch gibt es hier engagierte Akteure, die dieses Thema aus didaktischer und/oder technischer Sicht voranbringen. Im Beitrag wird der Prozess der Gestaltung von Lehrmodulen einer Systemanalyse mit Schwerpunkt auf CMMN (Case Management Model and Notation) unterzogen. Darauf aufbauend werden die Erfahrungen aus dem Einsatz von selbst produzierten Videovorlesungen in ausgewählten Modulen der Wirtschaftsinformatik an der TH Brandenburg dargestellt und reflektiert.

1 Einführung

Steigende Bandbreiten, nahezu uneingeschränkte Nutzungsvolumina sowie die Verfügbarkeit performanter Dienste machen Videovorlesungen zu einem breit nutzbaren Medium auch in Lehrkontexten der Hochschule. Der Beitrag untersucht in Abschnitt 2 zunächst anhand einer Literaturanalyse Formen, Verbreitung und Institutionalisierung von E-Learning im Allgemeinen. Aus Insidersicht werden im Folgenden die Rahmenbedingungen für E-Learning an der TH Brandenburg dargestellt. Abschnitt 3 ist der Systemanalyse zur Gestaltung von Lehrmodulen gewidmet und setzt dabei auf traditionelle und neuere Methoden der Geschäftsprozessmodellierung. Abschnitt 4 reflektiert Erfahrungen aus der Produktion und dem praktischen Einsatz von Videovorlesungen in Modulen der Wirtschaftsinformatik. Der Beitrag schließt mit einem Fazit sowie einem Ausblick auf wünschenswerte Entwicklungen.

2 E-Learning an Hochschulen

Die Vermittlung von Wissen ist in der heutigen Informationsgesellschaft von strategischer Bedeutung. Dabei spielt E-Learning neben traditionellen Lehr- und Lernangeboten eine immer größere Rolle (s. [Rey09]). Der Bedeutungszuwachs von E-Learning zeigt sich in den verschiedensten Kontexten. So ermittelt z.B. das Essener MMB-Institut für Medien- und Kompetenzforschung bereits seit dem Jahr 2006 steigende Gesamtumsätze der E-Learning-Branche mit Wachstumsraten von durchschnittlich 13%, was weit über dem durchschnittli-

chen Wirtschaftswachstum liegt [Mich15]. An Hochschulen werden zunehmend Professuren für E-Learning und/oder Neue Medien eingerichtet. Der wissenschaftliche Diskurs findet auf einschlägigen Fachtagungen statt, wie z. B. der E-Learning-Fachtagung Informatik (DeLFI), die seit 2003 jährlich durch die Gesellschaft für Informatik veranstaltet wird. Es gibt eine Vielzahl europäischer, nationaler und regionaler Förderprogramme, die E-Learning-Ansätze materiell unterstützen, wie aktuell z. B. die neue Richtlinie des BMBF OERinfo zur Förderung offener Bildungsmaterialien [Bund16].

2.1 Begriff und Formen des E-Learning

Zum Begriff des E-Learning liegen in der Literatur verschiedene Definitionen vor. Nach einer sehr generischen Definition von Michael Kerres versteht man unter E-Learning alle Formen des Lernens, bei denen für die Präsentation und Distribution von Lernmaterialien sowie zur Unterstützung der zwischenmenschlichen Kommunikation elektronische und digitale Medien eingesetzt werden. (vgl. [Kerr01]). Zielführender für diesen Beitrag erscheint die eher gestaltungsorientierte, von G. Zimmer geprägte Begriffsbestimmung, nach der E-Learning „ein vielgestaltiges gegenständliches und organisatorisches Arrangement von elektronischen bzw. digitalen Medien zum Lernen, virtuellen Lernräumen und Blended Learning“ ist [AKTZ15, S. 22].

Blended Learning charakterisiert dabei eine Organisationsform, die neben dem Lernen mit digitalen Medien auch Präsenzformen beinhaltet, ohne das Verhältnis dieser Anteile festzuschreiben. So kann eine an der Hochschule verankerte Lehrveranstaltung, die für einzelne Phasen der Wissensvermittlung und des Kompetenzaufbaus digitale Medien bereitstellt, ebenso dem Blended Learning zugerechnet werden, wie ein Modul eines Online-Studiengangs. Dieser setzt schwerpunktmäßig auf digitale Medien, reduziert die physische Präsenz extrem (z. B. auf Kick-Off-Veranstaltungen oder auf Prüfungen) und bietet ansonsten virtuelle Präsenz in Online-Seminaren oder -Tutorien (vgl. [AKTZ15], S. 23).

Der Beitrag thematisiert den Einsatz von Videovorlesungen in traditionellen Kursen der Wirtschaftsinformatik u. a. im Kontext eines Flipped-Classroom-Konzepts. Deshalb soll sich die weitere Begriffsbestimmung darauf beschränken.²⁵ Als Flipped oder Inverted Classroom bezeichnet man ein didaktisches Konzept, das den traditionellen Ansatz der Wissensvermittlung in der Präsenzvorlesung bzw. der Übung, Festigung und Vertiefung im Rahmen von Hausarbeiten umdreht. Hier werden Lernarrangements geschaffen, die den Lernern die Möglichkeit bieten, sich die Wissensinhalte in Eigenregie zu erarbeiten, während die Präsenzveranstaltungen verstärkt für komplexe Fallstudien, Gruppendiskussionen und individuelle Konsultationen genutzt werden können. Videovorlesungen sind ein naheliegendes Mittel zur Wissensvermittlung im Rahmen eines Flipped-Classroom-Konzepts (vgl. [Kipp13]). Eine differenzierte Betrachtung von Videovorlesungen und deren Umsetzungsalternativen findet sich in Abschnitt 4.2.

2.2 Verbreitung und Institutionalisierung an Hochschulen

Für Hochschulen im nationalen und internationalen Bildungswettbewerb kommt dem Angebot von E-Learning-Veranstaltungen eine herausragende Bedeutung zu. Unter den gegebenen organisatorischen und finanziellen Rahmenbedingungen – insbesondere an großen Massenuniversitäten – ist eine persönliche, bedürfnisgerechte Betreuung der Studierenden durch die Dozenten und Mitarbeiter wegen großer Teilnehmerzahlen und dem damit ver-

²⁵ Weitere Formen, Konzepte und Methoden des E-Learning bleiben damit außerhalb des Fokus dieser Arbeit. Für weitergehende Informationen sei insbesondere auf [Rey09] und [AKTZ15] verwiesen.

bundenen Zeitaufwand sehr schwer zu gewährleisten. Durch den Einsatz von E-Learning kann die Betreuung von Studierenden im universitären Kontext deutlich verbessert werden (vgl. [GrNH07]). Inzwischen gibt es eine Reihe sehr erfolgreicher und fest institutionalisierter E-Learning-Programme an Universitäten in Deutschland. Beispielfhaft sei hier das vor zehn Jahren gegründete E-Learning-Zentrum der Universität Potsdam genannt. Am Hasso-Plattner-Institut derselben Universität wurde 2012 die weltweit erfolgreiche interaktive Bildungsplattform openHPI eingerichtet, die Kurse im MOOCs-Format anbietet [MeWi13]. Weitere herausragende Akteure in diesem Feld sind z. B. die Technische Universität München sowie die Leuphana Universität Lüneburg.

Eine stichprobenartige Untersuchung der Autorin aus dem Jahr 2014 über die Institutionalisierung von E-Learning an Fachhochschulen im deutschsprachigen Raum ergab ein sehr heterogenes Bild [Meis14]. Zwar nutzten alle acht untersuchten Hochschulen elektronische Lernmanagement-Plattformen wie z.B. Moodle, ILIAS oder Stud.IP, allerdings wird deren Potenzial häufig nicht ausgeschöpft. E-Learning-Pioniere klagen deshalb häufig darüber, dass diese Systeme überwiegend als „PDF-Schleudern“ genutzt werden ([BIHa15]). Nur drei der acht Hochschulen verfügen über eine zentrale Supportstruktur für E-Learning. An zwei Hochschulen war E-Learning in der Studien- und Prüfungsordnung verankert, nur eine Hochschule erklärte E-Learning zu einem integralen Bestandteil der Lehre. Es lässt sich also konstatieren, dass E-Learning grundsätzlich zum Lehr-Lern-Alltag an Hochschulen gehört, der mangelhafte programmatische und institutionelle Support jedoch einer umfassenderen oder hochwertigeren Umsetzung im Weg stehen.

2.3 Rahmenbedingungen für E-Learning an der TH Brandenburg

Die technische Hochschule Brandenburg nutzt seit mehr als zehn Jahren das Lernmanagementsystem Moodle für den Support interner Lehrmodule in allen Fachbereichen sowie für ergänzende Tutorien, z.B. zu Fragen der Arbeitssicherheit oder für die Einweisung von Lehrbeauftragten. Zu diesem System hat jeder Zugang, der einen Account im zentralen Identity-Management der Hochschule besitzt. Um auch externen Personen Kurse über Moodle anbieten zu können, z.B. den Studierenden einer Partnerhochschule im Ausland oder noch nicht immatrikulierten Studieninteressierten, wurde im Jahr 2015 ein weiteres (externes) Moodle-System eingerichtet.

Eine Pflicht zur Nutzung des Moodle-Systems für die Steuerung von Lehrmodulen besteht nicht. Im Studiengang Wirtschaftsinformatik Bachelor liegt die generelle Nutzungsrate nach einer aktuellen Untersuchung bei 80%, mit großen individuellen Unterschieden in der Nutzungsintensität. Das aktuell installierte System unterstützt eine Vielzahl von Features. Neben der strukturierten Bereitstellung von Dateien, können Onlinetests, Videokonferenzen, Abstimmungen u.v.m. angeboten werden. Ein nativer Support aufgezeichneter Videos ist im Moment nicht möglich. Zum einen müsste dafür die Uploadgrenze deutlich angehoben werden (momentan 300 MB), zum anderen müsste ein neues PlugIn installiert werden. Es ist aber möglich, Videovorlesungen über das Hinterlegen einer URL zu verlinken.

Der technische Support der Moodle-Systeme liegt in den Händen des Hochschulrechenzentrums. In den Fachbereichen unterstützen Labormitarbeiter die Lehrenden in allen formalen Fragen. Methodischer Support wird punktuell über ein langlaufendes Projekt „Vielfalt in Studium und Lehre“ sowie die Einbindung in das landeseigene Zentrum für Studienqualität Brandenburg (sqb) angeboten. Lehrende haben die Möglichkeit, an Fortbildungen des sqb teilzunehmen. Das Thema videogestützte Lehre wurde im letzten Jahr auf vielfältige Weise unterstützt. So wurde im Herbst 2015 eine zweitägige Schulung zur Nutzung von

Videos im Rahmen eines Learning-by-Teaching-Konzepts angeboten. Auch das alljährlich stattfindende Didaktikforum der Hochschule thematisierte im vergangenen Jahr Erfahrungsberichte aus dem Einsatz von Videos in der Lehre. Darüber hinaus wurde die Entwicklung einer eigenen Plattform zur Auslieferung von Videovorlesungen finanziell unterstützt.

Die technischen Rahmenbedingungen zur Produktion von Videovorlesungen an der Hochschule sind gut. Neben dem Fachbereich Informatik und Medien verfügt auch der Fachbereich Wirtschaft über eine eigene Produktionsinfrastruktur, die von den Lehrenden im Studiengang Wirtschaftsinformatik genutzt werden kann. Bis zum Beginn des Wintersemesters 2016 wird dafür ein eigenes Studio zur Verfügung stehen. Noch nicht endgültig geklärt sind die Fragen der Bereitstellung und Auslieferung von Videovorlesungen. Die Bandbreite der aktuell genutzten Prozesse und Strukturen reicht von einem dedizierten Mediaserver im Hochschulnetz bis zu offenen Plattformen, wie YouTube und Vimeo.

3 Systemanalyse: Gestaltung von Lehrmodulen in der Wirtschaftsinformatik

Eine aktuelle Untersuchung zu Designprinzipien für das Blended Learning [BiSL16] kommt u. a. zu der Empfehlung, Prozesse rund um Blended-Learning-Szenarien für alle Stakeholder transparent zu machen und einer kontinuierlichen Verbesserung zu unterziehen. Die Wirtschaftsinformatik bearbeitet solche Aufgabenstellungen typischerweise mit Methoden der Prozessanalyse und -modellierung. In [BiSL16] wird dafür auf den inzwischen weltweit etablierten BPMN-Standard zurückgegriffen, was aus zweierlei Gründen als unglücklich bezeichnet werden kann. Zum einen weist der publizierte Kollaborationsprozess gravierende syntaktische aber auch stilistische Mängel auf, zum anderen stößt BPMN in der Anwendung auf flexibel gestaltbare, wissensintensive Prozesse an seine Grenzen. Deshalb wird in diesem Beitrag auf die Modellierung nach CMMN (Case Management Model and Notation – eine neuere Spezifikation der OMG) gesetzt [Obj14].

3.1 Prozessdefinition und Abgrenzung „Lehrmodul gestalten“

Zu den Best Practices der Prozessanalyse gehört es, zunächst die zu modellierenden Prozesse sauber zu definieren und abzugrenzen (vgl. bspw. [Silv09], S. 35). Hier soll das sehr anschauliche Metamodell von Wagner und Patzak zur Anwendung kommen (s. Abb. 1), die diesen Schritt „Identifikation und Abgrenzung“ nennen [WaPa15, S. 103].

Der Name eines Prozesses sollte möglichst kurz und prägnant sein. Die Autoren haben sich für den Namen „Lehrmodul gestalten“ entschieden. Der Name selbst lässt nicht unmittelbar auf E-Learning schließen. Nach den in Abschnitt 2 gegebenen Definitionen und Zustandsbeschreibungen, ist E-Learning ein ubiquitäres Element eines jeden Lehrmoduls an Hochschulen. Der Blick auf die typischen Anforderungen, Schnittstellen und Aufgabengruppen soll helfen, die Umsetzbarkeit und den Nutzen videobasierter Lehre in diesem Prozess zu beurteilen. Dieser Beitrag reflektiert die Sicht und das Handlungsfeld eines/r Lehrenden an einer Hochschule im Allgemeinen und im Studiengang Wirtschaftsinformatik im Besonderen. Konsequenterweise sind auch alle Prozessmodelle dieser Sicht verpflichtet. Abb. 2 zeigt die Anwendung des in Abb. 1 dargestellten Metamodells auf den zu untersuchenden Prozess „Lehrmodul gestalten“.

Eine Analyse der hier dargestellten Struktur im Hinblick auf Motivationen und Ansatzpunkte für den Einsatz von Videovorlesungen erfolgt in Abschnitt 3.3.

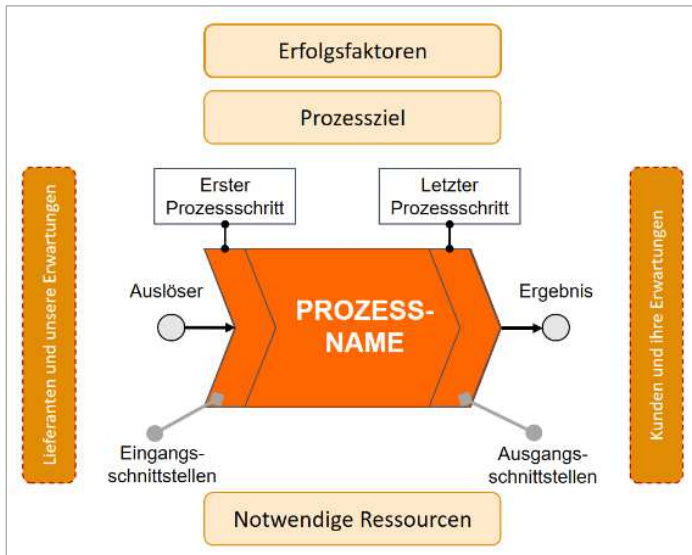


Abb. 1: Metamodell zur Prozessdefinition und Abgrenzung (in Anlehnung an [WaPa15])



Abb. 2: Definition und Abgrenzung des Prozesses „Lehrmodul gestalten“

3.2 CMMN-basierte Modellierung „Lehrmodul gestalten“

Während BPMN idealtypisch der Modellierung vordefinierter Abläufe in geschäftlichen Prozessen dient, adressiert CMMN eher die Modellierung wissensintensiver und vom Umfeld abhängiger komplexer Aufgaben. Zur begrifflichen Schärfung sollen hier die in BPMN modellierbaren Geschäftsprozesse als prozedurale Prozesse bezeichnet werden. Für die freier gestaltbaren Prozesse der Wissensarbeiter hat sich der Begriff Case (zu dt. Fall) etabliert, der jedoch im betrachteten Kontext der Hochschullehre unpassend erscheint. In der Literatur findet sich darüber hinaus das Oxymoron Ad-hoc-Prozess (s. [vAWG05]). Dieser Begriff

wird aber kaum noch verwendet und ist zudem ebenfalls unpassend. In diesem Beitrag soll deshalb in Abgrenzung zu den prozeduralen Prozessen von gestaltbaren Prozessen die Rede sein, auch wenn der zentrale Begriff Case nicht vollständig vermieden werden kann. Ein gestaltbarer Prozess wird in der CMMN-Spezifikation wie folgt charakterisiert: „A Case is a proceeding that involves actions taken regarding a subject in a certain fact situation to achieve a desired outcome. [OMG14]“ Die wesentlichen Unterschiede zu einem prozeduralen Prozess manifestieren sich hier in den Worten „proceeding“ (statt procedure) und „in a certain fact situation“ – was die Gestaltbarkeit in Abhängigkeit von den konkreten Rahmenbedingungen hervorhebt. Diese Definition lässt sich gut auf den zu untersuchenden Prozess „Lehrmodul gestalten“ anwenden. Es gibt ganz offensichtlich vordefinierte Aufgaben, die jedoch zumindest teilweise keinem eindeutigen Ablauf unterliegen und die in Abhängigkeit von den jeweils eintretenden zeitlichen, personellen und materiellen Umfeldbedingungen durch frei definierbare bzw. ermessensabhängige Aufgaben ergänzt werden können. Das Prozessmodell selbst (s. Abb. 3) ist Ergebnis einer individuellen Bottom-up-Modellierung. Es wurde bislang noch nicht veröffentlicht oder zur Diskussion gestellt.

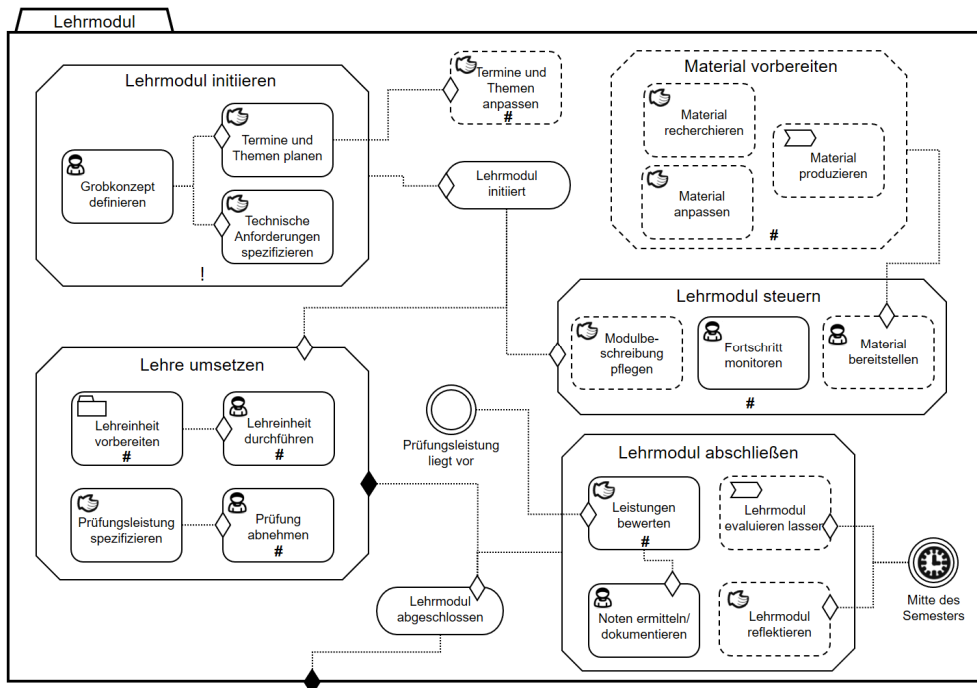


Abb. 3: Prozessmodell „Lehrmodul gestalten“ in CMMN-Notation

Der Fokus im Prozessmodell liegt klar auf den Aufgaben (wie in BPMN als abgerundete Rechtecke dargestellt) und den logisch zusammengehörigen Aufgabenpaketen (Stages – Rechtecke mit abgeschnittenen Ecken). Gestaltungsoptionen werden insbesondere durch Aufgaben und Aufgabenpakete mit gestrichelten Randlinien dargestellt. Diese Eigenschaft bezeichnet man in CMMN als „discretionary“ – nach Ermessen einsetzbar. Das Erreichen bestimmter Arbeitsfortschritte wird in CMMN durch Meilensteine in Form eines Stadionovals dargestellt. Wegen der Flexibilität im untersuchten Prozess wurden nur zwei Meilensteine festgehalten. Beide verfügen über Eingangsbedingungen in Form länglicher, kleiner Rauten,

die als Sentries bezeichnet werden. Auch andere Planungselemente (Stages, Tasks sowie der Case als Ganzes) können über Sentries verfügen. Leere Rauten stehen für Eingangsbedingungen, ausgefüllte für Ausgangsbedingungen. Schließlich können zeit- oder ereignisgesteuerte Event-Listener (Kreise mit doppelter Randlinie) Abhängigkeiten vom Eintreten bestimmter Umfeldbedingungen darstellen. Der gestaltbare Prozess als Ganzes wird durch ein Ordnersymbol dargestellt. Die gepunkteten Linien zwischen den Planungselementen markieren logische Abhängigkeiten, keinen treibenden Sequenzfluss. Das Hash-Symbol kennzeichnet die bedingungsgeleitete Mehrfachausführung von Aufgaben oder Aufgabepaketen.

Neben der Differenzierung in vorgeplante und nach Ermessen einsetzbare, können Aufgaben in CMMN nach ihrer Ausführungssemantik in vier Typen unterschieden werden. Das in Abb. 3 dargestellte Modell des gestaltbaren Prozesses „Lehrmodul gestalten“ enthält alle vier Typen. Zur Erläuterung soll beispielhaft aus jeder Kategorie eine Aufgabe kurz beschrieben werden.

- *Grobkonzept definieren* ist eine blockierende Nutzeraufgabe. Sie wird von einem Prozessakteur angestoßen und durchgeführt und muss explizit beendet werden. Vom Abschluss dieser Aufgabe abhängige weitere Planungselemente sind somit in dieser Zeit blockiert. Tatsächlich sollte vor der Terminplanung bzw. der Spezifikation der technischen Anforderungen das Grobkonzept für das Lehrmodul definiert sein.
- *Termine und Themen planen* ist eine manuelle Aufgabe. Im Unterschied zur blockierenden Nutzeraufgabe wird hier keine explizite Beendigung erwartet. Die Aktivierung dieser Aufgabe erlaubt unmittelbar den Zugang zu abhängigen weiteren Planungselementen. Da auch die dritte vorgeplante Aufgabe in der Stage *Lehrmodul initiieren* eine manuelle Aufgabe ist, ist mit Aktivierung dieser beiden Aufgaben die Eingangsbedingung am Meilenstein *Lehrmodul initiiert* erreicht.
- *Material produzieren* ist eine Prozessaufgabe, die bei Aktivierung einen (ggf. in BPMN modellierten) prozeduralen Prozess auslöst. Sobald der Prozess abgeschlossen ist, gilt auch die Prozessaufgabe als beendet. Dieser Beitrag legt den Fokus auf videobasierte bzw. videounterstützte Lehre. In Abschnitt 4 wird deshalb der zugrundeliegende Prozess für die Produktion von Videovorlesungen ausmodelliert.
- *Lehreinheit vorbereiten* ist als Case Task modelliert, was die Aktivierung eines weiteren gestaltbaren Prozesses impliziert. Dieser kann als Teilprozess des umgebenden Prozesses angesehen werden. Auf eine detaillierte Modellierung dieses Teilprozesses wird hier verzichtet. Es sei lediglich darauf verwiesen, dass neben didaktischen und methodischen Aufgaben ggf. auch materielle bzw. technische Vorbereitungen zu treffen sind.

3.3 Problemlösungsansätze durch videobasiertes E-Learning

In diesem Abschnitt sollen anhand des in 3.1 eingeführten Modells problematische Aspekte bei der Gestaltung von Lehrmodulen an Hochschulen dargestellt und Lösungsansätze durch E-Learning, insbesondere durch den Einsatz von Videovorlesungen, diskutiert werden. Folgende Problemfelder sollen eingehender untersucht werden:

1. *Kunden und ihre Erwartungen*: Studierende erwarten individuellen Lernsupport bei zunehmender Heterogenität ihrer fachlichen und sprachlichen Voraussetzungen, ihrer Lebensumstände sowie auch der Studienformen (berufsbegleitend, dual etc.).
2. *Prozessziel*: Studiengänge an Fachhochschule zielen auf wissenschaftlich fundierten, berufsbefähigenden Kompetenzerwerb gemäß den im Qualifikationsrahmen für Deutsche Hochschulabschlüsse definierten Anforderungen [Arbe11].

3. *Eingangsschnittstellen*: Die neue Rolle der Fachhochschulen geht mit einem stärkeren Engagement der Lehrenden in den Feldern Internationalisierung, Forschung und professionelles Ehrenamt einher. Die mit diesen Aktivitäten verbundene Reisetätigkeit kann mit Terminen in der Präsenzlehre konfliktieren.
4. *Ausgangsschnittstellen*: Die Abrechnung von Lehrdeputaten an Fachhochschulen nimmt die im Vorpunkt genannten Aktivitäten zu wenig in den Blick. Zudem gibt es weder Richtlinien noch konkrete Vorgaben, wie E-Learning-Maßnahmen bei der Abrechnung von Lehrdeputat berücksichtigt werden sollen.
5. *Erfolgsfaktoren*: Die meisten der in den Vorpunkten genannten Aspekte erfordern eine höhere Flexibilität und Agilität in der Gestaltung und Durchführung von Lehrmodulen.

Präsenzvorlesungen an einer Fachhochschule haben zumeist den Charakter von seminaristischen Vorlesungen. Neben der „frontalen“ Wissensvermittlung enthalten sie auch interaktive Elemente. Werden Vorlesungen als Videos angeboten, kann zunächst nur der Wissensvermittlungsaspekt adressiert werden. Videovorlesungen bieten dabei nicht nur den Vorteil der zeitlichen und räumlichen Unabhängigkeit, sie können zudem uneingeschränkt für die Vertiefung und Festigung des Wissens eingesetzt werden, was insbesondere für Studierende mit sprachlichen Defiziten von Vorteil ist. Bezüglich der Wissensvermittlung führen Videovorlesungen damit zu einem Unchained bzw. Repeatable Classroom²⁶, was die in 1, 3 und 5 dargestellten Probleme abschwächt oder sogar löst. Die Verantwortung für den Wissenserwerb liegt dadurch noch stärker bei den Studierenden selbst [Zeit16].

Ein didaktisches Konzept, was dem in Punkt 2 genannten Ziel verpflichtet ist, kann darauf aufsetzend den Präsenzteil des Lehrmoduls stärker dafür nutzen, die wissenschaftlichen Grundlagen zu diskutieren und darauf aufbauend die berufsbefähigenden Kompetenzen zu entwickeln und zu stärken. Ein solcher Ansatz wird – wie in Abschnitt 2.1 bereits ausgeführt – Inverted oder Flipped Classroom genannt. Konkrete Einsatzoptionen und -erfahrungen werden in Abschnitt 4.4 dargestellt. Es sei noch erwähnt, dass eine detaillierte Analyse der videobasierten Gestaltung eines Lehrmoduls auch einen Beitrag leisten kann, um das in Punkt 4 benannte Problem zu lösen, indem es den Arbeitsaufwand plastischer und damit vergleichbarer mit traditionellen Lehrformen macht.

4 Umsetzung und Implementierung

Dieser Abschnitt zeigt ganz praktisch, wie Videovorlesungen produziert und in der Lehre im Studiengang Wirtschaftsinformatik eingesetzt werden können. Umrahmt werden die Ausführungen von einer der Praxis abgelauchten Motivation sowie durch eine Reflexion der eigenen Einsatzerfahrung.

4.1 Use Cases für Videovorlesungen an der Hochschule

Zur einführenden Motivation und zur Ergänzung der in Abschnitt 3 dargestellten systematischen Analyse werden zunächst einige Use Cases in Form stilisierter O-Töne aus Sicht eines/r Lehrenden bzw. aus Sicht von Studierenden aufgelistet.

²⁶ Das sind nach Kenntnisstand der Autoren keine stehenden Begriffe, machen jedoch die Implikationen des Einsatzes von Videovorlesung bildhaft.

<i>Aus Sicht des/r Lehrenden</i>	
Fokus Vertiefung	„Bestimmte Spezialthemen finden keinen Platz in der Präsenzvorlesung – interessierten Studierenden biete ich durch diese Angebote die Möglichkeit, ihr Wissen zu vertiefen.“
Fokus Abwesenheit	„Auch im Semester bin ich manchmal verhindert, z. B. weil ich an einer interessanten Konferenz teilnehmen will. Meine Vorlesung kann trotzdem stattfinden“.
Fokus Didaktik	„Wenn ich die Theorie per Videovorlesung vermittele, bleibt mehr Zeit für interaktive Formate in der Präsenzzeit.“
<i>Aus Sicht des/r Studierenden</i>	
Fokus Wiederholung	„Ich bereite mich gern auf die kommende Vorlesung vor, indem ich den bisherigen Stoff wiederhole. Mit Videos kann ich das sehr flexibel tun.“
Fokus Abwesenheit	„Ich war leider letzte Woche krank. Zum Glück finde ich die Vorlesung online als Video.“
Fokus Flexibilität	„Als berufsbegleitend Studierende bin ich darauf angewiesen, flexibel lernen zu können. Mit Videovorlesungen geht das.“

4.2 Umsetzungsalternativen für Videovorlesungen


Zunächst sollen die Begriffe Lehrvideo und Videovorlesung voneinander abgegrenzt werden. Unter Lehrvideo im engeren Sinne soll ein mit verschiedenen medialen Mitteln produzierter Film verstanden werden, bei dem die lehrende Person anonym ist oder keine wesentliche Rolle spielt. Ein solches Video kann ganz ohne Ton auskommen oder der Text wird von einem professionellen Sprecher eingelesen. Eine Videovorlesung dagegen ist eine authentische Vorlesung, die in Ton und Bild gefilmt ist, wobei noch danach zu unterscheiden ist, ob der Vortragende zu sehen und zu hören oder nur zu hören ist. Es können fünf technische Umsetzungsalternativen für Lehrvideos unterschieden werden (vgl. [Kipp13]).

1. **Präsenzveranstaltung filmen:** Eine reale Präsenzveranstaltung wird aufgezeichnet. Damit entsteht für die Lehrenden kein zusätzlicher Aufwand. Es handelt sich um eine lebendige Veranstaltung, was sich positiv auf das Engagement des/der Lehrenden auswirken kann. Auf der anderen Seite können sich Einschränkungen für die gefilmte Veranstaltung ergeben, z. B. darf der/die Lehrende einen bestimmten „Korridor“ nicht verlassen. Störgeräusche können die Qualität der Aufnahme beeinträchtigen, zudem ist es häufig schwierig, Beamer- und/oder Tafelbild in guter Qualität aufzuzeichnen.
2. **Screencast mit Audiospur:** Auf Basis eines vorbereiteten Skripts wird eine Vorlesung unter Laborbedingungen mit einem Screencast-Tool aufgezeichnet. Die technischen Anforderungen dafür sind minimal. Mit ein wenig Zusatzaufwand können weitere Elemente, wie Hervorhebungen oder Markierungen nachträglich eingearbeitet werden. Nachteilig sind die häufig schlechte Bildqualität sowie insbesondere die Tatsache, dass nur die Stimme des/der Lehrenden aufgezeichnet wird, nicht jedoch sein/ihr Bild.
3. **E-Classroom mit Screencast:** Diese Form von Videovorlesungen findet insbesondere in reinen Onlinestudiengängen Anwendung. Wie in Fall 1 entsteht kein zusätzlicher Aufwand für die Lehrenden und es handelt sich um eine lebendige Veranstaltung, jedoch bei virtueller Präsenz aller Beteiligten. Anders als in 1 entfallen bei entsprechender technischer Ausstattung Störgeräusche. Die Interaktivität der Teilnehmer kann hier einen positiven Effekt setzen. Nachteilig für eine nachträgliche Nutzung könnte der stark fragmentierte Screen sein, der neben dem Folienskript und einem Videobild des/der Lehrenden weitere Elemente für die Veranstaltungssteuerung und alternative Kommunikationsformen umfasst.

4. **Videoaufnahme eines Tafelvortrags:** Alternativ zur Tafel können auch Flipcharts oder Smartboards genutzt werden. Ein solcher Vortrag findet unter Laborbedingungen statt und kann mit einer einfachen Kamera sowie einem (Funk-)Mikrofon aufgezeichnet werden. Problematisch kann auch hier die Qualität des Tafel- bzw. Folienbildes sein. Die Bewegungen des Vortragenden steigern zwar die Lebendigkeit des Vortrags, können aber auch ablenkend wirken, da sie im Bild einen großen Raum einnehmen.
5. **Videoaufnahme + Screencast:** Diese Form der Videovorlesung erfordert eine spezielle technische Infrastruktur, die eine gute Wiedergabequalität und die Ausgabe in diversen Formaten unterstützt. Vorteilhaft ist bei Nutzung des Double-Player-Formats die individuelle Skalierbarkeit der Bildschirmanteile für das Sprechervideo und den Screencast (s. Abb. 4). Wie bei Nr. 2 und 4 wird die Vorlesung unter Laborbedingungen und damit durch zusätzlichen Aufwand hergestellt. Grundsätzlich ist auch die Aufzeichnung einer Liveveranstaltung möglich. Das hat dann aber den Nachteil, dass das Sprechervideo weniger fokussiert ist.

The screenshot shows a video player interface. On the left, a presenter is visible. On the right, a BPMN diagram titled 'Example Step 3' is displayed. The diagram shows a process flow involving a 'Customer' and three internal roles: 'Sales', 'New Car Sales', and 'Finance'. The flow starts with 'Order' from the Customer to 'Receive Order' in Sales. From 'Receive Order', it goes to 'Enter Order' in Sales, then to a decision 'Order from factory?'. If 'no', it goes to 'Prepare Car for delivery' in New Car Sales. If 'yes', it goes to 'Order Car from factory' in Sales, which leads to 'Car unavailable' in New Car Sales. From 'Prepare Car for delivery', it goes to 'Arrange financing' in Finance, which leads to 'Close and Deliver' in Finance. From 'Close and Deliver', it goes to 'Vehicle and temporary registration' in New Car Sales, which leads to 'Financing unavailable' in Finance. The diagram includes a yellow highlight around the 'Order from factory?' decision and the 'Order Car from factory' activity. Below the diagram, there are two bullet points: 'The requested car may be unavailable because of production circumstances.' and 'Financing can not be arranged due to bad customer rating.'

Kooperation in IT-Projekten - Modellierung von Geschäftsprozessen mit BPMN


Technische Hochschule Brandenburg
 University of Applied Sciences
 Fachbereich Wirtschaft

Prof. Dr. Vera G. Meister
 vera.meister@thb-brandenburg.de

Abb. 4: Screenshot einer mit der teleTask-Technik aufgezeichneten Videovorlesung zur BPMN-Modellierung

4.3 Videoproduktion für die Wirtschaftsinformatik an der THB

Die E-Learning-Infrastruktur an Hochschulen im Land Brandenburg wird u. a. durch Förderprogramme mit wechselnden Schwerpunkten aus dem europäischen Fond für regionale Entwicklung (EFRE) gefördert. Im Jahr 2014 konnte der Fachbereich Wirtschaft der THB im Rahmen eines solchen Programms eine Videoaufnahme-Infrastruktur erwerben und initial

einbinden. Kern dieser Ausstattung ist das tele-Task-Technikpaket, das am Hasso-Plattner-Instituts der Universität Potsdam entwickelt und betreut wird. Mit dieser Technik kann ein Aufnahmeplatz schnell und flexibel an wechselnden Orten aufgebaut werden (s. Abb. 5). Sie kann neben der von uns präferiert genutzten Alternative 5 auch für die Umsetzungsalternativen 1, 2 und 4 eingesetzt werden.



Abb. 5: Mobiler Videoaufnahmeplatz in einem Labor

Zentrales Element dieser Technik ist ein Koffer (in Abb. 5 im Hintergrund auf dem Tisch zu sehen) mit integriertem Kiosk-PC und den notwendigen Schnittstellen. Die vorinstallierte tele-Task-Software sorgt für die Aufzeichnung von zwei Videos, die je nach Einstellung verschachtelt oder parallel ausgeliefert werden können. Die aktuelle Implementierung in den im Beitrag referenzierten Modulen nutzt die parallele Auslieferung. Die Produktion und Bereitstellung der Videos folgt aktuell dem in Abb. 6 dargestellten prozeduralen Prozess.



Abb. 6: Produktionsprozess für Videovorlesungen

Vorlesungsskript aufbereiten: Sowohl persönliche als auch Erfahrungen der openHPI-Plattform (s. [NaJP14]) lehren, dass eine Videovorlesung besser in kleinere Teile zu maximal 15' aufgeteilt werden sollte. Deshalb muss das Vorlesungsskript entsprechend aufbereitet werden, z.B. durch eine wiederholte Einbindung der Agendafolie mit Markierung des jeweils aktuellen Teils. Alternativ können auch Teiltitelfolien eingebunden werden. Da das Vorlesungsskript parallel auch als Download in Moodle angeboten wird, empfiehlt es sich nicht, es „hart“ in einzelne Teile zu zerschneiden, da sonst die Seitenreferenzen zwischen Video und Skript verloren gehen.

Videovorlesung aufzeichnen: Die Qualitätsanforderungen an eine Videovorlesung unterscheiden sich deutlich von denen an eine professionell aufgezeichnete Fernsehsendung.²⁷ Der von uns genutzte Aufnahmeplatz verfügt über ein gutes Ausleuchtungssystem und ein qualitativ hochwertiges Mikrofon. Kleinere Fehler oder Unschönheiten, wie z.B. Räuspfern

²⁷ Auf dem openHPI-Forum am 05.11.2015 äußerte ein Vertreter von openSAP, dass amateurhafte Aufnahmen erfolgreicher sind als professionell produzierte, da sie als authentisch und echt wahrgenommen werden.

oder Versprecher werden toleriert. Die Aufzeichnung nimmt also nicht wesentlich mehr Zeit in Anspruch, als die erzeugte Lauflänge des Videos.

Videovorlesung in Vimeo uploaden: Der Zeitaufwand für diesen Prozessschritt hängt stark von der Bandbreite der genutzten Internetverbindung ab. Für eine Vorlesung aus sechs Teilen à maximal 15' sollte mit 30-50' gerechnet werden. Vimeo definiert automatisch ein Standbild als Thumbnail, gegebenenfalls ist hier eine Anpassung vorzunehmen, damit beim Screencast-Video das Titelbild als Standbild beim Start angezeigt wird.

Metadaten im Playertool aktualisieren: Damit die neuerzeugten Videos über den Player bzw. die Videoplattform angezeigt werden können, müssen die relevanten Metadaten übergeben werden: Bezeichnung des Lehrmoduls und der Vorlesung, Name, Titel und E-Mail des/der Lehrenden sowie die Vimeo-URLs aller einzubindenden Videos.

Im letzten Schritt ist die neuerstellte *Vorlesung* auf der Lernplattform zu *verlinken*.

4.4 Einsatzoptionen und -erfahrungen

Aktuell liegen erste Erfahrungen aus vier verschiedenen Anwendungskontexten vor. (1) Im Modul „Grundlagen der Prozessmodellierung“ im Bachelorstudiengang Wirtschaftsinformatik werden parallel zur Präsenzvorlesung englischsprachige Videovorlesungen gleichen Inhalts angeboten. Damit wird zum einen der Heterogenität Rechnung getragen, zum anderen erlaubt dieser Ansatz auch Erasmus-Studierenden mit mangelhaften Deutschkenntnissen, das Modul zu belegen. (2) In vier Wahlpflichtmodulen verschiedener Studiengänge im Fachbereich werden Teile der Wissensvermittlung auf Videovorlesung ausgelagert, um in der Präsenzzeit intensiver an Forschungs- und Entwicklungsprojekten arbeiten zu können. (3) Videovorlesungen haben sich als leistungsfähiges Instrument erwiesen, um später in ein Modul einsteigenden Studierenden die Möglichkeit zu geben, sich mit vertretbarem Aufwand in das Thema einzuarbeiten. (4) Schließlich ist im April 2016 ein fast ausschließlich auf E-Learning setzendes Gastmodul an einer ausländischen Partneruniversität gestartet.

Zu den ersten drei Anwendungskontexten liegen bereits Erfahrungen vor, allerdings gab es keine wissenschaftliche Begleitung, sodass diese Reflexion nicht als quantitativ gesichert angesehen werden kann. Interessant war zu beobachten, dass sich Studierende gegenseitig darauf hinwiesen, bestimmte Inhalte wären ja in Vorlesung XY vermittelt worden. Erasmus-Studierende gaben mehrheitlich das Feedback, erst die Videovorlesungen hätten sie zur Projektarbeit befähigt, da die schlecht verstandenen Inhalte wiederholt werden konnten. Eine immer wiederkehrende Einschätzung lautet, dass diese Art der Lehre sehr intensiv sei und zu einer kontinuierlichen Beschäftigung motiviere. Ein weiteres häufiges Feedback besagt, dass der als deutlich höher empfundene Arbeitsaufwand mit einem wesentlich effektiveren Lernergebnis einhergeht. Aus Sicht der Autorin sind jedoch die Einschätzungen zum Aufwand insofern zu relativieren, dass die in der Studien- und Prüfungsordnung verankerte Workload von 25 h pro ECTS-Punkt in keinem Fall überschritten wird.

5 Fazit und Ausblick

Videovorlesungen können mit Erfolg in Studiengängen der Wirtschaftsinformatik eingesetzt werden. Die Rahmenbedingungen für die Gestaltung, Produktion und Auslieferung sind in den wenigsten Fällen optimal. Eine institutionelle Verankerung ist gerade an kleinen Hochschulen schwer zu realisieren. Die Praxis zeigt jedoch, dass Unterstützung aus verschiedenen Quellen geschöpft werden kann, sofern eine klare Motivation und ein begründetes Ein-

satzkonzept vorliegen. Aktuell wird an der Hochschule daran gearbeitet, die produzierten Videovorlesungen auch themenübergreifend, außerhalb der Moodle-Kurs-Silos über eine zentrale Plattform anbieten zu können. Ziel ist die Kurssuche auf dieser Plattform mit Hilfe standardbasierter Semantic-Web-Technologien zu implementieren.

Videovorlesungen haben das Potenzial, nicht nur Defizite und Heterogenität bei Studierenden auszugleichen, sondern auch die Arbeitsbedingungen für Lehrende zu flexibilisieren. Zugleich können sie das Lernziel einer berufsorientierten Kompetenzentwicklung unterstützen, wenn sie in Verbindung mit Flipped-Classroom-Konzepten eingesetzt werden. Gerade im Hinblick auf steigende Flexibilität und Heterogenität der Studienformen bleibt zu wünschen, dass die Formen des E-Learnings formal vergleichbar zur Präsenzlehre eingeordnet werden. Eine fundierte Systemanalyse der damit verbundenen Prozesse kann ein wichtiger Schritt in diese Richtung sein.

Literaturverzeichnis

- [Arbe11] Arbeitskreis Deutscher Qualifikationsrahmen: Deutscher Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen. BMBF, Berlin, 2011.
- [AKTZ15] Arnold, P.; Kilian, L.; Thillosen, A.; Zimmer, G.: Handbuch E-Learning – Lehren und Lernen mit digitalen Medien. 4. Auflage, W. Bertelsmann Verlag, Bielefeld, 2015.
- [BiSL16] Bitzer, P.; Söllner, M.; Leimeister, J.M.: Design Principles for High-Performance Blended Learning Services Delivery. In: Business & Information Systems Engineering 2 2016, S. 135-149.
- [BIHa15] Blatter, M.; Hartwagner, F.: Digitale Lehr- und Lernbegleiter - Mit Lernplattformen und Web-2.0-Tools wirkungsvoll Lehr- und Lernprozesse gestalten. hep Verlag, Bern, 2015.
- [Bund16] Bundesministerium für Bildung und Forschung: Richtlinie zur Förderung von Offenen Bildungsmaterialien. 2016, <https://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung.php?B=1132>. Abruf am 2016-05-07.
- [GrNH07] Grüner, Markus; Nikolopoulos, Alexander; Holten, Roland: Der Einsatz von E-Learning-Technologien an einer Massenuniversität. In: Breitner, Michael H; Bruns, Beate; Lehner, Franz: Neue Trends im E-Learning: Aspekte der Betriebswirtschaftslehre und Informatik. Physica, Heidelberg, 2007, S. 133-148.
- [Kerr01] Kerres, Michael: Multimediale und telemediale Lernumgebungen: Konzeption und Entwicklung. Universität St. Gallen, München, 2001.
- [Kipp13] Kipp, Michael: Videos in der Lehre - ein Versuch. http://michaelkipp.de/publication/Kipp2013_HDMINT.pdf. Abruf am 2016-05-01.
- [Meis14] Meister, Vera: Wirtschaftsinformatik an Fachhochschulen – Aufbau von Bachelorstudiengängen, Leitbilder und Status (Vortrag). 2014, <http://akwi.org/documents/WIStudGaengeFH.pdf>, Abruf am 2016-05-07.
- [MeWi13] Meinel, Christoph; Willems, Christian: OpenHPI - Das MOOC-Angebot des Hasso-Plattner-Instituts. Universitätsverlag, Potsdam, 2013.
- [Mich15] Michel, Lutz: MMB-Branchenmonitor E-Learning-Wirtschaft. 2015, http://www.mmb-institut.de/mmb-monitor/branchenmonitor/MMB-Branchenmonitor_2015_I.pdf. Abruf am 2016-05-07.

- [NaJP14] Naumann, F.; Jenders, M.; Papenbrock, T.: Ein Datenbankkurs mit 6000 Teilnehmern – Erfahrungen auf der openHPI MOOC Plattform. In: Informatik Spektrum 37 4, 2014, S. 333-340.
- [Obj14] Object Management Group: Case Management Model and Notation. 2014, <http://www.omg.org/spec/CMMN/1.0/>, Abruf am 2016-05-07.
- [Rey09] Rey, Günter Daniel: E-Learning: Theorien, Gestaltungsempfehlungen und Forschung. Hans Huber, Bern, 2009.
- [vAWG05] van der Aalst, W.M.P.; Weske, M.; Grünbauer, D.: Case handling - a new paradigm for business process support. In: Data & Knowledge Engineering 53/2, 2005, S. 129-162.
- [Silv12] Silver, Bruce: BPMN Method and Style. 2nd Edition, Cody Cassidy Press, 2012.
- [WaPa15] Wagner, K.W.; Patzak, G.: Performance Excellence – Der Praxisleitfaden zum effektiven Prozessmanagement. 2. Auflage, Hanser Fachbuch, München, 2015.
- [Zeit16] Zeitler, Wolfgang: Humboldt Digital: E-Learning oder I-Learning? In: DNH Die Neue Hochschule, Hochschullehrerbund, 2016, S. 46-47.

Kontakt

Prof. Dr. Vera G. Meister
Technische Hochschule Brandenburg
Magdeburger Str. 50, 14770 Brandenburg a.d.H.
T +49 3381 355-297 vera.meister@th-brandenburg.de

Wenxin Hu
Technische Hochschule Brandenburg
Magdeburger Str. 50, 14770 Brandenburg a.d.H.
wenxin.hu@th-brandenburg.de

Prototypische Umsetzung eines dezentralen Studienführers für die Wirtschaftsinformatik an Fachhochschulen im deutschsprachigen Raum

Jonas Jetschni, Vera G. Meister

Zusammenfassung

Der Beitrag beschreibt das Vorgehen und die Ergebnisse in einem agilen, studentischen Entwicklungsprojekt. Ausgangspunkt war die Idee eines dezentralen Studienführers für die Wirtschaftsinformatik in der DACH-Region. Der Studienführer soll im Vergleich zu bestehenden Systemen auch inhaltlich relevante und vor allem vergleichbare Informationen zu Wirtschaftsinformatik-Studiengängen bereitstellen. Studieninteressierte sollen damit bei ihrer Entscheidung für ein Wirtschaftsinformatik-Studium unterstützt werden. Daneben kann das System auch anderen Stakeholdern, wie z. B. Unternehmen auf der Suche nach qualifizierten Mitarbeitern, fundierte Einblicke liefern. Die Grundidee besteht darin, die semantische Anreicherung ohnehin vorhandener, an den einzelnen Hochschulen (also dezentral) gepflegter Webseiten von Studiengängen unter Verwendung einer standardbasierten Ontologie für die Wirtschaftsinformatik zu ermöglichen. Dadurch werden diese Informationen weltweit extrahierbar und können in einer Web-Applikation aggregiert und visualisiert werden. Die einzelnen Entwicklungsetappen werden sowohl fachlich als auch technisch beschrieben.

1 Motivation und Aufbau der Arbeit

Der Zugriff auf Informationen über Studiengänge ist heute über wenige Klicks für jeden Interessierten realisierbar. Jede Hochschule beschreibt jeden Studiengang auf ihren Webseiten, zumeist im Rahmen hochschulweit eingeführter Content-Management-Systeme (CMS), die zunehmend auch über mobile Endgeräte abrufbar sind. Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl zentraler Informationsportale, die diese Daten zusammentragen bzw. sich zuliefern lassen und nutzerfreundlich aufbereiten (vgl. [Meis16]). Hochschulen werben für ihre Studiengänge und sind interessiert, „die richtigen“ Studierenden anzuziehen. Maßgeblich für solche Entscheidungen können Fragen der fachlichen Schwerpunkte im Studiengang und der daraus resultierenden zukünftigen Tätigkeitsfelder sein, die aus diesen Webseiten und Portalen jedoch schwer zu extrahieren und vor allem kaum vergleichbar sind. Eine solche Vergleichbarkeit herzustellen – exemplarisch für Studiengänge der Wirtschaftsinformatik an Fachhochschulen im deutschsprachigen Raum – ist eine relevante Aufgabe.

Technische Voraussetzung dafür sind einheitlich strukturierte Daten, wie sie heute von großen Informationsportalen und Suchmaschinen für Personen und Gegenstände des öffentlichen Interesses erfolgreich angeboten werden. So werden beispielsweise wichtige Daten zu einem Nationalstaat in der Wikipedia einheitlich in Form einer Tabelle zusammengetragen, Google liefert bei der Suche nach Filmschauspielern Fotos, Lebensdaten, Rollen etc. ebenfalls in einer wiedererkennbaren Struktur. Die dahinterliegenden Technologien werden zumeist mit Wissensgraphen in Verbindung gebracht. Ein Studienführer, der die dezentral abgelegten Informationen strukturiert zusammenträgt, vergleichbar und auswertbar macht, braucht als Basis ein Strukturschema, also einen Wissensgraphen für Studiengänge. In

Analogie zu Googles Knowledge Graph soll dieser Ansatz als EduGraph bezeichnet werden. Die dafür entwickelte und in [Meis16] erläuterte Ontologie wurde nach der englischsprachigen Abkürzung für Wirtschaftsinformatik (Business & Information Systems Engineering) BISE genannt.

Der Beitrag beschreibt ein Projekt zur prototypischen Entwicklung eines so konzipierten dezentralen Studienführers. In Abschnitt 2 wird das Vorgehen im Projekt beschrieben, insbesondere die Definition von Anforderungen mithilfe von User Stories. Die systematische Ableitung von Anwendungsfällen unter Berücksichtigung typischer IT-Versorgungsstrukturen an Hochschulen ist Gegenstand von Abschnitt 3. Dafür wurden Experteninterviews sowie ein interdisziplinärer Workshop durchgeführt. Abschnitt 4 behandelt die Etappen der prototypischen Umsetzung ausgehend vom Architekturkonzept und dem Zusammenspiel der verschiedenen Komponenten. In jeder Etappe waren technologische Lösungsansätze zu erforschen, zu evaluieren und gegebenenfalls anzupassen. Die im Prototyp implementierten Komponenten umfassen die technischen Grundlagen der Annotation, die Extraktion der exemplarisch annotierten Daten sowie ihre Aggregation und Visualisierung in einer Web-Applikation. Der Beitrag schließt mit einem Fazit und einem Ausblick auf weitere Forschungsfragen und Entwicklungsansätze.

2 Vorgehen im Projekt

Das Projekt war Teil des Wahlpflichtmoduls „Entwicklung semantischer Anwendungen“ im Master-Studiengang Wirtschaftsinformatik²⁸. Das Vorgehen im Projekt war angelehnt an das Scrum-Framework mit einigen Modifikationen passend zum Kontext und den Mitgliedern im Team (vgl. [A2Ha14]). Die Wahl eines agilen Vorgehensmodells ist immer dann besonders angezeigt, wenn viele Dimensionen des zu entwickelnden Systems unbekannt sind (vgl. [Maxi13]). In diesem Fall stießen Paradigmen der klassischen Web-Entwicklung und des Semantic Web aufeinander. Zudem war Forschungsarbeit in den verschiedenen Etappen notwendig. Dadurch entstand eine hohe Dynamik im Projekt, die von einer starren und unflexiblen Organisation nicht aufgefangen worden wäre.

Es wurden zwei Führungsrollen im Team definiert, der von Scrum inspirierte Product Owner und ein Projektmanager. Der Product Owner war insbesondere für die Definition von User Stories und für das Verwalten des Backlogs verantwortlich. Er hatte die fachliche Leitung des Projekts inne. Der Projektmanager sorgte dagegen für die Organisation im Team und das Überwachen des Fortschritts der einzelnen Aufgaben. Die Rolle des Projektmanagers ist in Scrum nicht vorgesehen, hat sich allerdings im Kontext studentischer Teams als sinnvoll erwiesen, da die andernfalls notwendige Eigeninitiative und -verantwortung nicht in jedem Fall vorausgesetzt werden kann. Die Aufteilung zwischen fachlicher und organisatorischer Leitung des Projekts hat sich als positiv erwiesen. Allerdings war eine intensive Kommunikation notwendig, um alle wesentlichen Entscheidungen gemeinsam zu treffen. Zentrales Element zur Definition von Anforderungen an das zu entwickelnde System waren User Stories. Sie wurden entsprechend der folgenden Struktur erstellt (vgl. [Cohn04]):

„Als <User> möchte ich <Irgendwas>, um <Nutzen>.“

Ausgewählte, wichtige User-Rollen und deren Beschreibung finden sich in Tabelle 1.

²⁸ Im Projekt haben auch die Master-Studierenden J. Fastnacht, K. Schuster, D. Pfeiffer und M. Tsagni mitgewirkt.

User-Rolle	Beschreibung
Studieninteressierter	Ein Studieninteressierter ist eine Person, die an einem Studium der WI interessiert ist und sich über Studiengänge der WI in der DACH-Region informieren möchte und ein Nutzer der Plattform ist.
Studiengangsmanager	Ein Studiengangsmanager ist eine Person, die verantwortlich für den jeweiligen WI-Studiengang ist.
Redakteur	Der Redakteur ist Mitglied einer Hochschule. Er erstellt und pflegt den Inhalt der Studiengangswebseite für die Wirtschaftsinformatik.
Administrator	Der Administrator ist verantwortlich für die Applikation und ihre Komponenten und stellt deren fehlerfreien Betrieb sicher.
AKWI	AKWI ist der Dachverband der Fachbereiche mit deutschsprachigen Wirtschaftsinformatik-Studiengängen und/oder Studienschwerpunkten an Fachhochschulen und potenzieller Betreiber der Applikation.

Tab. 1: Für die Anforderungen relevante User-Rollen und deren Beschreibung

Beispiele für User Stories des zu entwickelnden Studienführers aus Sicht dreier unterschiedlicher User-Rollen sind:

- Als *Studieninteressierter* erhalte ich eine geographische Karte mit allen Studienorten der WI und deren Schwerpunkten, um mich hinsichtlich der Lage eines Studienortes für bestimmte Schwerpunkte zu informieren.
- Als *Redakteur* kann ich Informationen in Microdata und JSON-LD auf Basis der BISE-Ontologie annotieren, um diese für den Studienführer bereitzustellen.
- Als *Studiengangsmanager* registriere ich den Link zur Studiengangsseite im Management-Modul der Applikation, um diese ins System aufnehmen zu lassen.

Das Verwalten der User Stories und der aus den User Stories abgeleiteten Aufgaben wurde durch die Software JIRA unterstützt, zur Dokumentation kam Confluence zum Einsatz. Versionskontrolle und Ablage von Programmcode wurden durch GitHub unterstützt. Wegen der einfachen Integration verschiedener Plattformen, wurde Slack als Kommunikationsmittel und zentrale Benachrichtigungsplattform verwendet.

3 Anwendungsfälle für die Annotation von Studiengangswebseiten

Semantisch angereicherte Studiengangswebseiten sind die Grundlage für den dezentralen Studienführer und somit ein kritischer Erfolgsfaktor für das Projekt. Das aktuelle Konzept ist auf die semantische Auszeichnung durch die Hochschulen angewiesen. Um für Hochschulen bzw. Studiengangsmanager eine passfähige und einfache Lösung zu erarbeiten, die eine möglichst geringe Hürde bzw. einen vertretbaren Aufwand darstellt, wurden Anwendungsfälle entwickelt. Diese basieren auf Experteninterviews mit Verantwortlichen der verschiedenen Hochschulen und einem interdisziplinären Workshop.

Die Interviews wurden im Oktober 2015 initiiert. Dazu wurden Verantwortliche von bundesweit neun Hochschulen mit Wirtschaftsinformatik-Studiengängen zu den Themen Semantic-Web und Informationsbereitstellung im Internet befragt. Der interdisziplinäre Workshop wurde mit Marketingverantwortlichen, Redakteuren für die Inhaltspflege und Experten für CMS- und Semantic-Web-Technologien durchgeführt. Folgende entwicklungsleitenden Erkenntnisse wurden zusammengetragen:

- Die nachhaltige Gewinnung von Studieninteressierten und eine individuelle Informationsvermittlung sind für die Hochschulen zentrale Themen. Um über verschiedene Kanäle aktiv zu werden, pflegen Hochschulen ihre Daten manuell in bis zu 50 Portale und Plattformen ein.
- Studiengangsseiten bieten häufig sehr begrenzte Bearbeitungsmöglichkeiten im Rahmen von definierten Formularen. Eine grundsätzliche Strukturierung der Daten liegt dadurch vor. Eine maschinenlesbare Strukturierung des Inhalts bspw. durch Schlagwörter oder semantische Auszeichnungen findet sich nicht.
- Studiengangswebseiten werden nicht oft bearbeitet, meist nur vor Beginn eines neuen Semesters.
- Die Mehrzahl der Hochschulen in Deutschland setzt das CMS TYPO3 ein. In dieser Arbeit wird deshalb nur der Kontext von TYPO3-Systemen und der dort vorliegenden Lösungen betrachtet.

Auf Basis der Experteninterviews und des Workshops konnten die folgenden vier Anwendungsfälle identifiziert werden:

Anwendungsfall 1: Marketing und Sichtbarkeit im Internet (SEO)

Zahlreiche Portale existieren bereits im Hochschulkontext, die Nutzung einer zusätzlichen Onlineplattform erscheint zunächst widersprüchlich und mit erhöhtem Aufwand verbunden. Allerdings entsteht durch die dezentrale semantische Anreicherung in den jeweiligen Hochschulen kein zusätzlicher Aufwand der Datenpflege auf externen Plattformen. Zudem fördert bzw. ermöglicht eine semantische Annotation der Seiteninhalte die Maschinenlesbarkeit. Darüber hinaus zählt die semantische Annotation von Inhalten mittlerweile als wichtiger Faktor bei der Suchmaschinenoptimierung. Somit ergibt sich ein positiver Nebeneffekt. Die Annotation von Inhalten auf Webseiten wird in Zukunft ein Muss für eine gute Sichtbarkeit im Internet sein.

Anwendungsfall 2: Design-getriebener Relaunch der Webseite

Das CMS TYPO3 ist im Hochschulbereich weit verbreitet, bei Relaunch-Projekten steht dies oft nicht zur Diskussion. Der Relaunch zielt eher auf die Überarbeitung des Designs. Ziel ist die Trennung von Inhalten und Gestaltungselementen, um so eine flexible Darstellung auf verschiedenen Endgeräten zu ermöglichen. In diesem Zusammenhang findet eine Informationskonsolidierung und -optimierung statt. Durch die Überarbeitung der Inhaltsstrukturen und der Templates ergibt sich ein idealer Zeitpunkt für die Erweiterung um semantische Annotationen.

Anwendungsfall 3: Technik-getriebene Überarbeitung des Templates

Auf Grund von technologischen Weiterentwicklungen und dynamischen Anforderungen in der Praxis kann es notwendig sein, das bestehende System um neue bzw. zusätzliche Funktionen zu erweitern. In diesem Zusammenhang ist es sinnvoll, die bestehende inhaltliche Struktur um semantisch annotierte Informationen zu erweitern. Auf Grund von begrenztem technischen Know-how existieren an den Hochschulen eher selten Redakteure für CMS-Templates. Die Anpassung von TYPO3-Templates erfolgt in der Regel durch erfahrene Agenturen, die zunehmend auch semantische Annotationen implementieren.

Anwendungsfall 4: Keine technischen Änderungen am CMS möglich

Nach einem erfolgreichen Relaunch sinkt die Umsetzungswahrscheinlichkeit von zusätzlichen Erweiterungen und technischen Konfigurationen. Dies kann zum einen an der fehlenden Machbarkeit liegen oder an technischen Bedenken auf Seiten des Rechenzentrums. Hierbei müssen vor dem Update einzelne Herausforderungen wie beispielsweise Sicherheit, Kompatibilität, Wechselwirkungen und die Leistungsfähigkeit überprüft werden. Semantische Annotationen wären in dieser Konstellation aufwändig und ggf. auch nicht Update-sicher.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass bei einem aktuell laufenden oder geplanten Relaunch der Webseite die Hürden für die Implementierung semantischer Annotationen am niedrigsten sind.

4 Prototypische Umsetzung des dezentralen Studienführers

Um das zu entwickelnde System von bestehenden Studienführern abzugrenzen, wird im Beitrag der Begriff eines *dezentralen* Studiengangführers geprägt. Dezentral ist vor allem die Pflege und Bereitstellung der Daten auf den einzelnen Seiten der Studiengänge. Nach Implementierung eines entsprechenden CMS-Templates sollte das im Rahmen der regulären redaktionellen Tätigkeiten erfolgen können und keinen zusätzlichen Aufwand erfordern. Das heißt, dass die Daten durch die jeweiligen Verantwortlichen dezentral bereitgestellt werden und anschließend in einer zentralen Plattform (= dem Studienführer) aggregiert und visualisiert werden.

Der Prototyp tangiert drei unterschiedliche Themenbereiche mit verschiedenen Herausforderungen und Fragestellungen. Es müssen technischen Fragen beantwortet werden, wie beispielsweise Informationen auf Hochschuleiten nutzerfreundlich annotiert werden können. Der zweite Themenbereich umfasst die Extraktion der semantisch angereicherten Informationen von den Hochschulwebseiten. Dafür wird eine Architektur vorgestellt, die aus verschiedenen Komponenten besteht. Die aktuellen prototypischen Implementierungen werden näher erläutert, sowie ein weiterer Teilaspekt der Anreicherung der Daten betrachtet. Der dritte Themenbereich beschäftigt sich mit der Visualisierung und Aggregation der Daten in einer Webanwendung.

Während der Entwicklung, insbesondere durch die verschiedenen Anforderungen, war eine Anpassung der BISE-Ontologie notwendig. Die überarbeitete Fassung findet sich unter [Meis16a] und wird in diesem Beitrag nicht näher betrachtet.

4.1 Architektur und Zusammenspiel der verschiedenen Komponenten

Wie bereits erläutert, besteht die Grundidee des dezentralen Studienführers darin, dass (1) Hochschulen ihre Studiengangsseiten auf Basis der BISE-Ontologie semantisch anreichern; (2) die annotierten Informationen von der Webseite extrahiert und gespeichert werden und (3) eine Aggregation und Visualisierung in einer Web-Anwendung erfolgt, die den Studienführer für die Endanwender darstellt.

Abb. 1 visualisiert die Soll-Architektur für den dezentralen Studienführer. Registrierte Webseiten, die auf Basis der BISE-Ontologie annotiert wurden, werden in regelmäßigen Abständen aufgerufen, die semantisch angereicherten Informationen extrahiert und in einen Triple-Store gespeichert. Die Webanwendung StudySearch, die den Studienführer darstellt,

greift über einen SPARQL Endpoint auf den Triple-Store zu und aggregiert und visualisiert die gewünschten Informationen. Die semantischen Technologiekomponenten sind in Abb. 1 unter dem Namen EduGraph zusammengefasst.

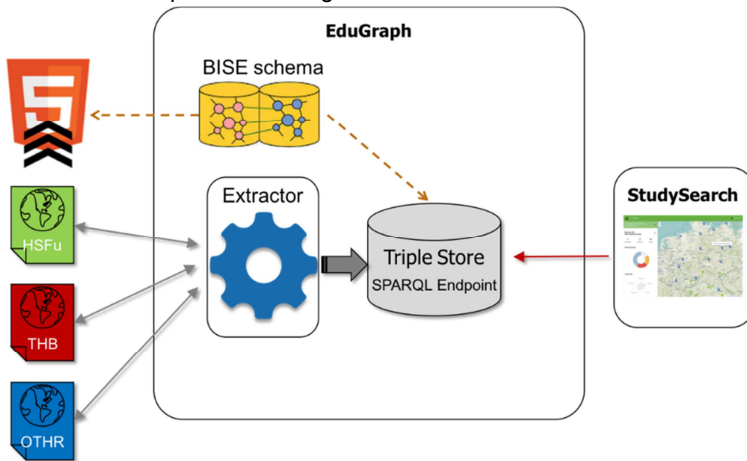


Abb. 1: Aufbau der Gesamt-Architektur (in Anlehnung an Meis16j)

4.2 Annotationsformate

Für die Annotation von Webseiteninhalten stehen verschiedene Formate zur Verfügung, wie RDFa Lite (abwärtskompatibel zu RDFa), Microdata und JSON-LD. In dieser Arbeit wurden nur Microdata und JSON-LD berücksichtigt.

Anwendungsfall 1 stellt die grundsätzliche Notwendigkeit für eine semantische Annotation von Webinhalten dar und sollte Motivation für Hochschulen sein, diese vorzunehmen. Zusätzlich förderlich wäre, wenn die zugrundeliegende Ontologie überfachlich einsetzbar wäre und zu einem Teil von Schema.org würde. Auf die Auswahl eines technischen Annotationsformats hat dieser Anwendungsfall jedoch keine Auswirkung.

Für die Anwendungsfälle 2 und 3 ist es am einfachsten, wenn die semantische Auszeichnung direkt im Template an der dafür geeigneten Stelle in Microdata (s. [Hick13]) hinterlegt wird. Da dem Redakteur nur wenige Freitexte zur Verfügung stehen und er Daten über Formulare hinterlegt, ist eine Annotation im Template sehr gut möglich.

Anwendungsfall 4 ist problematisch. Zwei verschiedene Lösungswege wären dafür denkbar:

1. Durch den TYPO3 Rich-Text-Editor wird ermöglicht, dass der Anwender im Freitext Microdata hinterlegen kann. Dies stellt einen zusätzlichen Aufwand für den Redakteur dar. Zudem ist Detailwissen über die BISE-Ontologie erforderlich.
2. Es ist möglich, auf der Studiengangsseite JSON-LD (s. [Sp++14]) als Datenblock einzubinden. Dieser müsste zusätzlich gepflegt werden. Dem Redakteur könnte allerdings ein zusätzliches Werkzeug an die Hand gegeben werden, welches die Generierung semantischer Datenblöcke unterstützt (vgl. z. B. [HHL12]).

4.3 Extraktion der annotierten Informationen

Die Extraktion der annotierten Informationen ist notwendig um diese im Folgenden in der Web-Anwendung darstellen zu können. Zur weitgehenden automatischen und grundsätzlich qualitätsgesicherten Extraktion von Studiengangsinformationen wird im Folgenden eine Detailarchitektur (siehe Abb. 2) vorgestellt. Diese ist an den ETL-Prozess (Extract, Transform, Load) angelehnt und wird durch weitere Komponenten unterstützt. Dabei handelt es

sich nicht um ein neues Extraktionswerkzeug, sondern es werden bestehende Technologien verwendet und integriert. Vielmehr ist es eine Orchestrierung verschiedener Dienste. Gesteuert wird der Extraktor durch ein Managementmodul, welches den Prozess anstößt. Durch die Expertenbefragungen konnte bestätigt werden, dass ein Rhythmus von einer Woche ausreichend ist. Studiengang Webseiten werden selten und unregelmäßig aktualisiert, meist am Anfang des Semesters. Weiterhin werden durch das Managementmodul die zu extrahierenden Seiten verwaltet.

Der Extraktor selbst besteht aus vier Komponenten: dem Tool für die eigentliche Extraktion der semantisch annotierten Daten, einer Komponente zur Analyse der extrahierten Inhalte auf Plausibilität und syntaktische Richtigkeit, einer Anreicherungskomponente für ggf. fehlende Informationen (bspw. Geo-Informationen der Hochschule), die auf externe Quelle wie DBpedia und Wikidata zugreift, sowie dem Triple-Store zur Speicherung der aggregierten Daten.

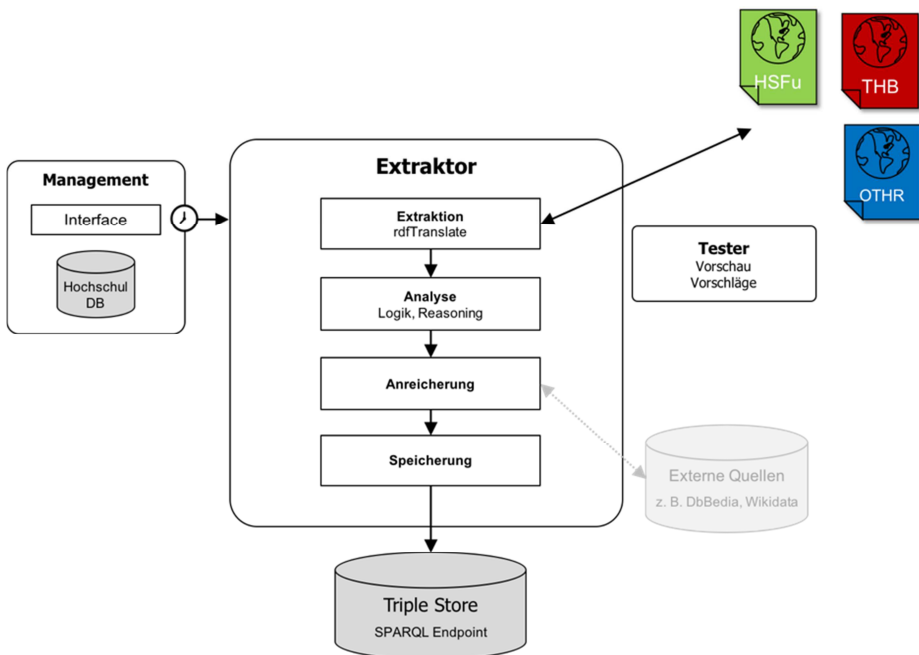


Abb. 2: Architektur zur Extraktion von semantisch annotierten Informationen

Um Fehler zu reduzieren und den Hochschulen einen einfachen Einstieg zu ermöglichen, ist ein ergänzendes Testwerkzeug angedacht, welches eine Vorschau ermöglicht und eventuelle Fehler in der Annotation ausgibt. Inhaltsverantwortliche sollen damit selbst eine Qualitätssicherung der annotierten Informationen vornehmen können. Im Vergleich zum Structured Data Testing Tool²⁹ von Google wäre dieses auf die BISE-Ontologie abzustimmen. Im Folgenden werden einige Teile der Extraktion vorgestellt. Zum einen das verwendete Extraktionswerkzeug und die Speicherung von extrahierten Daten. Außerdem wird beispielhaft gezeigt, wie eine Anreicherung der Daten auf Basis von DBpedia und Wikidata mit SPARQL möglich ist.

²⁹ <https://search.google.com/structured-data/testing-tool/>, Abgerufen am 2016-05-13.

Extraktion

Unter Extraktion ist hier ein Abernten und Konvertieren der Daten aus einem RDF-Serialisierungsformat in ein anderes gemeint. Im vorliegenden Szenario geht es um Microdata bzw. JSON-LD, die nach RDF Turtle (bzw. N3) zu konvertieren sind. Es existiert eine Vielzahl von Werkzeugen, die eine Konvertierung zwischen verschiedenen RDF-Serialisierungsformaten ermöglichen (vgl. [StRH13]), sogar Werkzeuge die in Web-Crawlern eingesetzt werden. Yahoo hat ein Plugin für den OpenSource-Web-Crawler Apache Nutch veröffentlicht, welcher semantische Annotationen auslesen kann (s. [MeMB14]). Für diese Arbeit würde ein solches Werkzeug eine unnötige Komplexität und nicht benötigte Funktionen mitbringen. Kriterien für die Auswahl waren, dass das Werkzeug kostenfrei über eine REST-Schnittstelle verwendet werden kann, allerdings falls notwendig in Zukunft auch ein eigener Betrieb möglich ist. Eine Konvertierung von Microdata oder JSON-LD, aus einer Webseite nach RDF Turtle muss unterstützt werden. Aufgrund des zuverlässigeren Betriebs der Services wurde RDF Translator [StRH13] gegenüber Any23 (Anything To Triples) ausgewählt. Der Austausch ist ohne Probleme möglich, da der Aufbau der Schnittstelle vergleichbar ist. Aufgrund einer höheren Leistungsfähigkeit und der Weiterentwicklung von Any23 innerhalb der Apache Foundation, wäre Any23 für den eigenen Betrieb empfehlenswert.

Eine beispielhafte Implementierung in PHP mit dem HTTP Client Guzzle sähe wie folgt aus.

```
$url = ''; /* Webseite der Studiengangsseite */
$service = 'http://rdf-translator.appspot.com/convert';
$sourceFormat = 'detect';
$targetFormat = 'n3';
$client = new GuzzleHttp\Client(['base_uri' => $service.'/'. $sourceFormat.'/'. $targetFormat.'/']);
$response = $client->request('GET', urlencode($url));
```

Es wird die REST-Schnittstelle von RDF Translator aufgerufen und die Webseite des Studiengangs übergeben. Bei Erfolg wird RDF in der Notation N3 zurückgegeben.

Speichern

Eine Speicherung ist in SPARQL mithilfe des Graph Store HTTP Protocol (s. [Ogbu13]) möglich. Folgender Programmcode zeigt die Implementierung in PHP ebenfalls mithilfe des HTTP Clients Guzzle. Für jeden Tag wird ein neuer Graph angelegt. Dies ermöglicht es die Veränderung des Studiengangs über die Zeit nachzuvollziehen.

```
$client = new GuzzleHttp\Client(['base_uri' => 'http://sparql-endpoint.dev/dataset/']);
$response = $client->request('POST', 'data?graph='.date("Y-m-d"), [
    'headers' => [
        'Content-Type' => 'text/turtle'
    ],
    'body' => $data
]);
```

Als letzter Teil der Extraktions-Anwendung wird die Anreicherung von Informationen durch Inhalte aus DBpedia und Wikidata mithilfe von SPARQL dargestellt. Voraussetzung dafür ist, dass die deutschen DBpedia-Ressource der Hochschule bekannt ist.

Weitere Anreicherung

```
CONSTRUCT {
    ?universityURI a schema:CollegeOrUniversity;
    schema:name ?universityLabel;
    schema:location ?universityLocationURI;
    schema:url ?universityHomepage;
    schema:geo [ a schema:GeoCoordinates ;
                 schema:latitude ?universityLatitude ;
                 schema:longitude ?universityLongitude ].
```

```

?universityLocationURI a schema:Place;
schema:name ?universityLocationLabel. }
WHERE { {
SELECT * WHERE {
GRAPH <http://uriToGraph> {
{SELECT * WHERE {?universityURI a schema:CollegeOrUniversity}} }
SERVICE <http://de.dbpedia.org/sparql/> {
?universityURI rdfs:label ?universityLabel_lang;
dbpedia-owl:locationCity ?universityLocationURI;
owl:sameAs ?universitySameAs.
OPTIONAL ( ?universityURI foaf:homepage ?universityHomepage. )
FILTER regex(?universitySameAs, '^http://wikidata.org/entity/', 'i')
BIND (URI (REPLACE (STR(?universitySameAs), "http://", "http://www.")) AS ?universityURIWikidata)
?universityLocationURI owl:sameAs ?universityLocationURIWikidata.
FILTER regex(?universityLocationURIWikidata, '^http://wikidata.org/entity/', 'i')
BIND (URI (REPLACE (STR(?universityLocationURIWikidata), "http://", "http://www.")) AS
?universityLocationURIWikidataURI)
FILTER (LANG(?universityLabel_lang) = "de")
BIND (str(?universityLabel_lang) AS ?universityLabel) }
SERVICE <http://query.wikidata.org/sparql> {
?universityURIWikidata wdt:P625 ?universityLatLon.
BIND (STR(?universityLatLon) AS ?universityLatLonStr)
BIND (STRBEFORE (STRAFTER (?universityLatLonStr, "Point("), ")") AS ?universityLatitude)
BIND (STRBEFORE (STRAFTER (?universityLatLonStr, " "), ")") AS ?universityLongitude)
?universityLocationWikiDataURI rdfs:label ?universityLocation_lang.
FILTER (LANG(?universityLocation_lang) = "de")
BIND (str(?universityLocation_lang) AS ?universityLocationLabel) } } }

```

Die dargestellte SPARQL-Abfrage reichert die Ressource um den Standort der Hochschule und deren Namen, inklusive der Geo-Informationen, an. Wenn vorhanden, wird die Adresse zur Homepage ergänzt. Eine Transformation der Daten ist teilweise notwendig, da diese in unterschiedlichen Formaten vorliegen. Zwar wird aus der DBpedia auf die Wikidata Ressourcen verwiesen, allerdings in unterschiedlicher Schreibweise. Außerdem werden die Geo-Informationen in einem anderen Format im Vergleich zur BISE-Ontologie dargestellt. Beim Zugriff auf DBpedia bzw. Wikidata ist die Verwendung von unterschiedlichen Vokabularen eine Herausforderung im Hinblick auf die Datenqualität. Hinzu kommen ggf. Differenzen zwischen der deutschen und der englischen DBpedia.

4.4 Aggregation und Visualisierung in einer Web Applikation

Bei dem Studienführer, für den die extrahierten Daten die Grundlage sind, handelt es sich um eine Web-Applikation. Diese aggregiert und visualisiert die Daten. Die Web-Applikation arbeitet im Kern mit AngularJS, einem von Google Inc. sowie der Community entwickelten OpenSource MVW Framework (Model-View-Whatever, vgl. [Mina12]). Für die Darstellung wird das UI-Framework Angular Material verwendet.

Der Aufbau der Web-Applikation ist in Abb. 3 dargestellt. Die Gestaltung der einzelnen Seiten wird in den verschiedenen Templates definiert. Die Controller übernehmen die Steuerung der Präsentation von Inhalten. Diese beinhalten die Businesslogik und sind hauptverantwortlich für die Zuweisung der Daten zu den Platzhaltern in den Templates.

Die Kommunikation zwischen dem SPARQL Endpoint und den Rich Web Clients wird mittels eines SPARQL Query Services realisiert, dabei erfolgt eine direkte Kommunikation. Abfragen erfolgen in SPARQL 1.1 [HaSe13] und sind direkt in die Web-Applikation in JavaScript implementiert. Eine Ausführung serverseitig ist nicht notwendig, die gesamte Businesslogik wird durch den Client übernommen. Der SPARQL Endpoint liefert JSON zurück, welches problemlos durch die JavaScript-Anwendung verarbeitet wird.

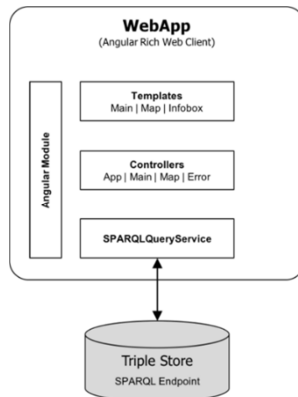


Abb. 3: Aufbau der Web-Anwendung

Die Web-Applikation visualisiert die Schwerpunkte der Studiengänge im Hinblick auf die vier Säulen der Wirtschaftsinformatik sowie passende Jobprofile (vgl. [Meis16]) als Checkboxes auf der Startseite. Dabei geht es um die Eingrenzung der Gesamtmenge von Studiengängen, deren Schwerpunkt auf den ausgewählten Säulen der Wirtschaftsinformatik liegt, welche zur Ausführung von daraus resultierenden Tätigkeiten befähigt. Nach der Auswahl erfolgt die eigentliche Visualisierung der Hochschulen mit Hilfe einer Karte und zusätzlich einer Liste der verfügbaren Hochschulen mit Studiengängen basierend auf den zuvor gewählten Kriterien. Durch die Auswahl einer dieser Institutionen, werden dem Nutzer Detailinformationen (siehe Abb. 4) angezeigt, wie etwa die Dauer und die erzielbaren ECTS-Punkte des Studiengangs. Weiterhin werden die Anteile der Säulen der Wirtschaftsinformatik im Curriculum als Kreisring-Diagramm sowie die Passung zu entsprechenden Jobprofilen als Spinnweb-Diagramm veranschaulicht.

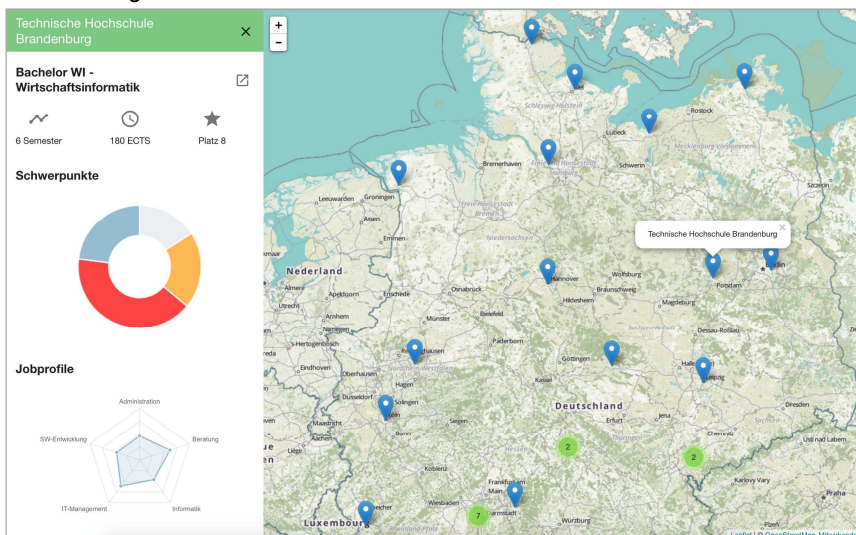


Abb. 4: Profil der Technischen Hochschule Brandenburg mit Karte

5 Fazit und Ausblick

Aufbauend auf dem Konzept von [Meis16] wurde ein funktionsfähiger Prototyp eines dezentralen Studienführers entwickelt, der Aspekte der semantischen Anreicherung, der Extraktion und der Visualisierung umfasst. Technisch ist die Anreicherung von Studiengangsinformationen grundsätzlich gelöst, insbesondere der organisatorische Aspekt und Anreizsysteme für Hochschulen sollten in zukünftigen Arbeiten berücksichtigt werden und Handreichungen erarbeitet werden. Ohne ein Mitwirken der Studiengänge der Wirtschaftsinformatik ist ein Erfolg nicht möglich. Eine Erweiterung der BISE-Ontologie um zugehörige Module und die automatische Ermittlung eines daraus resultierenden Schwerpunkts ist anzudenken. In wie weit die BISE-Ontologie verallgemeinert werden könnte und beispielsweise als Erweiterung von Schma.org dienen kann, ist zu klären. Dies würde eine zusätzliche Motivation für Hochschulen darstellen, sowie eine langfristige Sicherheit geben und zu einer größeren Verbreitung führen.

Ein Prototyp eines Extraktors ist vorhanden, es fehlen allerdings nutzerfreundliche Werkzeuge zur Verwaltung. Die angedachte Test- und Vorschau-Funktion sollte in einer zukünftigen Arbeit betrachtet werden. Forschungsbedarf ist insbesondere für die Analyse der extrahierten Informationen mit Plausibilitäts- und Logikprüfung notwendig. Um einen störungsfreien Betrieb zu ermöglichen, sind dafür organisatorische und technische Fragen zu klären, besonders die Skalierbarkeit betreffend.

Methodisch waren der Einsatz von User Stories zur Spezifikation von Anforderungen und ein Vorgehen in Anlehnung an das Scrum-Framework hilfreich, dies sollte allerdings weiterentwickelt werden. Insbesondere ein nachhaltiges Wissensmanagement ist zu integrieren. Außerdem sind die Implikationen aus den divergierenden Paradigmen der klassischen Softwareentwicklung einerseits (Fokus auf APIs) und der standardbasierten Wissensmodellierung mit Semantic-Web-Technologien andererseits näher zu untersuchen.

Als Nebenprodukt liefert der hier vorgestellte dezentrale Studienführer für Studieninteressierte der Wirtschaftsinformatik eine strukturierte und einfach zu verarbeitende Datenbasis. Diese kann Grundlage für ein Question-Anwsering-System sein (wie z. B. [Un++12], [LUMP07]). Schließlich kann diese Datenbasis eine Schnittstelle zu anderen Portalen darstellen und die dort hinterlegten Daten automatisch updaten, wenn die Basiswebseite aktualisiert wird. Insofern könnten auch die bereits vorhandenen zentralen Studieninformationsplattformen von diesem Ansatz profitieren und damit zugleich die Zentren für Öffentlichkeitsarbeit und Marketing an den Hochschulen, in deren Verantwortung die Pflege dieser externen Dienste fällt.

Literaturverzeichnis

- [Cohn04] Cohn, Mike: User stories applied - For agile software development. Addison-Wesley Professional, 2004.
- [HaSe13] Harris, S.; Seaborne, A. (Ed.): SPARQL 1.1 Query Language. 2013, <https://www.w3.org/TR/2013/REC-sparql11-query-20130321/>. Abruf am 2016-05-13.
- [Hick13] Hickson, Ian (Ed.): HTML Microdata. 2013, <https://www.w3.org/TR/microdata/>. Abruf am 2016-05-13.

- [HHL12] Hinze, A.; Heese, R.; Luczak-Rösch, M.; Paschke, A.: Semantic Enrichment by Non-Experts: Usability of Manual Annotation Tools. In: International Semantic Web Conference, 2012.
- [LUMP07] Lopez, V.; Uren, V.; Motta, E.; Pasin, M.: AquaLog: An ontology-driven question answering system for organizational semantic intranets. In: Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web 2 (2007), S. 72-105.
- [Maxi13] Maximini, Dominik: Scrum – Einführung in der Unternehmenspraxis. Springer Gabler, Berlin Heidelberg, 2013.
- [MeHa14] Meister, V.G.; Hahnenwald, M.: Information Mining durch semantische Erschließung bestehender Content-Management-Systeme—Erfahrungen aus einem Projekt des forschungs-basierten Lehrens. In: Barton, T.; Erdlenbruch, B.; Hermann, F.; Müller, C. (Hrsg.): Prozesse, Technologie, Anwendungen, Systeme und Management, Verlag News & Media, Berlin, 2014, S. 136-151.
- [Meis16] Meister, Vera G.: Konzept für einen Semantic-web-basierten Studienführer für Wirtschaftsinformatik an Fachhochschulen im deutschsprachigen Raum. In: Anwendungen und Konzepte der Wirtschaftsinformatik (AKWI) 4 (2016), S. 44-49.
- [Meis16a] Meister, Vera G.: Schema-Spezifikation der BISE-Ontologie. 2016, https://github.com/EduGraph/bise-ontology/blob/master/ontology/bise_schema.ttl. Abruf am 2016-05-13.
- [MeMB14] Meusel, R.; Mika, P.; Blanco, R.: Focused crawling for structured data. In: Proceedings of the 23rd ACM International Conference on Conference on Information and Knowledge Management. ACM, New York, 2014, S. 1039-1048.
- [Mina12] Minar, Igor: MVC vs MVVM vs MVP. 2012, <https://plus.google.com/+IgorMinar/posts/DRUAKZmXjNV>. Abruf am 2016-05-13.
- [Ogbu13] Ogbuji, Chimezie (Ed.): SPARQL 1.1 Graph Store HTTP Protocol. 2013, <https://www.w3.org/TR/2013/REC-sparql11-http-rdf-update-20130321/>. Abruf am 2016-05-13
- [Sp++14] Sporny, M.; Longley, D.; Kellogg, G.; Lanthaler, M.; Lindström, N.: JSON-LD 1.0 A JSON-based Serialization for Linked Data. 2014, <https://www.w3.org/TR/json-ld/>. Abruf am 2016-05-13.
- [StRH13] Stolz, A.; Rodriguez-Castro, B.; Hepp, M.: RDF translator: A restful multi-format data converter for the semantic web. Technical Report, Universität der Bundeswehr München, Neubiberg, 2013.
- [Un++12] Unger, C.; Bühmann, L.; Lehmann, J.; Ngonga Ngomo, A.-C.; Gerber, D.; Cimiano, P.: Template-based question answering over RDF data. In: Proceedings of the 21st international conference on World Wide Web. ACM, New York, 2012.

Kontakt

Jonas Jetschni
 Technische Hochschule Brandenburg
 Magdeburger Str. 50, 14770 Brandenburg a.d.H.
 T +49 160 96444632, jonas.jetschni@th-brandenburg.de

Prof. Dr. Vera G. Meister
 Technische Hochschule Brandenburg
 Magdeburger Str. 50, 14770 Brandenburg a.d.H.
 T +49 3381 355297, vera.meister@th-brandenburg.de

Prozessmodellierung und Prozessportale an deutschen Hochschulen – eine (unvollständige) Bestandsaufnahme

Dietmar Wikarski

Zusammenfassung

Seit der Einführung des Konzepts „Prozessportal“ und entsprechender Architekturen als wesentlicher Teil von Unternehmensportalen zu Beginn der 2000er Jahre [Pusc04] bestehen hohe Erwartungen an die Automatisierung der dort verwalteten Prozesse.

Betrachtet man allerdings die Vielzahl der inzwischen an deutschen Hochschulen betriebenen (und auch so benannten) Prozessportale, so geht es vor allem um Transparenz für die Hochschulangehörigen, um Qualitätsmanagement durch die Hochschulleitungen, um Unterstützung des Informations- und Wissensmanagements und nicht zuletzt um Prozessverbesserungen.

Es zeigt sich, dass der Aufbau und der Betrieb derartiger Portale ein zeitaufwändiger und offenbar für jede Hochschule sehr spezifischer Prozess ist. Andererseits haben die entstandenen Portale viele Gemeinsamkeiten.

Der Artikel beleuchtet diese Gemeinsamkeiten, aber auch Unterschiede und Trends näher. Insbesondere kann dabei auf die Innensicht einer Hochschule zurückgegriffen werden, in der seit über 10 Jahren interne Prozesse durch Studierende modelliert und in verschiedenen Portal-Prototypen bereitgestellt werden. Im Vortrag wird auf die Umsetzung eines Hochschulprozessportals auf der Basis von MS SharePoint mit einer kontinuierlichen Aktualisierung der Prozessmodelle auf der Basis des objektorientierten Visio-Plugins SemTalk näher eingegangen werden.

1 Einleitung

Prozessorientiertes Denken ist in der Organisationslehre nicht neu. Spätestens 1934 wurde diese Möglichkeit mit den Arbeiten von Fritz Nordsieck zur Unterscheidung von Aufbau- und Ablauforganisation explizit formuliert (vgl. z.B. [Nord32]) und von Erich Kosiol in den sechziger Jahren des 20. Jahrhunderts weiter entwickelt ([Kosi62]).

Einen „Quantensprung“ – zunächst in der Theorie – brachten die Arbeiten von Gaitanides seit Anfang der 1980er Jahre (vgl. [Gait83]), in denen er den Fokus von der Aufbauorganisation („deduktives“ Top-Down-Vorgehen mit dem Resultat einer funktionalen Organisationsstruktur, d.h. „process follows structure“) auf die Ablauforganisation lenkte („induktives“ Bottom-Up-Vorgehen mit dem Resultat einer prozessorientierten Organisationsstruktur, d.h. „structure follows process“). Es dauerte dann allerdings noch weitere 10 Jahre, bis diese Sicht mit den Arbeiten von Hammer und Champy 1993 (deutsche Ausgabe: [HaCh95]), aus den USA kommend, auch den Durchbruch in der internationalen Praxis – dabei insbesondere in der Industrie und im Dienstleistungsbereich – schaffte.

In stark hierarchisch organisierten und/oder staatlichen Organisationen (darunter auch an Hochschulen) setzte sich prozessorientiertes Denken allerdings noch langsamer durch, sodass auch der Autor dieser Arbeit bei seinem Wechsel aus der anwendungsorientierten

Forschung in eine Hochschule (Ende der 90er Jahre) erlebte, in einen Bereich zu kommen, in dem prozessorientiertes Denken und Handeln wieder neu erfunden werden mussten – was beiläufig auch gut zum Berufungsgebiet passte.

Daher war es naheliegend, wiederholbare Prozesse der eigenen Hochschule im Rahmen von Lehrveranstaltungen durch Studierende modellieren zu lassen, womit gleichzeitig den Studierenden (durch eine praxisnahe Ausbildung), aber auch den anderen Hochschulangehörigen (durch nutzbare Prozessmodelle) gedient wäre. Diese Praxis wird nunmehr seit fast 15 Jahren geübt, wobei nach der ursprünglich nur im 2. Semester der Wirtschaftsinformatik im Studienfach „Grundlagen der Prozessmodellierung“ durchgeführten Praxis inzwischen auch Studierende der Betriebswirtschaftslehre im Studienfach „Systemanalyse“ mit derartigen, recht betreuungsintensiven Projekten betraut und betreut werden.

Es zeigte sich, dass diese Praxis zwei Sisyphe-Aspekte hat: Einerseits beginnen in jedem Jahr wieder unerfahrene Studierende mit der Modellierung (und produzieren ggf. immer wieder neue Fehler, auch in „alten“ Modellen), andererseits ändern sich von Jahr zu Jahr einige Prozesse, andere werden nicht mehr benötigt und neue kommen hinzu.

Der zweite Aspekt ist auch ein Merkmal für das Prozessmanagement in anderen Bereichen, kann aber an einer Hochschule durch die immer wieder neuen Studierenden etwas kompensiert werden (z. B. durch weniger Betriebsblindheit), wohingegen dem erstgenannten Problem durch verbesserte Technologie und neue Lehrmethoden entgegengesteuert werden muss. Letzteres erweist sich in der Praxis der TH Brandenburg als möglich und ist im gegenwärtigen Sommersemester wieder der Fall.

Ein wesentlicher Anstoß zu dieser Publikation war der in den letzten Jahren zu beobachtende starke Trend zur Veröffentlichung von Prozessen im Rahmen des Qualitätsmanagements an deutschen Hochschulen, zunehmend auch auf sogenannten „(Hochschul-)Prozessportalen“. Dabei werden die Modellierung und die Bereitstellung der Prozesse meist durch fest angestellte Qualitätsmanager oder durch externe Berater geleistet. Ziele der Untersuchung waren daher, einerseits wesentliche Features der existierenden Portale (als Maßstab für ein eigenes Prozessportal) zu ermitteln und andererseits festzustellen, ob es evtl. vergleichbare Ansätze (d. h. Modellierung und Aktualisierung durch Studierende) an anderen Hochschulen gibt. Letzteres konnte im Rahmen dieser Untersuchung bisher nicht bestätigt werden. Ein Teil der Ergebnisse zur ersten Frage wird im Folgenden vorgestellt, wobei hier auch weitere Untersuchungen notwendig sind und bald folgen werden. Die vorgestellten Resultate beruhen zu großen Teilen auf einer vor kurzem fertiggestellten und durch den Autor betreuten Masterarbeit ([Dept16]).

2 Klassifikation und Ausprägungen von Portalsystemen

2.1 Portalsysteme und Prozessportale

Unter einem „Portalsystem“ versteht man i. A. ein personalisiertes Zugangssystem zu Informationen, die sowohl aus Datenbanken als auch aus Anwendungen (einschließlich anderer Webseiten) stammen können und im Allgemeinen als webbasierte Anwendung im Internet oder im Intranet realisiert ist (vgl. [Lehn08]).

[Pusc04] schlägt deren Klassifizierung nach den folgenden Merkmalen und den entsprechenden Ausprägungen vor:

Nach Fokus (horizontal oder vertikal):

Horizontale Portale bieten ein breites Informationsspektrum und haben i. A. auch keine bestimmte Zielgruppe wie z. B. gmx.de, yahoo.de oder web.de, wohingegen sich vertikale Portale auf bestimmte Themen oder Interessengruppen konzentrieren, themenspezifische Informationen sowie eine ort- und zeitunabhängige Kommunikationsplattform für die Zusammenarbeit anbieten.

Nach Einschränkung des Nutzerkreises (offen oder geschlossen):

Zu einem offenen Portal hat jeder Nutzer des Internets (ohne Einschränkung auf ein Intranet) Zugang, wohingegen geschlossene Portale nur für definierte Personen oder Benutzergruppen unter Nutzung von Authentifizierungsverfahren zugänglich sind.

Nach den Rollen der Benutzer (Endkunden, Geschäftspartner, Angestellte oder alle):

- Endkundenportal oder Business to Customer (B2C),
- Geschäftsportal oder Business to Business (B2B),
- Mitarbeiterportal oder Business to Employee (B2E) und
- Business to Public (B2P).

Nach netzwerktechnischer Erreichbarkeit (Internet, Intranet oder Extranet):

Während das Internet einen öffentlichen Zugriff bietet, ist ein Intranet ein geschlossenes Netz für die Mitglieder eines Unternehmens bzw. einer Organisation. Beim Extranet wird ein Intranet um eine Komponente erweitert, die nur von einer festgelegten Gruppe externer Benutzer verwendet werden kann.

Die wichtigsten Gestaltungselemente von Portalen sind nach [Pusc04] *Präsentation, Navigation, Interaktion, Personalisierung* sowie *Sicherheit, Administration und Integration*, Dabei bedeuten die Gestaltungselemente

- *Präsentation*: Darstellungsmöglichkeiten der Portale und Strukturierung der Inhalte,
- *Navigation*: Orientierungshilfen, welche die Portalnutzer bei der Suche nach gewünschten Informationen unterstützen,
- *Interaktion*: Verbindungsmöglichkeiten zwischen Portalen und Informationsquellen,
- *Personalisierung*: Anpassungsvermögen der Inhalte durch hinterlegte Benutzerprofile
- *Sicherheit, Administration und Integration*: Zugriffsregelung durch Authentifizierung, Benutzer- und Rollenverwaltung sowie Zugriff auf andere Anwendungen der Portal-seite.

2.2 Unternehmensportale und Hochschulportale

Unter einem „*Unternehmensportal*“ verstehen Hansen und Neumann ([HaNe09]) den „*Webauftritt eines Unternehmens, den Mitarbeiter und/oder Geschäftspartner (beispielweise Kunden oder Lieferanten) häufig als zentrale Anlaufstelle aufsuchen, um vom Unternehmen angebotene Informationen und Dienste zu verwenden.*“ Unternehmensportale sind im Allgemeinen geschlossen, dem Bedarf des Unternehmens bzw. der Organisation angepasst und auf bestimmte Benutzergruppen ausgerichtet (vgl. [GrKo05]). Benutzergruppen eines Unternehmens können Mitarbeiter, Kunden, Lieferanten oder Partner einschließen.

Portale, die der Aufgabenerfüllung von Angehörigen der Hochschulen dienen, werden als „*Hochschulportale*“ bezeichnet. Sie decken alle Themenbereiche einer Hochschule ab und umfassen diverse hochschulübergreifende Informationen, Anwendungen und Dienste. Mit

ihrer Hilfe können die Darstellung und Verwaltung der Hochschulinformationen an die Bedürfnisse der Zielgruppen angepasst werden. Typische Zielgruppen und somit Portalbereiche sind

- *Hochschulmitarbeiter* (Raum- und Terminverwaltung, Studienverzeichnis, Prüfungsplanerstellung und Notenverteilung),
- *Studierende* (Darstellung und Verwaltung von Studieninformationen wie Übersichten zu Vorlesungs- und Prüfungsplänen, angemeldeten Prüfungen, Aktualisierung der Kontaktdaten und Ausdruck von Studienbescheinigungen sowie separate Zugänge zu E-Learning-Plattformen),
- *Studieninteressierte* (Bewerbungsportal, das den Bearbeitungsprozess bei einer Bewerbung unterstützt),
- *Allgemeine Öffentlichkeit* (Darstellung der Hochschulinformationen, insbesondere auch für die Presse).

2.3 Prozessportale

Prozessportale können nach Puschmann als höherentwickelte („zweite Generation von“) Portalen verstanden werden. Sie werden von ihm „als web-basierte, personalisierbare und integrierte Zugangssysteme zu internen und externen Applikationen“ definiert, die der Unterstützung von Kunden-, Lieferanten- und Mitarbeiterprozessen dienen und welche die grafische bzw. audiovisuelle Frontend-Integration (auch über verschiedene Portale hinweg) umsetzen. Dadurch verschaffen sie internen und externen Benutzern einen rollenbasierten, prozessorientierten Zugang zu einem umfassenden Set aufeinander abgestimmter Mehrwertdienste. Sie ermöglichen dies durch die Bereitstellung übergreifender Dienste für Sicherheit, Personalisierung etc. Der Nutzen für den Portalbenutzer ist die Backend-Integration dieser Dienste.

Prozessportale als Teile von Unternehmensinformationsportalen (siehe folgender Abschnitt) integrieren meist für einen speziellen Themenbereich Geschäftsprozesse und Arbeitsabläufe und ermöglichen damit Prozesstransparenz und Verbesserung der Prozessqualität eines Unternehmens. Außerdem kann durch direkten Zugriff auf die Prozesse und Informationen (Echtzeit-Informationen) die Unternehmensleistung erhöht werden (vgl. [Pusc04]).

3 Prozessportale an deutschen Hochschulen

Wie in der Einleitung beschrieben, wurden mit dem Ziel der Etablierung eines modernen und zukunftsfähigen Prozessportals an der Technischen Hochschule Brandenburg Prozessportale an deutschen Hochschulen untersucht. Dabei ergaben sich bei den untersuchten Portalen viele Gemeinsamkeiten, aber auch Unterschiede, die im Rahmen der Möglichkeiten einer externen Analyse ermittelt wurden.

Ein spezifisches Problem ergab sich aus einer wesentlichen Gemeinsamkeit: Hochschulprozessportale sind grundsätzlich als Intranetportale mit einer (i. A. optionalen) Komponente für die Außendarstellung angelegt, so dass sie durch Suchmaschinen nicht notwendig gefunden werden. Wenn man damit dennoch Erfolg hat, werden im Allgemeinen nur eine Prozesslandkarte (in nur 3 Fällen blieb deren Existenz unklar) und in einigen Fällen auch die Prozessnamen und die verwendeten Notationen angezeigt, nicht aber die modellierten Prozesse. Beide Fakten sind ein Grund für die „unvollständige“ Bestandsaufnahme gemäß dem Titel dieses Beitrags – d. h. sie ist „unvollständig“ sowohl in Bezug auf die Menge der er-

fassten Portale als auch auf die Erkenntnisse hinsichtlich ihrer Realisierung. In diesem Kapitel wird zunächst eine Übersicht über die gefundenen Hochschulprozessportale gegeben (Stand Anfang 2016) und in einer Tabelle dargestellt. Darauf folgt eine Übersicht über die verschiedenen selbst gesetzten Ziele der einzelnen Hochschulen und der daraus folgenden implementierten Funktionen, die zwecks besserer Vergleichbarkeit zu Funktionsgruppen zusammengefasst werden. Diese Aufspaltung und Gruppierung ermöglicht einen guten Vergleich der Gemeinsamkeiten und Unterschiede des Herangehens der einzelnen Hochschulen.

3.1 Übersicht

Zu Beginn der Untersuchung (Anfang 2016) wurden über eine Google-Suche insgesamt 17 Hochschulen ermittelt, auf deren Webseiten modellierte Prozesse bzw. Prozessbeschreibungen vorlagen.

Zwei dieser Hochschulen (Hochschule Anhalt und TH Wildau) hatten detaillierte Qualitätsmanagementhandbücher mit Prozessbeschreibungen, allerdings gab es dort nach unserer Kenntnis keine formalen Prozessmodelle und auch keine Prozessportale im eigentlichen Sinne – beide Hochschulen wurden daher nicht weiter betrachtet.

Die verbleibenden 15 Hochschulprozessportale wurden im Rahmen der Möglichkeiten einer externen Betrachtung weiter untersucht und die Ergebnisse sowohl individuell zusammengestellt als auch tabellarisch zusammengefasst.

Bei 8 dieser 15 Hochschulen gelang es, detailliertere Informationen entweder aus dem Intranet oder durch persönliche Kontaktaufnahme zu erhalten. Auch diese Ergebnisse werden in Übersichtsform dargestellt.

Hochschule	Kürzel
Beuth Hochschule	BTH
Freie Universität Berlin	FU
Hochschule für Technik und Wirtschaft	HTW
Technische Hochschule Brandenburg	THB
Fachhochschule Kiel	FH Kiel
Universität Regensburg	UR
Universität Bamberg	UB
Universität Lübeck	UL
Otto-von-Guericke Universität Magdeburg	OVGU
Universität Würzburg	UW
Fachhochschule für öffentliche Verwaltung NRW	FHöV NRW
Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden	OTH-AW
Fachhochschule Bingen	FH Bingen
Frankfurt University of Applied Sciences	FRA-UAS
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg	FAU
Stiftung Universität Hildesheim	SUH

Tabelle 1: Untersuchte Hochschulprozessportale

3.2 Auswertung und Übersicht der Gemeinsamkeiten und Unterschiede: Ziele, Funktionen, Verwendete Notationen und Tools

Die erste Gemeinsamkeit aller gefundenen Prozessportale ist die Beschränkung des Zugangs auf Hochschulangehörige (mit persönlicher Authentifizierung aus dem Intranet oder via VPN).

Weiterhin wurde bei fast allen untersuchten Hochschulen eine *Prozesslandkarte* gefunden, welche die publizierten Prozesse im Allgemeinen in Leitungs-, Kern- und Unterstützungsprozesse kategorisiert. Alternative Bezeichnungen für *Leitungsprozesse* sind Management- oder Führungsprozesse, für *Kernprozesse* Geschäftsprozesse und für *Unterstützungsprozesse* Support-, Dienstleistungs-, oder auch Verwaltungsprozesse.

3.2.1 Ziele von Hochschulprozessportalen

Bei der Ausprägung der Prozessportale existieren an verschiedenen Hochschulen unterschiedliche Ansprüche an das Prozessmanagement bzw. das Qualitätsmanagement, wovon auch die Unterschiedlichkeit der Gestaltung der Prozessportale durch die verschiedenen Hochschulen folgt. Eine Möglichkeit, die Unterschiede und Gemeinsamkeiten darzustellen, ist die Auflistung der explizit genannten Ziele und ihre Zuordnung zu den jeweiligen Hochschulen, wie in Tabelle 2 zusammengefasst (vgl. [Dept16]):

Ziele	Hochschule
Transparente Darstellung wesentlicher Prozesse und Verantwortlichkeiten	BTH, FU, HTW, FH Kiel, UR, UB, OVGU, FHöV, OTH-AW, FH Bingen, FAU, SUH
Koordination und die Verbesserung der Arbeitsabläufe	BTH, UB, FHöV, FH Bingen, OTH-AW
Nachvollziehbarkeit von Prozessen und Entscheidungen	BTH
Bereitstellung eines unabhängigen Wissensbestands	FU, UW, FHöV
Kontinuierliche Verbesserung und Optimierung der Prozesse	FU, FH-Kiel, FRA-UAS, SUH
Kontinuierliche Qualitätsentwicklung	UB
Orientierungshilfen für das schnelle Auffinden von wesentlichen Abläufen und Dokumenten	UR, UL, FHöV, OTH-AW, FH Bingen, FAU
Verbesserung der Informationsflüsse zwischen Beteiligten	UB, FHöV, OTH-AW
Schnelle Umsetzung von Verbesserungen durch die Erkennung von Verbesserungspotentialen	UB, OVGU, UW, OTH-AW
Unterstützung der Einarbeitungsphase neuer Mitarbeiter	FHöV, OTH-AW

Tabelle 2: Ziele bei der Einführung der Prozessportale

Die drei am meisten verfolgten (bzw. genannten) Ziele bei der Einführung von Prozessportalen sind nach dieser Untersuchung:

- Transparente Darstellung wesentlicher Prozesse und die Zuordnung von Verantwortlichkeiten (12),
- Orientierungshilfen für das schnelle Auffinden von wesentlichen Abläufen und Dokumenten (6),
- Koordination und Verbesserung von Arbeitsabläufen (5).

3.2.2 Funktionen der Prozessportale

Unterschiedliche Ziele führen zu verschiedenen Strategien und Lösungen bei der Bereitstellung von Prozessen und Informationen und somit zu unterschiedlich ausgeprägten Funktionen der Hochschulprozessportale. Um zu einer übersichtlichen Darstellung zu gelangen, werden die möglichen Funktionen von Prozessportalen zu den Funktionsbereichen

„Sicherheit“, „Suche“, „Navigation“, „Darstellung der Prozesse“, „Datenmanagement“ und „Kollaboration“ zusammengefasst. Tabelle 3 stellt die Zuordnung der Funktionen zu diesen Funktionsbereichen dar, die im Folgenden näher erläutert werden.

Funktionsbereiche	Funktionen
Sicherheit	Zugriffskontrolle, Gästezugriff
Suche	Einfache Suche, Erweiterte Suche
Navigation	Prozesslandkarte, Prozessliste, Baumstruktur, Navigationsleiste, Navigationslink, Navigationsfenster
Darstellung der Prozesse	Prozessmodell, Prozessbeschreibung, Prozesses Steckbrief
Dokumentenmanagement	Versionierung, Verlinkung zu Dokumenten, Bereitstellung der Dokumente als PDF
Kollaboration und Hilfe	Auswertungsfunktion, Erstellung von Anmerkungen, Glossar, Wikiseite, Hilfeseite

Tabelle 3: Funktionsbereiche und Funktionen der Prozessportale

Mit dem Funktionsbereich *Sicherheit* werden die Funktionen zum Schutz der Hochschuldaten zusammengefasst. Dazu gehört einerseits die Zugriffskontrolle (Anmeldung mit Benutzernamen und Passwort), die sicherstellt, dass nur berechtigte Personen die Informationen im Prozessportal einsehen und bearbeiten können. Andererseits wird i.A. ein (eingeschränkter) Gästezugriff auf freigegebene Informationen für die Öffentlichkeit gegeben. So können z.B. Gäste oft die Prozessnamen sehen, das Öffnen der Modelle ist aber nur für Hochschulangehörige möglich.

Eine umfangreiche Hilfestellung zur schnellen Suche benötigter Prozesse und Dokumente erfolgt über den Funktionsbereich *Suche*. Sobald der Nutzer in die Suchfelder den Suchbegriff eingibt, werden die Informationen über diesen Suchbegriff gesucht, gruppiert oder gefiltert und die Ergebnisse für die gesuchte Information angezeigt. Bei den angebotenen Suchfunktionen wird oft zwischen einfacher Suche und erweiterter Suche unterschieden: Während die einfache Suche nur ein Suchfeld bietet, ermöglicht die erweiterte Suche eine Einschränkung der Ergebnisse durch die Angabe zusätzlicher Informationen (Suchkriterien), z.B. Suche von Prozessen, die zu einem bestimmten Fachbereich und/oder zu einer bestimmten Kategorie (z.B. Leitungsprozesse) gehören.

Fast alle Prozessportale verfügen über einen Funktionsbereich *Navigation*. Bei einer hochschulweiten Hierarchie von Prozessen, die von unterschiedlichen Fachbereichen und Organisationseinheiten ausgeführt werden, sollen die Prozesse für die Mitarbeiter transparent und leicht auffindbar sein. Die hierarchische Strukturierung der Prozesse und deren Gruppierung können entweder in der Prozesslandkarte, in der Prozessliste oder in einem Navigationsbaum (in Form einer Baumstruktur) erfolgen. Hilfsmittel zur Navigation innerhalb eines Prozesses sind z.B.:

- Navigationsleiste (u. a. mit „Zurück“- und „Weiter“-Funktionen ähnlich einem Internet-Browser)
- Navigationslink (zeigt an, wo sich der Prozess in der Prozesshierarchie befindet)
- Navigationsfenster (stellt den im Hauptfenster markierten Ausschnitt eines Prozessmodells dar)

Mit dem Funktionsbereich *Darstellung der Prozesse* können Prozesse in verschiedenen Darstellungen angezeigt werden. Dies kann eine tabellarische Ansicht oder eine Visualisierung sein. Die Beschreibung der Prozesse kann entweder in einer verbalen Prozessbeschreibung und/oder in einem Prozesses Steckbrief erfolgen.

Im Funktionsbereich *Dokumentenmanagement* können Dokumente unterschiedlicher Art verwaltet werden. Dazu zählen Formulare, Checklisten, Hinweise, Vorgaben usw. Die Dokumente werden nicht nur im Portal verwaltet, sondern auch mit einzelnen Prozessschritten verknüpft. Zum Beispiel können durch die Verknüpfung der mitgeltenden Dokumente mit Arbeitsschritten die Dokumente schneller aufgerufen werden und müssen nicht mehr an anderen Speicherorten gesucht werden. Die Bereitstellung von Information über die Prozesse als PDF-Datei wird i. A. ebenfalls unterstützt. Mit Hilfe der Versionierung können die Versionsverläufe der Dokumente nach/bei jeder Änderung nachvollgezogen werden.

Der Funktionsbereich *Kollaboration und Hilfe* unterstützt die Zusammenarbeit und den Austausch von Informationen zwischen den Mitarbeitern. Zu diesem Bereich zählen eine Wiki-Seite, ein Hilfebereich (mit Glossar und Tutorial) und die Möglichkeit zum Hinzufügen von Kommentaren. Durch diese Funktionen können die Informationsflüsse und die Vernetzung des Wissens verbessert werden. Zur Unterstützung der Analyse der Prozesse bieten manche Prozessportale eine Auswertungsfunktion (Reporting). Damit ist die Auswertung von verfügbaren Informationen der Prozesse wie die Darstellung verwendeter Prozessobjekte und Methoden für die Analyse auf Modellebene möglich.

3.2.3 Häufigkeit der Funktionen

In Abbildung 1 ist dargestellt, wie viele der bisher genannten Funktionen in den Portalen der untersuchten Hochschulen aus Tabelle 1 vorhanden sind. Zu beachten sind hier aber auch die grauen Balken, welche die Anzahl der Hochschulen darstellen, für welche die jeweilige Funktion nicht ermittelbar war.

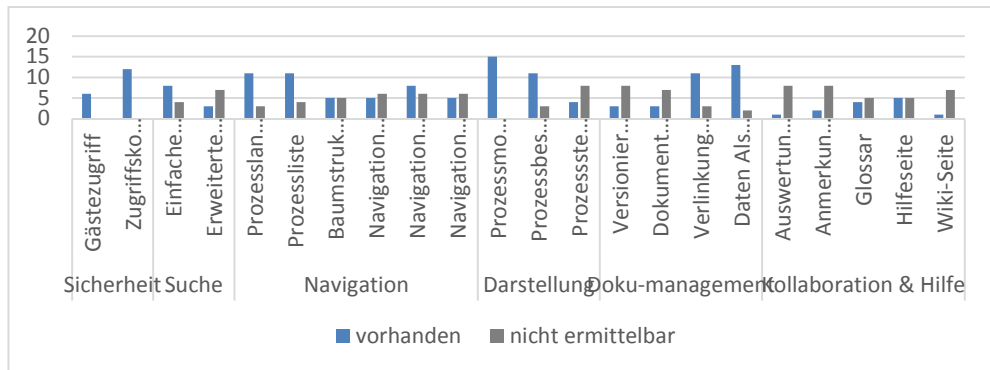


Abbildung 1: Häufigkeit der Funktionen in den Hochschulprozessportalen

Gemäß dieser Übersicht sind die am meisten vorhandenen Funktionen *Zugriffskontrolle*, *einfache Suche*, *Prozesslandkarte*, *Prozessliste*, *Navigation*, *Prozessmodell*, *Prozessbeschreibung*, *Verlinkung zu Dokumenten* sowie die *Bereitstellung der Dokumente als PDF-Datei*. Da der Anteil der nicht ermittelbaren Werte recht hoch ist, lassen Aussagen sich für eine weitere Wertung bzw. Wichtung der Funktionen nur schwer treffen.

Die folgenden Aussagen konnten nur für eine eingeschränkte Menge von 7 genauer auswertbaren Hochschulen getroffen werden (UB, HTW, FH Bingen, THB, FH Kiel, OVGU, FAU):

Für die Navigation der Prozesse bieten alle genannten Hochschulen eine Prozesslandkarte, eine Prozessliste und einen Navigationsbaum an. Interaktive Prozesslandkarten scheinen bisher allerdings kaum realisiert zu sein. Die Prozesse werden in der Prozesslandkarte nach Prozessarten (Leitungs-, Kern- und Unterstützungsprozesse) gruppiert.

Für das schnelle Auffinden von Dokumenten sind mitgeltende Dokumente in den Prozessen aufgelistet. Außerdem können die Dokumente direkt als PDF heruntergeladen werden. Die zur Modellierung der Prozesse verwendeten Modellierungstools und -Notationen sind die folgenden:

Modellierungstools:

- Gliffy Confluence Plugin (HTW)
- SemTalk (FH Kiel, THB)
- Signavio (OVGU, FAU, UB)
- Sycat Process Designer Pro (OTH-AW)
- MS Visio (BTH, UW),

Notationen:

- BPMN (HTW, FH Kiel, UB, FH Bingen, THB),
- Flussdiagramme (UW, FHöV) und KSA (THB)
- Wertschöpfungskettendiagramme (WKD) (UL)

Die eher weniger bekannte Notation der Kommunikationsstrukturanalyse (KSA), die optisch große Ähnlichkeit mit Flussdiagrammen hat und daher für ungeschulte Nutzer sehr leicht verständlich ist, ist inzwischen Bestandteil einer konsequent objektorientierten Methode des Modellierungstools SemTalk. Letztere kann mit diesem Tool auch auf die gegenwärtig am meisten verbreitete Notation BPMN angewendet werden, wie beim Prozessportal der FH Kiel geschehen. Interessanterweise wurde in keinem der gefundenen bzw. uns zugänglichen Prozessportale die früher im deutschen Sprachraum sehr verbreitete Notation der Ereignisgesteuerten Prozessketten (EPK) gefunden.

4 Fazit und Ausblick

Die Etablierung von Prozessportalen im Rahmen des Qualitätsmanagements der deutschen Hochschulen ist in den letzten Jahren ein starker Trend. Da diese Portale generell im Intranet verfügbar sind, ist eine genaue Untersuchung nur eingeschränkt möglich. Trotz im Einzelnen unterschiedlicher Ziele und Ausprägungen gibt es sehr viele Gemeinsamkeiten im grundsätzlichen Aufbau und bei den bereitgestellten Funktionen. Eine objektorientierte verteilte Modellierung und Aktualisierung der bereitgestellten Prozessmodelle, wie sie an der TH Brandenburg seit einigen Jahren praktiziert und gegenwärtig weiter entwickelt wird, konnte bei den untersuchten Hochschulen nicht gefunden werden. Eine Fortführung dieser Untersuchung ist geplant. Die Vorstellung ihrer Ergebnisse wie auch einiger Aspekte der Umsetzung des Prozessportals der TH Brandenburg soll auf der AKWI-Tagung erfolgen.

Literaturverzeichnis

- [Be++14] F. Berglehner, M. Buichl, M. Heinrich, K. Wilbers, M. Wittmann: Management von Prozessen an Hochschulen. Berichte zur Wirtschaftspädagogik und Personalentwick-

lung, Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Wirtschaftspädagogik und Personalentwicklung. Nürnberg, 2014.

- [Dept16] Depthios, Jennifer: Beiträge zu einem Prozessportal der Technischen Hochschule Brandenburg, Masterarbeit im Studiengang WI der TH Brandenburg, Brandenburg an der Havel, 2016.
- [Gait83] Gaitanides, M. Prozessorganisation. Entwicklung, Ansätze und Programme prozessorientierter Organisationsgestaltung. Vahlen, München, 1983.
- [GrKo05] Großmann, Martina und Koschek, Holger: Unternehmensportale - Grundlagen, Architekturen, Technologien. Springer, Berlin, 2005.
- [HaCh95] Hammer, Michael; Champy, James : Business Reengineering. Campus, Frankfurt, New York, 1995.
- [HaNe09] Hansen, Hans Robert; Neumann, Gustaf: Wirtschaftsinformatik 1. Lucius & Lucius, Stuttgart, 2009.
- [Kosi62] Kosiol, Erich: Organisation der Unternehmung. Gabler, Wiesbaden, 1962
- [Lehn08] Lehner, Franz: Wissensmanagement - Grundlagen, Methoden und technische Unterstützung. Carl Hanser Verlag, München, 2008.
- [Nord32] Nordsieck, Fritz: Die schaubildliche Erfassung und Untersuchung der Betriebsorganisation. C. E. Poeschel, Stuttgart 1932
- [Pusc04] Puschmann, Thomas: Prozessportale: Architektur zur Vernetzung mit Kunden und Lieferanten. Springer Verlag, Berlin, 2004.
- [Semt16] Semtation GmbH: Webseite. 2016, <http://www.semtation.de>, Abruf am 10.5.2016
- [Topc16] Topcu, Dennis: Beiträge zur Konzeption und prototypische Umsetzung eines Prozessportals für die THB. Masterarbeit im Studiengang WI der TH Brandenburg, Brandenburg an der Havel, 2016.

Kontakt

Prof. Dr. Dietmar Wikarski
Technische Hochschule Brandenburg
Magdeburger Str. 50, 14770 Brandenburg an der Havel
T +49 3381 355277, dietmar.wikarski@th-brandenburg.de

Autoren

Prof. Dr. Thomas Barton

Hochschule Worms, Fachbereich Informatik
Erenburgerstr. 19, 67549 Worms
T +49 6241 509-253, barton@hs-worms.de

Sheron Baumann

Hochschule Luzern - Wirtschaft
Zentralstrasse 9, CH-6002 Luzern
T +41 41 228 99 19

Thorsten Behnert

Hochschule Worms
Erenburgerstraße 19, 67549 Worms

Prof. Dr. Frank Bensberg

Hochschule Osnabrück
Caprivistrasse 30a, 49076 Osnabrück
T +49 541 969-3264
F.Bensberg@hs-osnabrueck.de

Prof. Dr. Bettina C.K. Binder

HS Pforzheim
Tiefenbronnerstr. 66, 75175 Pforzheim
T +49 7231 28-6682
bettina.binder@hs-pforzheim.de

M. Sc. Gandalf Buscher

Hochschule für Telekommunikation Leipzig
Gustav-Freytag-Str. 43-45, 04277 Leipzig
Gandalf.Buscher@hft-leipzig.de

Prof. Dr. Sönke Cordts

Fachhochschule Flensburg
Fachbereich Wirtschaft
Studiengang Wirtschaftsinformatik
Kanzleistraße 91-93, 24943 Flensburg
T +49 461 805-1406
soenke.cordts@fh-flensburg.de

Roberto Damm

Hochschule Worms
Erenburgerstr. 19, 67549 Worms
T +49 6241 509 262, damm@hs-worms.de

M. Sc. Julian Dörndorfer

Hochschule Landshut
Am Lurzenhof 1, 84036 Landshut
T.: +49 (0) 871 506 731
julian.doerndorfer@haw-landshut.de

Christian Fuchs

Robert Bosch GmbH, Central Sector
Information Technology
Project Management Office Central Services
(CI/PMO-CS)
Hessbrühlstrasse 21, 70565 Stuttgart
T +49 711 811 3626339
christian.fuchs@de.bosch.com

Thorsten Gehrke

Schwefelstraße 19, 24118 Kiel
Thorsten.gehrke@gmx.net

Prof. Dr. Dr. Wolfgang Gohout

Hochschule Pforzheim
Professur für Quantitative Methoden und
Informationstechnik
Tiefenbronner Str. 65, 75175 Pforzheim
T +49 (0)7231/28-6597
wolfgang.gohout(at)hs-pforzheim.de

Marco Graf, B. Sc.

Hochschule Worms, Fachbereich Informatik
Erenburgerstraße 19, 67549 Worms
graf@hs-worms.de
Traveloca UG (haftungsbeschränkt)
Auf der Au 42, 67551 Worms
m.graf@traveloca.com

Prof. Dr. Michael Höding

Technische Hochschule Brandenburg
PF 2132, 14737 Brandenburg an der Havel
Michael.Hoeding@th-brandenburg.de

Prof. Dr. Georg Rainer Hofmann

Information Management Institut IMI
Hochschule Aschaffenburg
Würzburger Straße 45, 63743 Aschaffenburg
T +49 6021 4206 700
georg-rainer.hofmann@h-ab.de

Wenxin Hu

Technische Hochschule Brandenburg
Magdeburger Str. 50
14770 Brandenburg an der Havel
wenxin.hu@th-brandenburg.de

Olga Ivanova

Technische Hochschule Brandenburg
Zanderstraße 10f, 14770 Brandenburg
T +49 162 5403949
ivanova@th-brandenburg.de
ollyenn@gmail.com

Thomas Jacob, M. Eng.

Technische Hochschule Wildau
Fachbereich Wirtschaft, Informatik und Recht
Projektgruppe Vehicle Data Intelligence
Hochschulring 1, 15745 Wildau
T +49 3375 508 602
thomas.jacob@th-wildau.de

Jonas Jetschni

Technische Hochschule Brandenburg
Magdeburger Str. 50
14770 Brandenburg an der Havel
T +49 160 96444632
jonas.jetschni@th-brandenburg.de

Prof. Dr. Andreas Johannsen

Technische Hochschule Brandenburg
Magdeburger Straße 50
14770 Brandenburg an der Havel
T +49 3381 355 256
andreas.johannsen@th-brandenburg.de

Prof. Dr. Kathrin Kirchner

Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin
Alt-Friedrichsfelde 60, 10315 Berlin
Tel.: +49 30 30877 2411
kathrin.kirchner@hwr-berlin.de

Hendrik Klatt

Hasselmannstr. 25, 24114 Kiel
T +49 431 26096730
hen.klatt@googlegmail.com

Prof. Ute Klotz

Hochschule Luzern - Wirtschaft
Zentralstrasse 9, CH-6002 Luzern
T +41 41 228 99 19, ute.klotz@hslu.ch

Jens Kohler

Hochschule Mannheim, Fakultät für Informatik
Mannheimer Wirtschaftsinformatik Institut
Paul-Wittsack-Str. 10, 68163 Mannheim
T +49 621 292-6739
j.kohler@hs-mannheim.de

Prof. Dr. Ing. Stefan Kubica

Technische Hochschule Wildau
Fachbereich Wirtschaft, Informatik und Recht
Projektgruppe Vehicle Data Intelligence
Hochschulring 1, 15745 Wildau
T +49 3375 508 327
stefan.kubica@th-wildau.de

Prof. Dr. Elvira Kuhn

Hochschule Trier
Graf Reginarstraße 33, 54294 Trier
T +49 651 810-299
e.kuhn@hochschule-trier.de

Prof. Dr. Birte Malzahn

Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
Treskowallee 8, 10318 Berlin
T +49 30 5019-2452
Birte.Malzahn@HTW-Berlin.de

Prof. Konrad Marfurt

Hochschule Luzern - Wirtschaft
Zentralstrasse 9, CH-6002 Luzern
T +41 41 228 99 19

Prof. Dr. Vera G. Meister

Technische Hochschule Brandenburg
Magdeburger Str. 50
14770 Brandenburg an der Havel
T +49 3381 355297
vera.meister@th-brandenburg.de

Prof. Dr. Frank Morelli

HS Pforzheim
Tiefenbronnerstr. 66, 75175 Pforzheim
T +49 7231 28-6697
frank.morelli@hs-pforzheim.de

Prof. Dr. Christof Mosler

Hochschule für Technik Stuttgart
Schellingstr. 24, 70174 Stuttgart
T +49 711 8926 2796
christof.mosler@hft-stuttgart.de

Thomas Ochs

CIO
Villeroy & Boch
P.O.-Box 11 20, 66688 Mettlach

Prof. Dr. Martin Przewloka

GFFT Technologies GmbH
Niddastraße 6, 61118 Bad Vilbel
martin.przewloka@gfft-technologies.de

Prof. Dr. Jörg Puchan

Hochschule München
Fakultät für Wirtschaftsingenieurwesen
Lothstraße 64, 80335 München
T +49 89 1265 3937, puchan@hm.edu

Manuel Raddatz

Technische Hochschule Brandenburg
PF 2132, 14737 Brandenburg an der Havel
manuel.raddatz@th-brandenburg.de

Assoc. Prof. Karsten Boye Rasmussen

Department of Marketing & Management
Strategic Organizational Design
Campusvej 55, 5230 Odense M
Denmark
Tel.: +45 65502115, kbr@sam.sdu.dk

Assoc. Prof. Liana Razmerita, PhD.

Copenhagen Business School
Dalgas Have 15, 2000 Frederiksberg
Dänemark
Tel.: +45 3815 2182, lr.ibr@cbs.dk

Ute Riemann

Business Transformation Principal Consultant
SAP Deutschland SE & Co. KG
Hasso Plattner Ring 7, 69190 Walldorf

Prof. Dr. Wolfgang Riggert

Hochschule Flensburg
Fachgebiet Wirtschaftsinformatik
Kanzleistr. 91-93, D-24943 Flensburg
T +49 461 805-1471
wolfgang.riggert@hs-flensburg.de
www.riggert.info
www.rechnernetze-interaktiv.de

Felix Schmidt

Technische Hochschule Mittelhessen
Wiesenstraße 14, 35390 Gießen
felixfelix.schmidt@googlemail.com

Markus Schmidtner

Institut für Projektmanagement und
Informationsmodellierung (IPIM)
Hochschule Landshut
Am Lurzenhof 1, 84306 Landshut
schmidtner@ipim.institute

Pia Schöppner

Alteburgstraße 150, 72762 Reutlingen
T +49 151 14452681
pia.schoeppner@gmx.de

M. Sc. Alexander Schubel

Institut für Projektmanagement und
Informationsmodellierung (IPIM),
Hochschule Landshut
Am Lurzenhof 1, 84306 Landshut
alexander.schubel@haw-landshut.de

Tobias Schwalm, M. Sc.

Technische Hochschule Mittelhessen,
Fachbereich MNI
Wiesenstraße 14, 35390 Gießen
mail@t-schwalm.de

Prof. Dr. Christian Seel

Hochschule Landshut
Am Lurzenhof 1, 84036 Landshut
T.: +49 (0) 871 506 649
christian.seel@haw-landshut.de

Prof. Dr. Katharina Simbeck

Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
Treskowallee 8, 10318 Berlin
T +49 30 5019-3756
Katharina.Simbeck@HTW-Berlin.de

Prof. Dr. Carlo Simon

Hochschule Worms
Erenburgerstraße 19, 67549 Worms
T +49 6241 509-369, simon@hs-worms.de

Kiril Simov

Bulgarian Academy of Sciences
Institute of Information and Communication
Technologies
Linguistic Modeling Department Acad.
G. Bonchev St. 25A, 1113 Sofia, Bulgaria
T +359 888 473 413, kivs@bultreebank.org

Prof. Dr. Thomas Specht

Hochschule Mannheim, Fakultät für Informatik
Mannheimer Wirtschaftsinformatik Institut
Paul-Wittsack-Str. 10, 68163 Mannheim
T +49 621 292-6765
t.specht@hs-mannheim.de

Eric Starke

Hochschule für Technik und Wirtschaft
Dresden
Friedrich-List-Platz 1, 01069 Dresden
T +49 (0)351 462 3050
estärke@htw-dresden.de

Prof. Dr.-Ing. Heiko Thimm

Hochschule Pforzheim
Tiefenbronner Str. 65, 75175 Pforzheim
T +49 (0)7231/28-6451
heiko.thimm(at)hs-pforzheim.de

Dr. Tim Weingärtner

Hochschule Luzern – Departement Informatik
Suurstoffi 41, CH 6343 Rotkreuz
T +41 41 757 68 20 tim.weingaertner@hslu.ch

Stefan Werner

Hochschule Mannheim, Fakultät für Informatik
Mannheimer Wirtschaftsinformatik Institut
Paul-Wittsack-Str. 10, 68163 Mannheim
T +49 621 292-6739, hello@stefanwer.de

Prof. Dr. Doris Weßels

Fachhochschule Kiel
Institut für Wirtschaftsinformatik
Sokratesplatz 2, 24149 Kiel
T +49 431 210 3519
doris.wessels@fh-kiel.de

Prof. Dr. Dietmar Wikarski

Technische Hochschule Brandenburg
Magdeburger Str. 50
14770 Brandenburg an der Havel
T +49 3381 355277
Dietmar.wikarski@th-brandenburg.de

Kristof Winkelmann

Projensdorferstr. 13, 24106 Kiel
Mobil: +40 160 970 285 33
Kristof.winkelmann@googlemail.com

Andreas Witt

Technische Hochschule Brandenburg
Magdeburger Straße 50
14770 Brandenburg an der Havel
T +49 3381 355 269
andreas.witt@th-brandenburg.de

Karsten Würth

Hochschule Worms
Erenburgerstr. 19, 67549 Worms
T +49 6241 509-262
karsten.wuerth@hs-worms.de

Dr. Wolfgang Wüst

Robert Bosch GmbH, Central Sector
Information Technology
Project Management Office Central Services
(CI/PMO-CS)
Hessbrühlstrasse 21, 70565 Stuttgart
T +49 160 702 2850
wolfgang.wuest3@de.bosch.com

Beiträge der Fachtagung „**Angewandte Forschung in der Wirtschaftsinformatik – Prozesse, Technologie, Anwendungen, Systeme und Management**“ im Rahmen der 29. Jahrestagung des Arbeitskreises Wirtschaftsinformatik an Fachhochschulen (AKWI) vom 11. bis 14.09.2016 an der Technischen Hochschule Brandenburg

Autoren: Thomas Barton, Sheron Baumann, Thorsten Behnert, Frank Bensberg, Bettina C.K. Binder, Gandalf Buscher, Sönke Cordts, Roberto Damm, Julian Dörndorfer, Christian Fuchs, Thorsten Gehrke, Wolfgang Gohout, Marco Graf, Michael Höding, Georg Rainer Hofmann, Olga Ivanova, Wenxin Hu, Thomas Jacob, Jonas Jetschni, Andreas Johannsen, Kathrin Kirchner, Hendrik Klatt, Ute Klotz, Jens Kohler, Stefan Kubica, Elvira Kuhn, Birte Malzahn, Konrad Marfurt, Vera G. Meister, Frank Morelli, Christof Mosler, Thomas Ochs, Martin Przewloka, Jörg Puchan, Manuel Raddatz, Karsten Boye Rasmussen, Liana Razmerita, Ute Riemann, Wolfgang Riggert, Felix Schmidt, Markus Schmidtner, Pia Schöppner, Alexander Schubel, Tobias Schwalm, Christian Seel, Katharina Simbeck, Carlo Simon, Kiril Simov, Thomas Specht, Eric Starke, Heiko Thimm, Tim Weingärtner, Stefan Werner, Doris Weßels, Dietmar Wikarski, Andreas Witt, Kristof Winkelmann, Karsten Würth, Wolfgang Wüst